

Bacheloroppgave

TN303212 Hovedprosjekt

Utvikle Modulbasert Posisjonsreferansekurs

2321, 2333, 2304

Totalt antall sider inkludert forsiden: 450

Innlevert Ålesund, 27.05.2015

Obligatorisk egenerklæring/gruppeerklæring

Den enkelte student er selv ansvarlig for å sette seg inn i hva som er lovlige hjelpemidler, retningslinjer for bruk av disse og regler om kildebruk. Erklæringen skal bevisstgjøre studentene på deres ansvar og hvilke konsekvenser fusk kan medføre. **Manglende erklæring fritar ikke studentene fra sitt ansvar.**

Du/dere fyller ut erklæringen ved å klikke i ruten til høyre for den enkelte del 1-6:		
1.	Jeg/vi erklærer herved at min/vår besvarelse er mitt/vårt eget arbeid, og at jeg/vi ikke har brukt andre kilder eller har mottatt annen hjelp enn det som er nevnt i besvarelsen.	<input type="checkbox"/>
2.	Jeg/vi erklærer videre at denne besvarelsen: <ul style="list-style-type: none">• ikke har vært brukt til annen eksamen ved annen avdeling/universitet/høgskole innenlands eller utenlands.• ikke refererer til andres arbeid uten at det er oppgitt.• ikke refererer til eget tidligere arbeid uten at det er oppgitt.• har alle referansene oppgitt i litteraturlisten.• ikke er en kopi, duplikat eller avskrift av andres arbeid eller besvarelse.	<input type="checkbox"/>
3.	Jeg/vi er kjent med at brudd på ovennevnte er å <u>betrakte som fusk</u> og kan medføre annullering av eksamen og utestengelse fra universiteter og høgskoler i Norge, jf. Universitets- og høgskoleloven §§4-7 og 4-8 og Forskrift om eksamen §§30 og 31.	<input type="checkbox"/>
4.	Jeg/vi er kjent med at alle innleverte oppgaver kan bli plagiattrollert i Ephorus, se Retningslinjer for elektronisk innlevering og publisering av studiepoenggivende studentoppgaver	<input type="checkbox"/>
5.	Jeg/vi er kjent med at høgskolen vil behandle alle saker hvor det forligger mistanke om fusk etter høgskolens studieforskrift §30	<input type="checkbox"/>
6.	Jeg/vi har satt oss inn i regler og retningslinjer i bruk av kilder og referanser på biblioteket sine nettsider	<input type="checkbox"/>

Publiseringsavtale

Studiepoeng: 15

Veileder: Tron Richard Resnes

Fullmakt til elektronisk publisering av oppgaven

Forfatter(ne) har opphavsrett til oppgaven. Det betyr blant annet enerett til å gjøre verket tilgjengelig for allmennheten ([Åndsverkloven §2](#)).

Alle oppgaver som fyller kriteriene vil bli registrert og publisert i Brage HiÅ med forfatter(ne)s godkjenning.

Oppgaver som er unntatt offentlighet eller båndlagt vil ikke bli publisert.

Jeg/vi gir herved Høgskolen i Ålesund en vederlagsfri rett til å gjøre oppgaven tilgjengelig for elektronisk publisering:

ja nei

Er oppgaven båndlagt (konfidensiell)?

ja nei

(Båndleggingsavtale må fylles ut)

- Hvis ja:

Kan oppgaven publiseres når båndleggingsperioden er over?

ja nei

Er oppgaven unntatt offentlighet?

ja nei

(inneholder taushetsbelagt informasjon. [Jfr. Offl. §13](#)/[Fvl. §13](#))

Dato: 27.05.2015

Hovedoppgave Nautikk v/HIALS Vår 2015

For

2321, 2333, 2304

Utvikle et modulbasert posisjonsreferansekurs som er praktisk rettet.

Det vil i fremtiden bli satt strenge krav av oppdragsgivere til systemer som skal være tilgjengelig om bord for å kunne oppnå den posisjonssikkerheten de ønsker ved maritime operasjoner. Det er viktig at operatørene har god kjennskap til brukergrensesnittet til de forskjellige posisjonssystemene, samt grunnleggende kjennskap til den helhetlige virkemåten til disse.

Denne kunnskapen kan DPO'er i dag tilegne seg ved hjelp av utstyrproduzentenes kurs, de vil da basere seg på produsentenes systemer og deres samarbeidspartnere sine systemer. HIALS kan her fylle et tomrom, og tilby kurs der kunden selv velger de systemer som de ønsker opplæring i. Dette vil gi HIALS en fordel med tanke på fleksibilitet ovenfor andre leverandører av posisjonsreferansekurs.

Vi ønsker derfor å utvikle et posisjonsreferansekurs som:

- Er modulbasert, dette vil gi kunden stor valgfrihet
- Er praktisk rettet, men fletter inn nødvendig teorigrunnlag
- Gir trening og solid forståelse av de ulike systemenes brukergrensesnitt
- Øker brukerens totale systemforståelse
- Omfatter de systemene som HIALS har tilgjengelig innen DGNS, hydroakustisk posisjonering og kortdistansesystemer som RADIUS og CyScan.

HIALS vil stille nødvendige systemer til disposisjon, og være behjelpelig ved gjennomføringen av et eventuelt prøvekurs.

Besvarelsen skal redigeres mest mulig som en forskningsrapport med sammendrag, konklusjon, referanseliste etc. Besvarelsen, som i hovedsak vil bestå av kurset, skal gjøres så oversiktlig, presis og etterrettelig som mulig. Oppgavens omfang skal representere en arbeidsmengde på ca. 15 studiepoeng for hver student.

Endelig besvarelse skal leveres i 3 eksemplarer til HIALS sitt sekretariat senest 1. juni 2015, og det legges opp til en presentasjon av oppgaven omkring 1. juni 2015.

HIALS forbeholder seg retten til fritt å kunne benytte oppgaven i undervisning og utviklingsarbeid.

Ålesund, desember 2014.



Tron Resnes
Faglærer/Veileder

Forord

I desember 2014 gikk vi sammen i en gruppe på 3 studenter med det felles mål å skrive Bacheloroppgaven vår sammen som avslutning på vår utdanning i nautikk.

Vi bestemte oss etter hvert for at vi ønsket at oppgaven skulle omhandle praktisk bruk av Dynamisk Posisjonering (DP) som overordnet tema. Det naturlige valget ble da å forhøre oss med Tron Resnes om mulige forslag til oppgaver og som mulig veileder. Etter samtale med han fikk vi en utfordring om å utvikle et kurs i posisjonsreferansesystemer brukt i DP-operasjoner, da dette er et type kurs Høgskolen i Ålesund ikke kunne tilby eksterne aktører på dette tidspunkt.

Siden vi samme semester nettopp hadde fullført vårt eget posisjonsreferansekurs som en del av utdanningen, fant vi dette interessant og vi bestemte oss for at målgruppen for kurset skulle være eksisterende offshore DP-operatører på norsk sokkel.

Nettopp på grunn av målgruppen, bestemte vi oss for at kurset skulle være mest mulig praktisk rettet og samtidig gjøre det modulbasert. Med modulbasert mener vi at rederier som melder på deltakere kan selv velge hvilke systemer de vil ha med i kurset, og på den måten skreddersy kurset til sine behov og sine flåter. Dette mener vi gjør kurset svært fleksibelt og attraktivt. Attraktiv også av den grunn at med dette produktet så slipper rederier å sende sine ansatte rundt til hver enkelt produsent for å kurses, men i stedet få alt samlet i ett kurs hos Høgskolen i Ålesund.

Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder Tron Resnes for støtte og oppfølging underveis i utviklingen av oppgaven, en like stor takk til Norvald Kjerstad for god undervisning i løpet av utdanningen vår og for en stor del av faglitteraturen som er brukt i denne oppgaven.

Samtidig vil vi også rette en takk til de rederier, DP-operatører og oppdragsgivere som deltok i vår spørreundersøkelse i forkant av arbeidet.

Sammendrag

Vår påstand når vi startet med denne oppgaven var at det eksisterer et behov for et kurs i posisjonsreferansesystemer. Mye på grunn av økende krav fra oppdragsgivere, men også fordi vi satt med et inntrykk av at kompetansen ute blant DP-operatørene var veldig varierende. Dette kombinert med at bransjen generelt har et økende fokus på sikkerhet mente vi at behovet absolutt eksisterer.

På bakgrunn av dette ønsket vi å lage en spørreundersøkelse der vi spurte 3 involverte aktører: DP-operatører som arbeider på fartøyene, rederiene, samt oppdragsgivere.

Spørsmålene skulle avdekke kompetansen som finnes og kravene som stilles i bransjen.

Svarene vi fant i undersøkelsen underbygget vår påstand om at behovet fantes.

Spørsmålene og svarene vil ligge vedlagt oppgaven, men er presentert anonymt etter ønske fra de spurte aktørene.

Siden vi selv følte at posisjonsreferansekurset vi hadde gjennomført var noe teoritungt og at dette ikke ville passe målgruppen vi hadde valgt, bestemte vi oss for følgende prinsipper og mål:

- Øke den totale systemforståelsen for brukeren
- God balanse mellom mengde teori (relevant teori) og praksis (relevant praksis)
- Modulbasert – systemer kan velges bort
- Kurset har en maks varighet på 4 dager
- Utdypende teori står i utdelt kursmateriell – ikke i presentasjonene

Videre planlagte vi innholdet i kurset i samråd med veileder og bestemte at det skulle inneholde et kurshefte med utdypende teori for alt som gjennomgås i presentasjoner, PowerPoint-presentasjoner for hver systemkategori, samt øvingshefter for hver systemkategori som inneholder praktiske oppgaver som skal løses på skolens lab-område. Til bruk for utforming av dette innholdet fikk vi tilsendt et sett med maler som var ferdigutviklet av Høgskolen i Ålesund, utviklet slik de ønsker kursmaterialet skal se ut.

På grunn av oppgavens spesielle art, har vi fått godkjent egne formkrav til det ferdige produktet. Da produktet vårt er en sammensetning av kurshefter og presentasjoner, vil disse naturlig nok inneholde egne sidetall og egen inndeling. Vi ser oss derfor nødt til å gå bort fra det ferdige sidetallsoppsettet som følger denne innleveringsmalen.

Det er også nødvendig at vi beholder eget format på oppsett av overskrifter og skrifttyper for at produktet skal fremstå som det er ment.

Siden materialet skal være rent faktabasert innhold brukt i kursmateriell, er det meste av tekstinnholdet i kursheftet hentet fra faglitteratur (Norvald Kjerstad, 2010), produsentenes hjemmesider og manualer. Det ville være unaturlig og uklokt av oss om alt dette skulle formuleres med egne ord, da korrekt faktatekst allerede eksisterer. Innhold hentet fra annen litteratur er heller ikke sitert og referert til direkte i teksten, da dette ville vært ødeleggende for det ferdige produktet, da det i noen tilfeller er brukt en blanding av tekst fra litteratur/manualer og egne ord. Dette er godkjent og avklart med veileder. Alle kilder brukt i tekst, figurer og tabeller følger selvsagt oppgaven. Referansene og figurlistene benyttet i kursheftene ligger bakerst i kursheftet, mens figurlistene til PowerPoint-presentasjonene ligger som vedlegg (vedlegg 4) til oppgaven.

Innhold

Kurshefte	9
PowerPoint-presentasjoner	151
Labøvinger	382
Vedlegg	439
Spørreundersøkelse DPO	439
Spørreundersøkelse rederier	440
Spørreundersøkelse oppdragsgiver	441
Figurliste PowerPoint-presentasjoner	442

KURSHEFTE



POSISJONSREFERANSE- SYSTEMER



**MARITIME
OPERATIONS**

Aalesund University College

Innholdsfortegnelse

DEL 1	6
GENERELT	6
Introduksjon	7
1.1 Forkortelser og uttrykk.....	7
Kapittel 1 Bevegelsessensorer	13
1.1 VRU	13
1.1.1 Hvorfor VRU?.....	13
1.1.2 Plassering	13
Kapittel 2 NMEA	14
2.1 NMEA.....	14
2.1.1 Oppbygningen av telegrammet	14
Kapittel 3 Kvalitetsbegrep	16
3.1 Nøyaktighet.....	16
3.2 Integritet	16
3.3 Kontinuitet	16
3.4 Tilgjengelighet	16
3.5 Pålitelighet	16
3.6 Robusthet.....	16
3.7 EPE.....	16
3.8 DQI	17
3.9 MTBF	17
DEL 2	18
GNSS/DGNSS	18
Kapittel 1 Geodesi	19
1.1 Geoiden & ellipsoiden	19
1.2 Koordinatsystemer & datum	20
1.2.1 Terrestriske koordinater	20
1.2.2 UTM-systemet.....	20
1.2.3 Lokale metriske koordinatsystem	22
1.2.4 Lokale og globale datum	23
Kapittel 2 GNSS	24
2.1 GNSS.....	24
2.1.1 Satellittbaner og måleprinsipper	24
2.1.2 Feilkilder i satellittnavigasjon	30
2.1.3 GPS – En detaljert systembeskrivelse.....	42
2.1.4 Signalbeskrivelse og koding	46
2.1.5 Nøyaktighet på GPS.....	48
2.1.6 Andre operative satellittsystemer.....	49
2.2 Notater	52
Kapittel 3 DGNSS	53
3.1 Innledning	53

3.1.1	Litt historie.....	53
3.1.2	Hvorfor DGNSS i dag?.....	53
3.1.3	Feilkilder som kan korrigeres.....	53
3.1.4	To hovedtyper DGNSS i det maritime	54
3.2	IALA.....	55
3.2.1	Prinsipp.....	55
3.3	SBAS (WADGPS)	57
3.3.1	Generelt	57
3.3.2	EGNOS.....	58
3.4	Private aktører.....	61
3.4.1	Fugro Seastar.	61
3.4.2	VERIPOS.....	63
3.5	Utstyr om bord.....	65
3.6	Bruk av DGNSS i DP-operasjoner.....	66
3.6.1	Redundans på eget system.....	66
3.6.2	Maskevinkler og sektorskygge	66
3.6.3	Antenneplassering	67
3.6.4	Koblinger.....	67
3.6.5	Ionosfæriske forhold / Scintillasjon	67
3.6.6	Eksterne hjelpemidler.....	67
3.7	Notater	68
DEL 3		69
KORTDISTANSE-SYSTEMER		69
Kapittel 1 Kortdistansesystem.....		70
1.1	Innledning	70
1.1.1	Hvorfor kortdistansesystemer?.....	70
1.1.2	Relativ vs. global posisjonering, en liten advarsel.....	70
1.2	RADius.....	71
1.2.1	Måleprinsipp.....	72
1.2.2	Nøyaktighet.....	74
1.2.3	Fordeler og funksjoner	75
1.2.4	Brukergrensesnitt	76
1.2.5	Interrogator og transpondere.....	80
1.2.6	Vedlikehold	82
1.3	RadaScan	83
1.4	Fanbeam.....	84
1.4.1	Måleprinsipp.....	84
1.4.2	Prismer og reflektorer	85
1.4.3	Nøyaktighet og begrensninger	87
1.4.4	Brukergrensesnitt	87
1.4.5	Vedlikehold	90
1.5	CyScan	91
1.5.1	Måleprinsipp.....	92
1.5.2	Prismer og reflektorer.....	93
1.5.3	Nøyaktighet og begrensninger	95
1.5.4	Systemkomponenter	95
1.5.5	Brukergrensesnitt	96
1.5.6	Multi Target Group	99
1.5.7	Vedlikehold	99
1.6	Kongsberg SpotTrack.....	100
1.7	Notater	101

DEL 4	102
HYDROAKUSTIKK	102
Kapittel 1 Hydroakustikk	103
1.1 Hydroakustisk Grunnlag	103
1.1.1 Lyd	103
1.1.2 Absorpsjon	104
1.1.3 Sfærisk spredning	104
1.1.4 Lydhastighet og avbøyning	105
1.2 Hydroakustisk Posisjonering	106
1.2.1 Telemetri	106
1.2.2 SSBL/USBL	106
1.2.3 LBL	108
1.3 Ping stacking/Multi-ping	109
1.4 Støykilder	109
1.5 Begrensninger	109
1.5.1 Batterikapasitet	109
1.5.2 Horisontal avstand til transponder	109
1.5.3 Single-ping SSBL/USBL	110
1.5.4 Transducerens søkeområde	110
1.5.5 Strømninger	110
Kapittel 2 Kongsberg HiPAP	111
2.1 Systemoversikt	111
2.2 HiPAP	113
2.2.1 HiPAP Transducere	114
2.3 Overføringsprotokoller	115
2.3.1 HPR400	115
2.3.2 Cymbal	115
2.4 HAIN Treghetsnavigasjon	116
2.5 cNode	117
2.5.1 Maxi/Midi	117
2.5.2 Mini	120
2.6 Batterityper og kapasitet	121
2.7 Utgåtte transpondere	122
2.7.1 Batterilevetid	123
Kapittel 3 Sonardyne	124
3.1 Ranger 2 – Systemoversikt	124
3.1.1 Navigation Computer	124
3.1.2 Navigation Sensor Hub	124
3.1.3 Transceiver/Transducer	125
3.1.4 Transponder	125
3.2 Transceivere	126
3.3 Wideband 2-protokollen	127
3.3.1 6G	127
3.4 AAINS	127
3.5 Compatt 6	128
3.5.2 Tilleggsutstyr	130
3.6 Batteri	131
3.7 Notater	132
DEL 5	133

REFERANSER	133
Kapittel 1 Kildelister	134
1.1 Referanseliste	134
1.2 Figurliste	135
1.3 Tabelliste.....	140
.....	142



DEL 1

GENERELT



Aalesund University College

Introduksjon

Posisjonsreferansesystemer er et samlebegrep for alle systemer, enheter, sensorer og programvare som benyttes for nøyaktig posisjonering under maritime operasjoner. Dette kurset vil ta for seg de vanligste posisjonsreferansesystemene (POSREF) som er i bruk hovedsakelig på offshore-fartøyer på norsk sektor i dag.

Hensikten med kurset er å gi eksisterende DP-operatører en større forståelse og økt trygghet ved bruk av systemene i sin hverdag om bord.

1.1 Forkortelser og uttrykk

Vi vil nå presentere en oversikt over forkortelser og uttrykk som vil bli brukt i alt kursmaterieell som blir utdelt.

Forkortelser	Betydning
1 σ (1 sigma)	Ett standardavvik (ca 67% sannsynlighet)
2 σ (2 sigma)	To standardavvik (ca 95% sannsynlighet)
AAINS	A coustically A ided I nertial N avigation S ystem
AHRS	A ttitude H eading R efrence S ensor
APEX/APEX2/ULTRA/ ULTRA2/STD/STD2/AXIOM	Tjenester for DGNSS levert av VERIPOS
Apogeum	Det punktet på satellittbanen som ligger lengst fra jorden
ATEX	Sertifisering av utstyr som kan benyttes i områder hvor det er eksplosjonsfare
Banehøyde	Satellittens høyde målt fra jordoverflaten eller jordens senter
Basislinje	Avstanden mellom to transpondere eller reflektorer
Bærebølge	Radiobølgen som bærer data som skal overføres til mottaker

cNode	Typebetegnelse på transponder fra Kongsberg Seatex
CTD/SVP	CTD – Conductivity Temperature Depth SVP – Sound Velocity Profiler
CW/FM	CW – Continuous Wave FM – Frequency Modulation Kontinuerlig utsending av et kodet radiobølgesignal
Datum	Utgangspunktet for et koordinatsystem i kart
Demodulator	Enhet som dekoder differensielle korreksjonssignaler fra satellitt
DGNSS	Differential Global Navigation Satellite System Samlebegrep for korrigerede navigasjonssatellitter
DGPS	Differential Global Positioning System Korrigerede GPS-signaler
DOP	Dilution Of Precision Kvalitetsindikator/skala som beskriver satellittgeometrien
Dopplerskift	Målt innbyrdes bevegelse mellom sender og mottaker
DP	Dynamisk Posisjonering / Dynamic Positioning
DPO	Dynamic Positioning Operator / DP-operatør
DPS	Differential Positioning Sensor
DR	Dead Reckoning / Bestikkregning
ED-50	Kartdatum med utgangspunkt i Potsdam (mye brukt i Nordsjøen)
Efemerider	Satellittbaner
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay System
Elevasjon	Satellittens høyde (vinkel) målt fra horisonten
Faseforskjell	Forskjellen i tid mellom utsendt og mottatt signal
Feilellipse	Et statistisk målt område som angir sannsynligheten for at posisjon er innenfor ellipsen
Footprint/Fotavtrykk	Satellittens dekningsområde
Geoide	Jorden i en tilnærmet kuleform

Geoidehøyden	Høydedifferansen mellom ellipsoiden og geoiden
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
Grensesnitt	En grafisk fremstilling av et programs funksjoner (GUI)
GUI	Graphical User Interface – En grafisk fremstilling av et programs funksjoner (Grensesnitt)
HAIN	Hydroacoustic Aided Inertial Navigation – Treghetsnavigasjon som får posisjonsoppdateringer ved hjelp av hydroakustikk
HDOP	Horisontal Dilution Of Precision – En skala som angir kvaliteten på den horisontale geometrien
HiPAP	High Precision Acoustic Positioning – Et hydroakustisk posisjonsreferansesystem fra Kongsberg Seatex
HPR	Hydroakustisk PosisjonsReferanse
IALA	International Association of Lighthouse Authorities
IMO	International Maritime Organisation
IMU	Inertial Measurement Unit – En enhet som inneholder akselerometre og vinkelhastighetsmålere for bruk til treghetsnavigasjon
Inklinasjon	Satellittbanens vinkel målt i forhold til ekvator
Interferens	Signalforstyrrelser
Interrogator	Senderenhet i RADIUS-systemet
K-indeks	En skala for måling av styrken til geomagnetiske stormer
Klokkefeil	Feil i klokken til mottaker eller satellitt, noe som resulterer i feil i posisjonsdata
LBL	Long Base Line – Transpondernettnettverk
LEO/GEO/MEO/HEO	Ulike satellittbaner (Se Del 2 Kap. 2.1.1.1)
Maskevinkel	Grensenivå for hvor lav elevasjon satellitmottaker skal godta
MCC	Master Control Centre – Regner ut korreksjoner for satellitter i EGNOS-systemet
Mercator-konvergens	Forskjellen i grader mellom sann nord og nord i UTM-systemet

MRU	Motion Reference Unit – Et produkt fra Kongsberg som måler bevegelser i alle akser
MSK	Minimum Shift Keying – Modulasjon av bærebølge for radiofyr i IALA-systemet
Multipath	Flerveis interferens forårsaket av refleksjon fra omkringliggende konstruksjoner/installasjoner
NAVSTAR	Navnet på satellittsystemet bedre kjent som GPS
NLES	Navigation Land Earth Station – Sender korreksjoner via distribusjonssatellittene
NMEA	National Marine Electronics Association – Utvikler standarder for kommunikasjon mellom enheter benyttet i maritim elektronikk
Northings/Eastings	Koordinater i et UTM-system. Koordinatene er angitt i meter fra 0-punkt i hver enkelt UTM-soner
NTRIP	Network Transport of RTCM via Internet Protocol – Sending av differensielle korreksjonssignaler via internett
Omløpstid	Tiden en satellitt bruker på 1 runde rundt jorden / 1 runde rundt sin egen bane
Operasjonsvinkel	Sektoren/vinkelen som referansesystemet dekker i øyeblikket
Origo	0-punktet i et koordinatsystem
Ortometrisk høyde	Høyden mellom terrenget og geoiden
PDOP	Positional Dilution Of Precision – Skala som angir kvaliteten på den totale satellittgeometrien
Perigeum	Punktet på satellittbanen som er nærmest jorden
POSREF	Forkortelse for Posisjonsreferansesystemer
PPS	2 betydninger i dette kurset: Precise Positioning Signal – Den beste tilgjengelige ytelsen for ukorrigerede GPS-signaler (krever spesiell autorisasjon) Pulse Per Second – Angir at posrefsystemet sender 1 puls per sekund til DP-systemet
PR	Forkortelse for Pseudorange (beskrevet senere)
PRC	Pseudo Random Corrections – Retting av pseudorange i IALA DGPS

PRN	Pseudo Random Noise – Identifikasjon av GPS-satellitter
Pseudorange	Den ukorrigerede målte avstanden fra mottaker til satellitt (klokkefeil er inkludert)
Quiescent	Passiv lyttemodus for en undervannstransponder
Reflektor	Samlebegrep for passive mål benyttet ved laserbaserte kortdistansesystemer. Innebærer Prismer og reflektorrør
Refraksjon	Avbøying av signalets gang gjennom for eksempel ionosfære/atmosfære/vann
Responder	Navn brukt på mottaker- /senderenheter i noen posrefsystemer: RadaScan – Mottakerenhet montert på installasjon/objekter HPR – En transponder tilkoblet fast strøm
RIMS	Ranging and Integrity Monitoring Station – Stasjoner som mottar signaler fra og overvåker helsen til GPS og GLONASS satellitter
ROV	Remote Operated Vehicle – Fjernstyrt undervannsfarkost, miniubåter, etc
RRC	Relative Range Correction – Hvor stort avviket mellom målt og virkelig avstand til en satellitt endrer seg
RTCM	The Radio Technical Commission for Maritime Services – Utvikler tekniske standarder for datatelegrammer
SAR	Search And Rescue
SBAS	Satellite Based Augmentation System
Scintillasjoner	Utladninger av plasma i ionosfæren, skaper store forstyrrelser som ikke kan forhindres
Sektorskygge	Område / sektor som ikke dekkes av referansesystemet
SNR	Signal to Noise Ratio – Forholdet mellom signal og støy, dess høyere, dess bedre forhold
Solid State	Beskriver at systemet er uten bevegelige deler
SPS	Standard Positioning Service – Standard tilgjengelige ytelse på ukorrigerede GPS-signaler
SPT/MPT/MST	Typebetegnelser på transpondere fra Kongsberg Seatex
SR	Slant Range – Avstanden mellom transducer og transponder

SSBL	Super Short Base Line – Singeltranspondersystem brukt på korte avstander
Svinger	Akustisk element som omdanner elektriske signaler til lydimpulser og omvendt
TAD	Turn Around Delay – Tiden fra en transponder mottar oppkalling til den svarer
TID	Transponder IDentification
Transceiver	Den hydroakustiske enheten som er montert på fartøyet og som danner den elektriske pulsen som sendes til transducer
Transducer	Svingerenhet med flere akustiske elementer
Transponder	Navn brukt på mottaker- /senderenheter i noen posrefsystemer: RADius – Mottakerenhet montert på installasjon/objekter HPR – En transponder drevet av batteri
USERE	User Equivalent Range Error – Totale systemfeil i et GNSS-system
USBL	Ultra Short Base Line - Singeltranspondersystem brukt på korte avstander
UTM	Universal Transverse Mercator – Metrisk koordinatsystem, mye brukt i offshore-operasjoner
VDOP	Vertical Dilution Of Precision – Skala som angir kvalitet på den vertikale satellittgeometrien
Vekting	DP-systemets funksjon for å vektlegge kvaliteten på de forskjellige referansesystemene som er i bruk
VoS	Velocity of Sound – Lydens utbredelseshastighet
VRU	Vertical Reference Unit – Samlebegrep for en enhet som måler fartøyet bevegelse for å kunne korrigere posrefsystemene
WADGPS	Wide Area Differential Global Positioning System – Åpne differensielle korreksjoner distribuert av geostasjonære satellitter
WGS-84	Et globalt koordinatsystem for kartprosjeksjoner. Det mest utbredte i dag
XP/XP2/G2/G4	Tjenester levert av Fugro for differensielle korreksjoner til GNSS

Kapittel 1 Bevegelsessensorer

1.1 VRU

Vertical Reference Unit

Bevegelsessensor som benytter seg av akselerometre og vinkelhastighetsmåler for å kunne måle skipets bevegelser i sjøen.

Disse kan også kalles MRU, VRS og ADS, avhengig av produsenten.

1.1.1 Hvorfor VRU?

En VRU er helt avgjørende for at et posisjonsreferansesystem skal kunne fungere. Når skipet krenger og stamper vil det føre til at posisjonen til antennene/sensorer blir oppfattet feil i forhold til skipets tyngdesenter, noe som fører til store posisjonsfeil. Denne bevegelsen må bli målt og rettet for hvis systemene du bruker skal ha noen nytteverdi. Dette gjelder alle posisjonsreferansesystemer, akustiske, kortdistansesystemer og GNSS.

1.1.2 Plassering

En VRU bør plasseres så nærme rullesenteret til skipet som mulig for å få best mulig korreksjoner, en bør også unngå å plassere en VRU i nærheten av kilder til elektromagnetisk støy og sterke magnetfelt.

Konfigurasjon og kalibrering av en VRU blir gjort via en PC, men siden en VRU er et veldig ømfintlig instrument vil dette bli gjort av produsenten.

Figur 1: MRU fra Kongsberg Seatex



Kilde: km.kongsberg.com

Kapittel 2 NMEA

2.1 NMEA

NMEA - National Marine Electronics Association

Organisasjon som utvikler standarder for overføringsformat til datatelegrammer som er i bruk på maritim elektronikk. NMEA 0183 er mye benyttet i offshore flåten, med NMEA 2000 på vei inn.

Telegrammet har en kode som forteller hvilke system det kommer fra og hva slags informasjon det inneholder.

2.1.1 Oppbygningen av telegrammet

\$

Starten på en setning

TT

Talker ID, instrumentet som sender telegrammet

SSS

Setning ID, type data som telegrammet inneholder

Dn

Datafelt

I tillegg vil det være en sjekksum identifikasjon, en sjekksum og en avslutning, men disse skal vi se bort ifra på dette kurset.

Eksempel på NMEA 0183 telegram:

\$GPGGA,185834,5735.340,N,00214.465,E,2,5,1.1,00025,M,0045.5,M,011,0730

Dette telegrammet viser:

GP

Signalet kommer fra GPS.

GGA

Inneholder data om GPS posisjon, DGPS data og dens kvalitet.

185834

Klokkeslett UTC.

5735.340,N,00214.465,E

Posisjon i grader og minutter.

2

DGPS, korreksjoner mottas (1 = Fix, 0 = Ikke fix)

5

Antall satellitter benyttet til posisjonering.

1.1

DOP-verdien.

00025,M

Viser antennens plassering i meter over geoiden.

0045.5,M

Geoidehøyden i meter.

011

Alderen på de differensielle korreksjonene.

0730

Identifikasjonsnummer på stasjonen som har sendt de differensielle korreksjonene.

Det er denne typen telegrammer posisjonsreferansesystemene vil sende til DP.

Tabell 2: Eksempel på noen Talker ID med tilhørende system.

Talker ID	Instrument
EC	ECDIS
ER	Engine Room Monitoring System
GL	GLONASS
GN	GNSS
GP	GPS
SN	Elektronisk posisjonsreferansesystem (generelt)
TI	Turn Rate Indicator
YX	Transducer

Kilde: fort21.ru

Kapittel 3 Kvalitetsbegrep

3.1 Nøyaktighet

Nøyaktigheten til et system vil være basert på statistisk data. Det er flere begrep som blir brukt innenfor posisjonsreferansesystemer.

De viktigste for oss vil være:

- 1σ – Standard deviasjon. (dRMS)
 - Ca 68% sannsynlighet
- 2σ – 2 x standard deviasjon (2dRMS)
 - Ca 95% sannsynlighet
- CEP – Circular error probable
 - dRMS radien x 0.8
 - 50% sannsynlighet
- CEP95
 - dRMS radien x 1.7
 - 95% sannsynlighet

3.2 Integritet

Systemets evne til å overvåke «helsen» sin og varsle brukeren i god tid.

3.3 Kontinuitet

Sannsynligheten for at et system, uten feil på mottaker, vil ligge innenfor spesifiserte grenser innenfor et gitt tidsrom.

3.4 Tilgjengelighet

Sannsynligheten for at et system oppfylder kravene til nøyaktighet, integritet og kontinuitet på et gitt tidspunkt.

3.5 Pålitelighet

Sannsynligheten for at en tjeneste, når tilgjengelig, utfører sin spesifiserte funksjon under gitte betingelser over et gitt tidsrom.

3.6 Robusthet

Mottakerens evne til å gi en posisjonsløsning, innenfor gitte nøyaktighets- og integritetskrav.

3.7 EPE

Estimated Position Error

Feilellipse ofte brukt for å gi et visuelt bilde av nøyaktigheten, 95% sannsynlighet.

3.8 DQI

Differential Quality Indicator

Måler ytelsen til de differensielle systemene, og kvaliteten til fix.

DQI tall mellom 0 – 9

- 0 – Ikke fix
- 1 – Fix, men uten korreksjonssignal
- 2 – Korrigert, uten redundans
- 3 – Korrigert med redundans = 1
- 4 – Korrigert med redundans > 1, nøyaktighet < 10m
- 5 – Korrigert med redundans > 2, nøyaktighet < 10m
- 6 – Korrigert med redundans > 2, nøyaktighet < 10m, bedring.
- 7 – Korrigert med redundans > 2, nøyaktighet < 4m
- 8 – Korrigert med redundans > 2, nøyaktighet < 2m
- 9 – Korrigert med redundans > 2, nøyaktighet < 0.5m

***For en nøyere gjennomgang av kvalitetsbegrepene anbefales lesning av:
Norvald Kjerstad – Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer (2010)
s. 1-17 til 1-28***

3.9 MTBF

Mean Time Between Failure

Hvor lang tid, gjennomsnittlig, et system kan være i bruk før en feil vil oppstå, ofte oppgitt i timer.

Feilen her vil ofte komme i bevegelige deler slik som HDD.



DEL 2

GNSS/DGNSS

 **MARITIME**
OPERATIONS

Aalesund University College

Kapittel 1 Geodesi

1.1 Geoiden & ellipsoiden

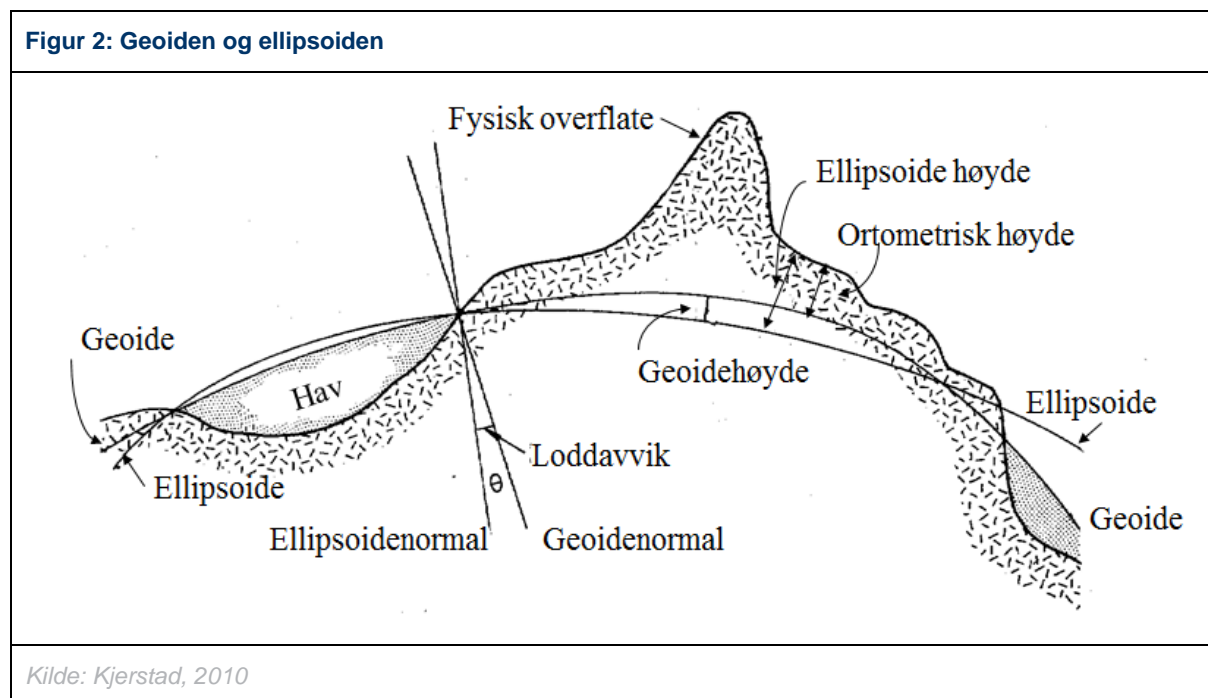
Geodesi er en gren av anvendt matematikk som beskriver størrelse og form på jorden, koordinater, samt jordens tyngdefelt.

Som et resultat av tyngdekraftens påvirkning på jorda og havet, vil man globalt få en nivåflate som faller sammen med havenes midlere vannstand. Denne flaten kaller man geoiden, og betraktes uten å regne med astronomisk og miljømessig påvirkning.

På grunn av usymmetriske masseforhold i jorden har tyngdekraften et uregelmessig forløp og gjør geoiden ubrukelig som referanse for posisjonsbestemmelse. Man har derfor utviklet en matematisk snittmodell av jorden og dens form, som brukes som referanse for gradnettet og koordinatsystemet. Denne modellen kalles rotasjonsellipsoiden.

Avviket mellom geoiden og ellipsoiden kalles geoidhøyde. Høyden i terrenget målt loddrett til geoiden kalles ortometrisk høyde.

Figur 2: Geoiden og ellipsoiden



1.2 Koordinatsystemer & datum

1.2.1 Terrestriske koordinater

Vi tar for oss de to mest brukte koordinatsystemene for å beskrive posisjoner på eller nær jordoverflaten:

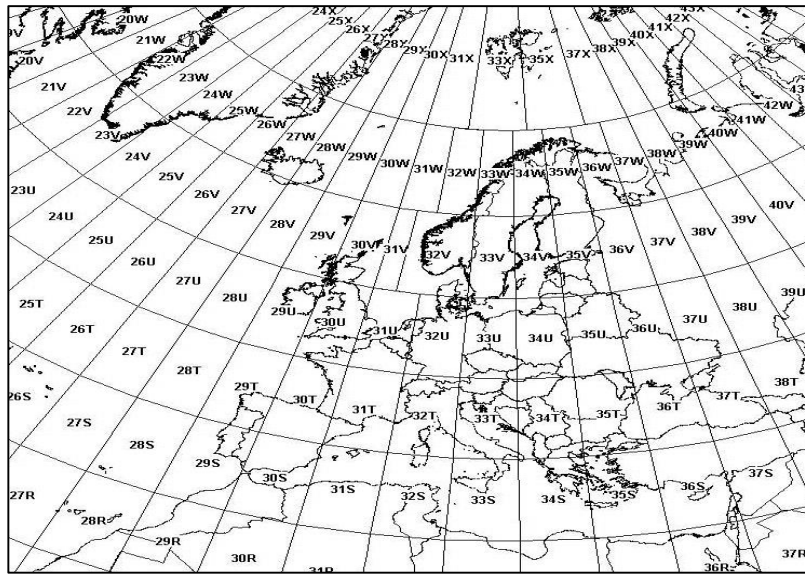
- Geografiske koordinater
Nord-syd retning kalles bredde (latitude), og er definert i forhold til ekvator 0° . Øst-vest retning kalles lengde (longitude) og er definert i forhold til Greenwich-observatoriet (nullmeridianen), med 0° i Greenwich og E/W 180° ved «datolinjen» i Stillehavet. Geografiske koordinater har følgende format, med grader, minutter og desimalminutter: Eks. N $62^\circ 38.123'$ / E $006^\circ 18.789'$
- Grid-koordinater
Grid-koordinater er rektangulære metriske koordinater som gjerne benyttes i rutenett på forholdsvis små områder. De benyttes i UTM-systemet, ofte i forbindelse med dynamisk posisjonering (DP).

1.2.2 UTM-systemet

UTM-systemet tar utgangspunkt i en transversal Mercator-projeksjon, hvor sylindren vil tangere jorden langs en meridian, og hvor denne meridianen er utgangspunktet for den mest presise posisjoneringen. Ved å standardisere de ulike tangeringsmeridianene som kan benyttes, har man blitt enig om et verdensomspennende koordinatsystem som kalles UTM (Universal Transversal Mercator.)

Tangeringsmeridianene er valgt til hver 6. lengdegrad - 3° , 9° , 15° øst osv., og projeksjonen langs den respektive meridianen kalles en sone. UTM-systemet deler jorden inn i 60 soner på 6 lengdegrader, og 20 «breddebånd» begrenset av breddegradene S 80° og N 84° . Hvert breddebånd er identifisert med en bokstav fra C til X, stigende fra syd til nord. Lengdesonene er identifisert med sitt eget nummer og stiger østover fra datolinjen ved 180° lengde.

Figur 3: UTM - soneinndeling

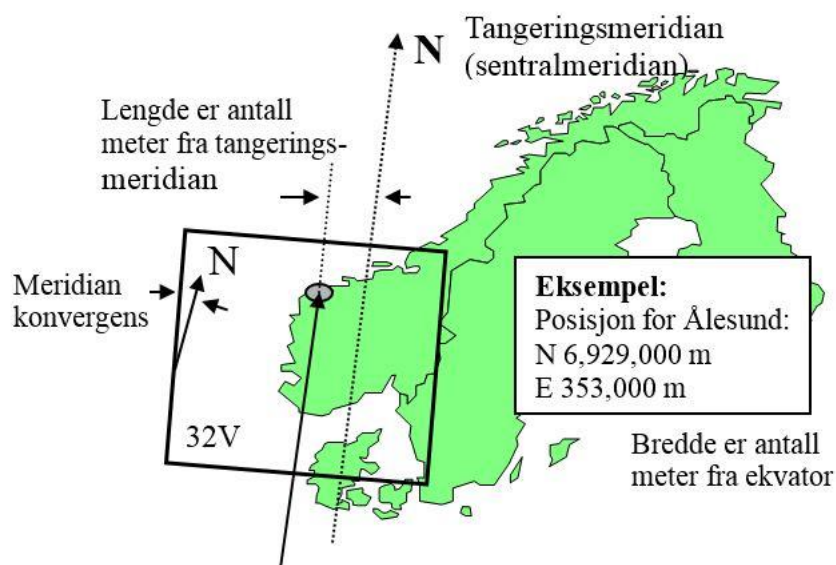


Kilde: Kjerstad, 2010

Koordinatene er oppgitt som N (nord) og E (øst) i meter. Øst refereres til tangeringsmeridian, som er definert som 500,000 m, og er voksende østover. En posisjon vest for tangeringsmeridianen vil være et tall mellom 0 og 500,000 m, og man unngår negative verdier innen en sone på 6°.

Nord og syd-koordinat er gitt som antall meter fra ekvator. For å unngå negative verdier på den sydlige halvkule er det her lagt til 10,000,000 m – såkalt «false northings».

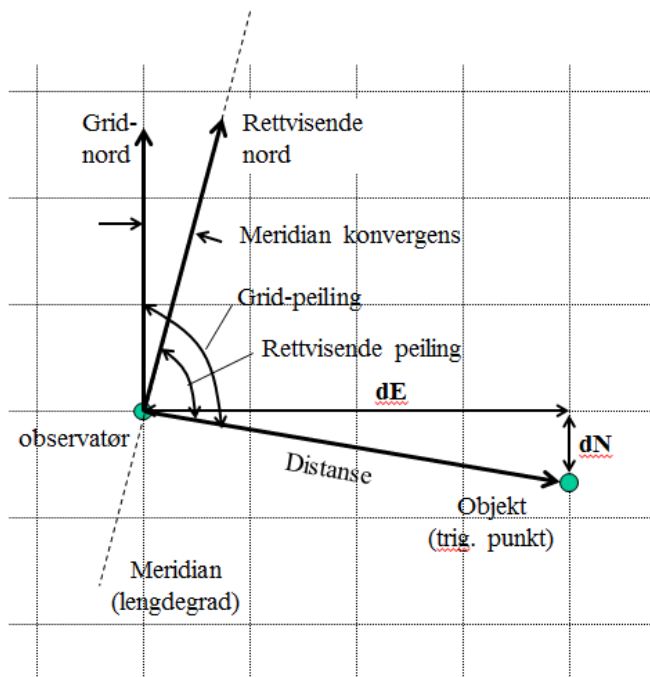
Figur 4: UTM – posisjon i sone



Kilde: Kjerstad, 2010

Det vil være et avvik mellom rettvise nord og «grid-nord». Dette avviket vil øke med avstanden fra tangeringsmeridianen. Man kan derfor ikke sette ut en vanlig rettvise peiling i et UTM-kart uten at man tar hensyn til mercator-konvergens, som vanligvis er oppgitt i kartet.

Figur 5: Mercator-konvergens i UTM



Kilde: Kjerstad, 2010

1.2.3 Lokale metriske koordinatsystem

I offshore-sammenheng kan det ofte være praktisk å bruke et lokalt metrisk koordinatsystem, hvor origo legges til en bestemt referanseposisjon.

1.2.4 Lokale og globale datum

De forskjellige datum som blir benyttet vil være basert på forskjellige ellipsoider. Lokale datum vil prøve å benytte en ellipsoide med best mulig tilpasning til den lokale geoiden. Et globalt datum vil benytte en ellipsoide med sentrum i jordas tyngdepunkt.

Figur 6: Lokale & globale datum

Navn	Type	Ellipsoide	Fundamentalpunkt
NGO-1948	Lokalt (Norge)	$a = 6377492.0175$ $f = 1/299.1528$	Oslo observatorium
ED-50	Lokalt (Europa)	$a = 6378388.0$ $f = 1/297$	Helmerts tårn i Potsdam
NAD-27	Lokalt USA	Heyford 1909 $a = 6378206$ $f = 1/295$	Meads Ranch Kansas
Pulkova-42	Lokalt Russland	Clark 1866 $a = 6378245$ $f = 1/298.3$	Pulkova observatoriet i
WGS-84	Globalt	Krasovsky 1938 $a = 6378137.0$ $f = 1/298.257223563$	St.Petersburg Jordsenteret

Kilde: Kjerstad, 2010

F.eks. vil det være et avvik mellom WGS-84 og WGS-84*SEA på ca. 1 meter i Nordsjøen. Dette er relativt lite, hvor avvik mellom andre datum kan være flere hundre meter. WGS-84 er det mest brukte globale datumet.

Kapittel 2 GNSS

2.1 GNSS

I dette kapitlet vil vi ta for oss teorien og prinsippene i det samlebegrepet som vi kaller GNSS (Global Navigation Satellite System). GNSS er et generelt begrep for alle satellittsystemer som benyttes til global navigasjon. Kapitlet vil i hovedsak være fokusert rundt GPS da dette fortsatt er det mest utbredte systemet i bruk i dag, men vil også berøre andre satellittsystemer som benyttes i dagens GNSS; GLONASS, Galileo og Compass (Beidou-2). I løpet av kapitlet vil vi ha gått gjennom blant annet satellittbaner og geometri, prinsipper for satellittnavigasjon, feilkilder og usikkerhet, jamming og spoofing, samt GNSS sin rolle i et DP-system.

2.1.1 Satellittbaner og måleprinsipper

2.1.1.1 Satellittbaner

Innenfor satellittnavigasjon benyttes det 4 hovedbaner med forskjellig banehøyde og omløpstid, for å kunne tilfredsstillte ulike behov til nøyaktighet, bruksområder og for å dekke ulike geografiske områder:

- **Low Earth Orbit (LEO/Polarbane)** – eks. COSPAR/SARSAT

Satellitter i LEO har en høy inklinasjon, opp mot 90° (polare baner) og en lav banehøyde, vanligvis under 1000km. Disse satellittene har en kort omløpstid og vil vanligvis bruke ca. 100 minutter på en runde rundt jorden. De er mye brukt til overvåkning og meteorologiske formål, men viktigste bruksområde i vårt yrke, vil være COSPAR/SARSAT-satellittene som brukes i SAR-operasjoner. Blant annet brukes disse til å peile nødpeilesendere (EPIRB).

- **Medium Earth Orbit (MEO)** – eks. GPS/GLONASS

Satellitter i MEO har en middels inklinasjon (55°-64,8°) og en høy banehøyde (2000-36000km). GPS har for eksempel en banehøyde på 20200km. Omløpstid vil normalt være 12 timer, altså vil 1 satellitt passere samme punkt på himmelen 2 ganger i løpet av et døgn. Det er vanligvis satellitter i MEO, samt et omfattende nettverk av bakesegmenter som benyttes i GNSS.

- **Geo Stationary Orbit (GSO/GEO)** – eks. INMARSAT

Satellitter i GEO går i en sirkulær bane som ligger i samme plan som ekvator, med en banehøyde som er ca 36000km over ekvator. Satellittene har samme hastighet som jordens rotasjonshastighet og vil følgelig observeres/oppfattes som at den står «stille» på samme punkt på himmelen døgnet og året rundt. Dette gjør at man kjenner satellittens posisjon og kan stille antennene til å følge disse satellittene kontinuerlig. Vanligste bruk av disse satellittene er til kommunikasjonsformål, som for eksempel INMARSAT og VSAT. Det er også mulig å benytte disse til navigasjonsformål, men ved bredder høyere/lavere enn 70°N/S, vil satellittene havne under horisonten og derfor bli vanskelig å benytte til navigasjon.

- **Highly Elliptical Orbit (HEO)** – eks. Molnya

Satellitter i HEO benyttes når man ønsker å dekke et begrenset område med et fåtall satellitter. Man legger da banens apogeumspunkt over det området man ønsker å dekke. Satellitten vil da være ute av syne bare en kort tid når den passerer perigeum med stor relativ hastighet. Banehøyde vil være større enn 36000km og omløpstid vanligvis over 24 timer. Russland har benyttet dette prinsippet i sine kommunikasjonssatellitter Molniya, hvor en inklinasjon på 63.4° gir overlegen dekningstid i nordområdene.

Tabell 3: Satellittbaner

Type	Høyde	Footprint / dekningsområde	Omløpstid	Inklinasjon
LEO	< 2000km	Lite	Ca. 100min	90° v/polare
MEO	2000-36000km	Middels	Ca. 12 timer	55° - 64,8°
GEO	Ca. 36000km	Stort	24 timer	-
HEO	> 36000km	Stort	> 24 timer	63,4°

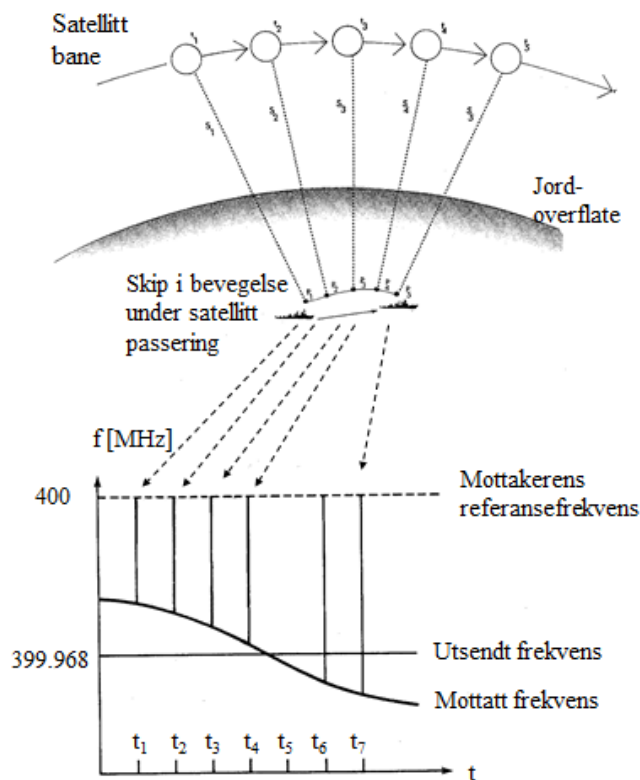
Kilde: Kjerstad, 2010

2.1.1.2 Måleprinsipper

Det absolutte prinsippet for å kunne navigere etter satellitter er at man er i stand til å utføre målinger som vil representere minst 2 stedlinjer på en gitt plass på jorden. Ønsker man å bestemme posisjonen i 3 dimensjoner hvor også høyden inkluderes (x, y og z), utvider vi stedlinjebegrepet og vi betrakter stedlinjene for «stedflater» og vi vil være avhengig av å ha minimum 3 sikre stedflater.

Innenfor satellittnavigasjon snakker vi vanligvis om to hovedprinsipper: **Dopplermålinger** og **tids-/avstandsmålinger**.

Figur 7: Dopplermålinger



Kilde: Kjerstad, 2010

Prinsippet for dopplermålinger er at den innbyrdes bevegelsen mellom sender og mottager vil kunne måles som et frekvensskift (dopplerskift). Dette kan sammenlignes med fenomenet man opplever ved at en sirene på en bil som kommer mot deg vil ha en høyere tone enn når samme sirenen beveger seg bort fra deg. Samme fenomenet vil være tilfelle med radiobølger fra en satellitt.

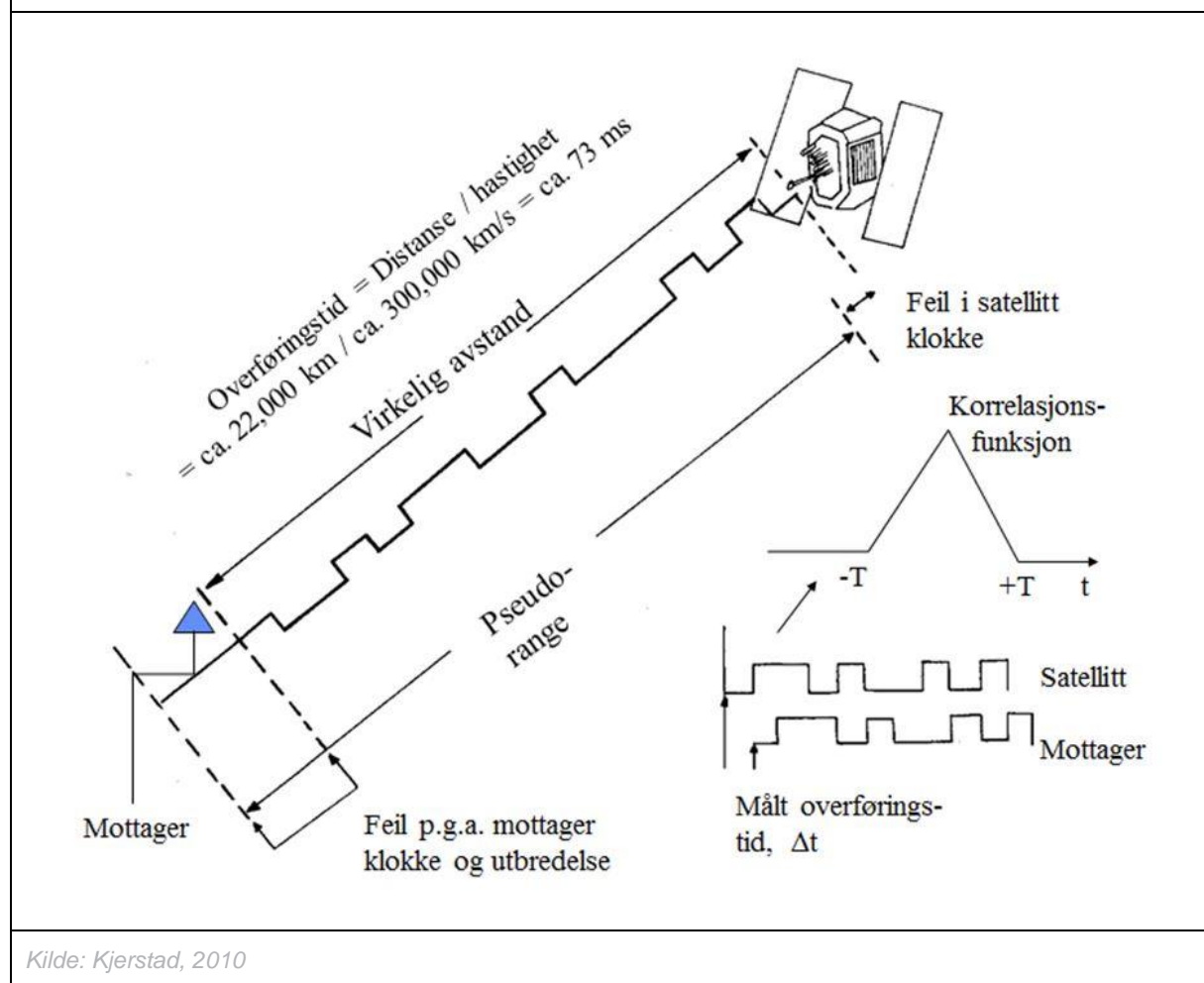
Ved dopplermålinger kan man i teorien finne posisjonen på jorden med to målinger med et gitt tidsintervall mellom. I praksis benyttes vanligvis et stort antall målinger for å ha en stor grad av overbestemmelse og på den måten eliminere en del feil i banedata. Da stedlinjen er symmetrisk omkring satellittens spor, vil man få en tvetydighet i posisjonen, men dette skaper sjeldent problemer da en speilede posisjonen oftest ligger flere hundre nautiske mil fra den riktige posisjonen.

Husk!

Posisjonering med polarbanesatellitter gir dårlig nøyaktighet i lengde (øst-vest) retning på høye bredder og ved høy elevasjon (stor HDOP). Posisjonen er dessuten tvetydig, speilet om satellittens spor.

I dag er det hovedsakelig SAR-satellitter og noen meteorologiske satellitter som benytter seg av dopplermålinger. Satellittene som benyttes har mange egenskaper og blir i meteorologisammenheng kalt for NOAA. I redningssammenheng benyttes både amerikanske og russiske satellitter som da kalles SARSAT / COSPAS. Banene er nærmest sirkulære og med høyder på henholdsvis ca. 850 og 1000 km. Dette vil i gjennomsnitt gi en omløpstid på ca. 1 time og 40 minutter. Posisjoneringen skjer ved at en nødpeilesender (EPIRB) sender ut en fast frekvens (406 MHz, eventuelt 121,5 og 243 MHz frem til 2009) og satellitten mottar signalet. Frekvensen på det mottatte signalet blir påført et karakteristisk dopplerskift ut fra hvor senderen ligger i forhold til satellittens bane (Figur 1). Informasjon om mottatt frekvens og egen bane sendes så fra satellitten og nødpeilesenderens posisjon kan beregnes av en jordstasjon. I Norge ligger nedlesestasjoner for nødsignaler i Tromsø, Svalbard og på Fauske. For nødpeilesendere (EPIRB) som sender på 406 MHz vil systemet være globalt dekkende.

Figur 8: Tidsmåling / Avstandsmåling (Pseudorange)



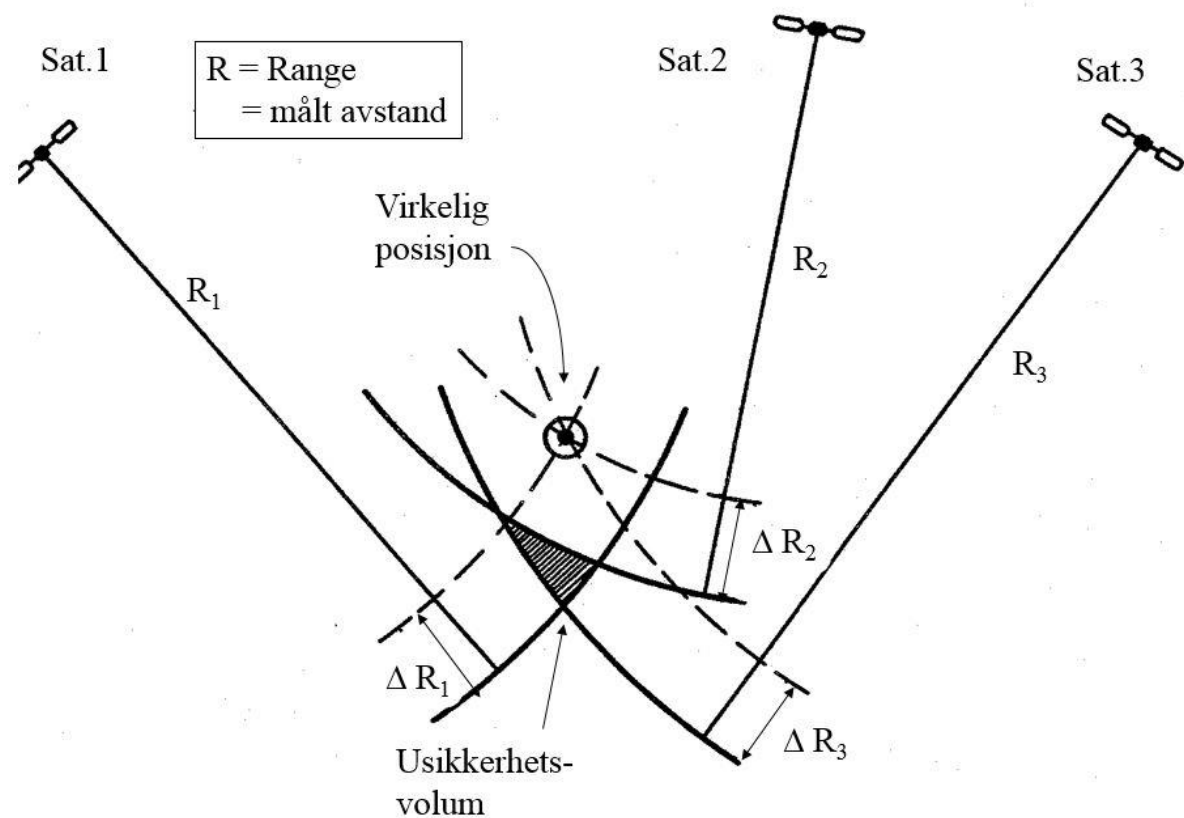
I vanlig satellittnavigasjon (for eksempel GPS), er det tids-/avstandsmåling som benyttes. Tenker vi oss at vi kan måle tiden, t , det tar å overføre et signal fra et kjent sted og at vi kjenner signalets utbredeshastighet, c , kan vi enkelt beregne avstanden, R . Posisjon til satellitten kan være kjent ved at den sender informasjon om sin egen bane til mottager.

$$R = c * t$$

Hvis klokkefeil i mottager inkluderes kalles avstander avledet av en slik tidsmåling ofte for **Pseudorange** (Figur 8). I rommet vil en slik avstand kunne betraktes som en stedflate, hvis skjæring med et plan blir en sirkulær stedlinje. Problemet med denne metoden har vært å kunne måle tiden med stor nøyaktighet. Bare ørsmå feil i tidsmålingen vil kunne gi en feil på flere hundre meter!

I teorien kreves det 2 avstandsmålinger for å kunne bestemme sin posisjon i planet og minimum 3 for 3D-posisjonering. En slik minimumsløsning vil være svært følsom for feil i tidsmålingen (illustrert i Figur 9 nedenfor). Det vil derfor være nødvendig å tilføre en ekstra avstandsmåling for å løse den 4. dimensjon – tid.

Figur 9: Usikkerhetsvolum, effekt av feil i tidsmålingen

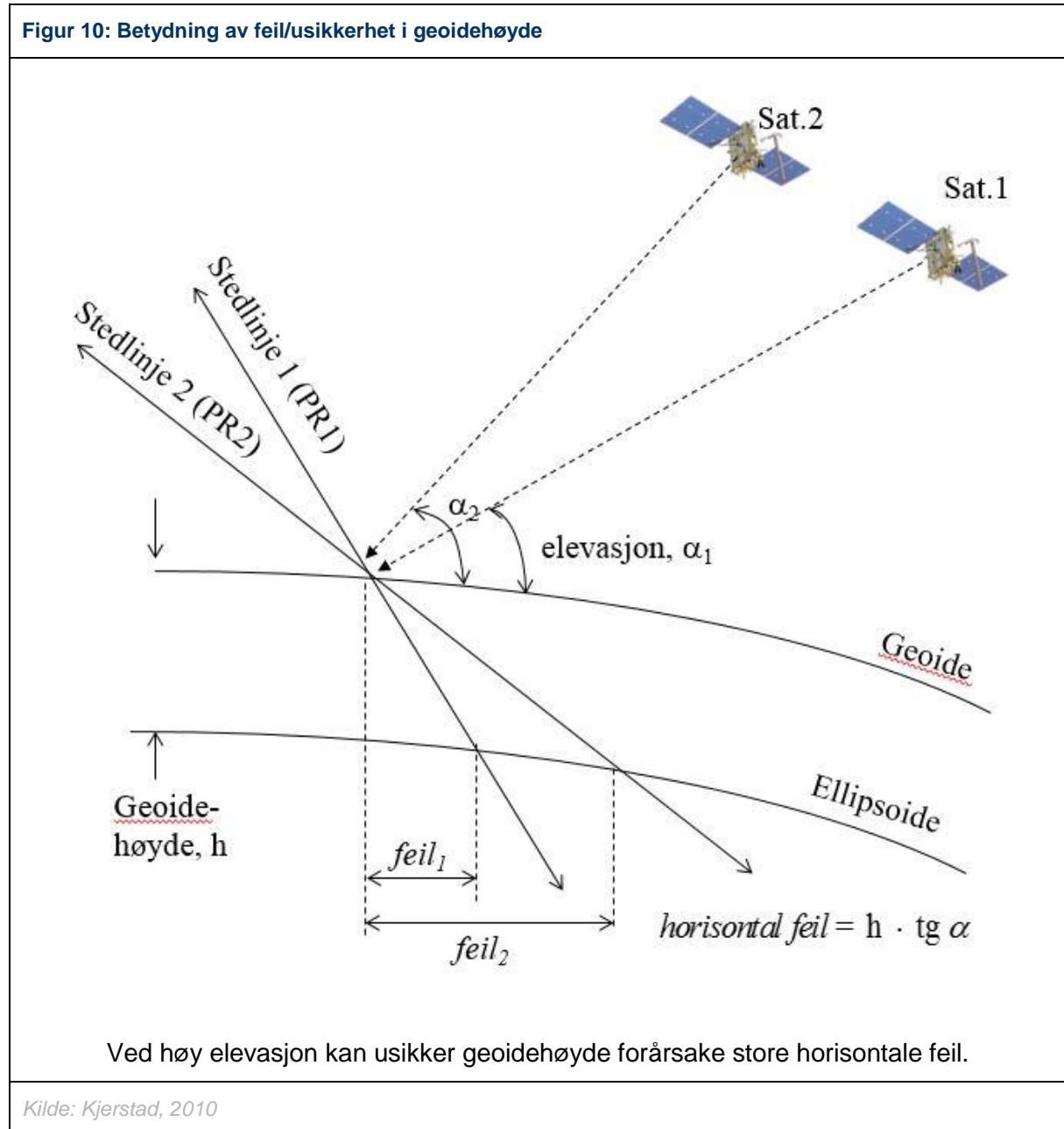


Feil i tidsmålingen vil gi en feil på alle stedflatene fra satellittene. Dette gir et feilvolum som kan ligge utenfor den virkelige posisjonen. Stiplede linjer er riktig avstand. Skravert område er målt feiltrekant med tidsfeil.

Kilde: Kjerstad, 2010

En annen faktor en må ta hensyn til er **geoidehøyden**. Basert på de målte avstandene fra satellittene må posisjonene naturligvis beregnes i et gitt koordinatsystem (datum), som er basert på den matematiske modellen av jorden (ellipsoide). For at mottageren skal kunne gjøre denne beregningen er det helt avgjørende at mottageren kjenner geoidehøyden. Geoidehøyden er vanligvis innlagt som en modell i mottagere, eller det kan være mulig å legge den inn manuelt. Feilen som mangelfull modell av geoidehøyde vil forårsake øker med økende satellittelevasjon og er vist på figuren under.

Figur 10: Betydning av feil/usikkerhet i geoidehøyde



Selv om en mottager har innebygget geoidmodell, vil man på steder med raskt varierende geoidehøyde kunne oppleve feil av denne type. Eksempel på et slikt område er i Sydkinahavet.

2.1.2 Feilkilder i satellittnavigasjon

Signaler fra satellitter er i utgangspunktet ømfintlige og sårbare for en rekke forstyrrelser. Dette kan være forhold man ikke råder over selv, og det kan være lokale tekniske problemer. Vi vil nå se på de mest betydelige feilkildene og hvordan man kan forholde seg til disse.

2.1.2.1 Usikkerhet i satellittens posisjon

En av de viktigste feilkildene i satellittnavigasjon er usikkerhet i satellittens posisjon. Informasjonen om satellittens posisjon overføres til mottageren og er helt nødvendig for å beregne en posisjon på jordoverflaten. Denne informasjonen kan bære beheftet med følgende usikkerheter:

- Usikkerhet i bestemmelse av satellittens posisjon fra bakken.
- Uregelmessigheter i baneparametre grunnet krefter som påvirker satellittens bane (se Tabell 2).
- Begrensninger i overføringskapasitet fra satellitten.

Tabell 4: Uregelmessigheter i baneparametre

Forstyrrelse	Virkning 3-timers bane	Virkning 3-dagers bane
Sentral tyngdekraft		
Ikke-sentral tyngdekraft (C20)	2 km	14 000 m
Ikke-sentral tyngdekraft (andre)	50 – 80 m	100 – 1500 m
Gravitasjon fra sol og måne	5 – 150 m	1000 – 3000 m
Tidejord	-	0,5 – 1,0 m
Tidevann	-	0 – 2 m
Strålingstrykk fra solen	5 – 10 m	100 – 800 m
Albedo (indirekte stråling fra jorden)	-	1 – 1,5 m

Kilde: Kjerstad, 2010

I tabellen over ser vi konsekvensene av kreftenes påvirkning på satellittbanene. Satellittene er derfor utstyrt med egen motorkraft for å holde seg i bane.

2.1.2.2 Ionosfære- og troposfæreproblematikk

I tillegg til usikkerhetene som er nevnt over vil det i mange tilfeller kunne hefte en del usikkerhet med transmisjonsforholdene. Når signalet fra en satellitt går gjennom ionosfære og troposfære vil det bli utsatt for forsinkelse og en avbøyning (refraksjon).

Ionosfæren er et lagdelt medium som ligger fra ca. 60 – 1000 km over jordoverflaten. Ionosfæren er bygget opp av frie, ladede partikler, hovedsakelig elektroner og ioner. Dette kalles et plasma som opprettholdes av stråling fra solen, og vil følgelig variere etter årstid og tid på døgnet, og med kraftige fluktuasjoner ved soloppgang og solnedgang.

Samtidig vil strålingen være sterkt avhengig av solflekk/solstormaktiviteten og vi vil få variasjoner som følger solflekksyklusen på ca. 11 år.

Styrken på solstormene beskrives med «K-indeks» på en skala fra 0-9. Måling av K-indeks i Norge blir publisert på Internett, blant annet av Nordlysobservatoriet i Tromsø (<http://geo.phys.uit.no/geomag.html>).

Varsling av geomagnetisme kan også finnes på Internett, blant annet på www.spaceweather.com

I tillegg kan det forekomme et fenomen i ionosfæren som kalles **scintillasjoner**. Dette er et uforutsigbart «blowout» i ionosfæren upåvirket av solstråling. Det vil ha en svært hurtig karakter, men kan være totalt ødeleggende for nøyaktigheten på GPS. Scintillasjoner har størst innvirkning på fasemålinger og skaper sjelden problem for vanlig kodemåling på GNSS mottagere. Både scintillasjoner og solstormer vil i praksis ofte kunne identifiseres på mottageren ved dårligere signal/støyforhold, og går disse under et gitt nivå vil mottageren ikke klare å følge satellitten. Følgene blir reduksjon av nøyaktighet eller tap av posisjon.

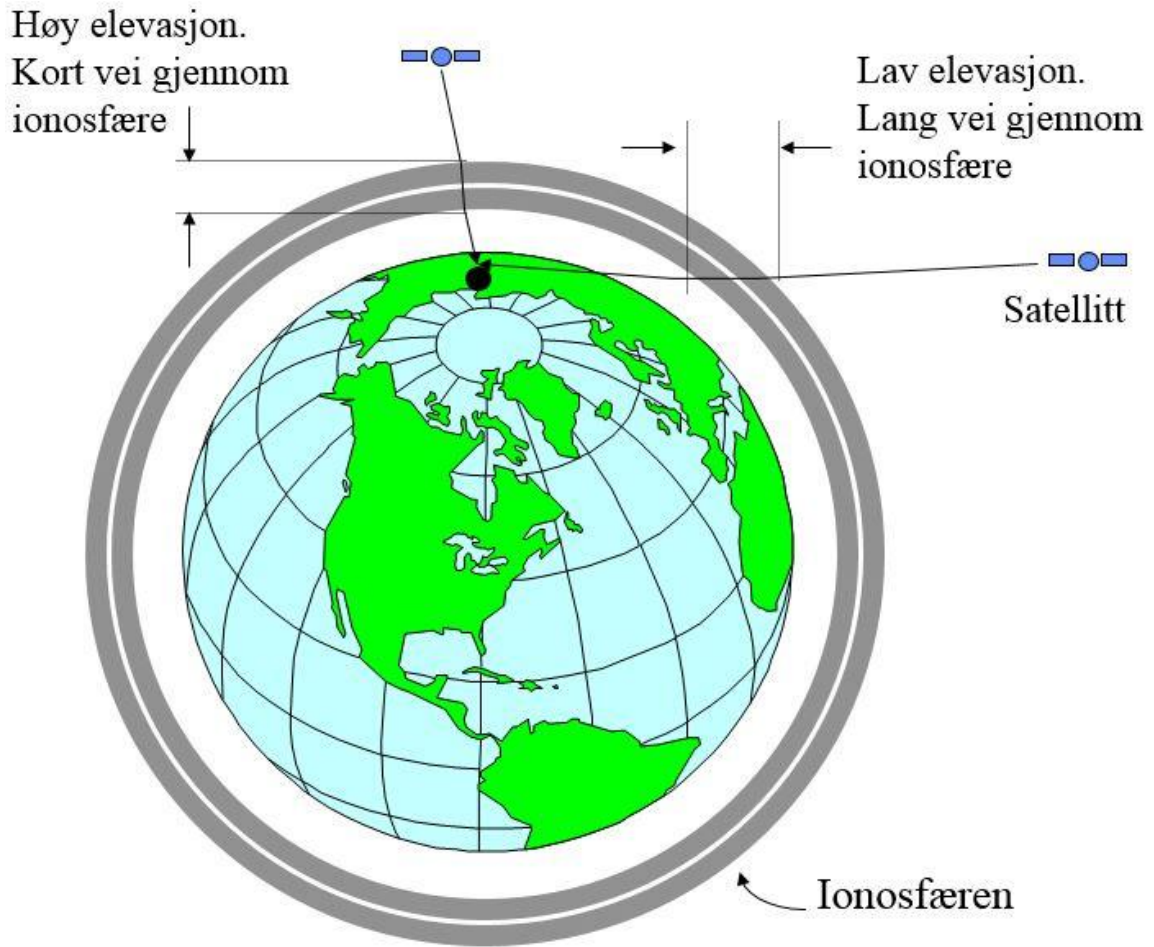
Elektronnivå i plasma og scintillasjoner vil skape størst problemer i nordlyssonen som ligger ved ca. 60°-65° magnetisk bredde (N/S) og ved magnetisk ekvator.

Troposfæren betraktes som et sfærisk sjikt som ligger innenfor 10 km fra jordoverflaten. Troposfæren inneholder forskjellige gassmolekyler og vanndamp. I likhet med ionosfæren vil også troposfæren forårsake bølgerrefraksjon, altså avbøyning av satellittens signal.

Refraksjonen (signalavbøyning) i troposfæren og ionosfæren vil føre til variasjon i signalets utbredeshastighet, hvilket er av stor betydning for beregning av avstand, basert på tidsmåling, for eksempel i GPS. Tilstanden av troposfæren kan nå delvis måles av satellitter i det de går ned eller opp i forhold til horisonten.

Som det fremgår av figur 11 på neste side vil gangveien til signalet gjennom ionosfære og troposfære øke ved lave elevasjonsvinkler (vinkel i forhold til horisonten). For å redusere problemet med dette bør man ikke benytte satellitter med elevasjon under ca. 10°. Ved slike lave elevasjoner vil også signal-/støyforholdet (SNR) bli dårligere, noe som i sin tur også reduserer nøyaktigheten og systemets ytelse.

Figur 11: Effekt av gangveien gjennom ionosfæren



Gangveien gjennom ionosfæren vil avhenge av satellittens elevasjon.
Lav elevasjon gir økt refraksjon og dårligere signal/støyforhold.

Kilde: Kjerstad, 2010

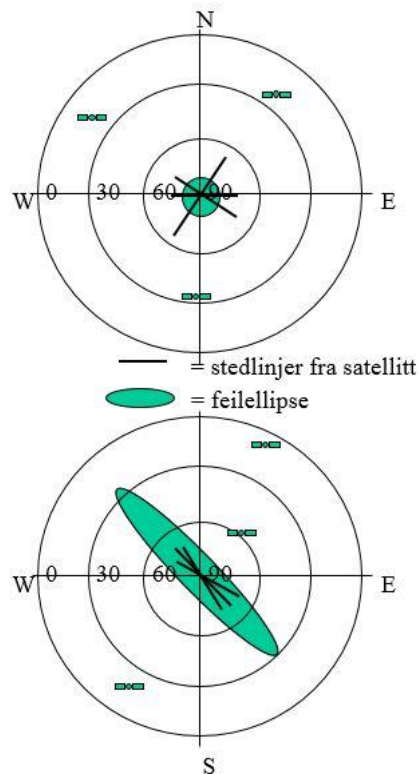
Ved å benytte 2-frekvensmottager vil man i stor grad eliminere feil knyttet til ionosfæren og troposfæren!

2.1.2.3 DOP – Dilution of Precision

For å oppnå best mulig presisjon er geometrien i et satellittsystem av stor viktighet. DOP-verdier er isolert sett ingen feilkilde, men et forhold som forsterker målefeil fra avstand (pseudorange) til posisjon – alene sier den altså ikke noe om feilens størrelse.

Beveger vi oss på havet er vi ute etter å ha en så liten feilellipse som mulig. Feilellipsens størrelse vil være gitt av satellittens innbyrdes horisontale vinkler, samt elevasjonsvinkelen.

Figur 12: Feilellipser ved god og dårlig geometri



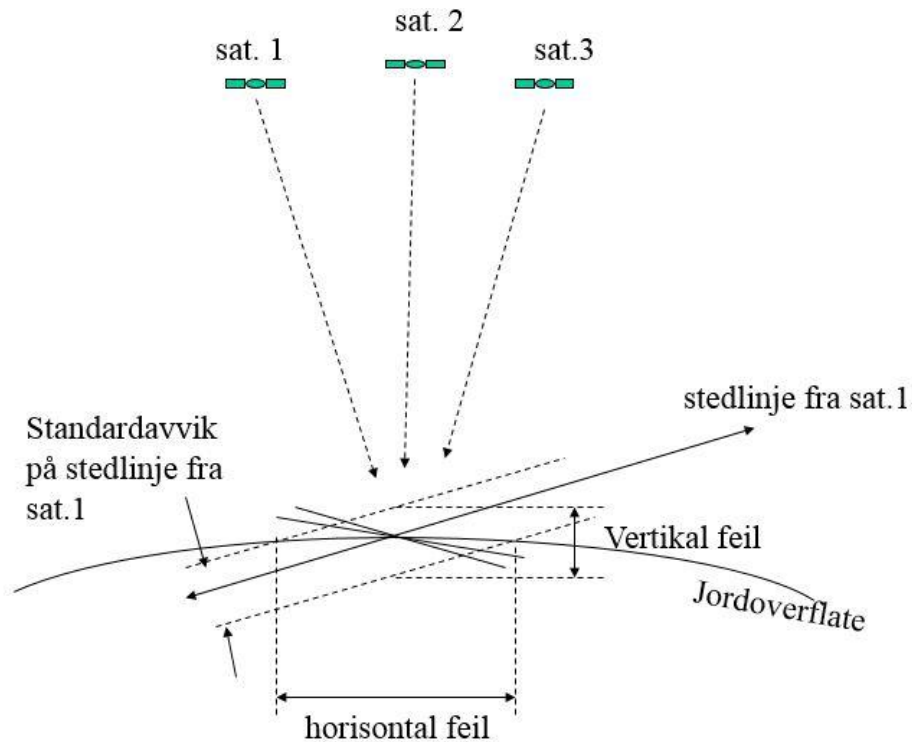
Øverst benyttes satellitter med ca. 120° innbyrdes vinkel. Dette gir liten feilellipse og liten HDOP. Under er det liten innbyrdes vinkel og stor feilellipse.

Kilde: Kjerstad, 2010

Tenker vi oss en situasjon hvor vi betrakter satellittenes innbyrdes vinkler i fugleperspektiv (figur 12), vil vi med for eksempel 3 satellitter med innbyrdes horisontal vinkel på 120° ha en gunstig situasjon med liten HDOP (Horisontal Dilution of Precision). Hvis de samme satellittene beveger seg slik at de ligger på samme linje som mottager, vil stedlinjene gå nesten parallelt og følgelig skape en stor feilellipse og stor HDOP. I perioder hvor mottageren skifter satellitter (opp- og nedgang) eller ved utfall som følge av forstyrrelser vil noen mottagere kunne vise svært store DOP-verdier, og følgelig presentere usikker og ustabil posisjon.

Elevasjonen vil også ha betydning. Tenker vi oss en situasjon hvor vi benytter 3 høye satellitter vil vi få stedlinjer som danner en liten skjæringsvinkel med jordoverflaten (figur 13), hvilket vil føre til en stor usikkerhet i horisontalplanet (stor feilellipse) og gi stor HDOP. Slike høye satellitter vil imidlertid kunne bidra til en relativt gunstig høydemåling og god VDOP (Vertical Dilution of Precision), selv om også dette krever spredning i elevasjonen. At et gitt standardavvik på en høy satellitt vil gi en relativt stor horisontal usikkerhet er også vist på figuren.

Figur 13: Høy elevasjon, liten spredning

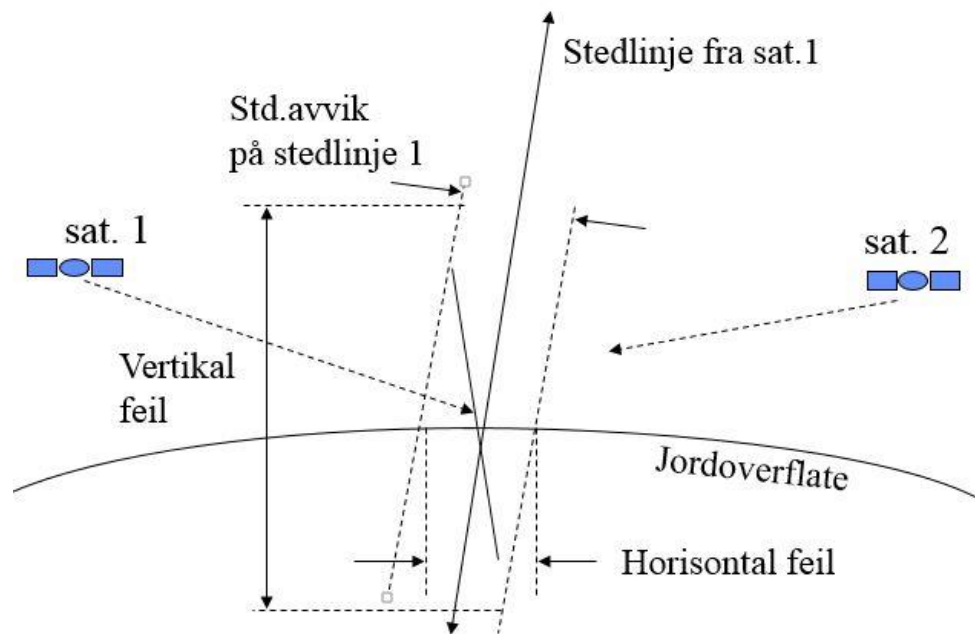


Høye satellitter vil gi store horisontale feil, men er gode til vertikal stedbestemming.

Kilde: Kjerstad, 2010

Tenker vi oss videre at satellittene har lav elevasjon ser vi at standardavviket i horisontalplanet blir minimalt (figur 14) og HDOP blir dermed forbedret. Høydemåling vil imidlertid bli svært usikker og VDOP øker. Blir elevasjonen under 10° vil imidlertid ionosfærerefraksjonen øke og skape unøyaktighet.

Figur 14: Lav elevasjon, stor spredning



Lave satellitter vil gi store vertikale feil, men er gode til horisontal posisjonering. Elevasjon må dog ikke være så lav at det oppstår refraksjonsproblemer.

Kilde: Kjerstad, 2010

Konklusjonen er at den beste horisontale posisjoneringen får vi med relativt lave satellitter, dog ikke under ca. 10°, og med innbyrdes vinkel på omkring 120°.

De viktigste DOP-verdiene vil kunne leses ut på mottageren, og det vil normalt være en alarm som indikerer at verdien er over en gitt grense. På sjøen bør HDOP-tallet ligge mellom 1.0 og 2.0. På mottagere som kan ta inn svært mange satellitter kan vi oppleve at tallet går under 1.0 i en gitt retning, for eksempel nord (NDOP).

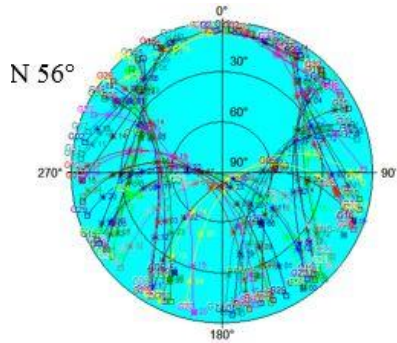
Da de fleste mottagere ikke estimerer feil på avstandsmålingen vil vi sjelden kunne være helt sikre på nøyaktigheten i posisjon ved kun å vurdere DOP-verdi. Avanserte mottagere vil imidlertid direkte kunne estimere en feilellipse ut fra flere måleparametere.

Husk!

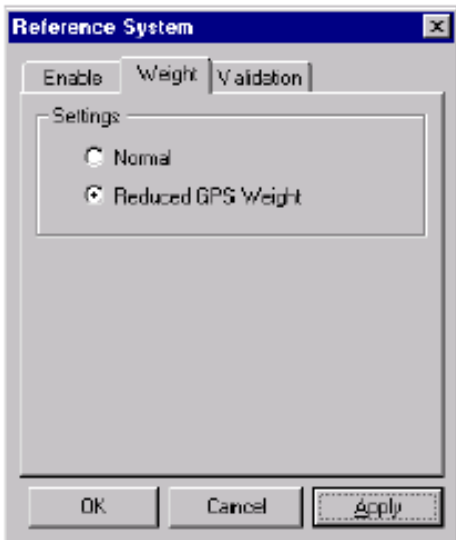
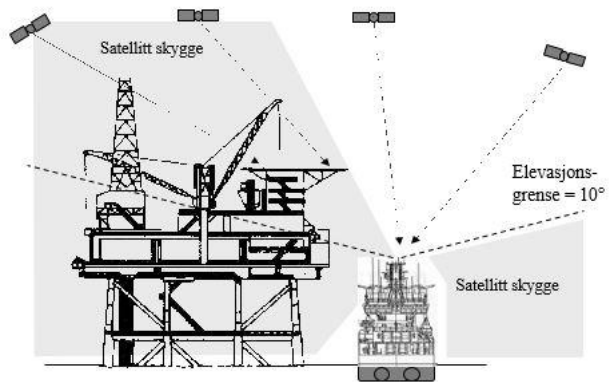
Følg med på HDOP-tallet på mottageren. Dette forteller om nøyaktigheten du har i øyeblikket. Tallet bør være så nært 1.0 som mulig. Går tallet over en grense (for eksempel 3.0) vil mottageren kunne gå over i bestikkregning (DR).

Et veldig vanlig scenario i offshoreoperasjoner i dag er at man blir liggende på nordsiden av oljeplattformer enten for å utføre ankeroperasjoner, eller supplyoperasjoner. Dette er et reelt problem på våre breddegrader, da GPS-satellittene har inklinasjon på 55° og dermed vil de aller fleste av satellittene befinne seg sør for vår posisjon.

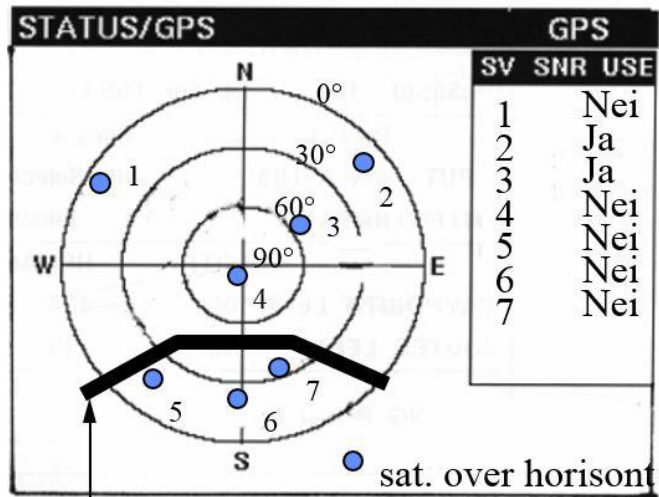
Figur 15: Problematikk ved oljeplattformer



Nær oljeplattformer vil skygge føre til kritisk geometri



Vurder nedvekting av GPS på DP



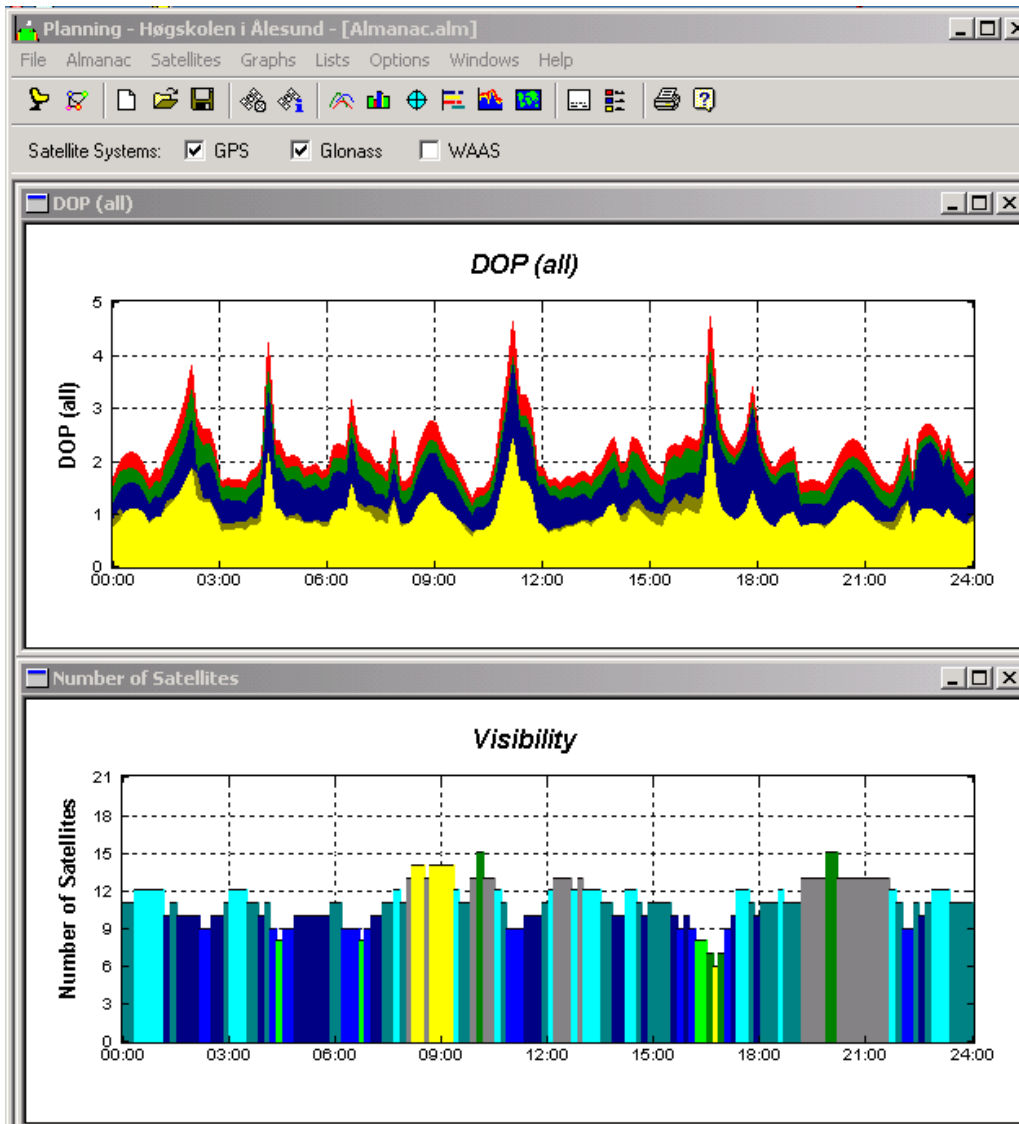
Omtrentlig skygge fra plattform i syd

Kilde: Kjerstad, 2010

Den døgnlige repeterbarheten i banene til GPS-satellitene gjør at dårlige verdier vil kunne oppstå omtrent på samme tid fra dag til dag.

Det finnes gode verktøy som kan brukes til planlegging av operasjoner der det vil være store krav til nøyaktighet og lite rom for feil. Et eksempel på et slikt planleggingsverktøy er Trimble Planning (<http://www.trimble.com/gnssplanningonline>)

Figur 16: Trimble Planning Tool

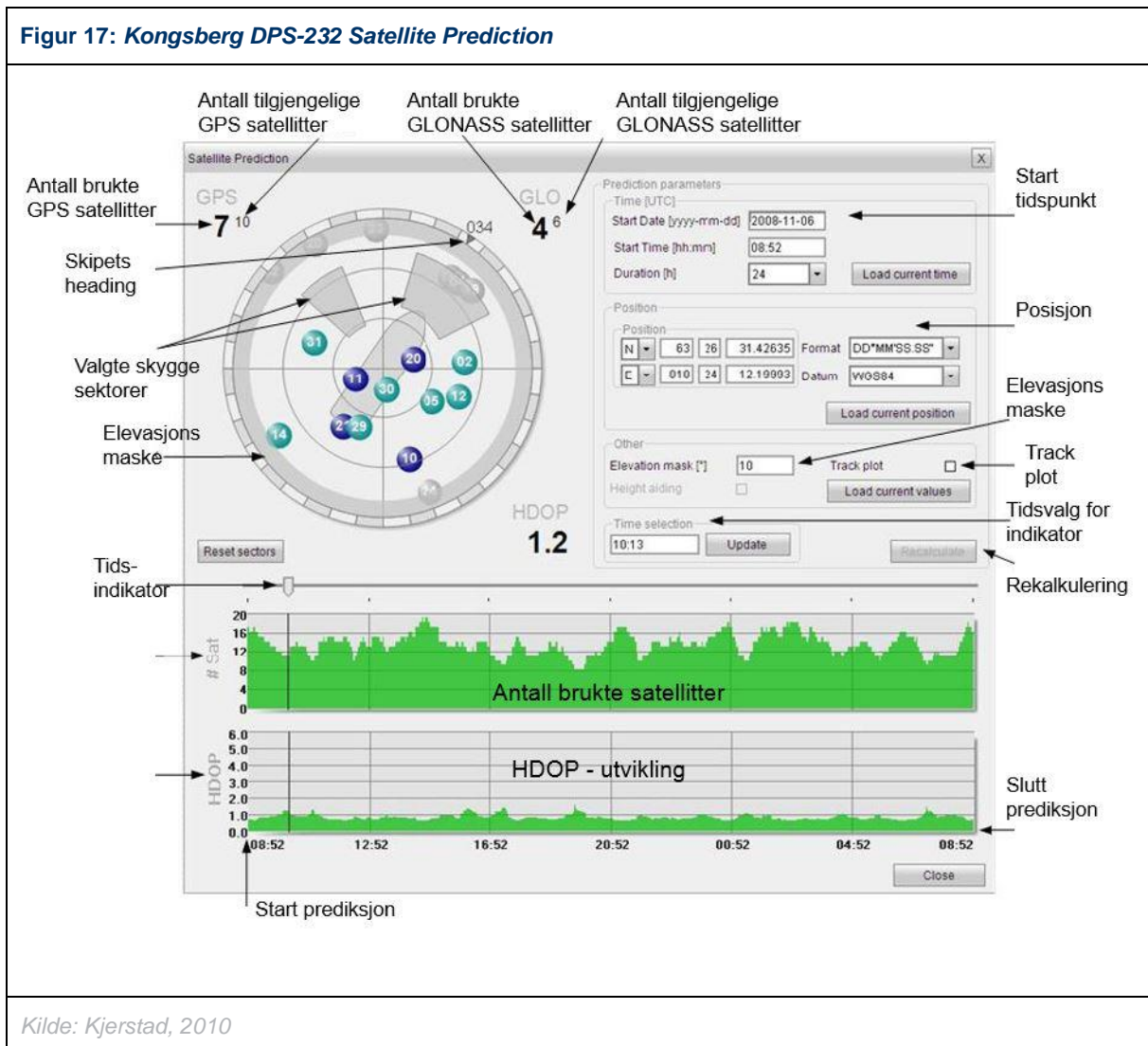


Her kan man følge utviklingen i DOP-verdier over en valgt tidsperiode og på en valgt posisjon.

Kilde: Kjerstad, 2010

Noen satellitmottagere har også et innebygd simuleringsverktøy. Dette kan være til stor hjelp om bord, da simuleringsprogrammet vil bruke virkelige data som hentes fra skipets instrumenter og dermed «ekte» data i «sanntid».

Figur 17: Kongsberg DPS-232 Satellite Prediction



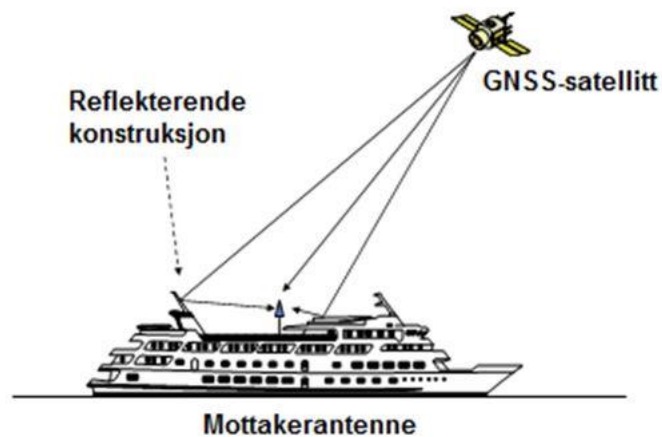
Kilde: Kjerstad, 2010

2.1.2.4 Multipath og interferens

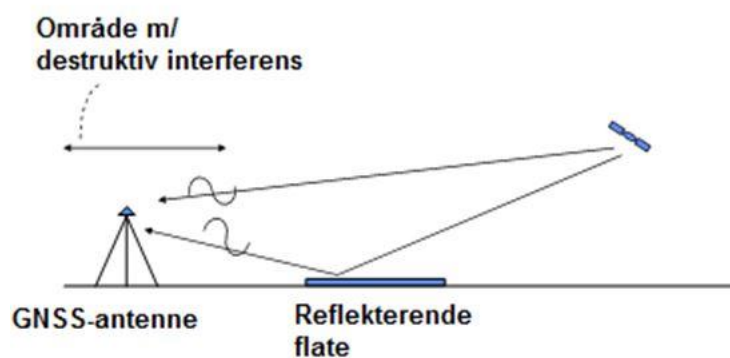
I mange radionavigasjonssystemer hvor det benyttes mikrobølger kan det være problemer med indirekte bølger som er reflektert fra omgivelsene til mottageren. Problemet oppstår når gangveien på direkte og indirekte signal varierer med $\frac{1}{2}$ bølgelengde. Signalene vil i slike tilfeller kunne eliminere hverandre, noe som kalles destruktiv interferens. Problemet kan i mange tilfeller reduseres ved omtentlig antenneplassering eller bruk av 2 antenner, eller ved å benytte avanserte mottagere med såkalt «narrow correlator».

Når signalet fra en satellitt når mottakerantennen via flere signalbaner er det vanlig å kalle fenomenet for flerveisinterferens eller multipath. Problemet med flerveisinterferens på GPS systemet oppstår vanligvis som følge av reflekser fra flater som ligger nærmere enn 300 meter og er mest dominerende ved lave satellitter. Av denne grunn bør antennen plasseres på en plass hvor faren for indirekte signaler ikke er til stede eller hvor faren er minimal.

Figur 18: Multipath og destruktiv interferens



Flerveisinterferens (multipath) kan oppstå når konstruksjoner ligger i nærheten av antennen.



Når direkte og indirekte signal mottas med ca. 180° faseforskjell vil det kunne oppstå destruktiv interferens.

Kilde: Kjerstad, 2010

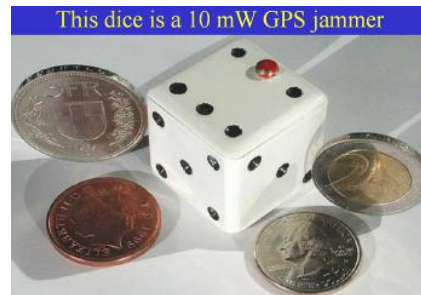
2.1.2.5 Jamming og spoofing

I tillegg til klokkefeil i satellitten vil satellittsystemer også kunne bli utsatt for mer fiendtlige former for feil. I tillegg til rene sabotasjer mot satellitter og kontrollstasjoner beskrives systemer for forstyrrelse av signalene. Det snakkes da gjerne om to forskjellige kilder:

Jamming

Jamming er oftest basert på en relativt liten radiosender som sender på tilnærmet samme frekvens som satellittene.

Figur 19: Jammere



Dette er en 1 watts jammer!

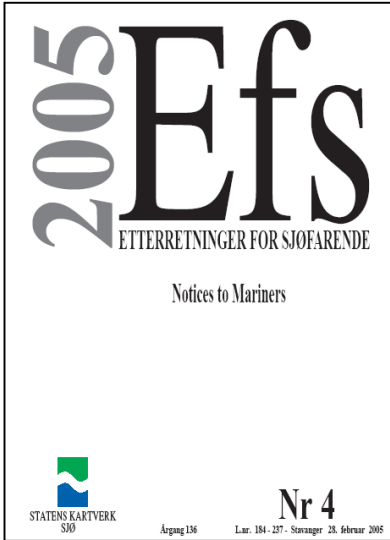
Kilde: Kjerstad, 2010

Denne type støy vil slå ut mottagere i en radius på flere 10-talls km. Jamming vil kunne skape problemer for alle systemer på nærliggende frekvenser, for eksempel GPS, GLONASS, Galileo. Det finnes også systemer som kan jamme både GSM-telefoner og GPS. Slike vil kunne brukes til å slå ut automatiske alarm- og sporingssystemer, eksempelvis på containere og lystbåter. Utstyret er billig og markedsføres som «laveffekt jammere» og leveres i en lang rekke varianter. Effekten ligger vanligvis mellom 0.1 – 0.5 W. Jammere kan i teorien ha forskjellige former for modulasjon for å virke mer effektivt, men de mest tilgjengelige vil normalt ikke ha dette.

Husk! Selv om det er mulig å kjøpe jammere er det ulovlig å bruke disse i Norge.

Man ser nå at jamming er blitt stadig vanligere i forbindelse med kriminell aktivitet. Under militærøvelser er også dette en helt vanlig del av øving på «navigasjonskrigføring», og under normale omstendigheter vil det da bli sendt ut navigasjonsvarsel (figur 20). Treningen vil være tosidig, både å kunne slå ut «fiendens» navigasjonsutstyr, samt å øve på å kunne identifisere og uskadeliggjøre jammeutstyr.

Figur 20: Eksempel på varsel om militærøvelse sendt via EFS

	<p>04/05 195</p> <p style="text-align: center;">FORSKJELLIGE MEDDELELSER <i>(Miscellaneous)</i></p> <p>230. * (T). Møre og Romsdal. Sør-Trøndelag. Nord-Trøndelag. Sør-Helgeland. Nord-Helgeland. Lofoten. Salten. Norskehavet. Forstyrrelser (jamming) av signalene fra GPS. Under militærøvelsen Battle Griffin 2005, i tiden 21. februar – 9. mars, vil det bli utført tilsiktet forstyrrelse, jamming, av signalene fra GPS (Global Positioning System).</p> <p>GPS-brukere må påregne redusert eller ingen tilgang på GPS-signaler i tiden 21. februar - 9. mars 2005 i området: 62° 30' N, 03° 00' E 67° 30' N, til NORSK-SVENSK grense i øst Mottagere som benyttes nær bakkenivå vil bli påvirket over betydelig mindre områder.</p> <p>Jamming vil ikke foregå kontinuerlig i overnevnte tidsrom og søkes gjennomført med vektlegging på sikkerhet og med færrest mulig ulemper for sivile brukere av GPS.</p> <p>Forsvarets Fellesoperativt hovedkvarter (FOHK) har gitt Sjøforsvaret og Forsvarets forskningsinstitutt i oppdrag å utføre jammingen.</p> <p>Skulle det oppstå situasjoner som nødvendiggjør tilgang på GPS kan forsøkene stanses ved å kontakte vakt sjef FOHK/SJØOPS på telefon nr: 51 34 38 88. Dette nummeret vil være tilgjengelig døgnet rundt.</p> <p>(Forsvarets Fellesoperativt Hovedkvarter, Stavanger 8. februar 2005).</p>
--	---

Kilde: Kjerstad, 2010

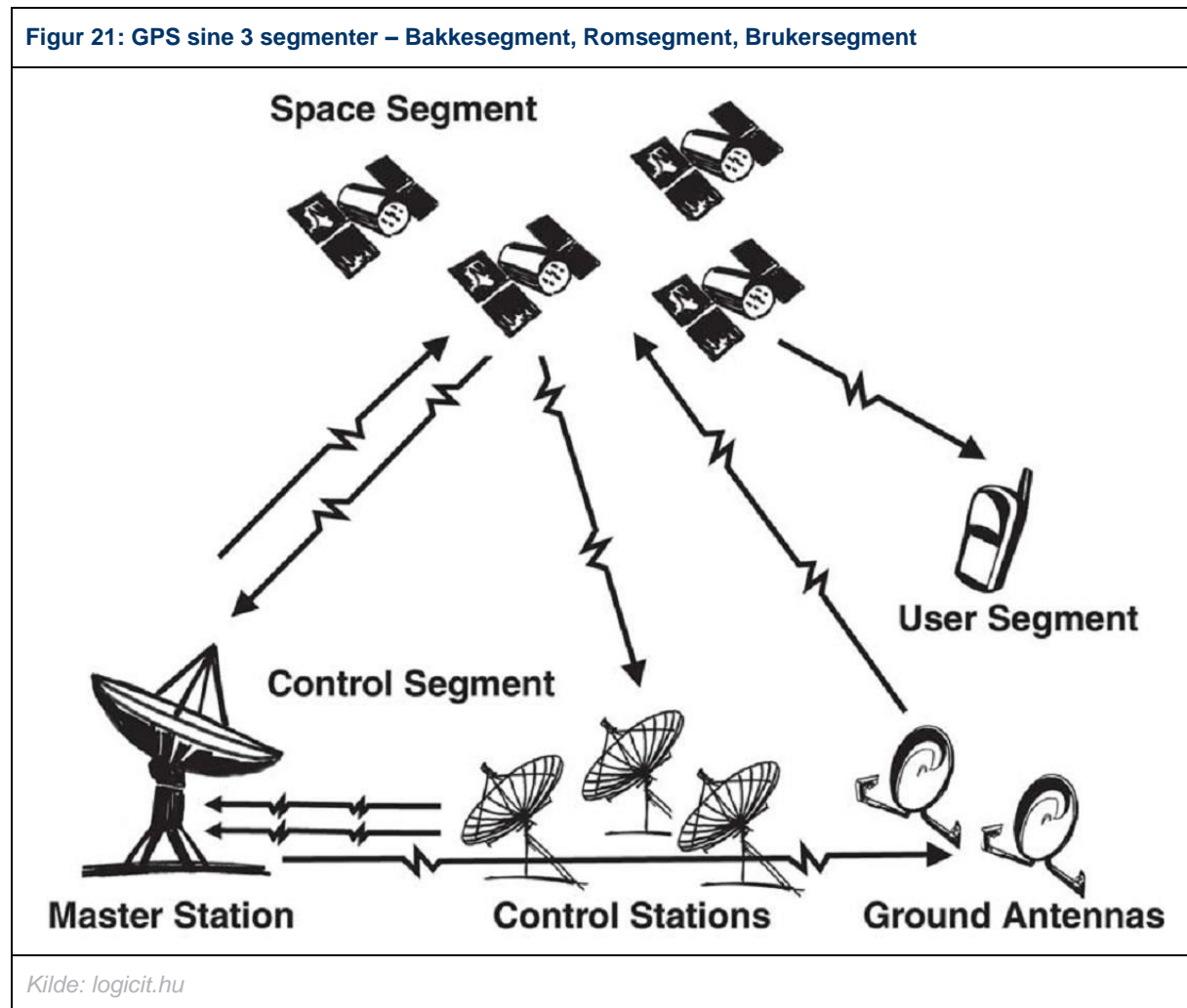
Spoofing

Spoofing er en mer sofistikert metode for forstyrrelser. Her vil en sender sende ut signaler som mottageren vil kunne oppfatte som en satellitt og dermed benytte som en helt feilaktig stedlinje. Spoofer vil kunne påføre alle mottagere innenfor «synsvidde» store feil. Spoofing vil kreve mer komplisert utstyr og mer kompetanse enn det som er tilfelle ved jammere. Eksempelvis vil man kunne benytte fritt tilgjengelig GPS / GNSS-simulatorer og antenner til denne type påvirkning av satellittnavigasjonssystemer. Slikt utstyr vil imidlertid være relativt kostbart.

2.1.3 GPS – En detaljert systembeskrivelse

2.1.3.1 De 3 segmentene

NAVSTAR Global Positioning System (GPS) kan deles opp i 3 segmenter – et bakkebasert kontrollsegment, romsegmentet og brukersegmentet (figur 21).



Systemet er konstruert for å gi kontinuerlig posisjoneringstjeneste til et ubegrenset antall brukere på eller i nærhet av jordoverflaten under alle værforhold. Systemet er også konstruert for å kunne redusere presisjonen til uautoriserte brukere (sivile og ikke-allierte). Den reduserte presisjonen kalles **SPS** (Standard Positioning Service) og den beste ytelsen kalles **PPS** (Precision Positioning Service). Det er også lagt vekt på at systemet skal være robust i forhold til jamming og andre forstyrrelser. PPS har bare marginalt bedre nøyaktighet, men er altså bedre tilpasset militære behov.

Kontrollsegmentet

På bakken styres og overvåkes GPS systemet fra en hovedkontrollsentral som ligger i Colorado Springs i USA. Basert på innsamlede data fra monitorstasjonene som er spredt rundt om på jorden sender kontrollsentralen nødvendige data til satellittene som vil være nødvendig for at de skal holde seg i de bestemte baner.

Herunder ligger:

- Bestemme GPS systemtid og avvik fra UTC (info blant annet fra US Naval Observatory – USNO)
- Prediktere satellittbaner (efemerider)
- Oppdatere navigasjonsmeldingene på hver satellitt (hver 8. time).

Skulle kontrollsegmentet av en eller annen grunn bli skadet, vil mottager fortsatt kunne benyttes, men nøyaktigheten vil gradvis bli dårligere. Etter en studie av systemets sårbarhet ble det i 2007 tatt i bruk et «distribuert» kontrollsegment som bidrar til redundans og robusthet.

Brukersegmentet

En lang rekke virksomheter går i dag inn i brukersegmentet. Vanligst er det som betraktes som ikke-autoriserede brukere (SPS), det vil si de som ikke har tilgang på de mest nøyaktige data fra satellittene. Dette kan være skip, fly, biler, personer som benytter mottagere til navigasjon, posisjonering, geodesi, landmåling, tidsmåling, etc.

De autoriserte brukerne er stort sett relatert til forsvarsaktiviteter i USA. Andre kan imidlertid søke om autorisasjon til systemets beste ytelse (PPS) via DoD (Department of Defense) i USA. Tilgang kan da innvilges etter følgende kriterier:

- Tilgang skal være i USA sin interesse
- Ingen andre system som kan yte tilsvarende service er tilgjengelig
- Søkeren må tilfredsstillende krav til «sikkerhet» (definert av DoD)

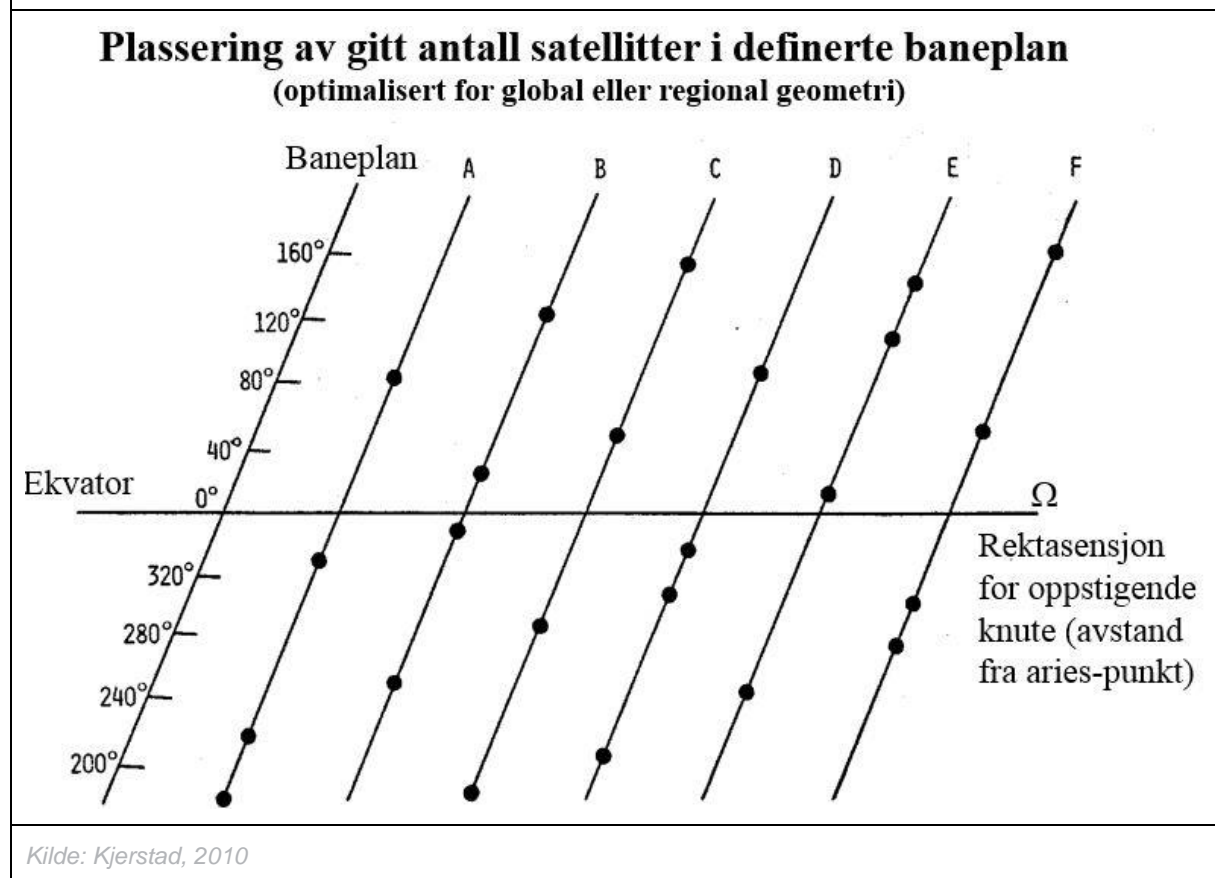
I Norge har Statens kartverk og forsvaret tilgang på PPS.

Romsegmentet

Administrasjonen for GPS vil forplikte seg til å holde 24 satellitter i bane (systemet vil etter hvert utvides til 30). I tillegg vil det finnes minst 1 satellitt i reserve i rommet, samt at det vil finnes en satellitt klar til utskytning dersom det er tegn på at en satellitt er i ferd med å bli ubrukelig. I de senere år har det vært vanlig å ha flere reservesatellitter aktive i bane, og i skrivende stund (2015) er 32 satellitter i bane, men bare 30 er tilgjengelig for bruk.

Selve plasseringen av satellittene er gjort for å sørge for best mulig dekning på global basis. Det er da valgt å plassere 4 satellitter i hver av de 6 baneplanene (A-F). Det er valgt tilnærmet sirkulære baner med en høyde på 20,200 km og med en inklinasjon (vinkel med ekvator) på 55°. Omløpstiden er 12 timer stjernetid, det vil si 11t 58m soltid. Dette fører til at dekning forskyves med ca. 4 min. pr. døgn. Den valgte konstellasjonen skal sikre at det alltid er minimum 5 satellitter synlig, og at PDOP skal være under 6 (99,9% sannsynlig). På figur 22 er det illustrert hvordan banene er valgt.

Figur 22: GPS-satellittenes plassering i baneplan



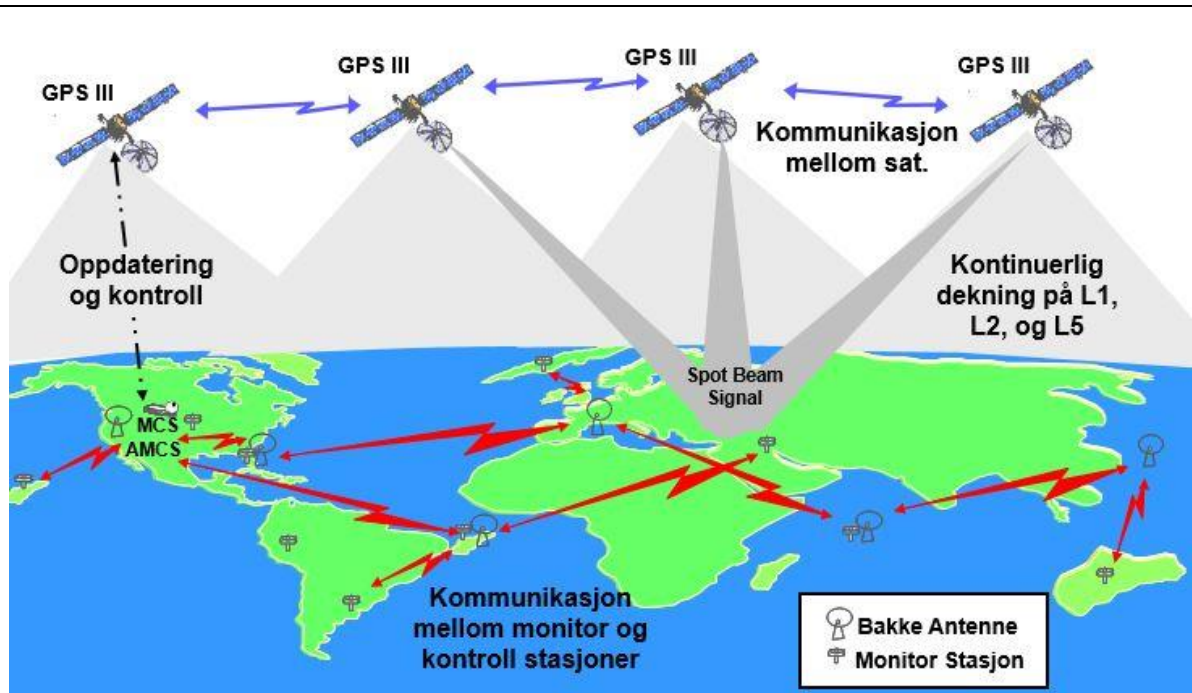
2.1.3.2 Satellittene

Flere typer satellitter har vært i bruk. De første såkalt Block I var testsatellitter som ble utplassert frem til 1985, da man gikk over til en mer avansert Block II-satellitt. I dag er ingen Block I-satellitt i bruk. Det var først ved Block II og IIA at det ble differensiert nøyaktighet med såkalt Selective Availability (SA), hvilket medførte at nøyaktigheten for sivile brukere ble betydelig redusert. SA ble imidlertid avslått igjen 1. mai 2000. Satellitter som nå skytes opp er en videreutviklet utgave og kalles Block IIR-M (modified). I 2010 ble den første Block IIF utplassert. Denne har flere frekvenser, høyere effekt og nye strategiske funksjoner.

Når det oppstår feil eller avvik på systemet blir det publisert en NANU (Notice Advisory to Navstar Users). (<http://www.navcen.uscg.gov>)

Fra ca. 2016 forventes også oppskytning av Block III-satellitter som vil kunne styre høyeffektstråler mot begrensete områder. Dette for å unngå faren for jamming, men nøyaktighet vil også bli noe bedret. Det forventes da også som nevnt at offisielt antall satellitter økes til 30 og integritetsfunksjon inkluderes.

Figur 23: Block III



Når Block III-satellittene er operative vil det være mulig å styre signal med høy effekt til ønsket område (Spotbeam)

Kilde: Kjerstad, 2010

2.1.4 Signalbeskrivelse og koding

Ut fra satellittens (Block IIR-M) spiralformede gruppeantenner sendes to bærebølger med følgende frekvenser:

- L1 = 1575,42 MHz
- L2 = 1227,60 MHz

Grunnen til at det benyttes 2 frekvenser er for å kunne beregne ionosfærerefraksjon og dermed bedre nøyaktigheten. Bærebølgene er koherente, det vil si at fasen på den ene bærebølgen kan avledes fra fasen på den andre.

Fra 2005 ble også C/A-kode på L2 tilgjengelig for sivile, og fra 2010 ble en ny 3. frekvens tilgjengelig fra IIF-satellittene, samt at det blir ny modulasjon på L2 (L2C). Alt for å gjøre systemet mer nøyaktig og robust. Den nye frekvensen er:

- L5 = 1176,45 MHz

Modulert på bærebølgene er såkalte PRN-koder (Pseudo Random Noise). Som navnet indikerer opptrer disse kodene nesten som tilfeldig støy og er modulert på med spredt spektrumteknikk. De forskjellige kodene som benyttes er som følger:

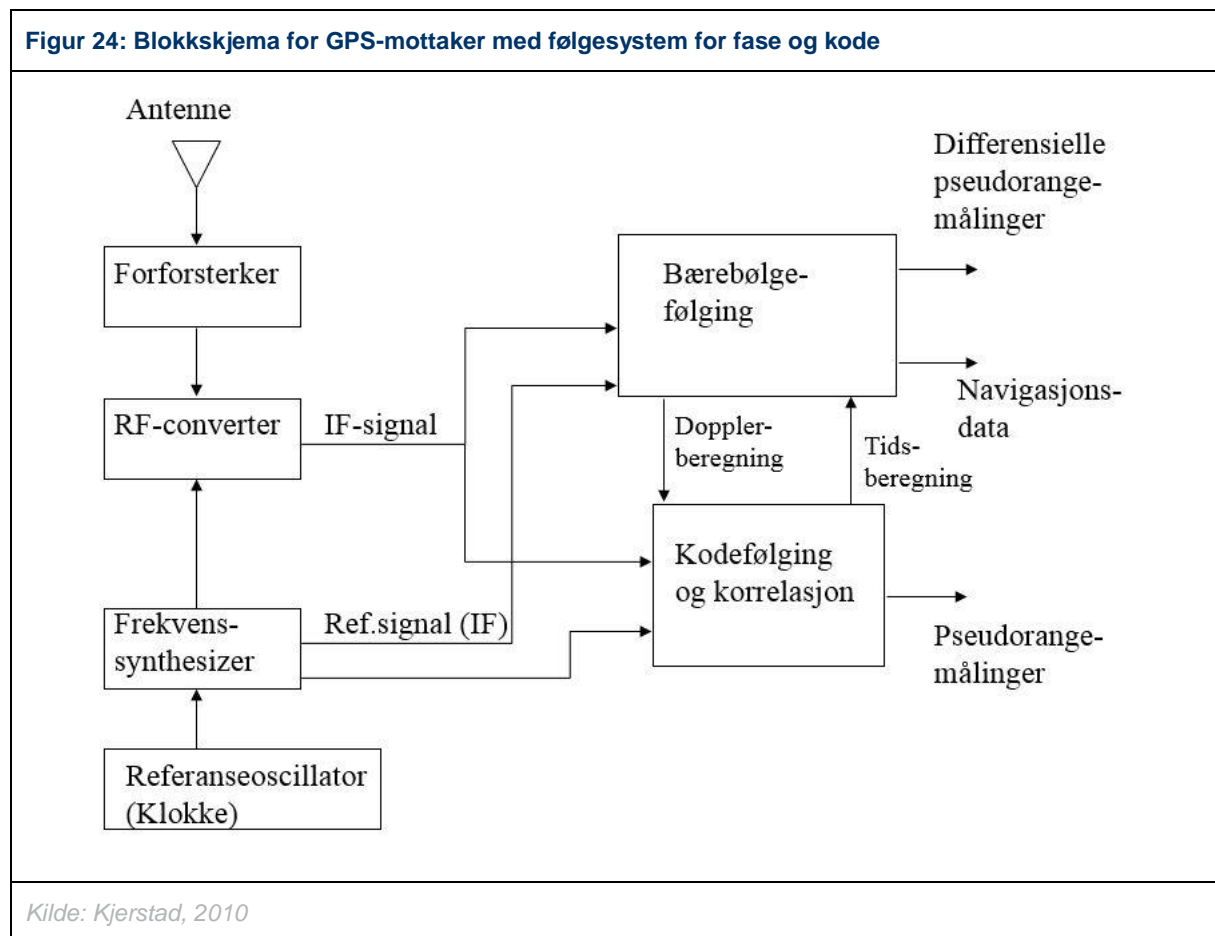
- **C/A-koden (Coarse / Acquisition)** er koden som benyttes i SPS og er kun tilgjengelig på L1 på eldre satellitter men også på L2 for Block IIR-M satellitter. Offisielt er nøyaktighetspotensialet på ca. 30m (95% sannsynlighet).
- **P-koden (Precise)** er nødvendig for PPS og er tilgjengelig på begge frekvensene. Offisielt er nøyaktighetspotensialet på ca. 15m (95% sannsynlighet). Avanserte sivile mottagere vil kunne sammenligne P-koden på L1 og L2, og dermed benytte informasjon til å beregne ionosfære-forsinkelsen.
- **A-S (Anti-Spoofing)** er en måte å hindre jamming av systemet, hvilket vil kunne påføre feil eller blokkering av systemet. Dette gjøres ved kryptering av P-koden.
- **Y-koden** benyttes i forbindelse med A-S for å hindre uautoriserte brukere å få tilgang på P-koden.
- **M-koden** er en ny militær kode som ble implementert i 2005.

2.1.4.1 Signal / støyforhold (SNR)

Skal vi ha en nøyaktig posisjon må vi ha gode signal-støyforhold (SNR = Signal to Noise Ratio). SNR er definert som forholdet mellom signaleffekten og støyeffekten i et gitt punkt. Det er vanlig å benytte desibel (db) som dimensjon på SNR.

$$\text{SNR} = \frac{\text{Signalnivået}}{\text{Støynivået}}$$

Ved lave frekvenser vil omgivelsestøyen være dominerende, mens det oftest ved høye frekvenser vil være den interne støyen i mottaker og forsterkerledd som er dominerende. For å bedre SNR ved satellittnavigasjon er det derfor viktig at mottageren er så støysvak som mulig. Valg av antenntype har også betydning for SNR. På enkelte GPS-mottakere er det mulig å sette grenseverdier for hvilke SNR som er akseptabelt for mottaking, og på andre kan SNR benyttes til å veie ned betydningen av en satellitt. Vær oppmerksom på at enkelte mottakere er svært ømfintlige for påvirkning fra annet elektronisk utstyr, som for eksempel andre aktive antenner, ladere, lysrør, etc. De fleste mottakere i dag er hybridmottakere som mottar signal på 3 frekvenser; L1, L2 & L5. I figuren under er hovedkomponentene i en mottaker beskrevet blokkskjematisk.



Kablingen spiller også en rolle, da man vil ha et gitt signaltap per meter. F.eks. vil RG-213 ha et signaltap på 0.3 db/m v/1.5GHz.

2.1.5 Nøyaktighet på GPS

For å beregne den virkelige minstefeilen med 95% sannsynlighet, tar vi utgangspunkt i følgende formel:

$$\text{Totalfeil (95\%)} = 2 \times \text{UERE} \times \text{HDOP}$$

Nøyaktigheten i GPS er derfor sammensatt av den geometriske forringelsesfaktoren (DOP) og den totale kvadratiske minstefeilen, UERE, som er sammensatt av følgende faktorer:

Figur 25: Typisk feilbudsjett på P-kode og C/A-kode mottakere

Feilkilde	P-kode. Feil i avstand, 1σ [m]	C/A-kode. Feil i avstand, 1σ [m]
Feil i satellittklokke	3.0	3.0
Forutsigbarhet på baneforstyrrelser	1.0	1.0
Andre feil i romsegmentet	0.5	0.5
Efemeridefeil	4.2	4.2
Andre feil i kontrollsegmentet	0.9	0.9
Ionosfæreforsinkelse	2.3	5.0 - 10.0
Troposfæreforsinkelse	2.0	2.0
Mottagerstøy og oppløsning	1.5	7.5
Flerveisutbredelse (Multipath)	1.2	1.2
Andre feil i brukersegmentet	0.5	0.5
Total kvadratisk minstefeil, UERE (1σ)	6.6	10.8 - 13.9

Kilde: Kjerstad, 2010

2.1.6 Andre operative satellittsystemer

2.1.6.1 GLONASS

Det russiske systemet består i dag av 2 generasjoner satellitter; Glonass-M og Glonass-K. Per i dag er status følgende:

Figur 26: Systemstatus Glonass

Total satellites in constellation	28 SC
Operational	24 SC
In commissioning phase	-
In maintenance	-
Under check by the Satellite Prime Contractor	2 SC
Spares	-
In flight tests phase	2 SC

Kilde: glonass-iac.ru/en

De operasjonelle satellittene er utelukkende generasjon Glonass-M, og er ulik GPS-satellittene på den måten at identifisering er gjort ved frekvensskift og ikke modulerte koder. Denne metoden kalles «Frequency Division Multiple Access» (FDMA.) For L1 vil frekvensen være $1,602 + (k \times 0.5625)$ Mhz, hvor k er kanal fra 1-24. For L2 vil frekvensen være $1,246 + (k \times 0.4375)$ Mhz. For den nye generasjonen Glonass-K, som foreløpig er i test-modus, har Glonass gått vekk fra FDMA og over til kodemodulering, likt GPS-systemet. De nye satellittene sender også på L5.

Følgende systemspesifikasjoner må også nevnes:

- Satellitter/plan: 24/3
- Inklinasjon: 64.8°
- Banehøyde: 19,100 km (perigeum)
- Omløpstid: 11t 15 min 44 sek.

Med en inklinasjon på 64.8° vil Glonass ha bedre dekning i høye breddegrader enn GPS.

2.1.6.2 Galileo

Utbyggingen av Galileo blir koordinert av den europeiske romfartsorganisasjonen ESA, hvor Norge er representert ved bl.a. Norsk Romsenter. Galileo er planlagt å kunne tilby sine tjenester fra 2015, men problemer ved utskytingen av to satellitter som havnet i feile baner i august 2014, har videre forsinket prosjektet. Det forventes å være fullt operasjonelt i 2020, med 24 satellitter og 6 i reserve.

Systemspesifikasjoner når ferdigstilt:

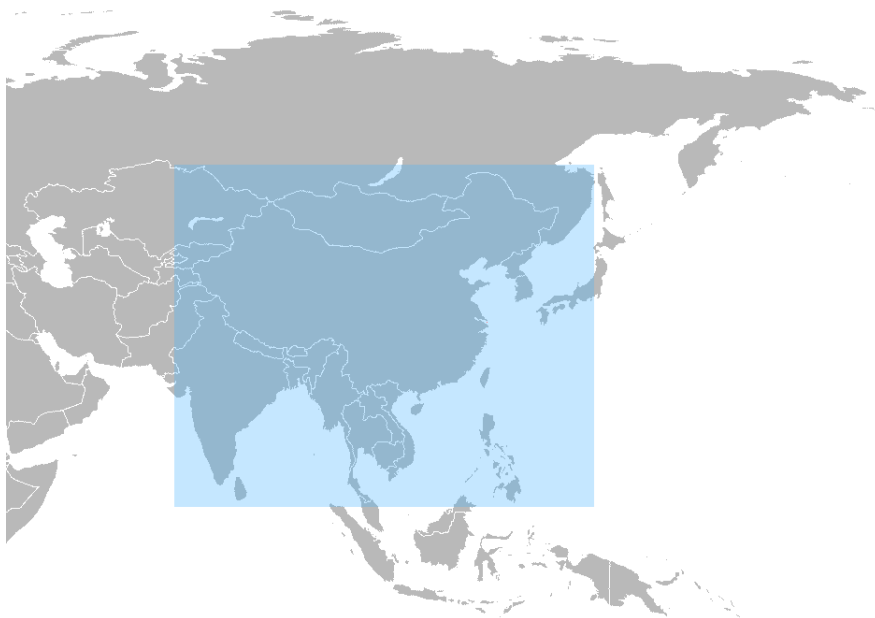
- Satellitter: 24, 6 i reserve
- Inklinasjon: 56°
- Høyde: 23,222 km
- Omløpstid: 14t 07min

I tillegg er det mye som tyder på at tre EGNOS-satellitter i GEO-bane vil inngå som en del av tjenesten. Kontrollsegmentet vil bestå av 3 kontrollsenter, 9 uplink-stasjoner og 30-40 monitorstasjoner. I Norge vil stasjoner på Jan Mayen, Svalbard og Troll (Antarktis) inngå i dette nettverket.

2.1.6.3 Compass (Beidou-3)

I desember 2011 ble systemet operativt i Kina med 10 satellitter, og tilbys i området vist i figuren under:

Figur 27: Compass systemdekning



Kilde: en.wikipedia.org

Etter planen skal systemet være ferdig utbygd mellom 2016-2020, med følgende spesifikasjoner:

- Satellitter: 27 MEO
- 21, 500 km høyde
- Inklinasjon: 55°
- GEO-satellitter: 5 stk geostasjonære, 3 stk geosynkrone

2.1.6.4 GAGAN / IRNASS

Fra 2016 vil India ha et operativt system med 7 kontinuerlig synlige GEO-satellitter:

- 3 geostasjonære på E 34°, E 83° og E 132°
- 4 geosynkrone satellitter med 29° inklinasjon plassert på ca. E 55° og E 111°

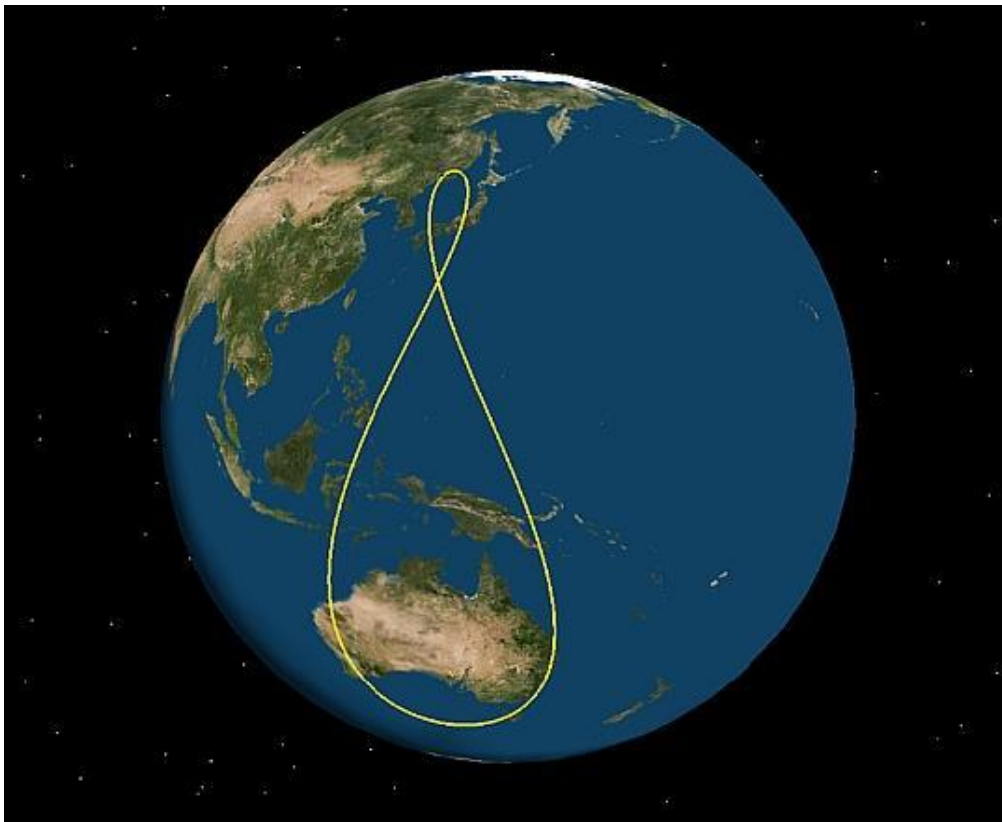
Systemet tilbyr to tjenester, SPS (Standard Positioning Service) og PPS (Precise Positioning Service).

Signalstruktur og frekvenser vil være kompatibelt med f.eks. GPS og andre satellittbaserte støttesystemer (SBAS).

2.1.6.5 QZSS

QZSS (Quasi Zenith Satellite System) består av 3 satellitter, med en planlagt fjerde, i elliptisk geosynkron bane. Med tre satellitter med 120° forskyvning, sørger systemet for at det alltid vil stå en satellitt med tilnærmet 60° inklinasjon over Japan.

Figur 28: QZSS systemdekning



Kilde: Inf.infn.it

Systemet er i seg selv ikke utbygd nok til å kunne fungere som et «stand-alone» GNSS med god nøyaktighet. Derfor er det kun sett på som et støttesystem til GPS, GLONASS og Galileo. Det kan også fungere i samspill med Japans eget SBAS, MTSAT.

Kapittel 3 DGNSS

3.1 Innledning

3.1.1 Litt historie

Differensielle korreksjoner for GPS ble utviklet mens USA fortsatt benyttet S/A koden til sivile brukere. Denne kodingen av L1 frekvensen førte til at sivile brukere ikke fikk en god nok posisjonsløsning til bruk ved avanserte marine operasjoner slik som DP, da man kun fikk en nøyaktighet på +/- 100m. Dette gjorde de ved å legge på en klokkefeil som tilsvarte ca. 100m posisjonsfeil.

Dette førte til utviklingen av DGPS, hvor man ved å sette ut en mottaker på et kjent geografisk sted kunne regne ut den tillagte klokkefeilen, og sende dette til en mottaker på for eksempel et skip for å korrigere posisjonen. Dette ga en posisjonsløsning som var omtrent like god som GPS system uten innlagte feil, +/- 15m.

I år 2000 åpnet USA opp GPS signalet for allmenheten, men dette betød ikke døden for DGPS, ved å korrigere for flere feilkilder slik som banedata, ionosfæriske og troposfæriske forstyrrelser i tillegg til klokkefeilen kunne en nå oppnå en nøyaktighet som overgikk et rent, uforstyrret GPS system, +/- 5m.

3.1.2 Hvorfor DGNSS i dag?

Etter at USA tok vekk S/A koden fra signalet sitt, og GLONASS systemet ble operativt har nøyaktigheten krympet ned til meternøyaktighet selv uten bruk av korreksjonssignaler. Men ved bruk av korreksjonssignaler vil vi få en ekstra trygghet ved bruk av satellittposisjonering da vi får en integritet og redundans i systemet.

3.1.3 Feilkilder som kan korrigeres

Satellittbanen

Navigasjonssatellitter som går i bane rundt jorden vil ikke klare å opprettholde banen som den var tiltenkt uten regelmessige justeringer på grunn av kreftene som påvirker den. Den vil drifte litt ut av posisjon. Denne feilen er forholdsvis liten, men stor nok til å påvirke posisjonsnøyaktigheten.

Ionosfære- og Troposfærefeil

Ionosfæren består av lag med frie ladede partikler. Dette fører til en brytning av signalet fra satellittene når det går gjennom laget. Dette får betydning for den observerte avstanden til satellitten. Denne feilen kan elimineres ved bruk av en to frekvent mottaker da L1 og L2 signalet vil brytes av forskjellig grunnet forskjellige frekvenser.

Troposfæren består av gassmolekyler og vanndamp, dette vil i likhet med ionosfæren, føre til en brytning av signalet.

Begge disse lagene vil også føre til at signalet får en lavere hastighet, dette fører til en feilberegning av tiden signalet har brukt fra satellitten til mottakeren, noe som fører til en avstandsfeil. Når satellitter har en lav elevasjon vil det bli en lengre vei å gå for signalet, som igjen gir en større feil, samt et dårligere forhold mellom signal og støy.

Ved å se på forskjellen av brytningen til de to signalene kan den ionosfæriske og troposfæriske feilen regnes ut.

Klokkefeil

Klokkene som brukes i satellitten er svært nøyaktige atomur, men de vil drifte med noen nanosekunder. Klokkene i mottaker er ikke riktig så nøyaktige, men vil rettes av satellittklokkene. Klokkene som brukes vil ikke stemme helt overens, derfor vil vi få en avstandsfeil til satellitten.

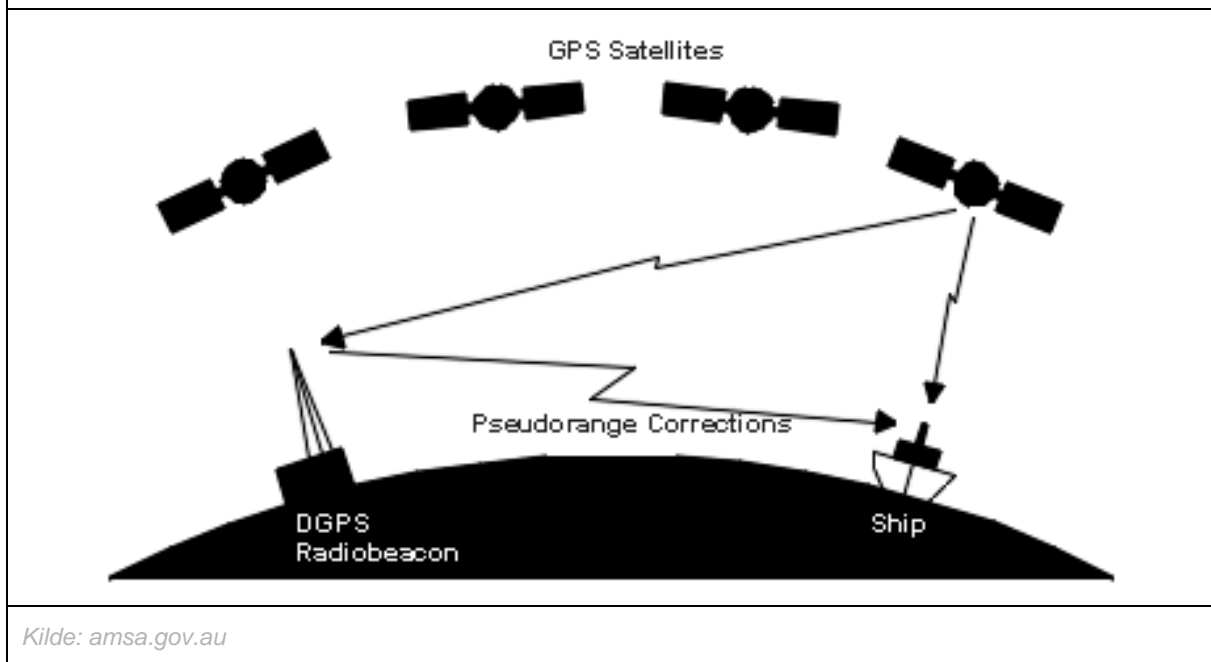
3.1.4 To hovedtyper DGNSS i det maritime

- IALA
 - Driftes i Norge av kystverket.
 - IMO godkjent.
 - Gratis tjeneste.
 - Korreksjonssignal kun for GPS.
 - Horisontal nøyaktighet $2\sigma \approx 3\text{m}$.
 - Nøyaktigheten avhengig av avstanden til referansestasjon.
 - Tilgjengelig over store deler av verden.

- SBAS
 - Basert på et nettverk av referansestasjoner.
 - Ikke IMO-godkjent.
 - Korreksjonssignal distribueres ved hjelp av satellitter.
 - Korreksjonssignal for GPS/GLONASS (Beidou/Galileo)
 - Utviklet med tanke på sivil luftfart.
 - Nøyaktigheten ikke avhengig av avstanden til referansestasjonene.
 - Både gratis tjenester med begrenset dekningsområde, og betalingstjenester med globalt dekningsområde.

3.2 IALA

Figur 29: IALA



3.2.1 Prinsipp

På bildet over ser du et forenklet eksempel på hvordan IALA-systemet fungerer.

En referansestasjon blir plassert på et kjent geografisk punkt, her blir avviket mellom observert og beregnet avstand til satellitten beregnet (PRC).

Referansestasjonen regner også ut hvor fort avviket forandrer seg (RRC).

Det er disse korreksjonene som blir distribuert ved hjelp av en radiolink.

Mottakeren om bord dekodeer denne informasjonen og korrigerer avstandene som har blitt målt på GPS-mottakeren, og de PR-avstandene som vil bli målt lokalt, frem til neste korreksjonsmelding mottas.

Hva IALA-systemet korrigerer for:

- Ionosfærisk forsinkelse
 - Avhengig av tid på døgnet og solaktivitet
- Troposfærefeil
 - Større ved lav elevasjon på GPS satellitt
- Banefeil
- Klokkefeil i satellitten

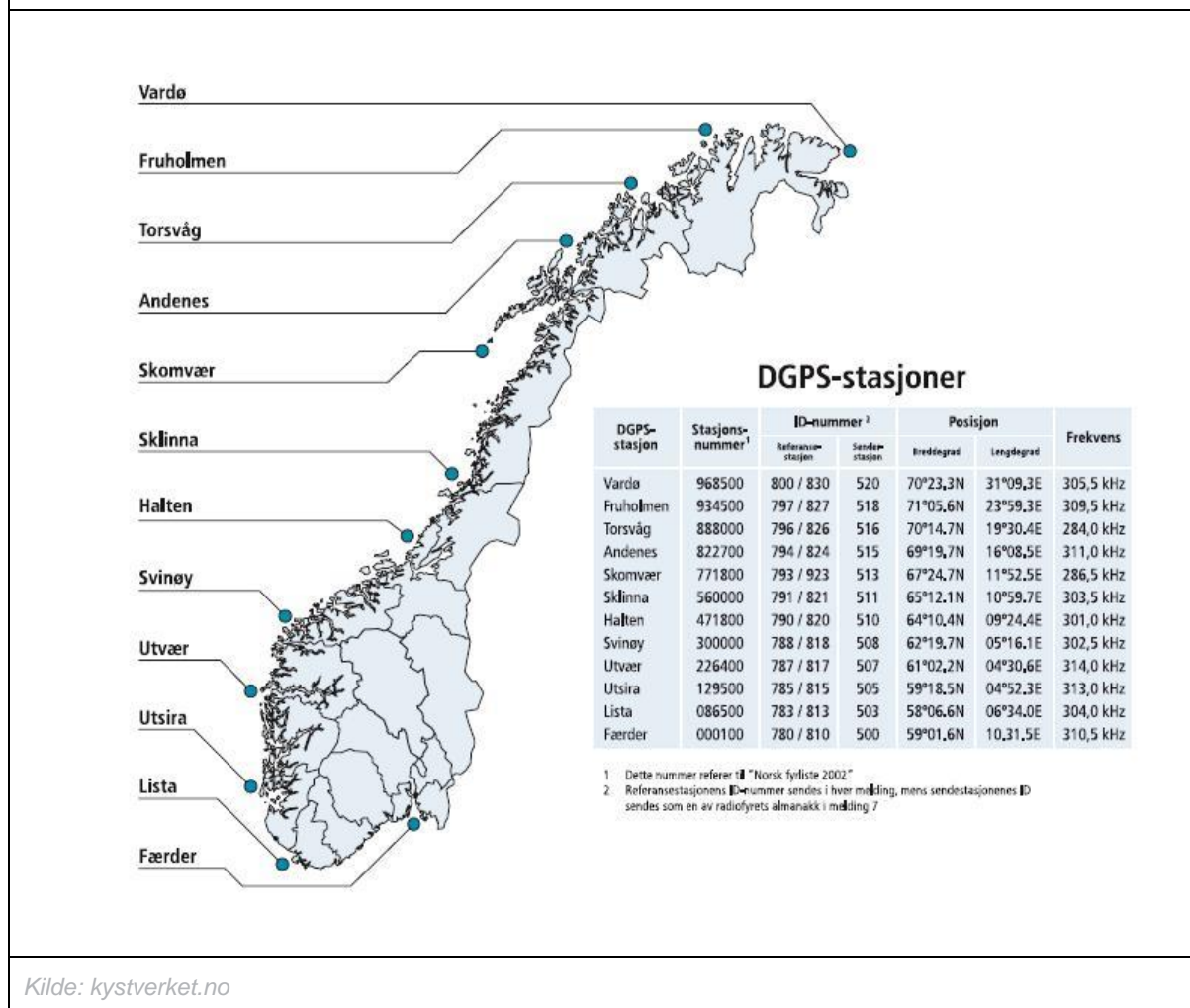
Nøyaktigheten på korreksjonene vil være avhengig av avstanden din til referansestasjonen, jo større avstand dess mindre nøyaktig. Dette er fordi referansestasjonene korrigerer et øyeblikksbilde av satellittbildet den ser. Hvis du er langt vekk fra referansestasjonen vil du ha andre ionosfæriske forhold, og et annet satellittbilde.

Distribusjonen av disse korreksjonene foregår ved hjelp av IALA DGPS beacons.

I Norge brukes de eksisterende maritime radiofyrene hvor korreksjonen blir modulert på bæreølgen. (MSK)

Frekvensområdet som skal benyttes i IALA systemet er fra 283.5kHz til 325kHz.

Figur 30: Norske IALA DGPS radiofyr.



Dekningen til disse radiofyrene vil variere avhengig av om det er dag eller natt. Siden distribusjonen foregår ved hjelp av radiofyr er det viktig å huske at dekingen vil variere etter atmosfæriske forhold, og at du kan være uten deking i fjordstrøk selv om du er forholdsvis nærme et radiofyr.

IALA systemet er også forholdsvis godt utbygd internasjonalt.

3.2.1.1 RTCM

RTCM SC-104 er det standardiserte overføringsformatet som IALA DGPS-systemet benytter seg av. Innenfor dette systemet er det flere forskjellige meldingstyper, som sender ulik informasjon. Meldingstype 9 er den typen som blir brukt for å sende differensielle korreksjoner og inneholder informasjon om:

- Satellittidentifikasjon
- PRC
- RRC
- Tid for oppdateringen

Det er også andre meldingstyper i samme RTCM-standard som blant annet sender informasjon om referansestasjonens helse, koordinater og eventuelle feil på stasjonen.

3.2.1.2 Viktig å huske på ved bruk av IALA DGPS

Korreksjonene du mottar er kun 100% nøyaktig på referansestasjonen.

Ionosfæreforsinkelsen som blir regnet ut av mottakeren på referansestasjonen vil være annerledes enn ionosfæreforsinkelsen ved din posisjon. Hvis du benytter deg av en to-frekvent mottaker vil den selv regne ut ionosfærefeilen. Ved bruk av IALA DGPS kan denne utregningen bli ekskludert og gi en feilkorreksjon.

En mottaker i DGPS modus kan forkaste satellitter.

Hvis du befinner deg på lang avstand fra referansestasjonen vil du ha et annet satellittbilde enn referansestasjonen. Da vil det være satellitter du ser og som ville bedret geometrien for deg som stasjonen ikke ser, og derfor ikke korrigerer. Disse vil bli ekskludert fra mottakeren din selv om de ville bidratt til en lavere HDOP verdi. Det samme gjelder for GLONASS-satellitter, disse vil bli ekskludert da de ikke blir korrigert i IALA DGPS-systemet.

Disse faktorene kan føre til dårligere nøyaktighet enn du ville fått i et ukorrigert system, men med tap av integritet og redundans.

3.3 SBAS (WADGPS)

3.3.1 Generelt

Satellite Based Augmentation Systems.

SBAS-systemer skiller seg fra IALA-systemet ved flere punkter:

- Bruker et referansestasjon-*nettverk*.
- Formidler korreksjoner ved hjelp av satellitt.
- Korrigerer hver satellitt for seg selv, ikke en spesifikk posisjonsfeil.

SBAS-systemer korrigerer for de samme feilene som IALA systemet, men på en mer avansert måte.

Ved å benytte seg av et referansestasjonsnettverk, hvor referansestasjonene sender data videre til et sentralt kontrollcenter som behandler informasjonen, kan hver enkelt satellitt sine feil behandles mer nøyaktig. Dette gjør at den enkelte satellitt sin korreksjon kan brukes over et mye større område enn ved bruk av IALA systemet.

Da disse korreksjonene blir distribuert ved hjelp av geostasjonære kommunikasjonssatellitter vil du kunne dekke store områder med forholdsvis få referansestasjoner.

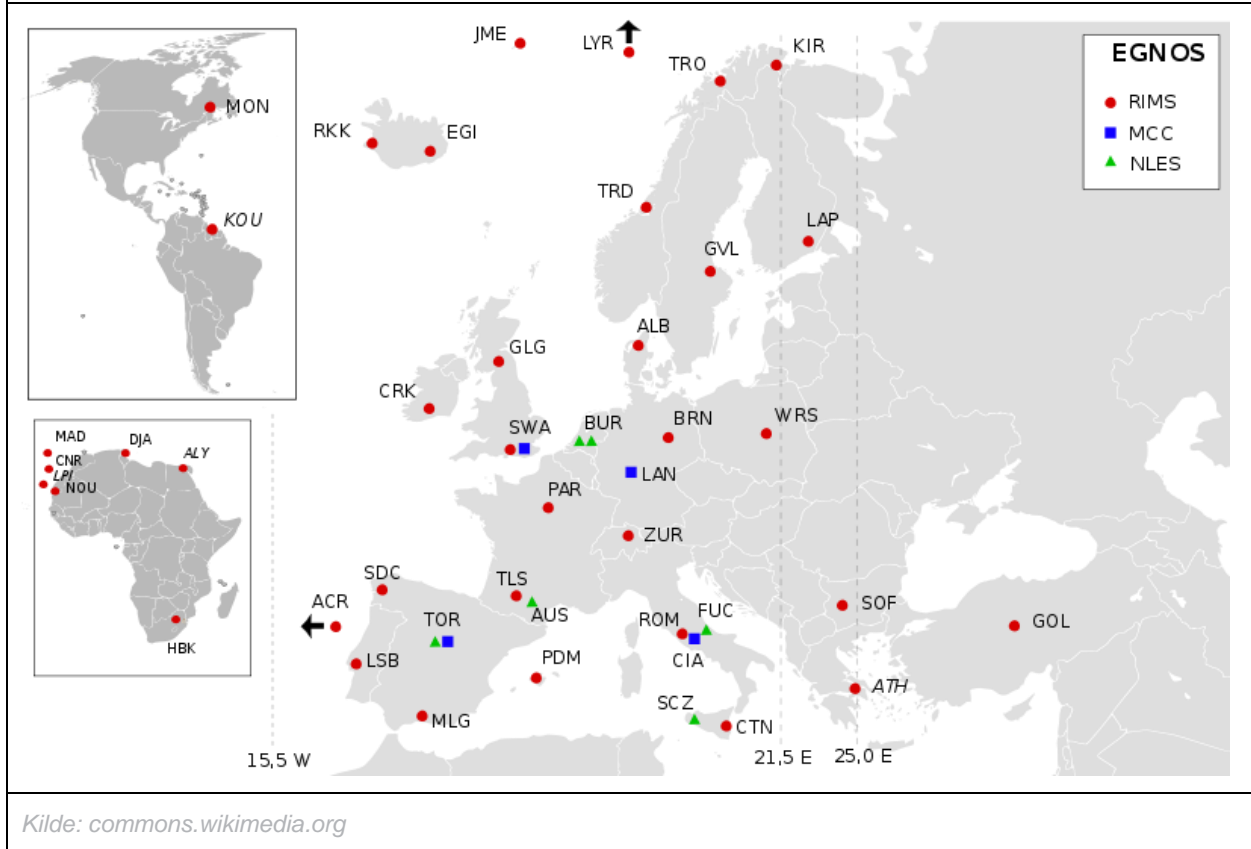
Feil som korrigeres i et SBAS-system.

- Ionosfæriske/Troposfæriske forsinkelser
- Banefeil
- Klokkefeil

De fleste moderne GNSS-mottakere er utstyrt med en to-frekvent mottaker. Du har da ikke behov for å motta en modell av ionosfæreforsinkelsen. I et SBAS-system vil du derfor få like god nøyaktighet ved kun å motta korreksjon for bane og klokke, hvis ikke bedre.

3.3.2 EGNOS

Figur 31: EGNOS bakkesegment



Over ser du et bilde av et SBAS-system, EGNOS. Det er dette systemet som er i bruk i Europa. Utviklet og bygd av ESA, kontrollert og driftet av European Comission gjennom ESSP.

De røde prikkene er RIMS, Ranging and Integrity Monitoring Stations, referansestasjonene. Det er disse som mottar signalet fra GPS og GLONASS, overvåker helsen til satellittene, for så å videregjøre data til kontrollsentrene.

De blå firkantene er kontrollsentrene, Master Control Center. Her utregnes korreksjonene for hver satellitt som er synlig for alle RIMS og videregjører de til satellittuplinkene. Vil også sende informasjon om satellittenes helse.

De grønne trekantene er uplink-stasjonene, Navigation Land Earth Station. Det er disse som sender korreksjonen opp til de geostasjonære satellittene. Sendingen av informasjon bli gjort på et signal som ligner det vanlige L1 GPS signalet, da kan den geostasjonære satellitten brukes av mottakeren som en ekstra stedlinje for å forbedre geometrien (DOP).

EGNOS benytter seg av fire geostasjonære satellitter

- AORE (15,5°W) – PRN kode 120
- IOR (64,5°E) – PRN kode 131
- EMEA (25,0°E) – PRN kode 126
- Artemis (21,5°E) – PRN kode 124 (Ut av EGNOS 18/11/13 080202UTC)

Hvilke satellitter som til enhver tid er i bruk, og hvilke som har planlagt nedetid, kan du sjekke ved å gå inn på følgende link:

http://egnos-user-support.essp-sas.eu/new_egnos_ops/?q=egnos_system_realtime

Disse satellittene benytter seg av en transponder som videresender signalet den får fra NLES.

Som du ser på bildet på forrige side, er det flere MCC og NLES stasjoner. Det er kun en MCC som er i bruk, en «master», hvor alle NLES får sin informasjon fra. De andre er der for å sikre redundans i systemet hvis en MCC skulle feile.

I likhet med IALA systemet sendes korreksjonsmeldingen i et RTCM-format.

Det finnes tilsvarende systemer globalt (WAAS, GAGAN etc.)

3.3.2.1 EGNOS nøyaktighet.

Nøyaktigheten som kan oppnås ved bruk av EGNOS er oppgitt til 3m med en sannsynlighet på 95% i det horisontale planet:

http://www.navipedia.net/index.php/EGNOS_Open_Service

3.3.2.2 Viktig å huske på ved bruk av EGNOS og lignende systemer.

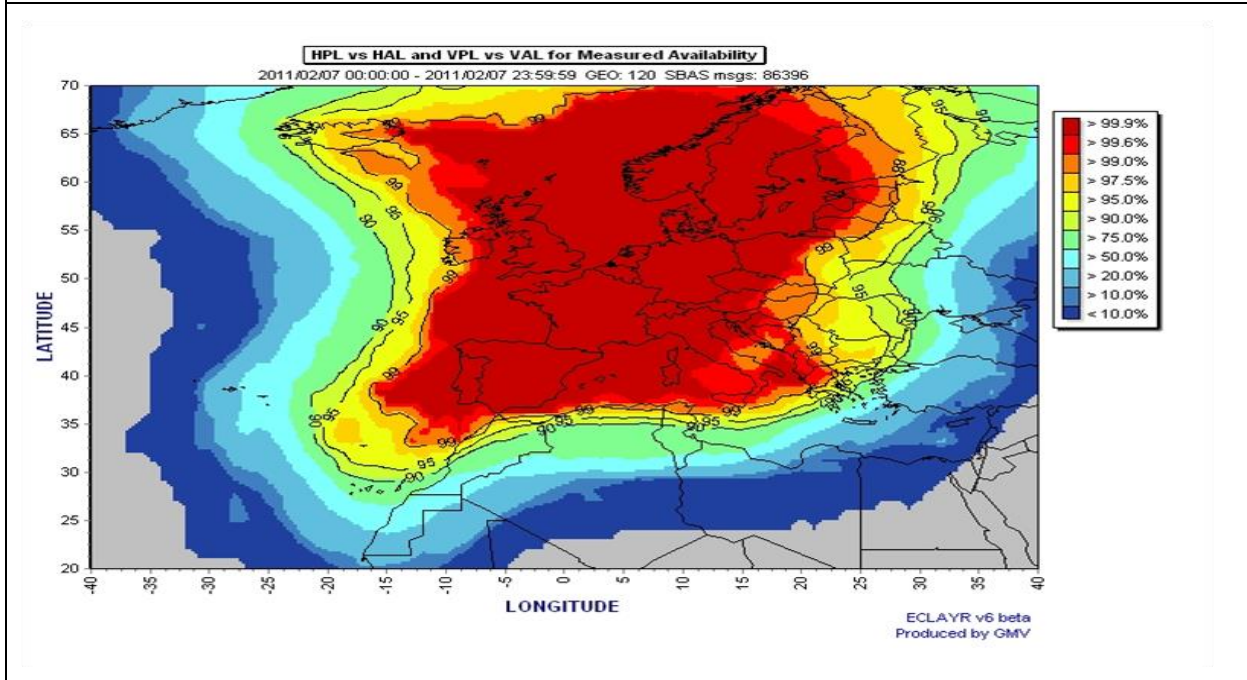
Ved bruk av EGNOS eller andre SBAS-systemer, vil mottakeren kun bruke satellitter som mottar korreksjonssignal. Det kan føre til at satellitter som vanligvis ville gitt deg en bedre satellittgeometri vil bli ekskludert fra systemet. Dette er mest aktuelt i utkanten av dekningsområdet til SBAS-systemet da du vil «se» andre satellitter som referansestasjonsnettverket ikke mottar signal fra.

Ved bruk av EGNOS på høye bredder vil en også kunne få problemer med å motta selve korreksjonssignalet fra den geostasjonære satellitten da den vil få en meget lav elevasjonsvinkel. Ved lav elevasjonsvinkel vil også signal-/støyforholdet øke da signalet har en lang vei å gå gjennom ionosfære og troposfære.

EGNOS-systemet ble utviklet med tanke på sivil luftfart. Systemet prioriterer derfor høye satellitter som vil gi en bedre vertikal geometri. Systemet kan derfor ekskludere satellitter med en lav elevasjonsvinkel, og et dårlig signal-/støyforhold, noe som ville gitt en bedre horisontal geometri.

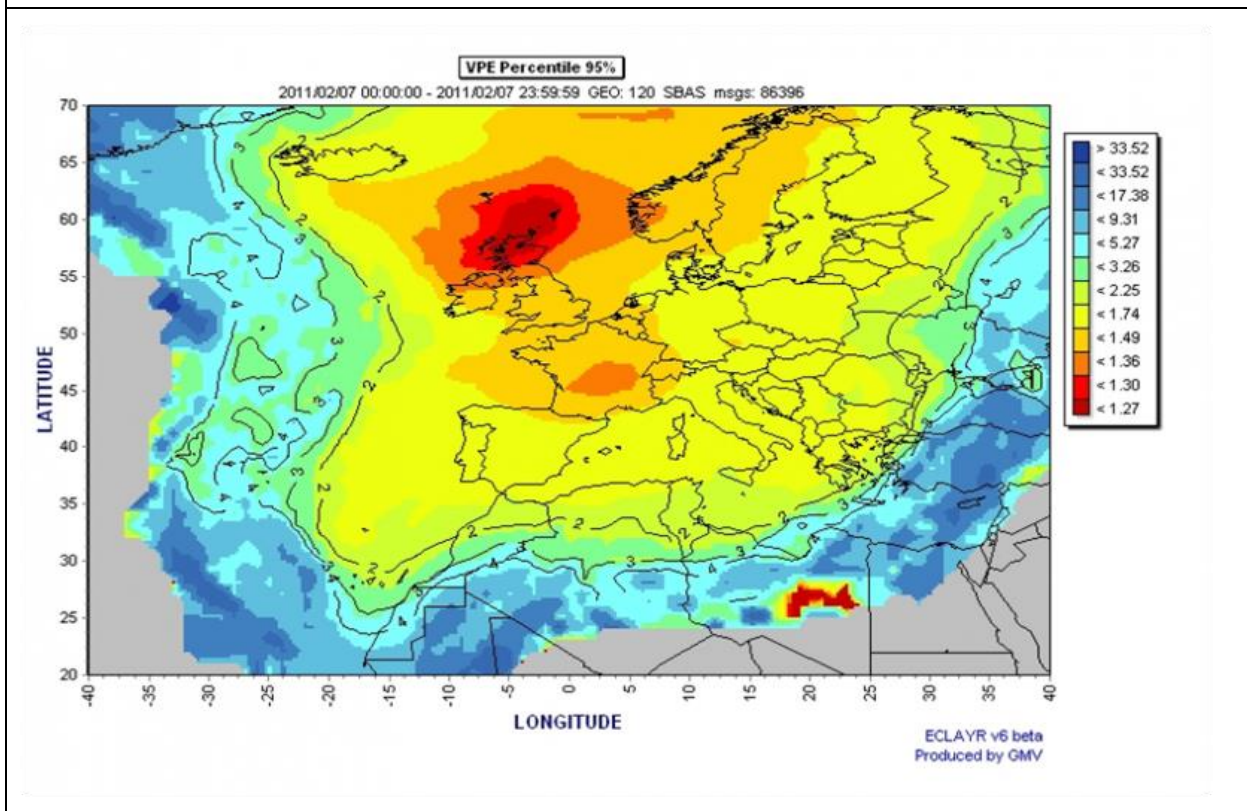
På neste side kan du se to bilder som illustrerer nøyaktigheten og tilgjengeligheten til EGNOS-systemet over en periode på 24 timer.

Figur 32: EGNOS tilgjengelighet 07.02.2011



Kilde: navipedia.net

Figur 33: EGNOS vertikal posisjonsnøyaktighet 07.02.2011



Kilde: navipedia.net

3.4 Private aktører

Det finnes flere private aktører som leverer tjenester rettet mot den maritime næringen. De største leverandørene er Fugro Seastar og Veripos.

3.4.1 Fugro Seastar.

Fugro leverer flere tjenester, der de viktigste for oss er:

- XP
 - GPS L1/L2
 - Tredjeparts referansestasjonsnettverk
- XP2
 - GPS L1/L2 – GLONASS L1/L2
 - Tredjeparts referansestasjonsnettverk
- G2
 - GPS L1/L2 – GLONASS L1/L2
 - Fugro sitt eget referansestasjonsnettverk
- G4
 - GPS L1/L2 – GLONASS L1/L2
 - Klargjort for bruk av Beidou og Galileo
 - Fugro sitt eget referansestasjonsnettverk

For å kunne motta korreksjonssignal fra Fugro Seastar kreves det en egen demodulator og et gyldig abonnement for de tjenestene en ønsker. Denne demodulatoren kan være «stand alone» koblet opp mot skipets mottaker, eller innebygd i mottakeren.

Det kreves også at mottakeren på skipet er to-frekvent da de ikke distribuerer korreksjon for ionosfære-/troposfærefeil.

Disse systemene er også satellittbaserte distribusjonssystemer, som i likhet med EGNOS bruker INMARSAT-satellitter til distribusjon av korreksjonene, men vil gi en bedre nøyaktighet enn de åpne tjenestene slik som EGNOS.

Dette er fordi de bruker en mer avansert måleteknikk, fasemåling, for å beregne bandedata og har i tillegg en bedre modell for beregning av klokkefeilen. Korreksjonene blir utregnet for den enkelte satellitt av et omfattende referansestasjonsnettverk og med distribusjonen via INMARSAT blir systemet globalt, forutsatt at operatøren stiller demodulatoren inn slik at den låser seg på aktuelle satellitter.

Disse tjenestene gir en nøyaktighet ned til desimeternivå.

For nordområdene, hvor elevasjonsvinkelen til den geostasjonære satellitten vil være veldig lav, har Fugro utviklet en antenne som skal kunne plukke opp signalet opp til 75°N.

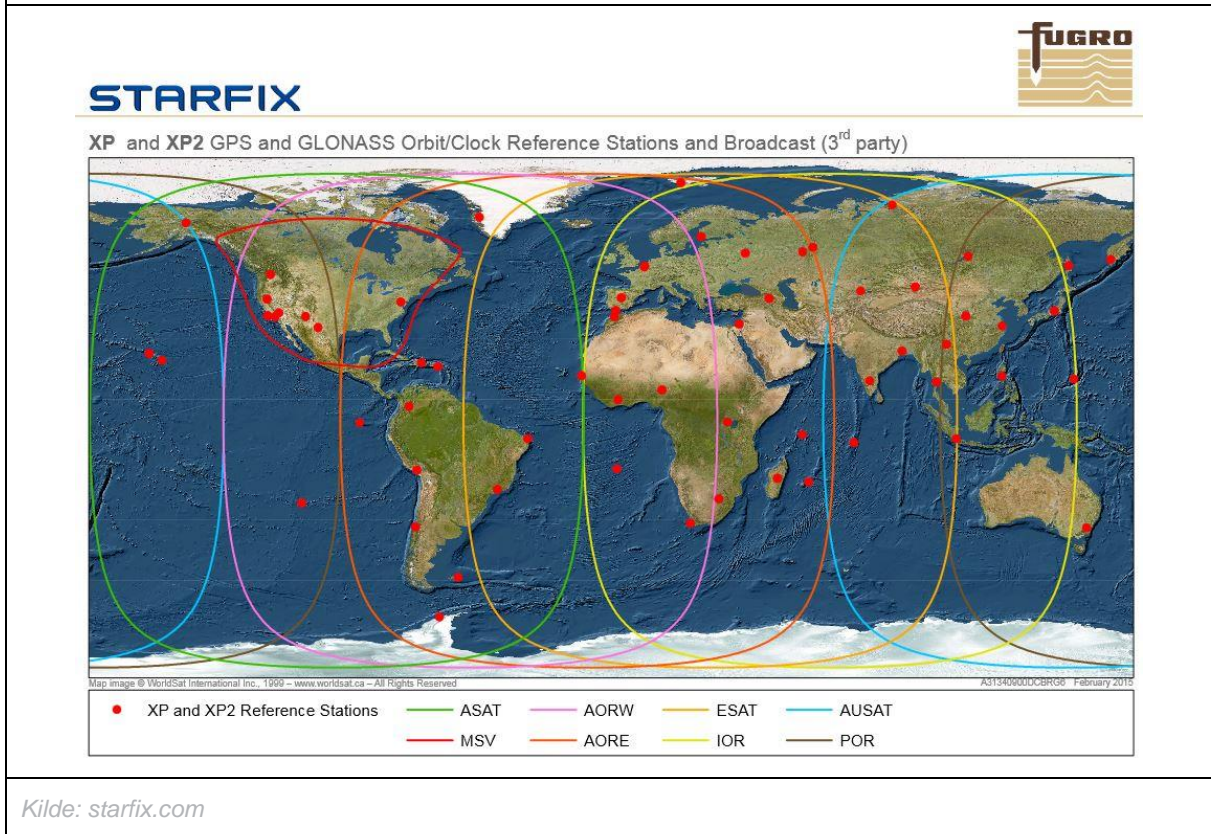
Denne antennen har typebetegnelsen AD-493.

Over 75°N vil de geostasjonære satellittene ikke lenger være synlig, men du kan fortsatt motta korreksjonssignal via internett. Dette er en tjeneste Fugro kaller NTRIP, og er tilgjengelig for alle brukere ved bruk av VSAT. I nordområdene krever denne tjenesten spesialbestilling da datamengden som skal overføres må overføres via Iridium-satellitter (lavpolare).

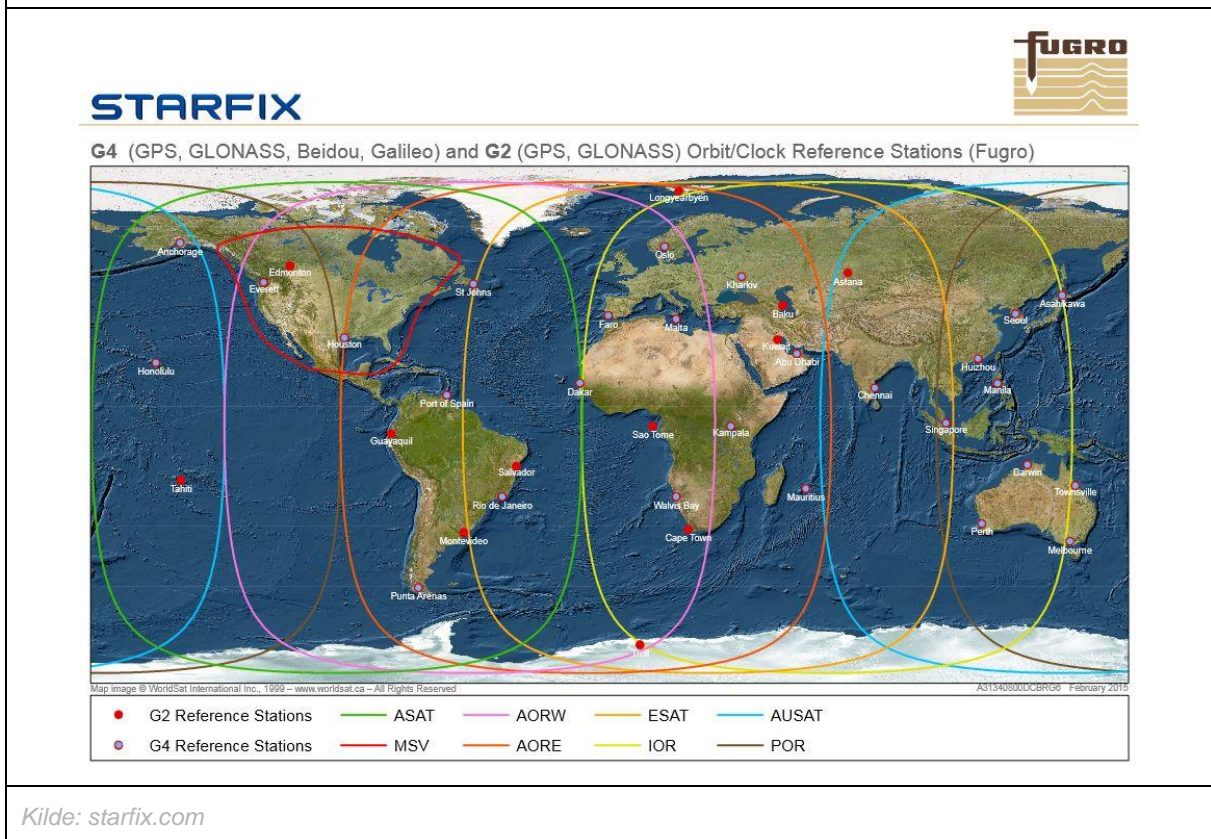
Dette må bestilles fra Fugro ved operasjoner nord for 75°N.

På neste side kan du se dekningsområdet av geostasjonære distribusjonssatellitter.

Figur 34: XP og XP2 referansestasjonsnettverk og dekningsområde



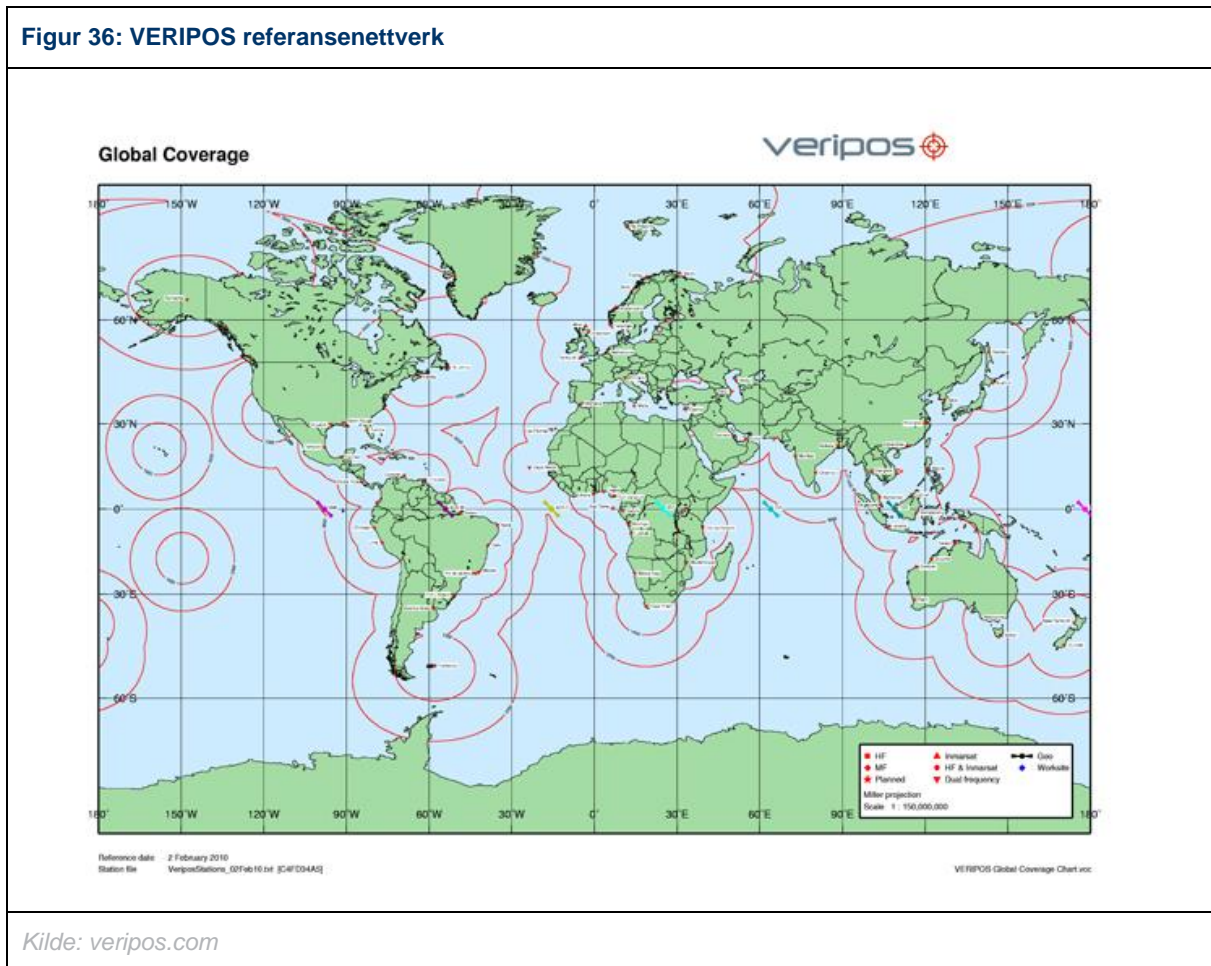
Figur 35: G4 og G2 referansestasjonsnettverk og dekningsområde



3.4.2 VERIPOS

I likhet med Fugro har VERIPOS bygget ut et nettverk av referansestasjoner som regner ut og distribuerer bane- og klokkefeil.

Figur 36: VERIPOS referansenettverk



Kilde: veripos.com

VERIPOS tilbyr følgende tjenester:

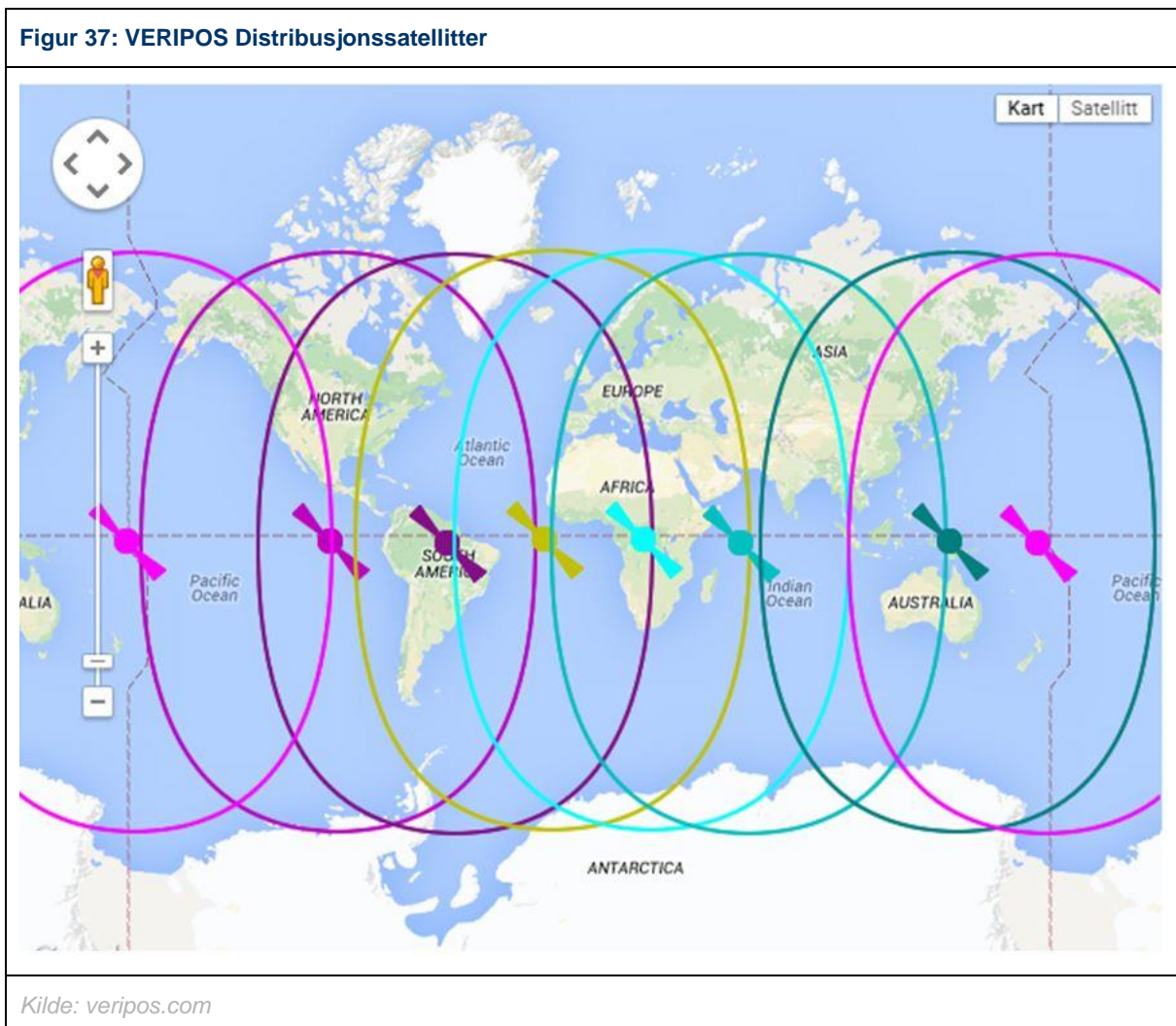
- APEX
 - GPS L1/L2
 - Eget referansenettverk
- ULTRA
 - GPS L1/L2
 - Eget referansenettverk
- STANDARD
 - GPS L1
 - Likt WADGPS i distribuering (dårligere nøyaktighet enn APEX & ULTRA)
- STANDARD 2
 - GPS L1
 - GLONASS L1
 - Likt WADGPS i distribuering
- APEX 2
 - GPS L1/L2
 - GLONASS L1/L2

- ULTRA 2
 - GPS L1/L2
 - GLONASS L1/L2
- AXIOM
 - Treghetsnavigasjonssystem

For APEX og ULTRA-systemene distribueres signalene via følgende kommunikasjonsatellitter:

- 98W
- AORW
- AORE
- 25E
- IOR
- 143.5E
- POR

Figur 37: VERIPOS Distribusjonssatellitter



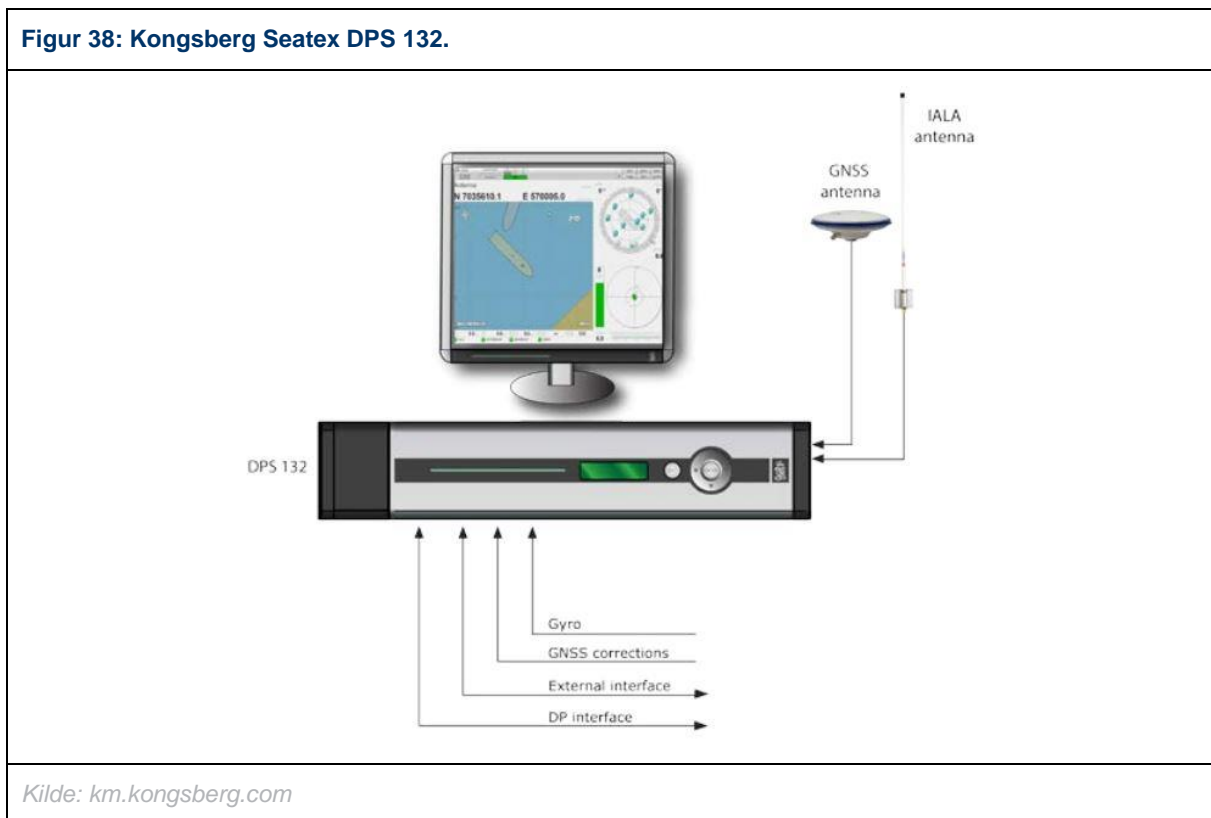
VERIPOS tilbyr egne mottakere for GNSS & DGNSs-signal:

- LD6
 - «All-in-one» mottaker
 - GPS & GLONASS L1/L2
 - DGNSs-mottaker/demodulator for VERIPOS' støttesystem på L-båndet
- LD5
 - Treghets- og attitudebasert posisjoneringssystem
- LD7
 - Trådløs
 - GPS & GLONASS L1/L2
 - DGNSs-mottaker/demodulator for VERIPOS' støttesystem på L-båndet

3.5 Utstyr om bord

Utstyret du bruker til posisjonering med DGNSs vil variere ettersom det er flere utstursprodusenter, men oppbygningen til disse systemene vil være forholdsvis like.

Figur 38: Kongsberg Seatex DPS 132.



Kilde: km.kongsberg.com

En GNSS-mottaker koblet opp mot en skjerm som gir deg bilde av GUI. Denne mottakeren vil få input fra forskjellige typer differensielle tjenester samt gyro. Mottakeren gir output i form av NMEA-telegram til DP-systemet om bord. Hva slags input mottakeren er i stand til å motta vil variere fra produsent til produsent og modell til modell. I den modellspeifikke manualen om bord vil du finne den informasjonen du trenger, om alt fra daglig drift, feilsøking, tekniske spesifikasjoner og oppbygning av systemet.

Et utdrag fra den tekniske spesifikasjonen til DPS 132 vil du finne på neste side.

Figur 39: Spesifikasjoner DPS132

PERFORMANCE High precision accuracy DGPS accuracy SBAS accuracy Velocity accuracy Output rate	10 cm, 95 % CEP < 1 m, 95 % CEP < 1 m, 95 % CEP < 0.05 m/s, 95 % CEP 1 Hz	DATA OUTPUTS Message formats Message types	NMEA 0183 v. 3.0, Proprietary ABBDP, DPGGA, DTM, GBS, GGA, GLL, GNS, GRS, GSA, GST, GSV, RMC, VBW, VTG, ZDA
<i>All accuracy specifications are based on real-life tests conducted in the North Sea under various conditions. Operation in other locations under different conditions may produce different results.</i>		DATA INPUTS DGPS corrections Gyro compass	RTCM-SC104 ver. 2.2, 2.3, 3.0, 3.1, Seastar XP NMEA 0183 HEHDT, HEHRC and Robertson LR22 BCD format
INTERFACES Serial ports Ethernet/LAN USB	8 isolated ports, 6 configurable between RS-232 and RS-422 4 3		

Kilde: km.kongsberg.com

I den tekniske spesifikasjonen til systemet ditt vil du kunne finne mye nyttig informasjon.

I utdraget over ser du blant annet informasjon om hva slags nøyaktighet du kan forvente deg av GNSS-mottakeren, oppdateringsraten ut til DP-systemet, hva slags korreksjonsmeldinger den er i stand til å motta og hva slags NMEA-telegram den kan sende til DP-systemet ditt.

3.6 Bruk av DGNSS i DP-operasjoner.

3.6.1 Redundans på eget system

Sørg for å ha redundans på ditt eget system, et skip med DP 2 vil være utstyrt med to uavhengige mottakere/demulatorer. Hvis begge mottar korreksjon fra samme kilde/system vil de samme feilene kunne oppstå samtidig.

Hvis det ene systemet for eksempel er satt opp til å motta korreksjoner fra Fugro sin G2-tjeneste via AORE-satellitten, mens det andre er satt opp til å motta korreksjoner fra Fugro sin XP/XP2 tjeneste via IOR-satellitten vil du få redundans i både distribusjonssignalet og referansestasjonsnettverket.

3.6.2 Maskevinkler og sektorskygge

Ved arbeid på nordsiden av plattformer kan GNSS-satellittene bli gjemt bak konstruksjoner, noe som kan føre til dårlig satellittgeometri og tap av posisjon i ekstreme tilfeller. Maskevinkelen på mottakeren kan også stilles lavere slik at du vil benytte deg av forholdsvis lave satellitter for å oppnå god geometri. OBS! signal-/støyforhold og i mellomliggende konstruksjoner.

Ved planlegging av operasjoner som stiller høye krav til nøyaktighet og integritet kan det være lurt å benytte seg av et program som viser hvordan satellittbildet vil forandre seg over tid. Da vil du være forberedt på at du kan få en høy HDOP i løpet av tidsperioden og ta et kvalifisert valg om du ønsker å legge inne en pause i operasjonen hvis det lar seg gjøre.

Du vil også se hva slags distribusjonssatellitt du bør benytte deg av under operasjonen ved å se hva slags azimuth de forskjellige geostasjonære satellittene vil ha i forhold til for eksempel konstruksjoner.

3.6.3 Antenneplassering

Unngå å montere ekstra antenner og andre «lure» løsninger i nærheten av GNSS-antennen, dette kan føre til forstyrrelser av signalet og gi en dårlig SNR. Multipath kan også bli verre hvis noe som kan reflektere GNSS-signalet blir plassert nærme antennen.

3.6.4 Koblinger

Gjør deg kjent med tilkoblingene både på mottaker og DP-systemet.

Tenk deg situasjonen: I løpet av en operasjon går alarmen på DP-systemet ditt, DP'en mottar ikke posisjonsløsning fra DGNSS1. Du ser opp på GUI for DGNSS1 og ser at EPE er 0,7m DQI er 8 og HDOP er 0,9. Her *KAN* feilen være så enkel som at kontakten fra DGNSS-mottakeren til DP-computeren er løs, hvis du er godt kjent med begge systemene vil du enkelt kunne sjekke om det er her feilen ligger og eventuelt utbedre feilen raskt.

3.6.5 Ionosfæriske forhold / Scintillasjon

Som tidligere nevnt vil ionosfæriske forhold påvirke ytelsen til GNSS-systemene, da spesielt TEC-nivå i ionosfæren (Total Electron Count), det kan derfor være lurt å se på «værmeldingen» for TEC-nivået i den tidsperioden du skal utføre en operasjon.

Scintillasjon er utløsning av plasma i ionosfæren og vil påvirke SNR for signalet som skal gjennom området med scintillasjonen. Dette fenomenet kan være ganske lokalt. Du kan finne lignende værmeldinger for scintillasjon som for TEC på nett.

3.6.6 Eksterne hjelpemidler

Trimble, en produsent av GNSS-mottakere, har på sine nettsider en «GNSS planning tool». Denne kan brukes for å se hvordan satellittene vil stå på himmelen over en periode på 24 timer. Hva slags DOP-verdier du kan forvente i din posisjon og hva slags satellitter som er ute av drift for øyeblikket.

Her kan du også se «værmeldingen» for ionosfæren, både for TEC-nivå og scintillasjon:

<http://www.trimble.com/gnssplanningonline/>

Fugro har utviklet en app for android operativsystemer, Fugro Beams, som ut ifra din posisjon viser azimuth og elevasjon til de forskjellige geostasjonære distribusjonssatellittene. Appen inneholder også en enkel brukermanual for hvordan du skifter distribusjonssatellitt for flere typer Fugro Seastar demodulatorer.

Appen er gratis å laste ned og bruke, søk på Fugro i Google Play.



DEL 3

**KORTDISTANSE-
SYSTEMER**



**MARITIME
OPERATIONS**

Aalesund University College

Kapittel 1 Kortdistansesystem

1.1 Innledning

I denne modulen vil vi ta for oss de mest brukte kortdistansesystemene som benyttes i DP-operasjoner. Vi vil se litt på bakgrunn for systemene, gå mer i dybden på spesifikasjoner og prinsipper for hvert enkelt system, samt gjennomgang av daglig operasjon av systemene og hvordan forholde seg til de mest kjente feilkildene. Vi vil gjennomgå følgende systemer: RADIUS, RadaScan, Fanbeam og CyScan. Vi vil også se litt på nyere systemer som Kongsberg SpotTrack.

1.1.1 Hvorfor kortdistansesystemer?

I tillegg til de kjente langtrekkende navigasjonssystemene, finnes en lang rekke kort- og mellomdistansesystemer med god nøyaktighet, vanligvis bedre enn 5 meter. Systemene har i stor utstrekning vært operert av selskaper med store krav til nøyaktighet, eksempelvis innenfor kartlegging og offshore-operasjoner.

For operasjoner i DP-klasse 2 og 3 anbefaler IMO at man skal ha minst tre uavhengige posisjoneringssystemer tilgjengelig. Klaseselskapene som i praksis setter premissene, forlanger tre systemer hvor det ene skal være uavhengig av de to andre. I praksis har dette medført at det ofte benyttes to DGPS-systemer og et annet system, da oftest et kortdistansesystem som vi vil gå videre inn på her.

Presisjon er oppnådd ved å benytte høy frekvens og optimalisere stasjonsgeometri. På grunn av den høye frekvensen er rekkevidden ofte begrenset til synsvidden «line of sight».

1.1.2 Relativ vs. global posisjonering, en liten advarsel

Relativ posisjonering kan i mange tilfeller være beste metoden for posisjonering når skipet ligger på DP. Eksempel på dette kan være bøyelasting, ROV-operasjoner og operasjoner langs en rigg. Som beskrevet tidligere er det krav om flere uavhengige posisjonsreferansesystemer under slike operasjoner. Man må i slike situasjoner være særs aktsom når man benytter en blanding av lokale og globale systemer. Spesielt farlig kan det være å benytte to DGPS-mottagere og et relativt system (Fanbeam, RADIUS, etc). Dette vil vi vise ved et eksempel på neste side.

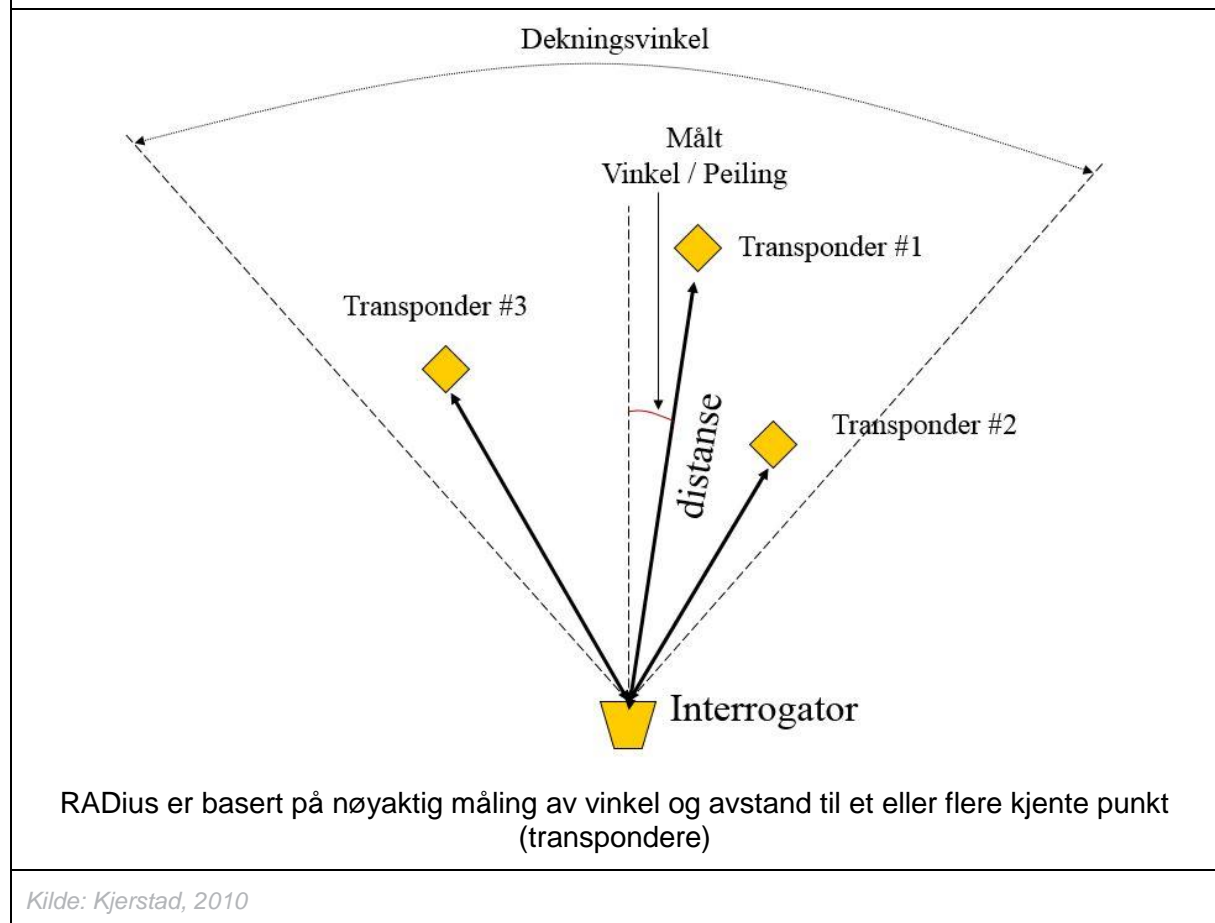
Eksempel:

Vi tenker oss en situasjon hvor et fartøy skal ligge på DP inntil en oppankret rigg på dypt vann, for eksempel Snorre-plattformen i Nordsjøen. DP-anlegget har 2 DGPS-system og en Fanbeam som referanse og er utstyrt i henhold til kravet fra klasseselskapet. Den flytende plattformen utsettes for vind og strøm og vil derfor kunne drive en del meter mot fartøyet. Fanbeam som er det relative systemet vil registrere at avstanden brått minker. DGPS-systemet som er et globalt system har naturligvis ikke mulighet til å registrere dette. Derfor vil flertallet av sensorene være stabile og DP-systemet vil kunne ekskludere Fanbeam som i dette tilfellet bidrar med de viktigste målingene. Sammenstøt kan være utfallet. For at en slik situasjon skulle være trygg burde man ha to relative systemer, for eksempel Fanbeam og RADIUS i tillegg til DGPS.

1.2 RADIUS

Som følge av et stort behov for å tilfredsstille kravet om minst 3 uavhengige posisjonsreferansesystemer for DP klasse 2 og 3 operasjoner, lanserte Kongsberg Seatex i 2004 et fundamentalt nytt mikrobølgesystem. Systemet er basert på måling av peiling og avstand til passive transpondere som er montert i kjente posisjoner, for eksempel på en plattform eller produksjonsskip. (Figur 40)

Figur 40: Eksempel på oppsett

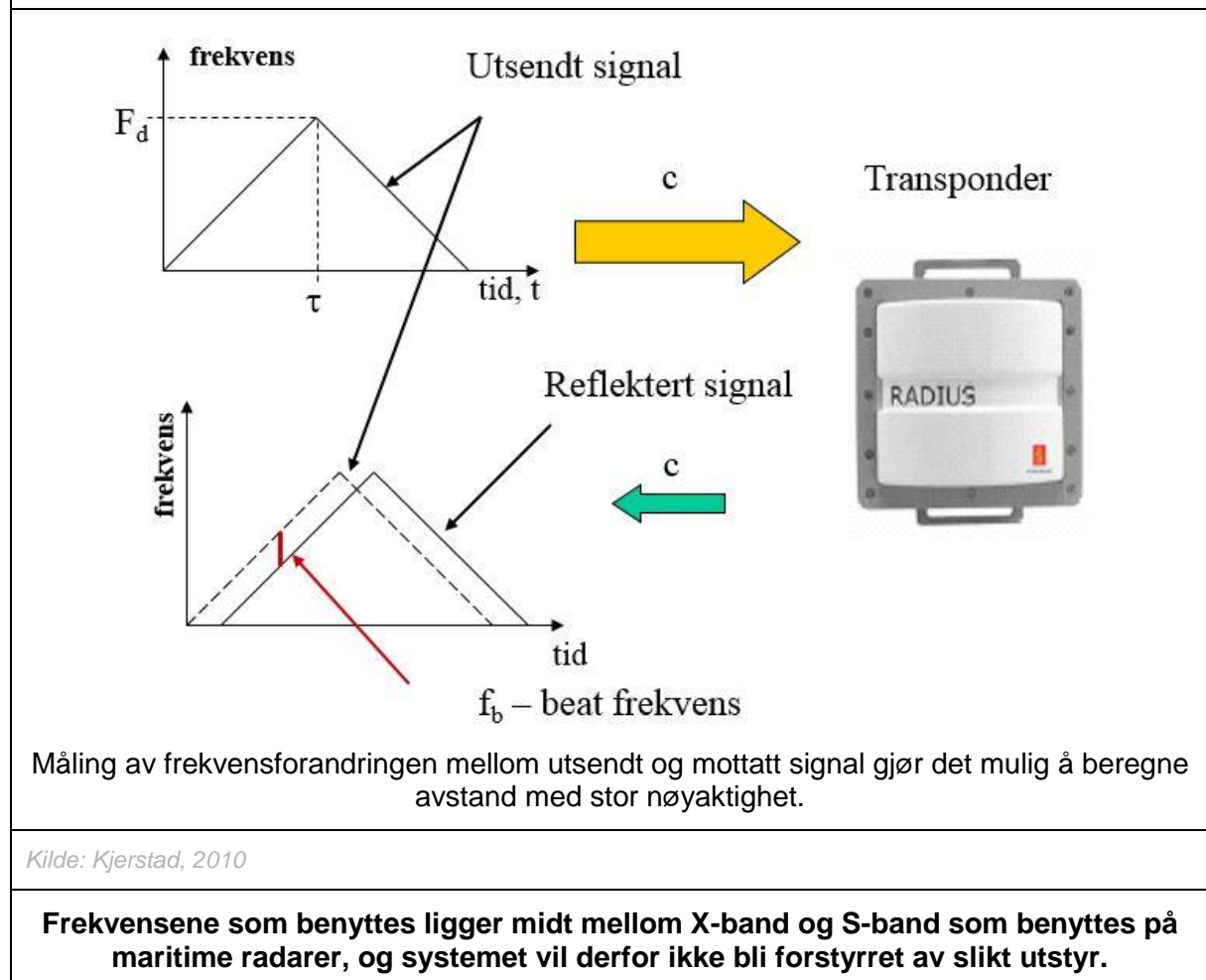


1.2.1 Måleprinsipp

Avstandsmålingen i RADIUS er basert på samme prinsipp som frekvensmodulert radar (CW/FM). CW (Continuous Wave) eller FM (Frequency Modulation), eller FMCW, er en teknikk som benyttes i radarer hvor man kontinuerlig sender ut effekt. Ved at det sendes ut kontinuerlige radiobølger, kreves det langt mindre effekt, hvilket også gjør det mulig å benytte halvleder-basert (solid state) senderkomponenter uten magnetron. Altså er senderkomponentene uten bevegelige deler.

Ved å sende ut en mikrobølge som varierer frekvens mellom 5.51 og 5.61 GHz, etter et kjent mønster, vil man kunne beregne avstanden og hastighet som en funksjon av frekvensforandringen mellom utsendt og mottatt signal, slik vist på figur 41.

Figur 41: RADIUS Måleprinsipp



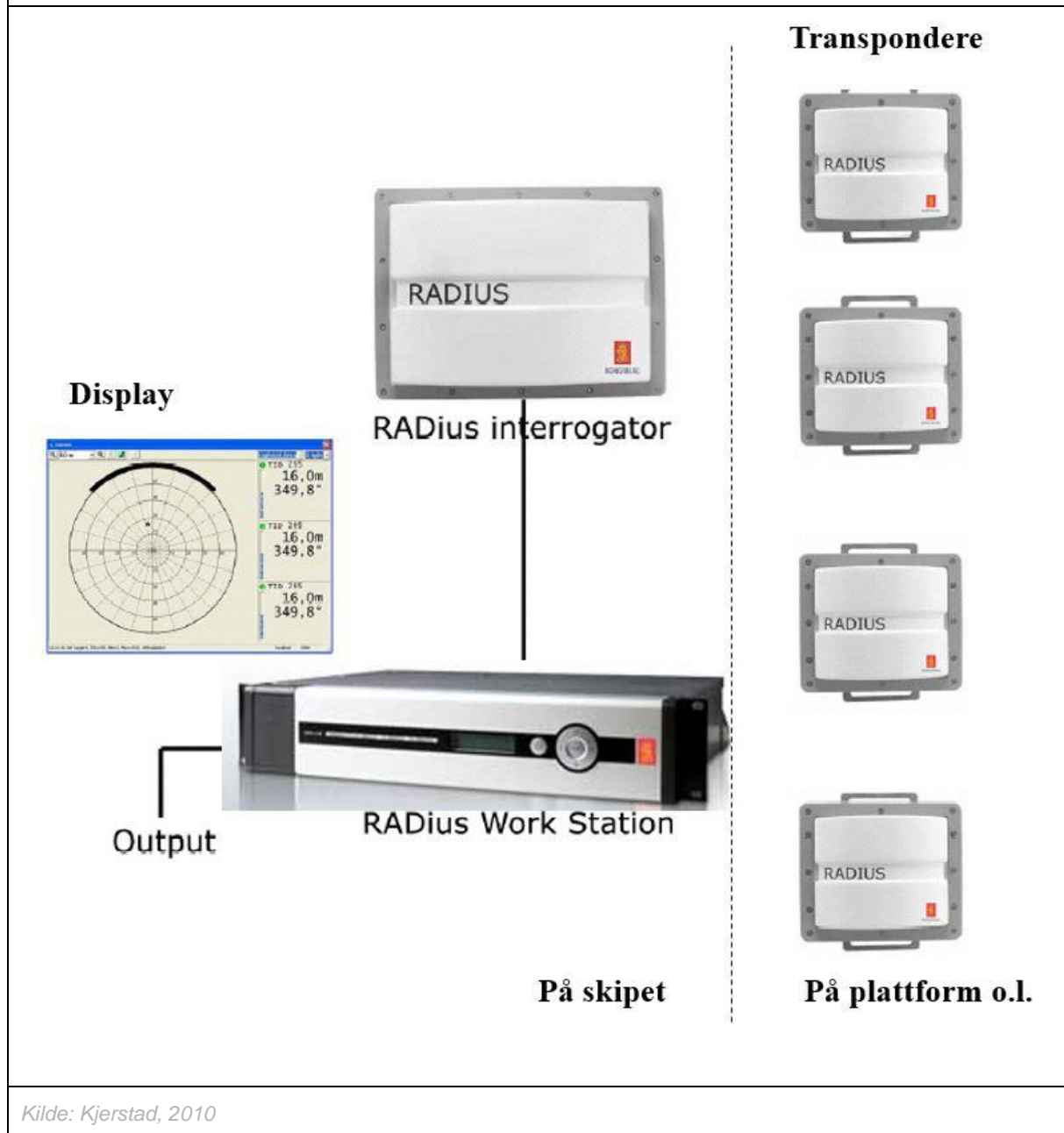
Vinkelmålinger er basert på måling av faseforskjell på innkommende signal mellom to antenneelementer i senderenheten (interrogator). Prinsippet kalles ofte «interferometri» og kan sammenlignes med prinsippet for satellittkompas.

Senderen sender ut signalet i en sektor på ca. 90° og får da svar fra transpondere innen rekkevidde. Hver transponder aktiveres av energien i bølgen som sendes ut fra interrogatoren og vil «svare» med en unik ID (typisk 160, 170, ..., 240).

Prinsippet gjør det mulig for flere skip å benytte flere transpondere samtidig. På korte avstander vil sektoren til interrogator være ca. 120° (+/- 60°).

Siden ingen deler av anlegget har bevegelige deler er systemet meget robust og trenger minimalt med vedlikehold. Et typisk anlegg vil bestå av en til fire transpondere, en interrogator (senderantenne), en PC og et display slik vist på figur 42. Ønsker man å øke arbeidsvinkelen på systemet kan man øke antall interrogatorer, som altså hver dekker en sektor på ca. 90°.

Figur 42: Forskjellige enheter i RADIUS-systemet



1.2.2 Nøyaktighet

Nøyaktigheten vil her, som på alle andre systemer som måler vinkel, være avhengig av avstanden. Systemet er konstruert for å benyttes på avstander opp til 1000m. Nøyaktigheten er oppgitt til følgende:

Tabell 5: Nøyaktighet på RADIUS

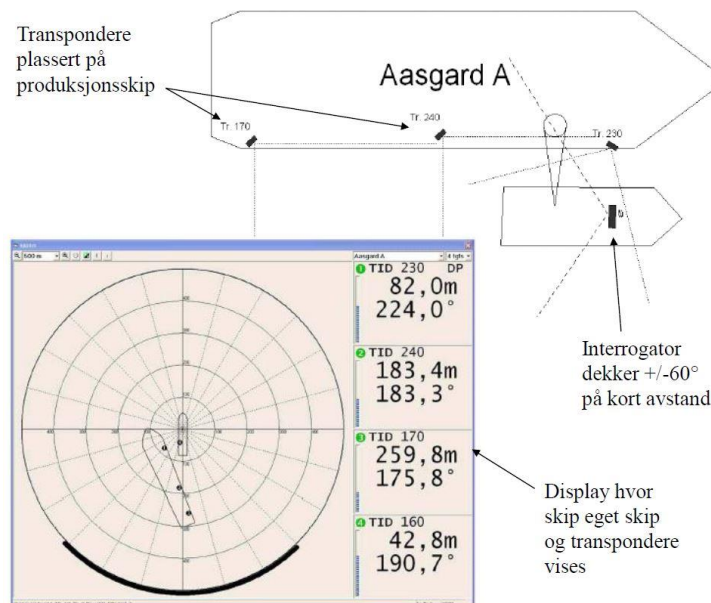
Modus	Avstand	Nøyaktighet
Acquisition	500 – 1100 m	Noen få meter
Tracking	200 – 600 m	1 m
Precision	0 – 200 m	< 1 m

For bruk under DP-operasjoner er range oppgitt til 550m

Kilde: Kjerstad, 2010

RADIUS er altså et nøyaktig og fleksibelt system som kan anvendes på mange forskjellige områder med dynamisk posisjonering, samt følgning av tauet seismisk utstyr (gun-tracking). På figur 43 er det vist en typisk operasjon hvor man har plassert 3 transpondere på et produksjonsskip, og hvor et servicefartøy ligger på DP langs siden. Operatøren vil da ha informasjon om peiling og avstand til hver av transponderne, samt grafisk bilde av skipene i et polart plottebilde på et eget display.

Figur 43: Eksempel på bruk av RADIUS under DP-operasjon langs et produksjonsskip

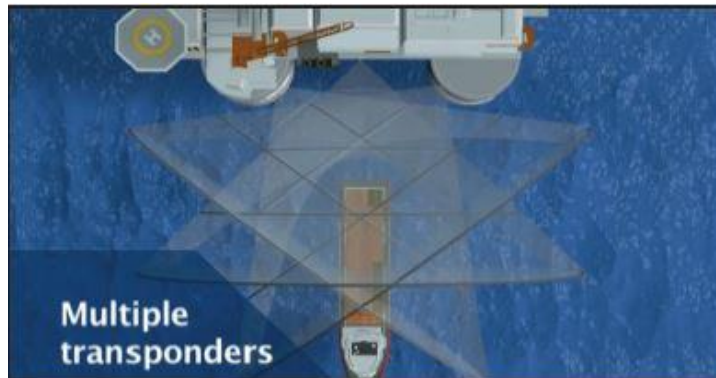


Kilde: Kjerstad, 2010

1.2.3 Fordeler og funksjoner

Vi vil nå se på noen av de viktigste fordelene og funksjonene med RADIUS-systemet

Figur 44: Fordeler og funksjoner ved RADIUS



RADIUS kan følge opp til 5 transpondere samtidig, noe som øker robustheten, nøyaktigheten og integriteten til systemet betraktelig.



Selv om RADIUS kan følge opp til 5 transpondere samtidig, er systemet fullt operasjonelt selv om bare 1 transponder følges.



Systemet er designet for flerbrukermodus, noe som betyr at flere fartøy kan følge de samme transponderne samtidig.

Kilde: km.kongsberg.com

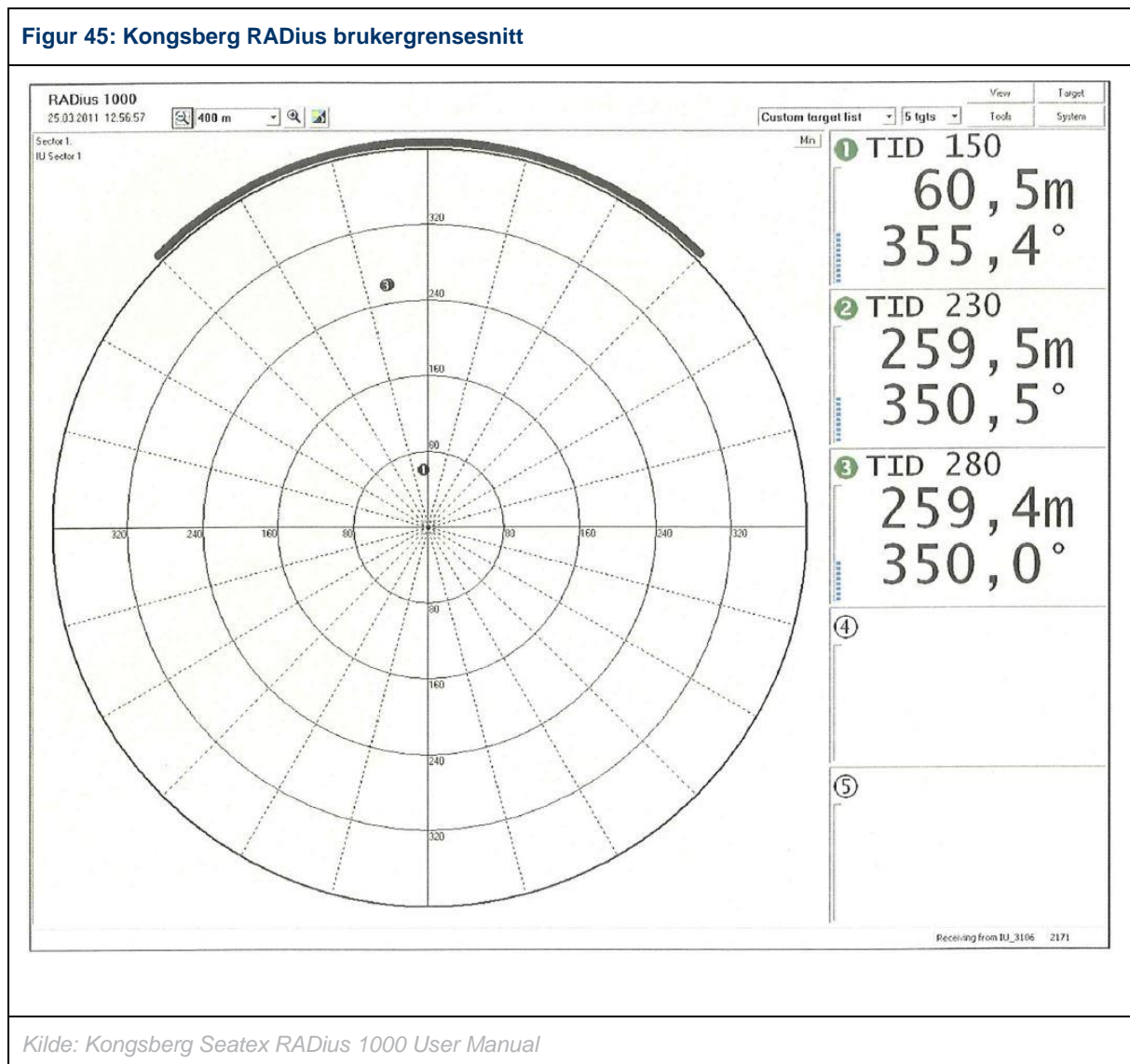
Andre fordeler ved systemet som er verdt å nevne:

- **Solid State** – systemet har ingen bevegelige deler, noe som gjør systemet enkelt å vedlikeholde.
- **Kan brukes under alle typer værforhold** – systemet er veldig lite påvirket av værforhold og sikt, noe et laserbasert system vil være. Systemet er også designet for å kunne brukes i ekstrem kulde, ned mot -40°C .
- **Bred operasjonsvinkel** – senderenheten har en utstrålingsvinkel på 90° (45° til begge sider) både horisontalt og vertikalt, noe som gir et veldig godt dekningsområde selv om fartøyet ligger nært objektet.

1.2.4 Brukergrensesnitt

1.2.4.1 Oversikt

Figur 45: Kongsberg RADius brukergrensesnitt



1.2.4.2 Polar plot

Polarplottet er plassert på venstre side av skjermen og viser plasseringen til synlige transpondere og gjeldende operasjonssektor for interrogatoren.

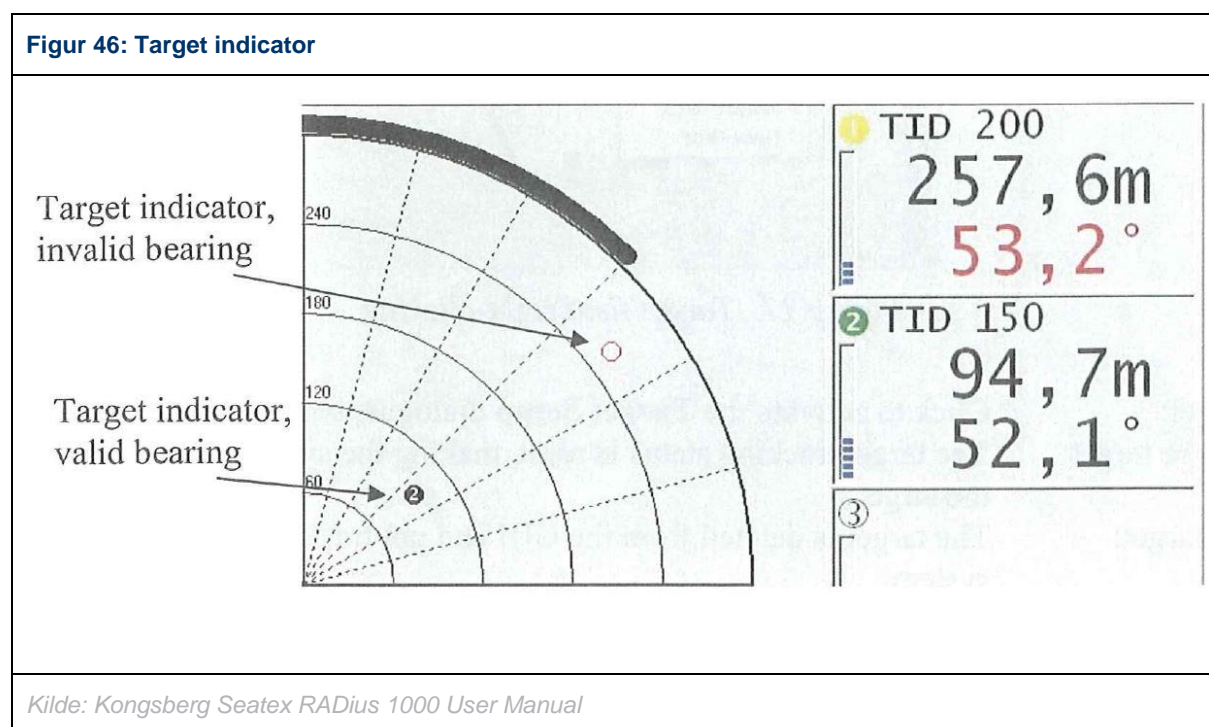
Vertikal retning oppover i polarplottet korresponderer med baugen på fartøyet.

Gjeldende operasjonssektor for interrogator er indikert med en sort bue.

Sektordiagrammet er delt inn i sektorer på 15°. Sirklene indikerer distansen fra interrogator. Avstandsskalaen kan endres ved hjelp av zoom-funksjonen. (Beskrives senere)

Target indicator

Hvert enkelt target er i polarplottet indikert ved en nummerert sort sirkel, indikatoren. Når peilingen blir ugyldig, vil indikatoren endres til en rød sirkel. Indikatoren vil fortsatt benytte siste gyldige peiling, men vil bevege seg i en rett linje korresponderende med avstanden til transponderen.



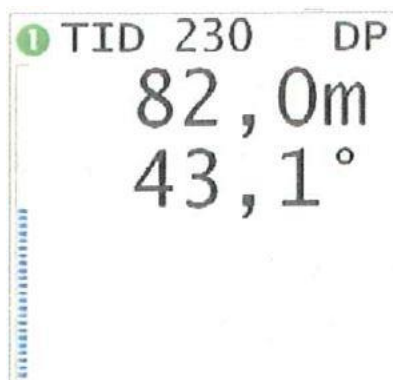
1.2.4.3 List of targets

Denne oversikten over valgte targets er plassert på høyre side av skjermen. Denne listen viser verdifull informasjon om hvert enkelt target.

Targetlisten kan vise opp til 5 targets samtidig. Hvert enkelt targetvindu viser følgende informasjon:

Figur 47: List of targets

- Targetnummer
- Transponder identity (TID)
- Avstand til target
- Peiling til target
- Signalstyrke (side stolpe)
- DP output indikator
- **Grønn**: Target blir fulgt, god signalkvalitet
- **Gul**: Target blir fulgt, dårlig signalkvalitet
- **Grå**: Target blir ikke fulgt

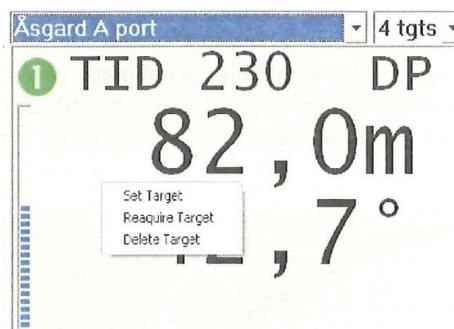


Når peilingsmålingen ikke lenger er gyldig, vil siste gyldige peiling vises med rød skrift. Ved å høyreklikke i et targetvindu, vil du få opp tre menyvalg:

Set target: Trykk for å komme til «Target Setup»

Reacquire target: Målets tracking status blir nullstilt og systemet vil søke opp target på nytt.

Delete target: Target blir slettet fra grensesnittet og ikke lenger fulgt av systemet.

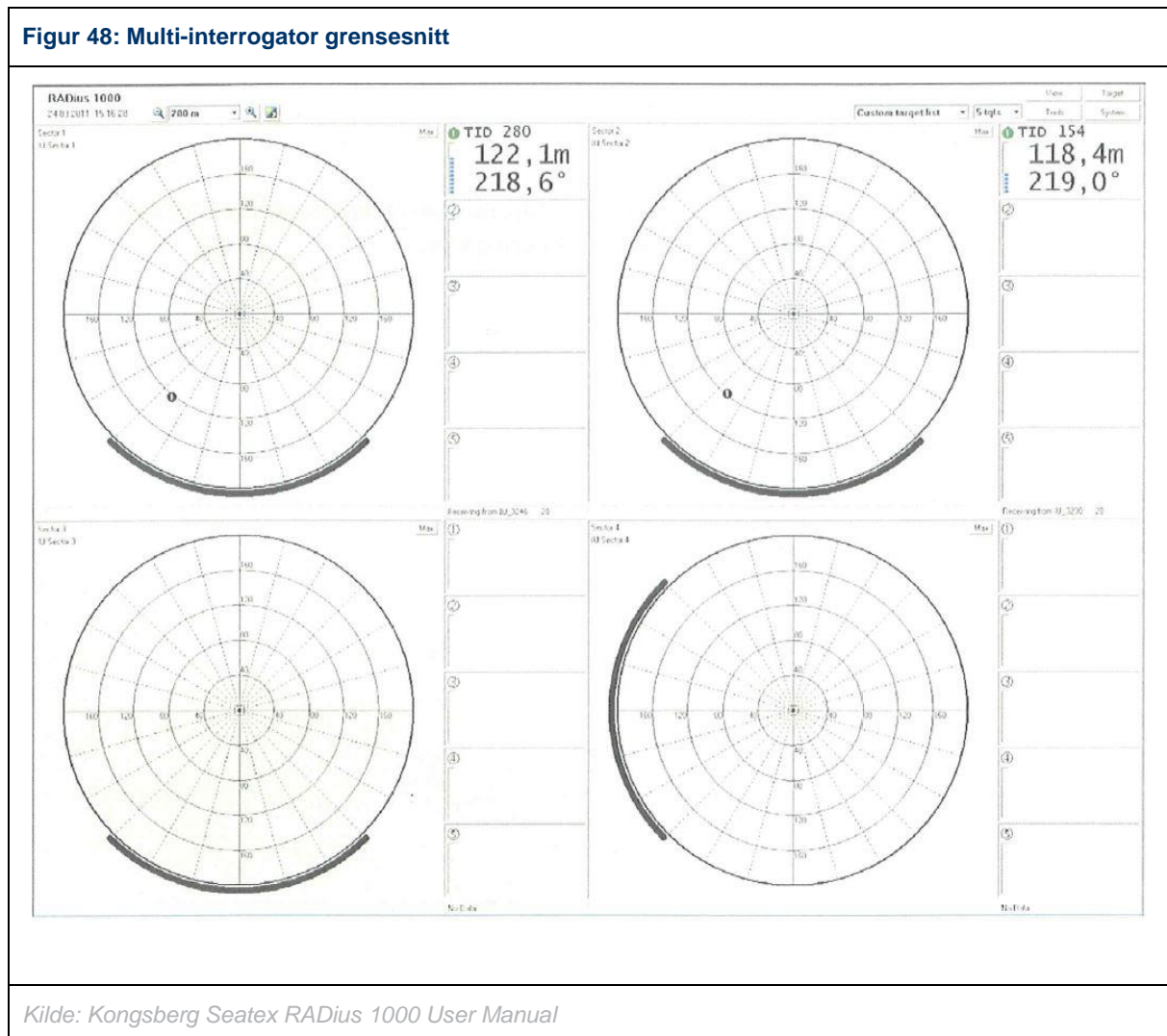


Kilde: Kongsberg Seatex RADius 1000 User Manual

1.2.4.4 Multi-Interrogator grensesnitt

Når flere enn 1 interrogator er koblet til systemet, kan man benytte seg av multi-interrogator grensesnittet. Dette grensesnittet viser et polarplott for opp til 4 interrogatorer. Enbrukervinduet er det som vises som standard når systemet startes. Trykk «Min»-knappen eller dobbelklikk i polarplottet for å vise multi-interrogatorvinduet. Trykk «Max»-knappen eller dobbelklikk i polarplottet for å komme tilbake til enbrukervinduet.

Figur 48: Multi-interrogator grensesnitt



Kilde: Kongsberg Seatex RADius 1000 User Manual

1.2.5 Interrogator og transpondere

Dagens RADIUS-system består av 1 type senderenhet (interrogator), RADIUS 1000 og et noe større utvalg av mottakerenheter (transponder).

1.2.5.1 Interrogator

Interrogator er senderenheten som sender radiobølgesignalet fra fartøyet mot en eller flere transpondere på for eksempel en oljeplattform, før den mottar det reflekterte signalet fra transponder og sender signalet videre ned til operatørenheten. På vanlige offshorefartøyer er det vanlig med 1-2 slike interrogatorer for å dekke relevant område, men det er mulig å montere flere interrogatorer for å oppnå et dekningsområde på 360°.

Figur 49: Kongsberg RADIUS Interrogator og tilhørende komponenter



Interrogator RADIUS 1000 til venstre i bildet, sammen med operatørstasjon og en tilhørende transponder.







Kilde: km.kongsberg.com

1.2.5.2 Transponder

Transponder er mottagerenheten(e) som er montert på objektet/installasjonen det skal beregnes peiling og avstand til. Denne enheten er passiv, det vil si at den utstråler ingenting før den mottar et signal fra en interrogator, hvor den da vil gi svar tilbake til interrogator. På en oljeplattform vil det være vanlig å ha montert flere transpondere på alle sider av plattformen hvor den skal betjene fartøyer fra.

Transpondere finnes i flere varianter, både batteridrevne og med fast strøm. Det finnes også modeller som er ATEX-sertifiserte, altså som kan brukes i omgivelser hvor det er eksplosjon/brann-fare. I figur 50 nedenfor er det vist en oversikt over tilgjengelige transpondere i RADIUS-familien.

Figur 50: Kongsberg RADIUS Transponderfamilien

	DP Range	Opening angles (vertical & horizontal)	Power	Battery Lifetime	# of Batteries	Atex Certified	Size (W x H x D)	Weight
RADIUS 550 X 	350 m	± 45°	Battery	2 years	1	✓	220x400x147 mm	3,8 kg
RADIUS 600 	<550	± 45°	Fixed				220x228x72 mm	1,4 kg
RADIUS 600 X 	<550	± 45°	Fixed			✓	220x228x72 mm	1,4 kg
RADIUS 610 S 	<550	± 45°	Fixed				H:620 mm Ø:150 mm	3,7 kg
RADIUS 700 	<550	± 45°	Battery	3 years	2		412x562x184 mm	6,0 kg
RADIUS 700 X 	<550	± 45°	Battery	1,5 years	1	✓	412x562x184 mm	7,4 kg

De mest brukte transpondere på vanlige installasjoner er RADIUS 600 og RADIUS 700

Kilde: km.kongsberg.com

1.2.6 Vedlikehold

Siden RADIUS-systemet er helt fritt for bevegelige deler, behøver det minimalt med vedlikehold. Det er likevel noen få ting man kan og bør gjøre periodisk som operatør.

1.2.6.1 Programvareoppdatering

Kongsberg Seatex AS vil regelmessig tilby programvareoppdateringer for RADIUS 1000 som vil inneholde forbedringer og nye funksjoner. Det er opp til operatøren/brukeren å bestemme om han vil oppgradere sin enhet til siste versjon.

1.2.6.2 Rengjøring av luftinntak på dataenheten

Luftfilteret på baksiden av dataenheten (Processing Unit) må rengjøres regelmessig, og bør skiftes minst to ganger i året. Fjern plastdekselet som er montert utenpå luftfilteret (vist i figuren under) og bytt ut luftfilteret med et nytt filter eller rengjør det filteret som er der før du monterer plastdekselet igjen.

Figur 51: Luftinntaket på dataenheten i RADIUS 1000



Luftinntak markert med sirkel

Kilde: Kongsberg Seatex RADIUS 1000 User Manual

1.2.6.3 Inspeksjon av kabler og koblinger

Alle kabler og koblinger må inspiseres regelmessig for mulig skade og slitasje. Om koblingene er skadet, må koblingene og kablene skiftes ut. Interrogator må da sendes til Kongsberg Seatex AS for inspeksjon og service. Alternativt kan man bestille servicepersonell for å inspisere RADIUS-systemet på fartøyet.

1.2.6.4 Rengjøring av Interrogator og Transpondere

Det er svært viktig å holde sender- (interrogator) og mottakerenheten (transponder) ren for sot, salt og annet smuss for at systemet skal fungere optimalt og med god nøyaktighet. Bruk en fuktig klut til å rengjøre overflaten av enheten.

1.2.6.5 Bytte av batterier i RADIUS 550x/700/700x transpondere

Batteriet på RADIUS transpondere må byttes ved faste intervaller:

- RADIUS 550x: etter 24 mnd
- RADIUS 700: etter 36 mnd
- RADIUS 700x: etter 18 mnd

Om bord i fartøy har man som oftest bare senderenheter og trenger således ikke å tenke på batteribytte. Dette er også noe som kun skal utføres av servicepersonell, men batteritiden er tatt med for generell informasjon og en mulig feilkilde om man ikke finner transponder. Da kan det altså være batteriet i mottakerenhet som er tomt/gått i stykker.

1.3 RadaScan

I likhet med Kongsberg Seatex har det britiske firmaet Guidance utviklet et radarbasert kortdistansesystem spesielt med tanke på DP-operasjoner. Systemet er basert på frekvensmodulert CW-radar og er prinsipielt svært likt det som er beskrevet for RADIUS. RadaScan benytter imidlertid en høyere frekvens (9.25GHz – X-band) og en roterende direktiv antenne på skipet.

NB! Frekvensen gjør her at man spesielt må være på vakt for forstyrrelser fra skipets X-band radar og sikre vertikal avstand fra denne!

Figur 52: Guidance RadaScan prinsipp og komponenter



Kilde: guidance.eu.com

Konseptet kan ha både fordeler og ulemper i forhold til RADIUS, men ytelsesmessig er de ganske like. Ulempene kan være at den relativt tunge roterende enheten naturligvis vil kreve noe vedlikehold, samt at det kreves en stabil og nøyaktig vinkelsensor i antenneenheten. Ved å benytte denne type antenne vil man imidlertid ha 360° operasjon og marginalt bedre rekkevidde. For å kunne utnytte 360° operasjon kreves imidlertid at det ikke finnes blindsektorer på grunn av nærliggende konstruksjoner. Ytelsen er oppgitt til:

Nøyaktighet: 0.05% av avstand

Rekkevidde: 10 – 1000 m

Strålebredde: +/- 16°

Rotasjonshastighet: 3Hz

1.4 Fanbeam

Fanbeam er et lasersystem som har fått stor utbredelse som posisjoneringssystem for skip som opererer i dynamisk posisjonering (DP). Virkemåten er til Fanbeam er at denne også måler avstand og vinkel, men Fanbeam benytter laserlys i stedet for mikrobølger. Nyeste modellen på markedet er Fanbeam 5, men i dette kurset vil vi ta for oss Fanbeam 4.2

Figur 53: Fanbeam 4.2 komponenter



Kilde: Kjerstad, 2010

1.4.1 Måleprinsipp

Systemet består av en mobil enhet som sender en laserstråle som pulserer med 5000Hz mot en reflektor som normalt vil være festet på en plattform eller andre installasjoner. Avstanden mellom sender og reflektor bestemmes da ved at tiden mellom sending og mottak av lypuls måles. Vinkel måles i en gearboks på den mobile enheten. Kobles dette mot skipets gyro vil vi altså ha mulighet til å måle den geografiske vinkelen (peilingen) til den faste reflektoren. Operasjon av systemet skjer via en enkel kontrollenhet (vist i figuren over) og en skjerm.

$$R = c * t / 2$$

R = Range

c = utbredelseshastighet = 300.000km/s (lysets hastighet)

t = tiden strålen bruker frem og tilbake

1.4.2 Prismer og reflektorer

Det finnes i hovedsak to typer targets for bruk med laserbaserte systemer:

Figur 54: Prismer og reflektorer

Reflektorrør eller «tubes» er den rimeligste varianten av targets og er best egnet på operasjoner med relativ kort avstand (10-150m).

Rørene har en høyde på 1m og er dekket med «diamond grade» refleksbelegg.

Må rengjøres jevnlig for å ikke skade og degradere refleksbelegget.



Prismer er et dyrere alternativ, men de er langt mer effektiv og nøyaktig enn reflektorrør.

Prismene kan installeres i klynger («cluster») på opptil 16 enkeltprismer, noe som vil gi en dekningsgrad på 360°.

Prismer er i dag standard ved nye monteringer og stadig flere bytter fra rør til prismar.



Kilde: renishaw.com

1.4.2.1 Noen hensyn som må tas når reflektorer/prismer skal plasseres

Høyde på reflektor/prisme

Ideelt sett bør target være i omtrent samme høyde som Fanbeam laserenheten. Dette reduserer behovet for tilting og reduserer risikoen for å miste target på grunn av stamping og rulling når man arbeider på veldig nært hold. Det er verdt å merke seg at nye Fanbeam 5 har fått en funksjon med auto-tilt, som gjør dette problemet mye mindre.

Avstand til reflektor/prisme

Fanbeam fungerer optimalt når target ikke er for nært laserenheten. Operasjon med veldig kort avstand mellom target og laserenhet (mindre enn 10 m) er ikke anbefalt, og kan forsinke operasjonen.

Montering av reflektor/prisme

Selv når monteringen bare er midlertidig, bør man benytte en robust montering. Fysisk tap av eller skade på reflektor/prisme under operasjoner kan bli en veldig kostbar affære.

Orientering av reflektor/prisme

Montering av reflektor/prisme vertikalt, istedenfor horisontalt, vil forbedre målfølgning og signalrefleksjon betraktelig, dette fordi Fanbeams laserstråle har en vertikal orientering.

Visibilitet til reflektor/prisme

Laseren er avhengig av fri sikt til target for optimal ytelse. Selv om Fanbeams programvare hjelper til med å identifisere og avvise støy, vil det være svært gunstig for systemet om target er posisjonert vekk fra lokasjoner hvor bevegelig infrastruktur og personell kan blokkere fri sikt.

Personell

Både reflektorene og prismene er passive targets og simpelthen reflekterer laserstrålen som blir sendt ut fra laserenheten. Derfor er det anbefalt å gjøre personell på plattformene / riggene oppmerksomme på hva reflektorene er for noe og hva de brukes til, noe som kan forhindre skade på reflektor eller forflytning av target.

1.4.3 Nøyaktighet og begrensninger

Nøyaktigheten er oppgitt til 20cm innenfor en rekkevidde på 2000m. Rekkevidden vil også avhenge av hvilke prismer som benyttes. Opp til 1000m kreves normalt 3 prismer, på lengre avstand er det vanlig å sette opp 6 prismer. Rør som er belagt med refleksbånd er rimeligere utstyr og benyttes ofte på noe kortere avstand.

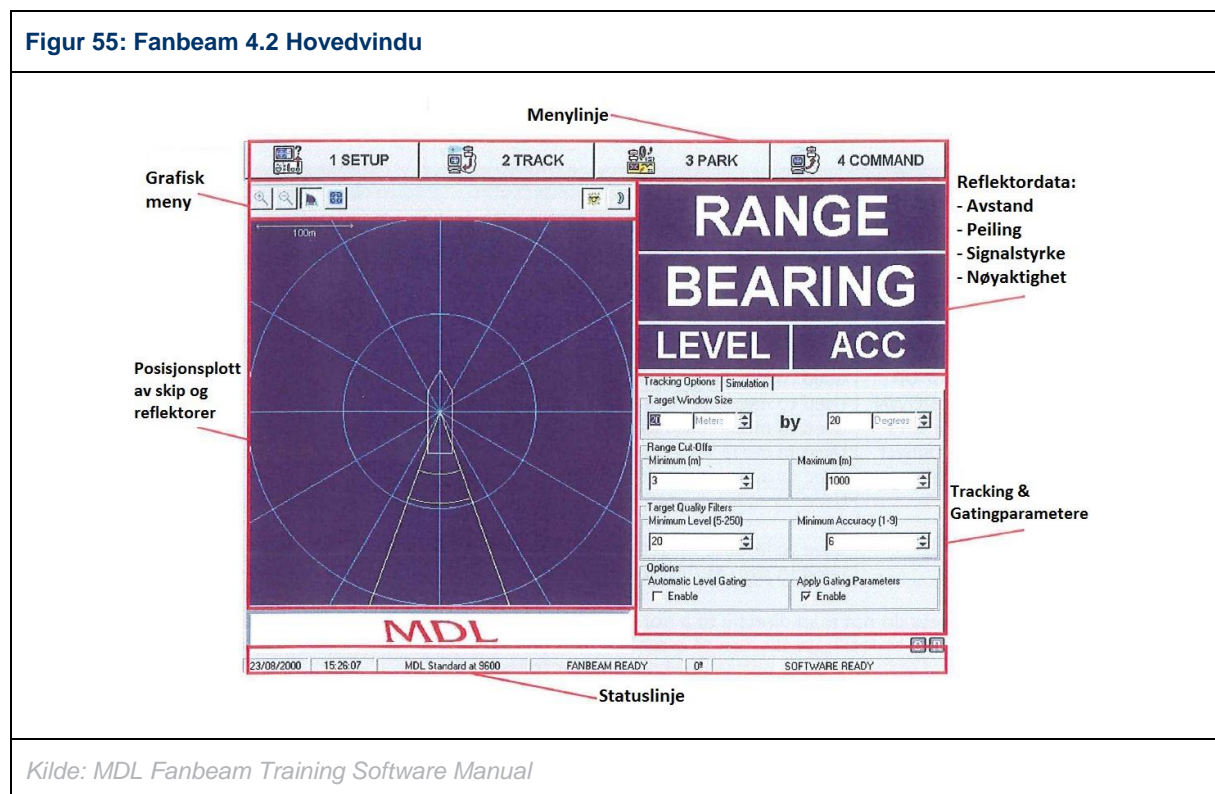
Begrensningen på Fanbeam er at det krever fri sikt, hvilket betyr at regn, snø og mellomliggende konstruksjoner vil kunne forstyrre målingene. Sterkt sollys vil også i enkelte tilfeller skape problemer. Om natten kan kraftige lyskastere skape lignende problemer. Det har også vært rapportert en del tilfeller hvor mottageren har låst seg på refleks på livbåter eller arbeidernes kjeledresser på plattformen. Ligger man for nær en plattform slik at den vertikale vinkelen blir for stor, kan også det føre til at man mister «låsing» til refleksenheten. På nyere modeller kan den mobile enheten også beveges i vertikalplanet (nyeste Fanbeam 5 har automatisk følgning av mål også i vertikalplanet), hvilket vil redusere problemer med vertikal vinkel nær plattformer og lignende. Det er vanlig at den mobile enheten er sammenkoblet med en gyro for å gi rettvise peilinger. Fanbeam kan også bare følge 1 target om gangen, i motsetning til konkurrerende systemer som for eksempel CyScan og SpoTrack som kan følge flere targets samtidig.

1.4.4 Brukergrensesnitt

Følgende del vil ta for seg Fanbeams brukergrensesnitt og beskrive hovedelementene.

1.4.4.1 Hovedvindu

Når Fanbeam er satt i gang og startet opp vil du se hovedvinduet som vist under. Hovedvinduet er delt opp i flere elementer og er enkelt og informativt:



Kilde: MDL Fanbeam Training Software Manual

Menylinje

Dette området inneholder knappene som er knyttet opp mot hovedfunksjonene i systemet.

Reflektordata

Store, tydelige og fargede presentasjoner av avstand, peiling, signalstyrke og nøyaktighet.

Posisjonsplott av skip og reflektorer

Skalert plandisplay sentrert rundt Fanbeam-enheten. Posisjonsplottet viser grafisk fremstilling av reflektorer, grafisk omriss av fartøyet, størrelse på skala og alarmgrenser / tracking gate (beskrives senere).

Grafisk meny

Knapper for å manuelt zoome inn og ut, eller velge autoskalering av posisjonsplottet. Inneholder også knapper for å velge dag- eller nattmodus.

Tracking & gatingparametere

Online parametere for å hjelpe til med låsing av target og target tracking.

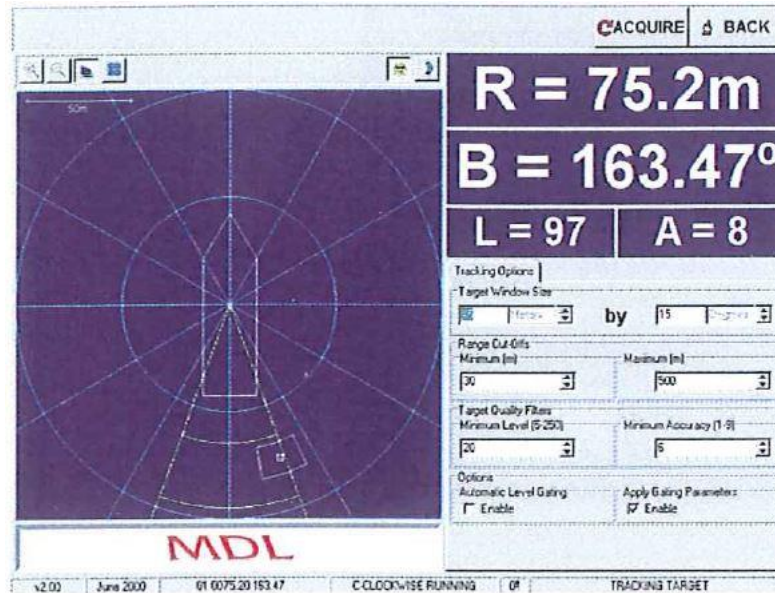
Statuslinje

Denne linjen viser dataformat, Fanbeam status og programvarestatus.

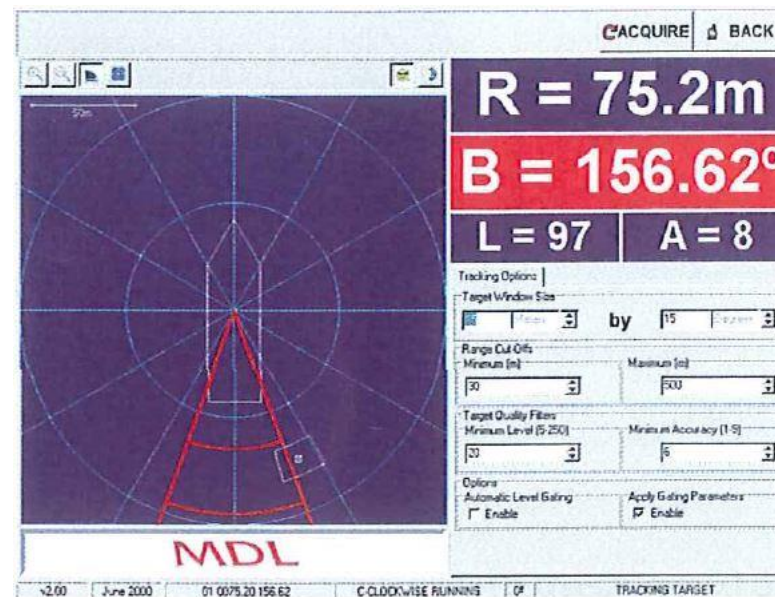
Hvis alle alarmer er aktivert og definert, vil det i praksis opprettes en «safe-sektor» relativ til Fanbeam-enheten, som targetet må holde seg innenfor for å unngå en alarmsituasjon. Alarmparametere blir fremstilt grafisk som vist i figurene under.

Figur 56: Grafisk fremstilling av alarmgrenser

Fulgt target er innenfor alle alarmgrenser:



Fulgt target har havnet utenfor spesifisert peilegrense:



Kilde: MDL Fanbeam Training Software Manual

1.4.5 Vedlikehold

Figur 57: Vedlikehold av Fanbeam

Vedlikeholdet av Fanbeam er enkelt å utføre for en operatør:

- Sett laserenheten i «Park»-modus ved hjelp av knappen i menylinjen
- Rengjør linsene ved hjelp av en fuktig klut (unngå sterk såpe)
- Om det oppstår skade på utstyr og skader, må servicepersonell kontaktes



Kilde: <http://s566.photobucket.com>

1.5 CyScan

CyScan er et pulserende lasersystem som nå benyttes en del som referanse på korte avstander ved dynamisk posisjonering (DP). Enheten på skipet består av et «laserhode» som er stabilisert i horisontal- og vertikalplanet (pitch og roll) ved hjelp av data fra gyro og vertikalreferanse (VRU / MRU).

Figur 58: CyScan 4 og 3

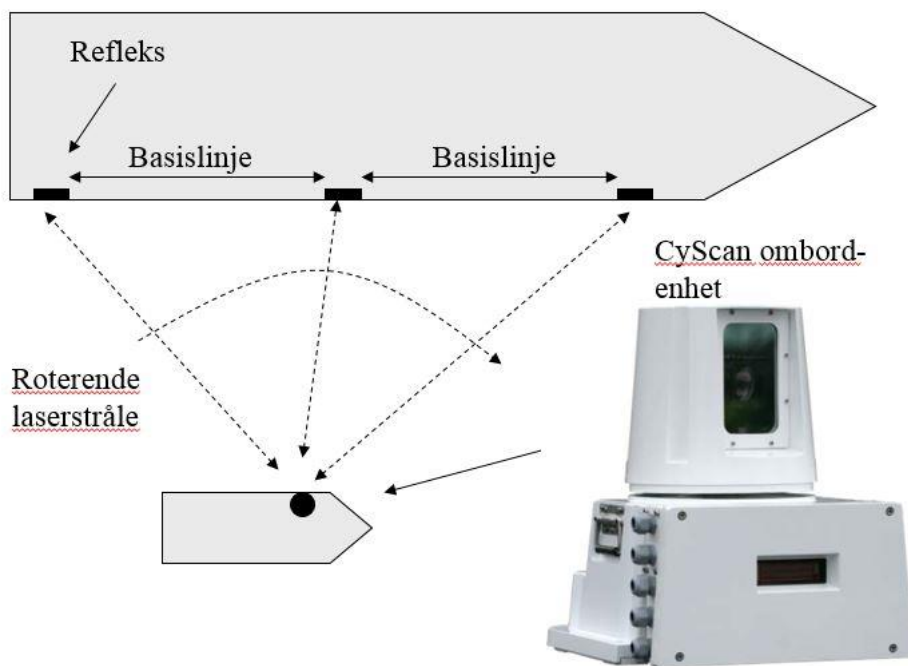


Kilde: guidance.eu.com og i150.photobucket.com

1.5.1 Måleprinsipp

I likhet med systemer som Fanbeam vil også CyScan basere målingene sine på en utsendt laserpuls og som reflekteres av et passivt target på en installasjon, typisk prisme eller reflektorror. Systemet måler da tiden det tar fra signalet sendes ut til det returnerer og kan dermed måle avstanden. Vinkel måles med en intern prosessor som er koblet mot skipets gyro. På grunn av at CyScan konstant roterer 360°, vil dette systemet kunne følge flere targets samtidig, i motsetning til Fanbeam som kun kan følge 1 target. Dette gjør systemet mer robust i tilfelle man skulle miste 1 target, så har man fortsatt flere targets inne slik at man ikke mister posisjonen.

Figur 59: CyScan Måleprinsipp



Kilde: Kjerstad, 2010

1.5.2 Prismer og reflektorer

Det finnes i hovedsak to typer reflektorer til bruk på laserbaserte systemer i dag:

Figur 60: Prismen og reflektorer

Reflektorrør eller «tubes» er den rimeligste varianten av targets og er best egnet på operasjoner med relativ kort avstand (10-150m).

Rørene har en høyde på 1m og er dekket med «diamond grade» refleksbelegg.

Må rengjøres jevnlig for å ikke skade og degradere refleksbelegget.



Prismer er et dyrere alternativ, men de er langt mer effektiv og nøyaktig enn reflektorrør.

Prismene kan installeres i klynger («cluster») på opptil 16 enkeltprismer, noe som vil gi en dekningsgrad på 360°.

Prismer er i dag standard ved nye monteringer og stadig flere bytter fra rør til prismen.



Kilde: renishaw.com

1.5.2.1 Noen hensyn som må tas når reflektorer/prismer skal plasseres

Høyde på reflektor/prisme

Ideelt sett bør targetet være i omtrent samme høyde som CyScan laserenheten. Dette reduserer behovet for tilting og reduserer risikoen for å miste targetet på grunn av stamping og rulling når man arbeider på veldig nært hold.

Avstand til reflektor/prisme

CyScan fungerer optimalt når targetet ikke er for nært laserenheten. Operasjon med veldig kort avstand mellom targetet og laserenhet (mindre enn 10 m) er ikke anbefalt, og kan forsinke operasjonen.

Montering av reflektor/prisme

Selv når monteringen bare er midlertidig, bør man benytte en robust montering. Fysisk tap av eller skade på reflektor/prisme under operasjoner kan bli en veldig kostbar affære.

Orientering av reflektor/prisme

Montering av reflektor/prisme vertikalt, istedenfor horisontalt, vil forbedre målfølgning og signalrefleksjon betraktelig, dette fordi CyScans laserstråle har en vertikal orientering.

Visibilitet til reflektor/prisme

Laseren er avhengig av fri sikt til targetet for optimal ytelse. Selv om CyScans programvare hjelper til med å identifisere og avvise støy, vil det være svært gunstig for systemet om targetet er posisjonert vekk fra lokasjoner hvor bevegelig infrastruktur og personell kan blokkere fri sikt.

Personell

Både reflektorene og prismene er passive targets og simpelthen reflekterer laserstrålen som blir sendt ut fra laserenheten. Derfor er det anbefalt å gjøre personell på plattformene / riggene oppmerksomme på hva reflektorene er for noe og hva de brukes til, noe som kan forhindre skade på reflektor eller forflytning av targetet.

1.5.3 Nøyaktighet og begrensninger

Nøyaktighet, eller operasjonell rekkevidde er oppgitt til 10 – 2500m alt etter hvilke targets som benyttes:

- Sylinderreflektor: 10 – 250m
- 2x2m Flatt refleks: 10 – 400m
- Prismeklynge: 10 – 1250m (standard)
- Prismeklynge: Opptil 2500m (long range license)

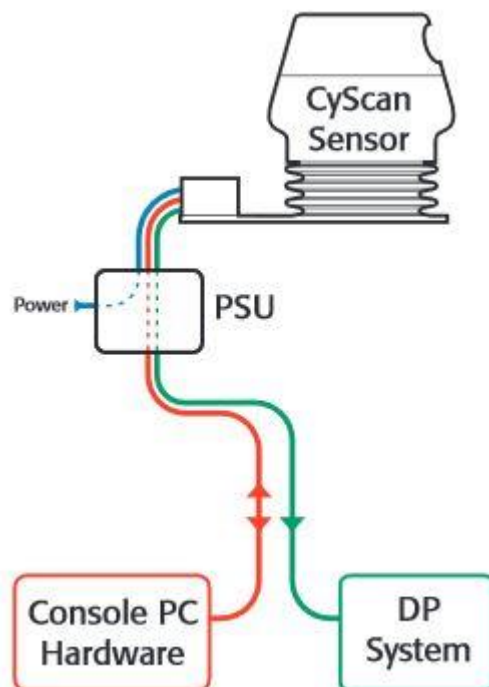
Begrensningene til CyScan er likt som for andre laserbaserte systemer. Det er at det krever fri sikt, hvilket betyr at regn, snø og mellomliggende konstruksjoner vil kunne forstyrre målingene. Sterkt sollys vil også i enkelte tilfeller skape problem. Om natten kan kraftige lyskastere skape lignende problemer. Det har også vært rapportert en del tilfeller hvor mottageren har låst seg på refleks på livbåter eller arbeidernes kjeledresser på plattformen. Ligger man for nær en plattform slik at den vertikale vinkelen blir for stor, kan også det føre til at man mister «låsing» til refleksenheten.

1.5.4 Systemkomponenter

CyScan-systemet består av følgende hovedkomponenter:

Figur 61: CyScan Hovedvindu

- **CyScan Sensor**
Denne er montert på fartøyet, vanligvis i bakkant av styrehuset på offshore-fartøy.
- **CyScan Console**
CyScan konsollen kjører Microsoft Windows på en standard datamaskin og har en programvare som overvåker og kontrollerer systemet. Dette gir DP-operatøren full statusinformasjon og kontroll over systemet og all data som overføres til DP-systemet.
- **Power Supply Unit (PSU)**
Strømforsyningen er innebygget i en vanntett enhet og er montert i nærheten av sensoren. Kablene går så videre fra denne enheten til konsoll og DP-systemet.



Kilde: CyScan Operator's Guide

1.5.5 Brukergrensesnitt

CyScans brukergrensesnitt er intuitivt og relativt enkelt å forstå. De fleste av menyvalgene er selvforklarende og systemet har en god operatørmanual som vil være tilgjengelig på bro.

1.5.5.1 Hovedvindu

Figur 62: CyScan Hovedvindu

The screenshot shows the CyScan User Console interface. The main display is a circular sensor view showing a ship's heading and target positions. The interface includes a menu bar at the top, a status bar at the bottom, and several data panels on the right. Annotations point to various parts of the interface:

- Sensorvindu:** Et stort sirkulært område som viser forholdet mellom CyScan-fartøyet og alle synlige targets.
- Menylinje:** En samling av ni knapper som gir kontroll over en rekke funksjoner.
- Statuslinje:** Viser tilbakemeldinger på viktige hendelser som oppstår i systemet og viser tid og dato for når hendelsen først ble rapportert.
- Posisjonsdata:** A Pos 44.9m, B Pos 89.1m, Heading 91.4°. Includes a small bar chart and a table of target data.
- Navigasjonsdel:** Denne delen presenterer navigasjonsdata på en ren og enkel måte, så lenge navigasjonsmodus er aktivert. (I dette eksempelet er det aktivert multi-target mode)
- Vindu for egenskaper:** Viser detaljert informasjon på en rekke forskjellige egenskaper og er gruppert i faner.

Id	Angle	Range	Orientation	Width
1	0.000	0.000	90.0	0.250
2	92.250	0.000	90.0	0.250
3	93.000	1.360	90.0	0.250

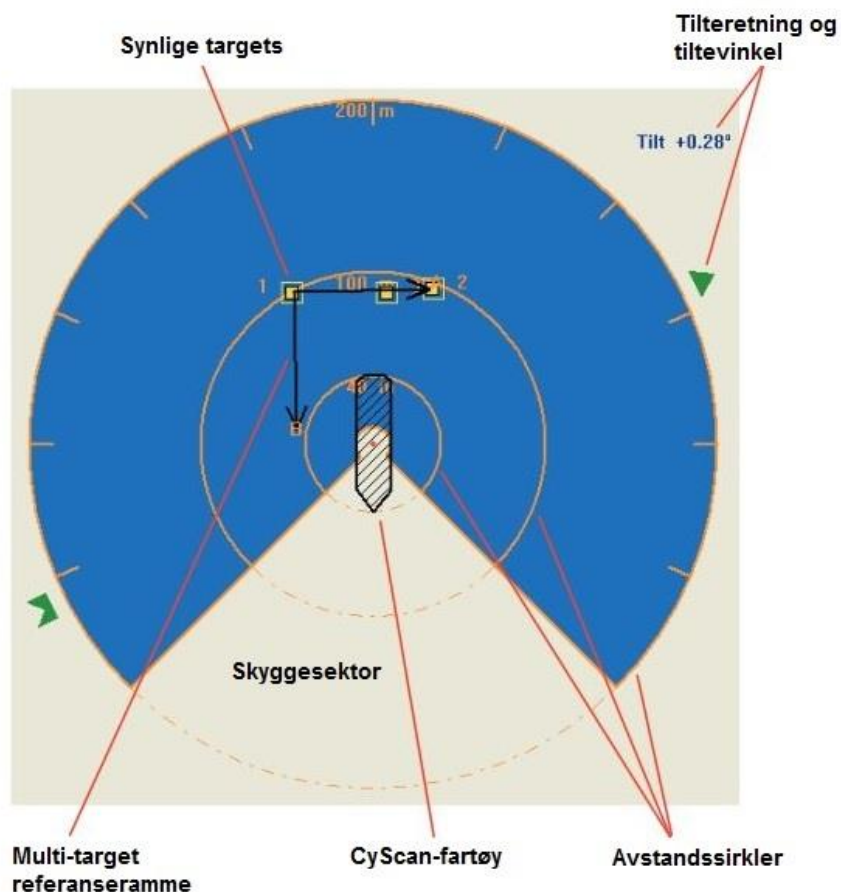
Kilde: CyScan Operator's Guide

På de påfølgende sidene vil vi ta for oss de enkelte elementene som er representert her.

1.5.5.2 Sensorvindu

Dette sirkulære området viser relasjonen mellom CyScan-fartøyet og targets som i dette eksempelet er en del av en multi-target gruppe. Det finnes en rekke nøkkelementer innenfor sensorvinduet:

Figur 63: CyScan Sensorvindu



Kilde: CyScan Operator's Guide

CyScan-fartøy: Viser en figur av eget fartøy. Størrelsen på denne figuren er definert i «Display options» og kan enten være et omriss (som i eksempelet), eller en fylt figur av fartøyet. Senter av sensorvinduet kan enten være satt til hvor CyScan-enheten er montert på fartøyet, eller kan senter være satt til 1 target i en multi-target gruppe.

Skyggesektor: Viser området som er definert som skyggesektor, altså området hvor laserenheten ikke skanner etter targets når den sveiper rundt. Denne sektoren er vanligvis definert til det området av fartøyet hvor skannerstrålen kan reflekteres av omkringliggende konstruksjoner. Skyggesektor kan enten velges ut fra pre-definerte områder i skyggesektor valgmenyen, eller den kan defineres manuelt av operatør.

Avstandssirkler: På samme måte som avstandssirkler på en radar, vil de også her vise en visuell presentasjon av avstanden fra fartøyet til synlige targets på skjermen. Avstanden mellom sirlene kan endres ved å bruke Zoom-funksjonen.

Multi-target referanseramme: Indikerer A-B-aksen CyScan-systemet bruker for å definere posisjonen av hvert target, relativt til det første target som er valgt for multi-target gruppen. Denne aksen kan skrues av og på under «Display options».

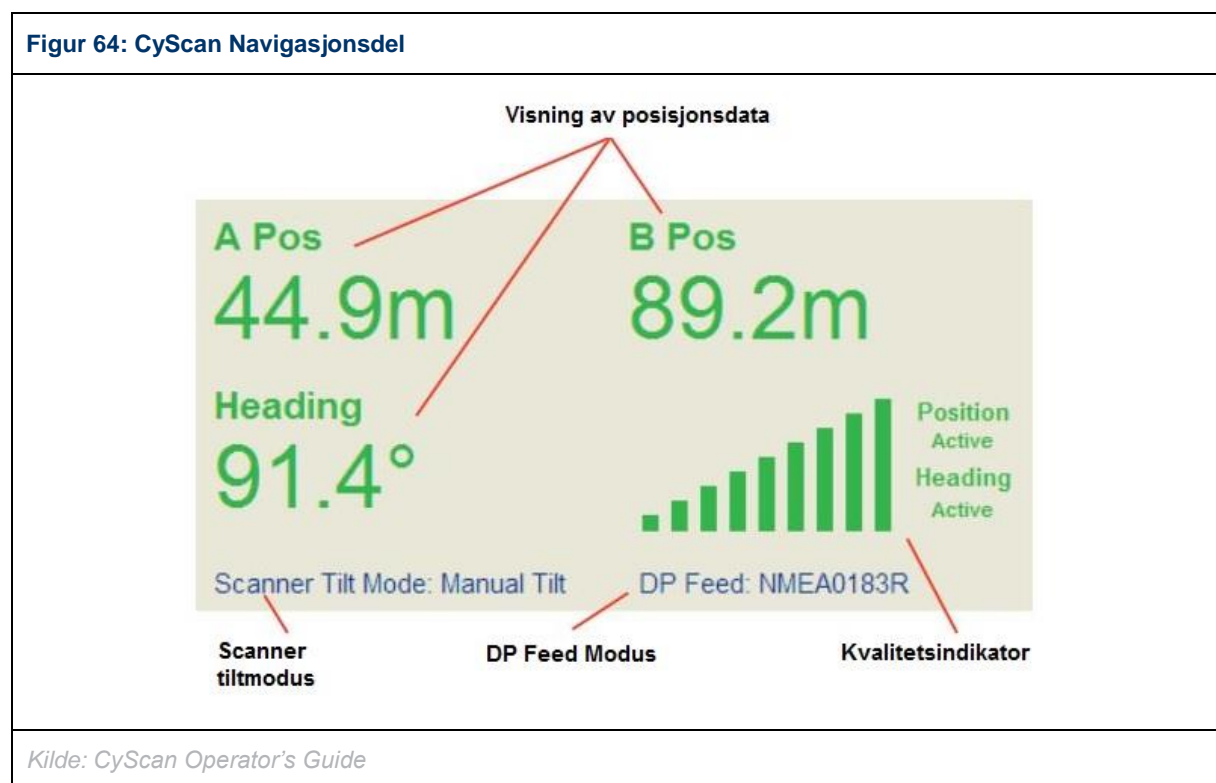
Tilletterning og tiltevinkel: Disse indikatorene er dynamiske og indikerer retningen og vinkelen CyScan-sensoren er tiltet med for å kunne treffe targets bedre i situasjoner der targets ligger nært og høyt over CyScan-sensoren. Pilspissen og pilens hale vil være farget alt etter om den er tiltet oppover, nedover eller om den ligger plant.

- **Grønn:** Skanneren er tiltet oppover
- **Grå:** Skanneren er i plan (0° tilt)
- **Rød:** Skanneren er tiltet nedover

Hvordan man manuelt tilter skanneren er beskrevet i operatørmanualen som finnes på bro.

Synlige targets: Alle reflektorer/targets som er synlige for skanneren vil vises som gule bokser i sensorvinduet. I navigasjonsmodus vil boksene ha en ramme rundt seg som indikerer kvaliteten/styrken på target. Gul ramme rundt indikerer god kvalitet, rød ramme indikerer dårlig kvalitet.

1.5.5.3 Navigasjonsdel



I øvre høyre hjørnet av hovedvinduet vises det i navigasjonsmodus avstand og peiling, samt refleksjonskvalitet på aktive targets.

Denne grafiske presentasjonen gir deg en rask indikasjon på hvilken tiltro systemet har på kvaliteten av posisjonsdata som er presentert. Dess flere stolper (først rød, så gul og deretter grønn), dess bedre er kvaliteten. Tiltmodus og DP Feed modus er også vist her.

1.5.6 Multi Target Group

En av de største fordelene med CyScan, sammenlignet med Fanbeam, er muligheten for å følge flere targets samtidig. Dette vil sørge for at systemet har en mye bedre redundans på den måten at om en skulle miste 1 target, vil en fortsatt holde posisjonen på grunn av at en har flere targets låst til systemet. Dette gir også muligheten til å få utregnet en heading som kan synkroniseres med fartøyets kompassheading.

En annen stor fordel ved denne funksjonen, er muligheten til å lagre en «Multi-target group» om en benytter seg av samme grupper av targets ofte. For eksempel ved oljeplattformer man besøker jevnlig. Etter at targetgruppen er opprettet, kan man gi den et navn, for eksempel «Troll Alpha Øst» og ved neste besøk trenger man bare velge denne forhåndslagrede gruppen, og systemet vil automatisk låse seg inn på samme gruppen av targets med alt av tidligere valgte innstillinger som tilte vinkel og lignende.

1.5.7 Vedlikehold

Som for alle laserbaserte systemer er vedlikeholdet man kan utføre som operatør svært begrenset. Det er anbefalt å rense linsene på sensorenheten jevnlig og eventuelt vaske bort sot og salt med fuktig klut. Det er også viktig å sjekke for eventuell slitasje og brudd på kabler og koblinger. Om dette oppdages, må autorisert servicepersonell kontaktes.

1.6 Kongsberg SpotTrack

Et helt nytt, tredje alternativ for laserbaserte systemer ble lansert av Kongsberg Seatex i 2013 som de har valgt å kalle SpotTrack.

Figur 65: Kongsberg Spottrack



Prinsippet er veldig likt som for CyScan, ved at den kan låse seg til flere targets samtidig. En av fordelene til SpotTrack er imidlertid at alle bevegelige deler er innebygget i en meget robust enhet, noe som vil føre til et langt mindre behov for vedlikehold og utskifting av deler.

SpotTrack har også en avansert algoritme som ifølge Kongsberg skal gjøre det veldig mye enklere for systemet å filtrere ut uønskede targets. I tillegg til dette har den en stor vertikal strålebredde, noe som gjør systemet meget anvendelig på korte avstander, hvor målene ofte blir stående mye høyere enn laserenheten.

Ifølge Kongsberg Seatex har SpotTrack følgende bruksområder:

- DP Referansesensor
- Automatiske Dockingsystemer
- Nøyaktig, kortdistanse 3D posisjonssystem for maritime konstruksjonsoperasjoner
- Trafiklovervåkning av fartøyer



DEL 4

HYDROAKUSTIKK



**MARITIME
OPERATIONS**

Aalesund University College

Kapittel 1 Hydroakustikk

1.1 Hydroakustisk Grunnlag

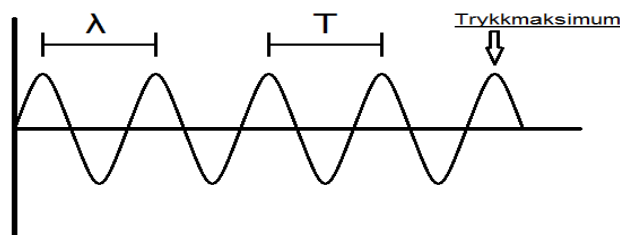
For å ha en god forståelse av hvordan man effektivt bruker hydroakustiske posisjonsreferansesystemer må en kunne litt om det hydroakustiske grunnlaget. I dette delkapitlet skal vi ta for oss noen grunnleggende begrep som en bør kjenne til.

1.1.1 Lyd

Lyd er en trykkbølge som forplanter seg i et medium, hastigheten lyden har vil være avhengig av tettheten til mediet.

Signalstyrken i et akustisk signal er angitt i $\text{Pa} = \text{W}/\text{m}^2$

Figur 66: Eksempel på en lydbølge.



λ – Bølgelengde: Lengden mellom to trykkmaksimum (m)

T – Periode: Tiden mellom to trykkmaksimum (s)

c – Hastighet: Distansen som et trykkmaksimum tilbakelegger i løpet av ett sekund (m/s)

f – Frekvens: Antall trykkmaksimum i løpet av ett sekund (Hz)

$$\lambda = \frac{c}{f} : \text{Utregning av bølgelengde}$$

$$f = \frac{1}{T} : \text{Utregning av frekvens}$$

1.1.1.1 Desibel

Desibel kan være et forvirrende begrep. Det du trenger å vite er at i hydroakustikken blir db brukt til å beskrive hvor mye signalstyrken har styrket eller tapt seg.

Helt enkelt kan en si:

Ved dobling av signalstyrken har du økt med 3db, ved halvering er det svekket med -3db.

1.1.2 Absorpsjon

Når lydbølgen beveger seg gjennom vannet vil noe av energien gå med til å varme opp vannet og saltet som den passerer. Denne effekten er avhengig av frekvens. Lydbølger med høy frekvens vil avgi mer energi enn lydbølger med en lav frekvens.

Miljøfaktorer som også spiller inn på dette tapet er salinitet, temperatur og trykk.

Energien som går tapt vil føre til et tap av signalstyrke.

Dette tapet vil øke proporsjonalt med avstanden fra kilden til målet, derfor er det viktig ved bruk av HPR ved store dybder at en bruker så lav frekvens som mulig.

Under ser du en tabell som illustrerer dette tapet.

Miljøforutsetning: Dybde = 0m, Salinitet = 35 promille, pH = 8, temp = 10 °C	
Frekvens (kHz)	Tap i signalstyrke (db/km)
1	0.06
10	0.18
30	6.76
50	15.1
100	32.6
200	50.5
500	100.3
1000	261.4

Vanlig frekvensområde som brukes til posisjonering er mellom 10 – 50 kHz

Kilde: Kjerstad, 2010

1.1.3 Sfærisk spredning

Flaten som lyden treffer vil øke med avstanden til transduceren, det betyr veldig enkelt forklart, at den opprinnelige signalstyrken vil bre seg over et større og større areal. Dette fører til en reduksjon av W/m^2 og et tap av signalstyrke.

Dette tapet er ikke avhengig av frekvens, men er sammen med absorpsjon en del av det totale tapet av signalstyrke.

1.1.4 Lydhastighet og avbøyning

Lydens hastighet i vann er ca. 1500m/s, men denne hastigheten vil variere noe på grunn av vannets temperatur, trykk (dybde) og salinitet.

Dette fører til en avbøyning av lydsignalet i vann, signalet vil ikke gå i en rett linje men bøyes av og ta en lengre vei fra A til B. Signalet bruker altså lengre tid på å nå frem.

I et HPR system vil dette føre til at den målte avstanden fra transducer til transponder ikke vil stemme overens med den faktiske avstanden. Noe som vil gi en posisjoneringsfeil.

For å rette denne feilen er det viktig at det ved bruk av HPR systemer er utarbeidet en lydhastighetsprofil. Dette kan gjøres ved bruk av en CTD/SVP sonde. Denne sonden vil måle de forskjellige vannsjiktene ned til bunn for å avgjøre hvordan et lydsignal vil oppføre seg på vei gjennom vannet. Når vi kjenner til banen lyden vil ta kan den reelle avstanden beregnes.

Figur 67: SVP sonde.

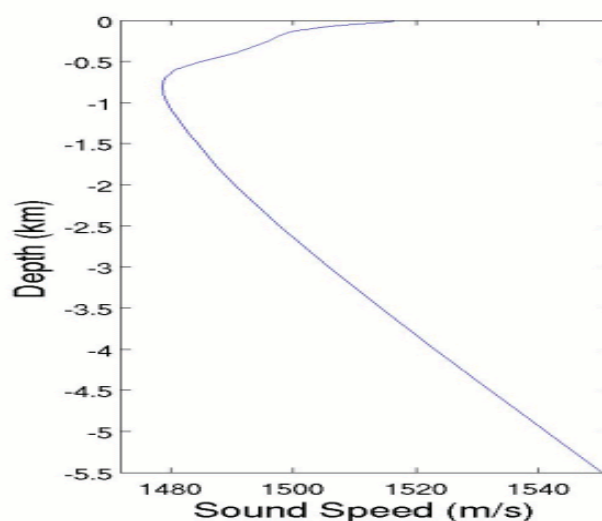


Kilde: nauticexpo.com

En CTD/SVP sonde kan senkes fra båten eller være montert på en ROV.

Under ser du en illustrasjon av hvordan lydhastigheten kan forandre seg opp gjennom vannsjiktene.

Figur 68: Lydhastighetsprofil



Kilde: upload.wikimedia.org

1.2 Hydroakustisk Posisjonering

Hydroakustisk posisjonering foretas ved å beregne avstanden og peilingen til en transponder på bunn, montert på en ROV eller en undervannskonstruksjon, eller ved å regne ut avstanden til flere transpondere. Henholdsvis SSBL/USBL system og LBL system. Avstanden blir beregnet ved tidsmåling, tiden det tar fra oppkalling av transponder til svar blir mottatt.

1.2.1 Telemetri

Telemetri brukes til oppsett av transpondere, avlesning av batterikapasitet og til fjernutløsning av transpondere med flytekrager.

Telemetri er den trådløse dataoverføringen fra transducer til transponder.

1.2.2 SSBL/USBL

SuperShortBaseLine – Kongsberg

UltraShortBaseLine – Sonardyne

Disse to benevningene er produsentbenevninger, virkemåten er lik.

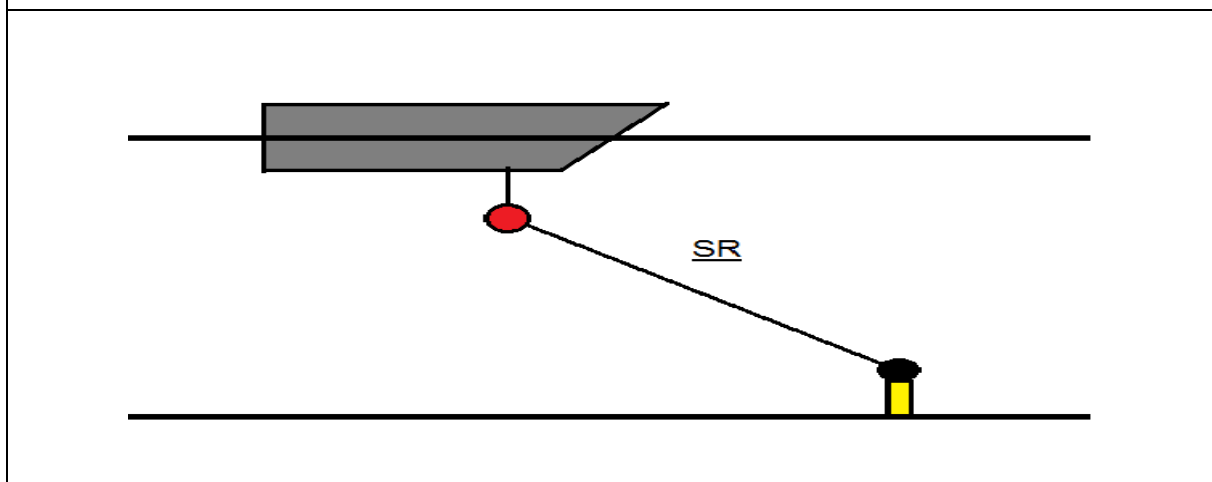
Ved bruk av SSBL/USBL er en avhengig av en transducer med flere svingerelementer og en transponder.

Avstanden (Slant Range) blir regnet ut ved at transduceren sender ut en oppkallingspuls som har en bestemt frekvens, med en modulert kode. Transponderen vil lytte etter denne pulsen og svare med en egen svarpuls.

Når transduceren sender ut oppkallingspulsen startes samtidig en klokke i HPR-systemet, den vil så gå inn i en lyttemodus.

Når transponderen mottar denne oppkallingspulsen vil den sende tilbake en svarpuls, når transduceren mottar denne svarpulsen stoppes stoppeklokken og avstanden, SR, kan regnes ut.

Figur 69: Slant Range



$$SR \approx \frac{tid}{2} \times VoS \quad VoS = \text{Lydhastigheten}$$

For å oppnå en posisjonsløsning relativ til transponder er du avhengig av mer enn SR, du må i tillegg finne peilingen til transponderen. For å finne peilingen til transponderen måles derfor faseforskjellen på mottatt signal. Dette krever en transducer med flere svingerelement.

Signalet vil ikke treffe de ulike svingerelementene samtidig, faseforskjellen på signalet blir målt. Denne faseforskjellen vil være lik som vinkelen til transponderen.

Da har du sammen med SR fått en peiling-/avstandsmåling til transponder som kan brukes til posisjonering.

For å oppnå god nok nøyaktighet på posisjoneringen ved bruk av SSBL/USBL, må du ha input fra gyrokompass og skipets VRU (Vertical Reference Unit). Dette trenger du for å vite din sanne heading for plassering av transponder relativt til skipet, og for å kunne korrigere for de feilene som vil oppstå på grunn av skipets bevegelser, rulling og stamping.

Nøyaktigheten til et SSBL/USBL-system vil være den sammenlagte feilen av de akustiske systemet, samt feilene til gyro og VRU.

Nøyaktigheten vil være ca. 0,5% av SR, noe som vil få stor betydning for nøyaktigheten ved store dybder som illustrert i tabellen nedenfor.

Tabell 7: Posisjonsnøyaktighet for et SSBL/USBL system (95%)

SR * Faktor = Posisjonsnøyaktighet		
SR (m)	Faktor	Posisjonsnøyaktighet (m)
50	0,005	0,25
100	0,005	0,5
150	0,005	0,75
200	0,005	1
250	0,005	1,25
500	0,005	2,5
750	0,005	3,75
4000	0,005	20

1.2.2.1 Hovedpunkter SSBL/USBL

- Kan brukes med kun én transponder
- Peiling-/avstandsmåling
- Avhengig av input fra
 - Gyro
 - VRU
- Avhengig av transducer med flere svingerelement
- Enkelt og billig å sette ut
- 1Hz oppdateringsrate kun ned til ca. 750m uten multi-ping.

1.2.3 LBL

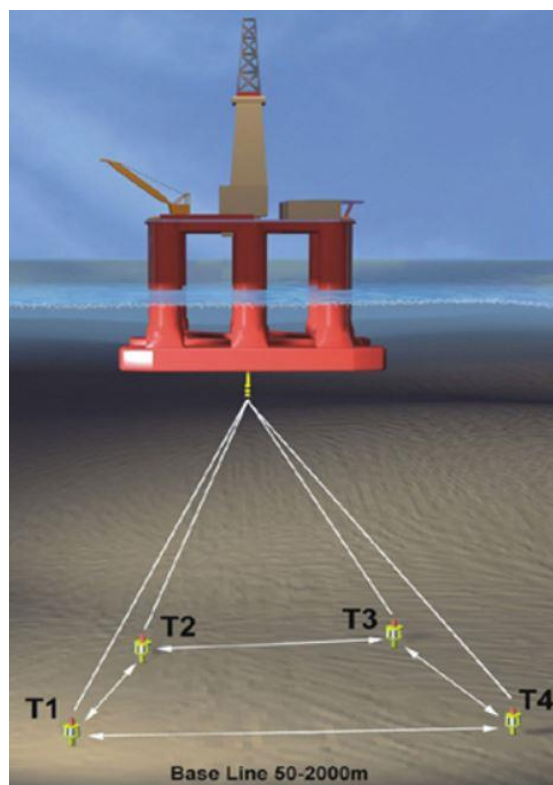
Long Base Line

Ved bruk av et LBL-system er en avhengig av et nettverk av transpondere i vannet. Her trengs derimot bare en enkel transducer med ett svingerelement.

Transpondernetverket i et LBL-system består av 3 til 8 transpondere, avstanden mellom disse er basislinjen. Her blir alle transponderne interroget med en frekvens, i motsetning til i et SSBL/USBL-system der forskjellige transpondere må ha en unik oppkallingsfrekvens. Transponderne i nettverket vil være innstilt med forskjellig turn around delay (TAD).

TAD er en forsinkelse fra oppkalling er mottatt til svarsignal blir sendt. Derfor vil de forskjellige transponderne i nettverket svare ved forskjellige tidspunkt. Posisjonsløsningen din blir da regnet ut på grunnlag av de forskjellige avstandene til de forskjellige transponderne.

Figur 70: LBL nettverk



Kilde: km.kongsberg.com

For å benytte deg av et LBL-nettverk må basislinjene kalibreres, avstanden mellom transponderne må være kjent. Et LBL-system vil være overlegent et SSBL/USBL-system på store dybder da nøyaktigheten ikke vil bli påvirket av dybden men være konstant på ca. +/- 0,5m.

1.2.3.1 Hovedpunkter LBL

- Behov for flere transpondere
- Avstand/avstand-måling
- Dyrt og tidkrevende å sette opp

1.3 Ping stacking/Multi-ping

Med de nyeste generasjonene transpondere og transceivere, de som kan benytte seg av Wideband 2 eller Cymbal, har også mulighet for ping stacking eller multi-ping. Dette er funksjonalitet som gjør det mulig å sette transponderen i en fastsatt aktivitet, uten at den må bli interroget for svare. Transduceren/transceivere vil stå i en lyttemodus. Dette gjør det mulig å bruke transponderen på større dyp en tradisjonell SSBL/USBL og fortsatt motta sekundoppdatering. Flere skip kan også bruke samme transponder til posisjonering.

1.4 Støykilder

Ved bruk av HPR-systemer er det viktig å huske at i et undervannsmiljø vil være en del støy som kan påvirke systemet ditt. Dette kan ha innvirkning på nøyaktigheten til systemet. I moderne HPR-utstyr finnes det flere filter som skal forhindre at støy blir forvekslet med et transpondersignal, men blir det for mye støy er det en mulighet for at du mister signalet.

Eksempler på støykilder:

- Refleksjoner
 - Bunn
 - Undervannskonstruksjoner
- Thrustere/propellstøy
- Stamping
- Andre transpondere i nærheten
- Akustiske skyggeområder
 - Fiskestimer
 - Undervannskonstruksjoner
- Stor aktivitet i området

Når nøyaktigheten til ett HPR-system blir dårlig vil det automatisk vektes ned av DP.

1.5 Begrensninger

1.5.1 Batterikapasitet

En transponder er utstyrt med et batteri. Antall ping transponder kan sende vil være avhengig av størrelsen på batteriet, kildenivå og pulslengde. Når en gjennom for eksempel APOS sjekker batteristatus vil dette bli vist ved antall ping som er sendt, dette tallet må da sammenlignes med tallet som er oppgitt i manualen til transponderen.

1.5.2 Horisontal avstand til transponder

Når du skal sette ut en transponder må du planlegge hvor transponderen skal ligge i forhold til ditt operasjonsområde. Hvis den horisontale avstanden til transponderen blir for stor vil dette kunne føre til dårlig posisjonsnøyaktighet, eller totalt tap av kommunikasjon med transponder.

1.5.3 Single-ping SSBL/USBL

En SR over 750m i et single-ping SSBL/USBL-oppsett vil føre til en oppdateringsfrekvens som er større enn ett sekund.

1.5.4 Transducerens søkeområde

Forskjellig typer transducere vil ha forskjellige søkeområder. Ved utsetting av transponder må du ta høyde for dette og sørge for at transponderen blir satt slik at den er innenfor dette søkeområdet. Moderne transducere vil benytte seg av en smalere strålebredde når den har fått kontakt med transponderen for å øke nøyaktigheten og eliminere støy. Søkeområdet til din transducer vil du finne i den tekniske spesifikasjonen om bord.

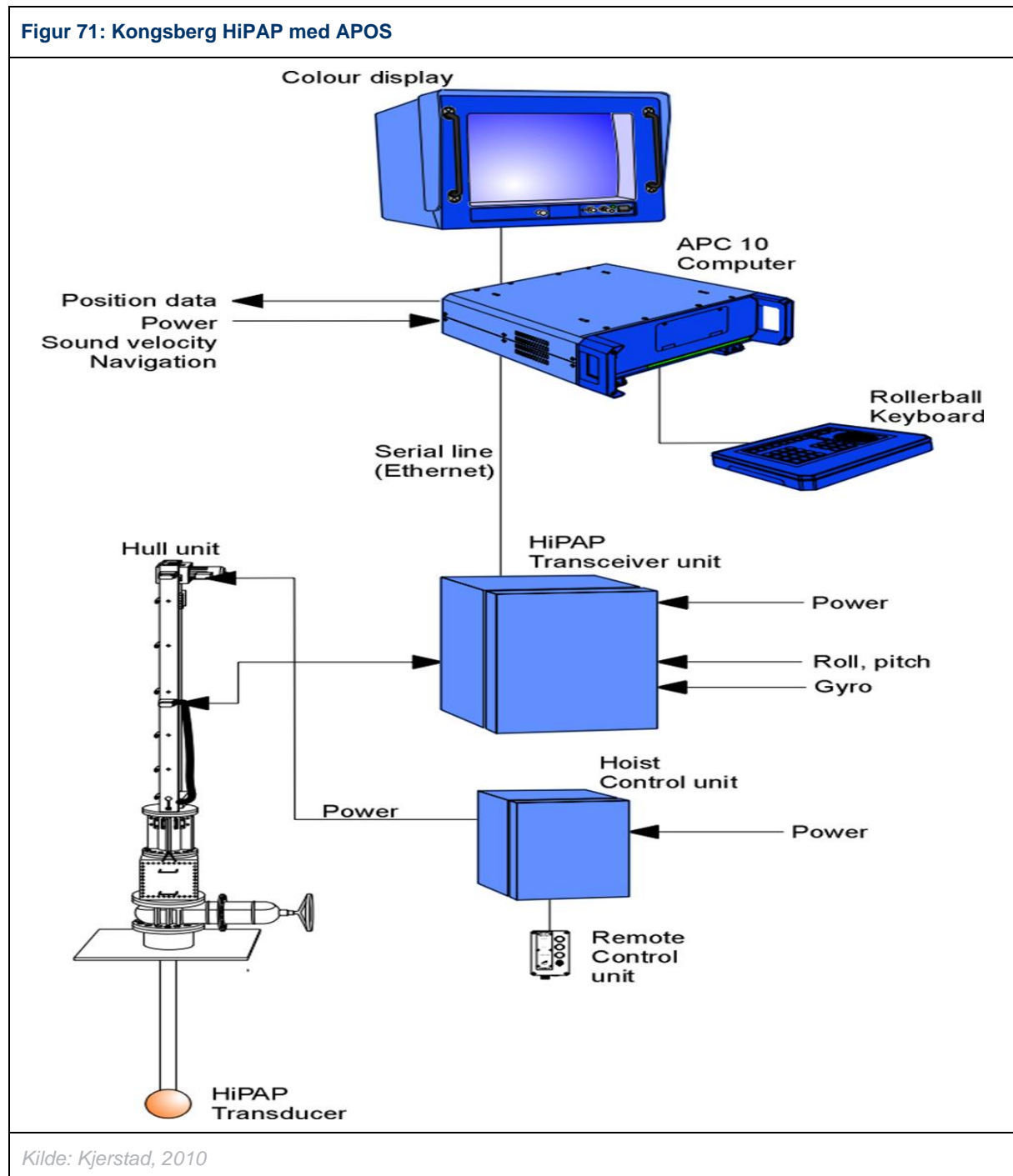
1.5.5 Strømninger

Hvis det brukes en transponder med flytekrage og anker kan sterk strøm i området føre til at transponderens utstrålingsvinkel og rekkevidde forandres. Ved bruk av transponder i områder med mye strøm bør derfor transponderen festes i stativ eller et annet fast fundament.

Kapittel 2 Kongsberg HiPAP

2.1 Systemoversikt

Figur 71: Kongsberg HiPAP med APOS



Kilde: Kjerstad, 2010

2.1.1.1 APOS operatørstasjon

Operatørstasjonen brukes til å kontrollere resten av systemet. Operatørstasjonen består av en fargeskjerm, APC, keyboard og mus/trackball. Gjennom brukergrensesnittet kontrolleres transceiveren, det er her du konfigurerer signalet til transduceren og transponderen.

Det er mulig å ha flere operatørstasjoner om bord. Da vil en stasjon være hovedstasjon, men de andre vil stå klar til å kunne ta over når som helst.

Brukergransnittet er Windows-basert.

2.1.1.2 Transceiver

Koblet opp mot operatørstasjonen via fiberoptisk kabel. Lager den elektriske pulsen som blir sendt til transducer, hvor den blir omdannet til en lyd puls.

2.1.1.3 Transducer

HiPAP-transduceren består av flere svingerement for å kunne brukes til SSBL-posisjonering. Her blir den elektriske pulsen fra transceiveren omdannet til lyd, mottar signalet fra transponder og omdanner det til en elektrisk puls som blir sendt til transceiver.

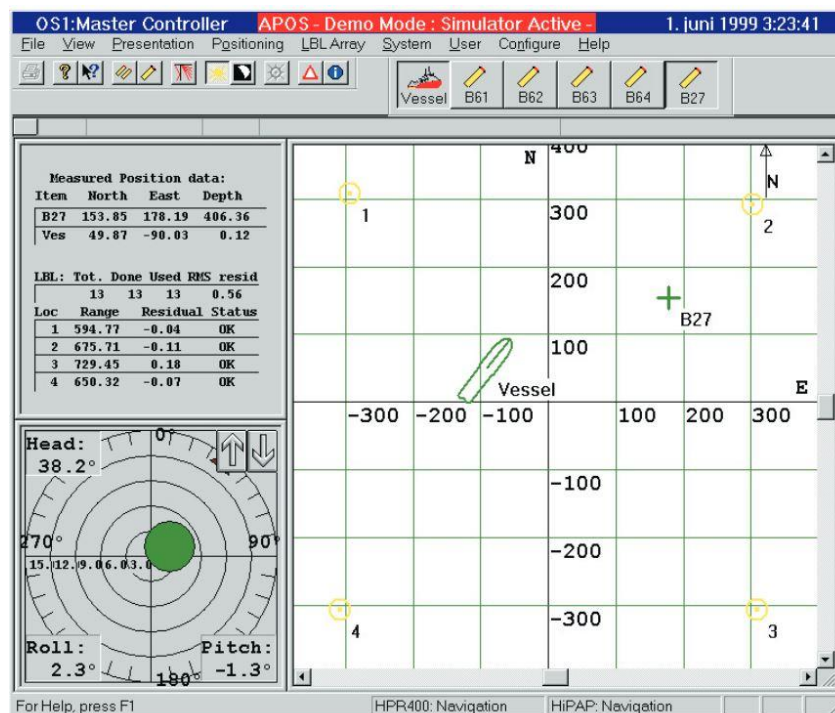
2.1.1.4 Hoist Control Unit

Fjernstyringen til transduceren som gjør det mulig å heve eller senke den gjennom skroget.

2.1.1.5 Transponderen

Transponderen er satt ut på bunn/ROV/undervannskonstruksjon og vil svare på oppkalling fra transceiveren/transduceren.

Figur 72: APOS skjermdump



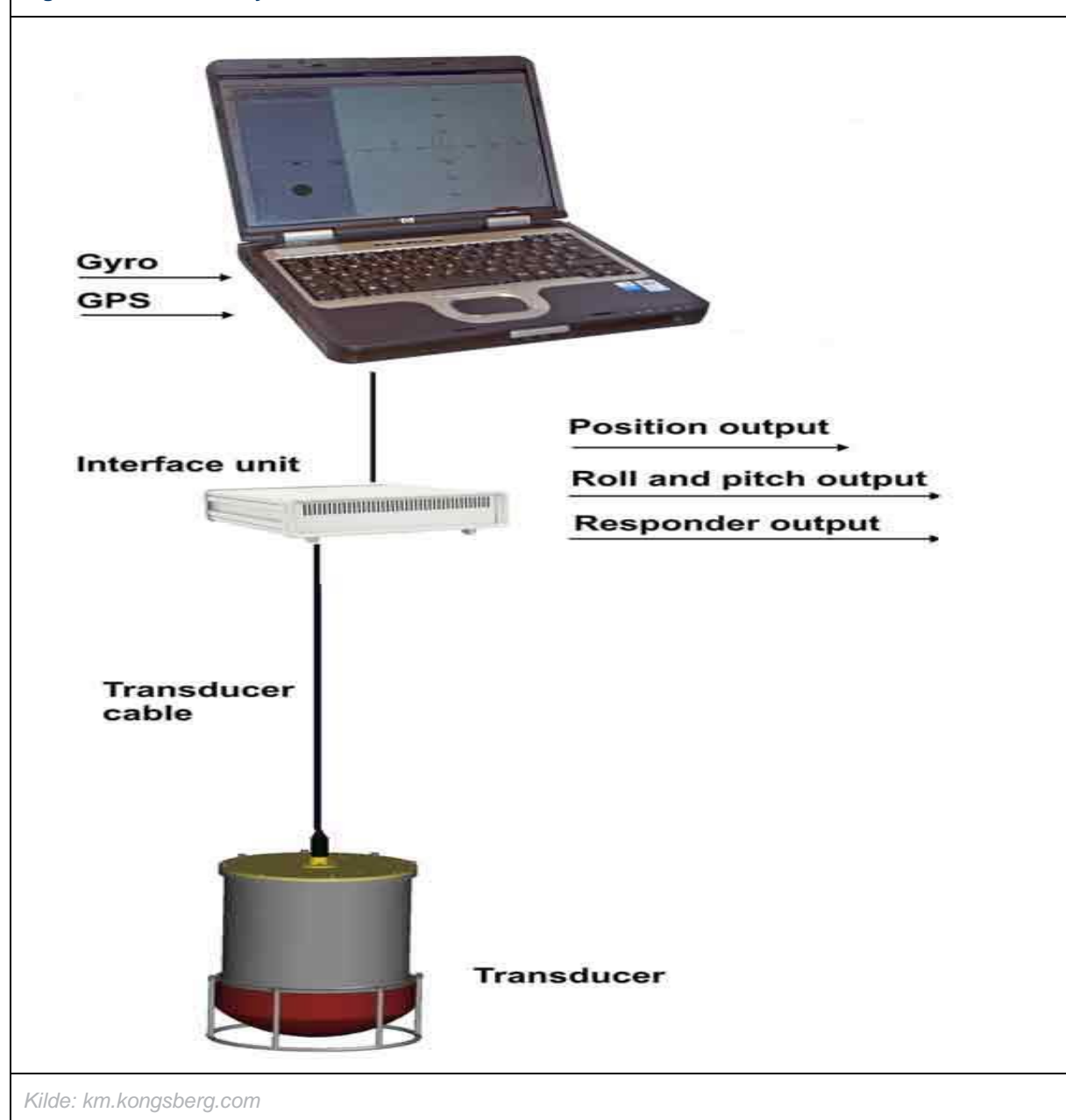
Kilde: km.kongsberg.com

2.2 HiPAP

HiPAP er mye brukt i offshoreflåten og har en typebetegnelse som består av tre siffer for eksempel 501. Forskjellen på xx0 og xx1 er at xx1 er andregenerasjons HiPAP-system og kan benytte Cymbal, som er den nyeste overføringsprotokollen som Kongsberg tilbyr. Cymbal gir en bedre nøyaktighet, høyere dataoverføringshastighet med telemetri, automatisk innstilling av transponderens kildenivå for å bedre batterikapasiteten samt mulighet for multi-ping som vil gi deg en bedre oppdateringsrate på dyp større enn ca. 750m.

HiPAP 351 er også tilgjengelig som et portabelt «over side» system, da med typebetegnelsen 351P.






Figur 73: HiPAP 351P systemoversikt



Kilde: km.kongsberg.com

2.2.1 HiPAP Transducere

Figur 74: Teknisk spesifikasjon HiPAP Transducere

Description	HiPAP 501	HiPAP 451 (may upgrade to 501)	HiPAP 351	HiPAP 351P HiPAP 351P-5 HiPAP 351P-I	HiPAP 101
Transducer outline					
Operating range ¹⁾	1 – 4000 m	1 – 3000 m	1 – 3000 m	1 – 3000 m	1 – 10000 m
Position Accuracy in % of range ¹⁾	0,2 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,2 %
Angle Accuracy ¹⁾	0 dB S/N: 0,30° 10 dB S/N: 0,18° 20 dB S/N: 0,12°	0 dB S/N: 0,40° 10 dB S/N: 0,23° 20 dB S/N: 0,18°	0 dB S/N: 0,40° 10 dB S/N: 0,23° 20 dB S/N: 0,18°	0 dB S/N: 0,40° 10 dB S/N: 0,23° 20 dB S/N: 0,18°	20 dB S/N: 0,14°
Accuracy Dual mode option, Two-TD system ¹⁾	20 dB S/N: 0,09°	20 dB S/N: 0,13°	20 dB S/N: 0,13°	20 dB S/N: 0,13°	20 dB S/N: 0,09°
Angle Accuracies with use of Cymbal will be improved with up to 30 % for all systems					
Range Detection Accuracy ²⁾ is 0,1m for all systems					
Range Detection Accuracy with use of Cymbal is 0,02m for all systems					
Operating beam (max.)	200°	160°	160°	160°	120°
Minimum Gate Valve size required	20 inches/500 mm	20 inches/500 mm	14 inches/350 mm	14 inches/350 mm	20 inches/500 mm
Transducer Diameter	400 mm	400 mm	320 mm	345 mm	460 mm
Number of active elements	241	46	46	46	31
Narrow Pointing Receiving Beam	10°	15°	15°	15°	20°
Hull Unit for automatic Transducer deployment through hull	Available	Available	Available	Not Available	Available
Number of HPR 400/ Cymbal channels	56/50	56/50	56/50	56/50	30/20
Receive Frequency Band	27,0 – 30,5 kHz	27,0 – 30,5 kHz	27,0 – 30,5 kHz	27,0 – 30,5 kHz	13,0 - 15,5 kHz
Telemetry Frequency Band	24,5 – 27,0 kHz	24,5 – 27,0 kHz	24,5 – 27,0 kHz	24,5 – 27,0 kHz	12,0 - 13,0 kHz
Transmit Frequency Band	21,0 – 24,5 kHz	21,0 – 24,5 kHz	21,0 – 24,5 kHz	21,0 – 24,5 kHz	10,0 - 12,5 kHz

Kilde: km.kongsberg.com

Alle HiPAP transducere er bygd opp av flere akustiske elementer. Det er dette som muliggjør stråleformingen og målingen av faseforskjellen på mottatte lydimpulser. Når en transponder har blitt låst for posisjonering i SSBL, vil systemet automatisk minske strålebredden inn mot transponderen. Stamping, rulling og heading vil automatisk bli tatt hensyn til av systemet.

HiPAP 501 og 451 er den samme transduceren, men på 451 er kun 46 av 241 elementer aktive. Denne kan oppgraderes til å benytte seg av alle elementene ved en oppgradering av transceiveren.

2.3 Overføringsprotokoller

2.3.1 HPR400

Protokollen som de eldre typene transpondere og HiPAP bruker for overføring av lydimpuls og telemetri. Det er denne overføringsprotokollen som er standard og som blir benyttet på alle xx0 og xx1 systemene. Med HPR400 har du 56 kanaler til rådighet.

2.3.2 Cymbal

Som nevnt tidligere er dette den nyeste overføringsprotokollen til Kongsberg. Alle transceivere og transducere i xx1 serien har mulighet til å benytte seg av denne, men transceiveren må oppgraderes, Cymbal er ikke en del av standardpakken.

Cymbal gir:

- 30% bedre vinkelopløsning ved bruk av SSBL
- Bedre rekkevidde
- Avstandsnøyaktighet på 0,02m
 - 0,01m mellom cNode-transpondere
- 50 ekstra transponderkanaler
- Mindre sensitiv for refleksjoner
- Multi-ping, som gir deg en bedre oppdateringsrate
- Automatisk innstilling av transponderens kildenivå for å optimalisere batterilevetiden
- Høyhastighets telemetri, 8kbit/s
- Noe dårligere total batterikapasitet da signalet bruker mer energi

Ved bruk av Cymbal med cNode-transpondere kan en benytte seg av alle de 56 standard HPR400-kanalene samt de ekstra 50 Cymbal-kanalene. Cymbal vil ikke kunne brukes på eldre generasjoner transpondere.

2.4 HAIN Treghetsnavigasjon

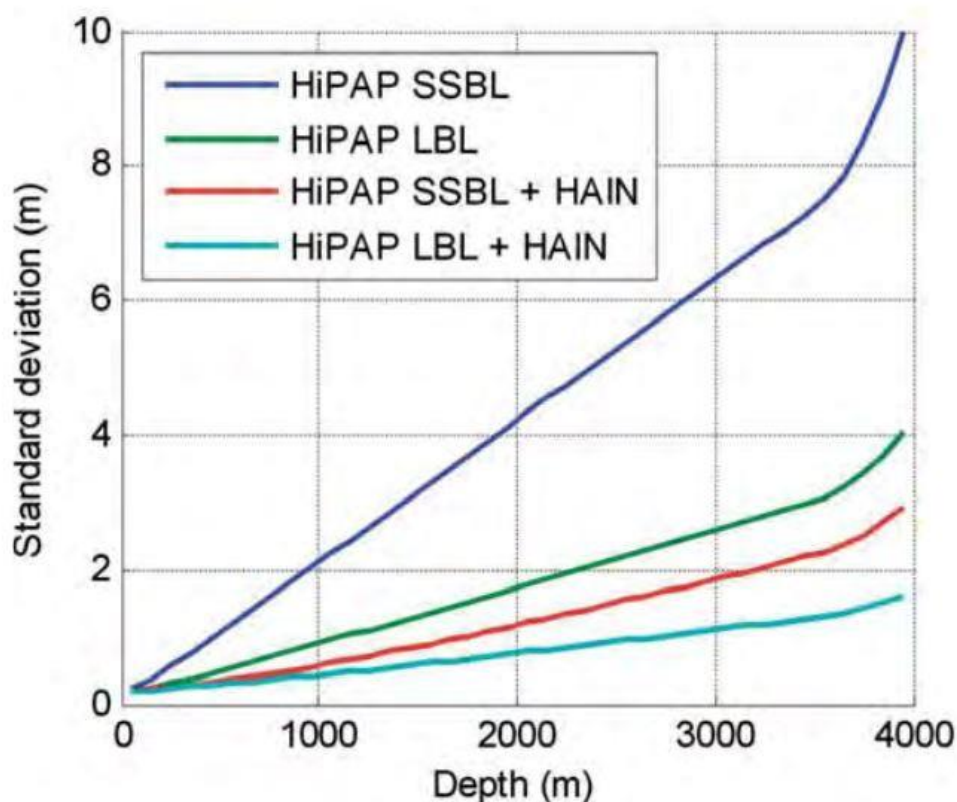
HAIN er treghetsnavigasjon og hydroakustisk posisjonering i en «pakke». Ved hjelp av meget nøyaktige akselerometre og vinkelhastighetsmåling kan bevegelsene som skipet blir utsatt for brukes til å beregne avdriften fra siste kjente posisjon. HAIN er velegnet til bruk på store dybder der det er vanskelig å få sekundoppdatering fra transponder. Altså vil systemet bruke treghetsnavigasjon for posisjonsoppdatering til det igjen blir kalibrert av det hydroakustiske signalet.

HAIN vil også forbedre posisjonsnøyaktigheten ved å redusere deviasjon mellom ping.

Treghetsnavigasjonen blir foretatt av en IMU. Det er denne enheten som inneholder akselerometrene og vinkelhastighetsmålerne (FOG). Disse dataene blir sendt til HAIN-datamaskinen som igjen er koblet opp mot operatørstasjonen APOS.

Tiden fra hver oppdatering fra hydroakustikken kan derimot ikke bli for lang da dette fører til at treghetsnavigasjonens nøyaktighet vil bli dårligere som en funksjon av tid.

Figur 75: HAIN nøyaktighet som funksjon av dybde



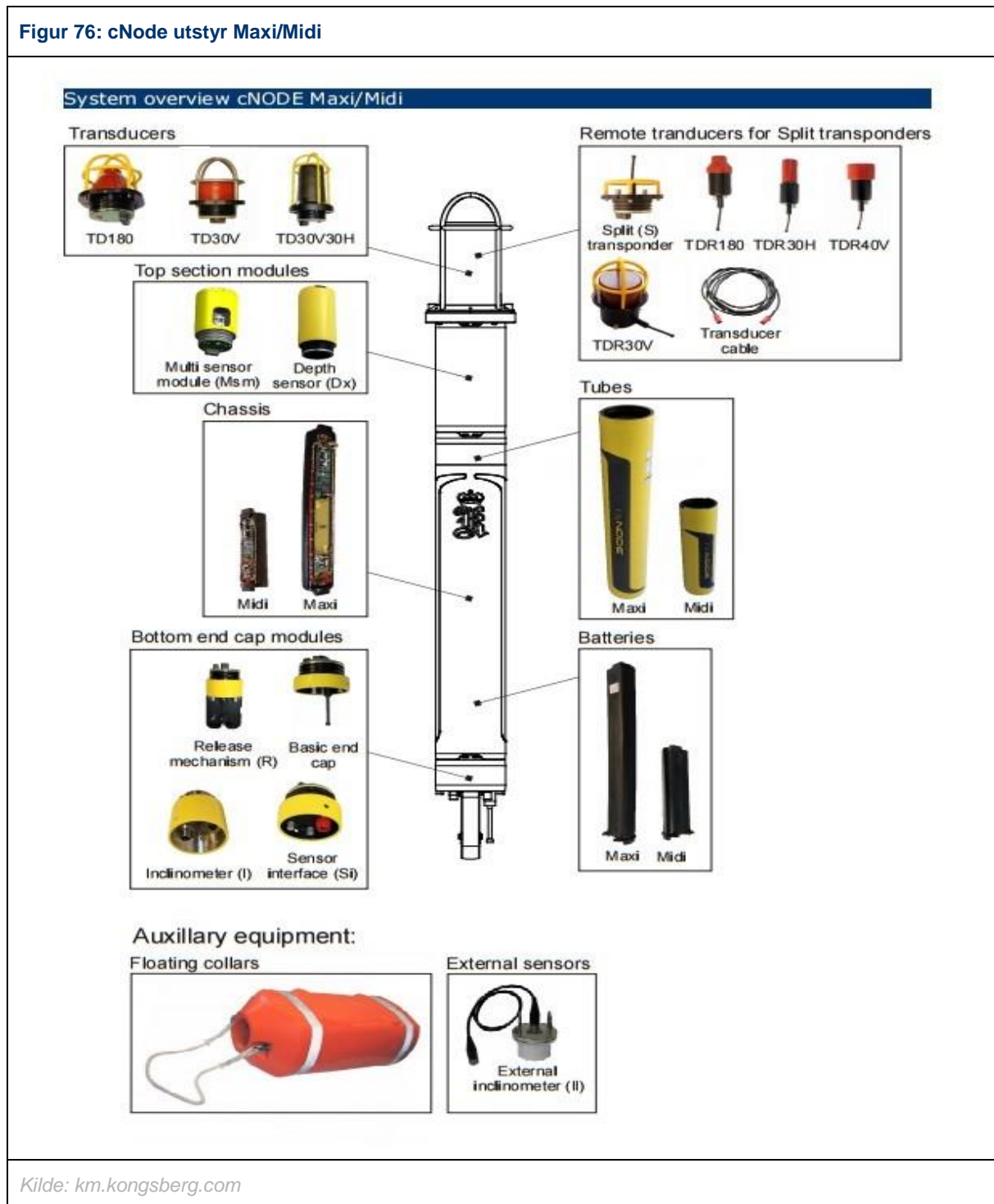
Kilde: km.kongsberg.com

2.5 cNode

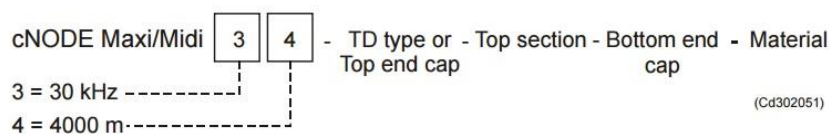
2.5.1 Maxi/Midi

Nyeste type transpondere fra Kongsberg. cNode transpondere kommer i tre hovedmodeller; maxi, midi og mini, disse modellene kan igjen utstyres med forskjellige typer utstyr utfra operasjonens behov.

Figur 76: cNode utstyr Maxi/Midi



Figur 77: cNode typebetegnelse



Kilde: km.kongsberg.com

Typebetegnelsen på transponderen vil fortelle deg hva slags utstyr den har, hva slags frekvensbånd den bruker og dybderatingen.

Eks: 34-TD30V-Dx-R

Denne typebetegnelsen forteller deg at transponderen sender i MF-båndet mellom 21 og 30 kHz, og kan brukes til 4000m dybde. TD30V forteller deg at transducere har en strålebredde på 30° i vertikal retning, Dx betyr at denne transponderen er utstyrt med en dybdesensor og R betyr at den har en utløsermekanisme slik at den kan brukes sammen med en flytekrage.

cNode transponderne og modulene kommer i to forskjellige materialvalg, aluminium og stål. Når du skal montere på en modul må du forsikre deg om at de er av samme materiale, ikke blande sammen stål og aluminium. Midi har kun rør i aluminium.

2.5.1.1 Transducere

Til cNode-transponderen kan det kobles til en rekke ulike transducere, de er delt i to hovedgrupper, faste transducere og remote transducere. I dette heftet skal vi kun se på de faste da disse er de vanligste.

Figur 78: Faste transducere til cNode transpondere

	TD180	TD30V	TD30V30H
Beam width:	180°	30° vertical	30° vertical/30° horizontal
Receiver sensitivity:	100 dB	85 dB	85 dB
Source level - max:	190 dB	206 dB	206 dB/190 dB
Dimensions (L x dia):	169.5 x Ø166	169.5 x Ø166	316 x Ø184
Models (material):	Aluminium and Stainless steel	Aluminium and Stainless steel	Aluminium and Stainless steel
P/N:	319750 (Alu) and 320877 (St)	320662 (Alu) and 320077 (St)	313455 (Alu) and 359429 (St)

Kilde: km.kongsberg.com

Når vi ser på strålebredden til de ulike transduserne ser vi at de egner seg til forskjellige formål. TD180 har en stor strålebredde og en mindre sensitiv mottaker enn de andre. Denne vil egne seg best på forholdsvis grunt vann.

TD30V har en smalere strålebredde, en mer følsom mottaker og et høyere maksimalt kildenivå. Denne vil kun kunne brukes i SSBL, men vil være bedre på store dyp enn TD180.

TD30V30H har både en horisontal og en vertikal stråle, denne kan derfor brukes i LBL-posisjonering. Ellers forholdsvis lik TD30V.

2.5.1.2 Tilleggsutstyr

cNode-transponderne er modulbasert, derfor er det en hel del utstyr som kan kobles på for å få ønskede spesifikasjoner for en gitt operasjon. Dette kan være dybdesensorer, inklinometre, remote transducer-fjernstyring, utløsermekanisme og koblinger for eksterne sensorer.

Det som er vanlig i bruk er flytekrage og utløsermekanisme.

Figur 79: Release-mekanisme og flytekrage til cNode transponder

Release mechanism (R)



Safe working load: 500 kg

Dimensions (L x dia):

243 x Ø144

Model (material): Aluminium
and Stainless steel

P/N: 325026 (Alu) and 356511
(St)

Maxi - Aluminium

Depth rating: 2000 and 4000 m

P/N: 320772 (2000 m)

319301 (4000 m)



Kilde: km.kongsberg.com

Figur 80: cNode transponder med TD30V30H, flytekrage, utløser og lodd.



Kilde: Kim Einar Nikolaisen

2.5.2 Mini

cNode Mini er forholdsvis lik Maxi/Midi, men er mye mindre, cirka 60cm lang. Den brukes på ROV for å kunne tracke denne, og festes på undervannskonstruksjoner der den står som selvstendig transponder eller koblet til strøm som responder. SSBL og LBL er i likhet med Maxi/Midi mulige oppsett.

Mini er også modulbasert og kan tilpasses operasjonen du skal utføre, men har kun dybdesensor av tilleggssensorer tilgjengelig. Mini kan derimot brukes på større dybder enn sine storebrødre da modellen Mini 17-180 kan brukes ned til 7000m. Denne benytter seg av transduceren TD180LF. Denne typen transducer benytter seg av en lav frekvens 10-15kHz. Sammen med for eksempel HiPAP 101 om bord.





Figur 81: cNode Mini



Kilde: km.kongsberg.com

2.5.2.1 Transducere

Figur 82: cNode Mini transducere

	TD180	TD40V	TD80V	TD180LF
				
Frequency band:	Medium Frequency	Medium Frequency	Medium Frequency	Low Frequency (LF)
Beam width:	180°	40° vertical	80° vertical	180°
Receiver sensitivity:	100 dB	90 dB	85 dB	100 dB
Source level - max:	190 dB	203 dB	188 dB	188 dB
Material:	Aluminium	Aluminium	Stainless steel	Stainless Steel
			Depth rating: 1000 m	

Kilde: km.kongsberg.com

2.6 Batterityper og kapasitet

cNode Maxi/Midi er utstyrt med Lithium batterier, disse er ikke oppladbare. Mini er utstyrt med et oppladbart NiMH-batteri.

Levetiden til disse batteriene vil variere utfra kildenivå og pulslengde.

Tabell 8: Batterikapasitet i antall ping ved forskjellige kildenivå (Cymbal protokoll.)	
Eks: cNode Maxi 34-180	
Kildenivå	Antall ping (X x 10 ⁶)
190 dB	1.1
184 dB	3.5
178 dB	7.5
173 dB	10.5

Kilde: km.kongsberg.com

I instruksjonsmanualen vil du finne tall for din transpondertype.

cNode Maxi-transponderen kan stå i en passiv lyttemodus i 2.5 år på et nytt batteri, Midi i 1.25 år og Mini i 60 dager.

Ved bruk av transpondere i en operasjon bør en legge inn en feilmargin for å unngå problemer. Selv om batteriet er nytt kan det ha vært lagret en stund og vil utlades noe. Etter det første året lagret har Lithium batteriet tapt ca. 3% av kapasiteten og vil tape 1.5% hvert år etter det første. Tapet over en tiårs periode blir ca. 15%.

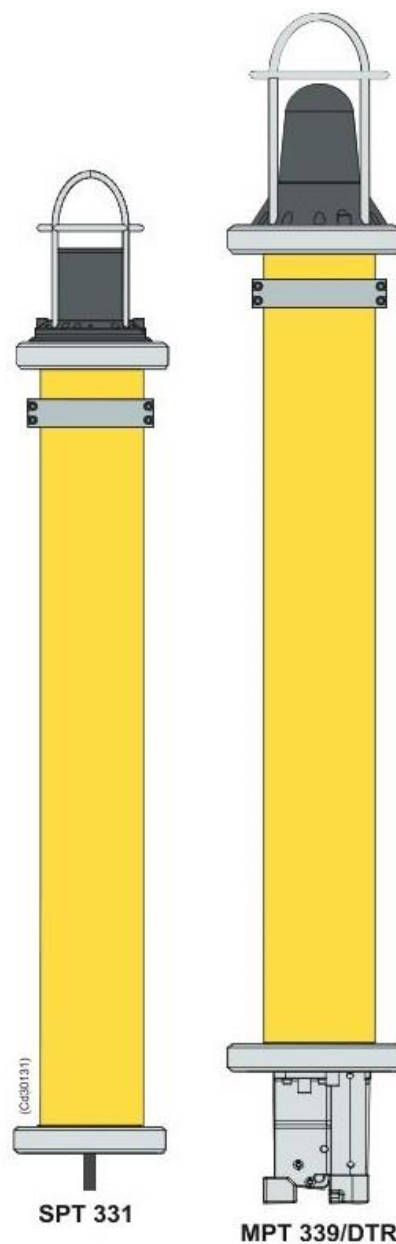
2.7 Utgatte transpondere

Transpondere som fortsatt er i bruk, men som Kongsberg har sluttet å produsere. Disse transponderne benytter seg HPR400-protokollen og kan brukes med alle HiPAP-transducere.

Disse er delt i tre hovedtyper MPT, SPT og MST. MPT kan brukes i både LBL og SSBL-modus, mens SPT og MST kun kan brukes i SSBL. MST-transponderen er den gamle typen Mini, og ble brukt tilsvarende.

Figur 83: Typebetegnelse

- MPT** = Multifunction Positioning Transponder
- SPT** = SSBL Positioning Transponder
- 3xx** = 30 kHz band
- x3x** = Depth rated for 3000 m
- xx1** = $\pm 15^\circ$ beamwidth
- xx9** = $\pm 90^\circ$ beamwidth
- DT** = Depth and Temperature sensors
- R** = Includes Release mechanism
- DuB** = Dual Beam
- I** = One set InclInometers (X/Y angles)
- II** = Split unit with two sets of InclInometers (X/Y angles)
- RspSx**
- 110 Vac** = Responder, Short tube, small backup battery/ external 110 Vac supply
- St** = Stainless steel (housing)



Kilde: km.kongsberg.com

2.7.1 Batterilevetid

Det er mange forskjellige typer av disse eldre transponderne, de ble levert med den elektronikken og sensorer som var bestilt. De forskjellige typene kunne leveres med tre ulike typer batteri, lithium, alkaline og oppladbare NiCd batteri. Kapasiteten på transponderne varierer litt fra type til type, dette er informasjon som kan finnes i manualen til transponder. En generell levetid på de ulike batteriene kan du se på bildet under, dette gjelder kun oppgitt modell.

Figur 84: Eksempel på batterilevetid SPT og MPT 33x serien

Battery data	Lithium	Alkaline	Rechargeable
Battery Type	L10/36 (15/40)	A10/36 (24/24)	N10/36 (18/30)
Battery Part no	290-103053	290-216804	290-212364
Maximum continuous on-time	180 days	71 days	16 days
Quiescent time	930 days	301 days	90 days
No. of replies, low source level	6.4 million	1.44 million	0.64 million
No. of replies, max source level	1.6 million	0.36 million	0.16 million

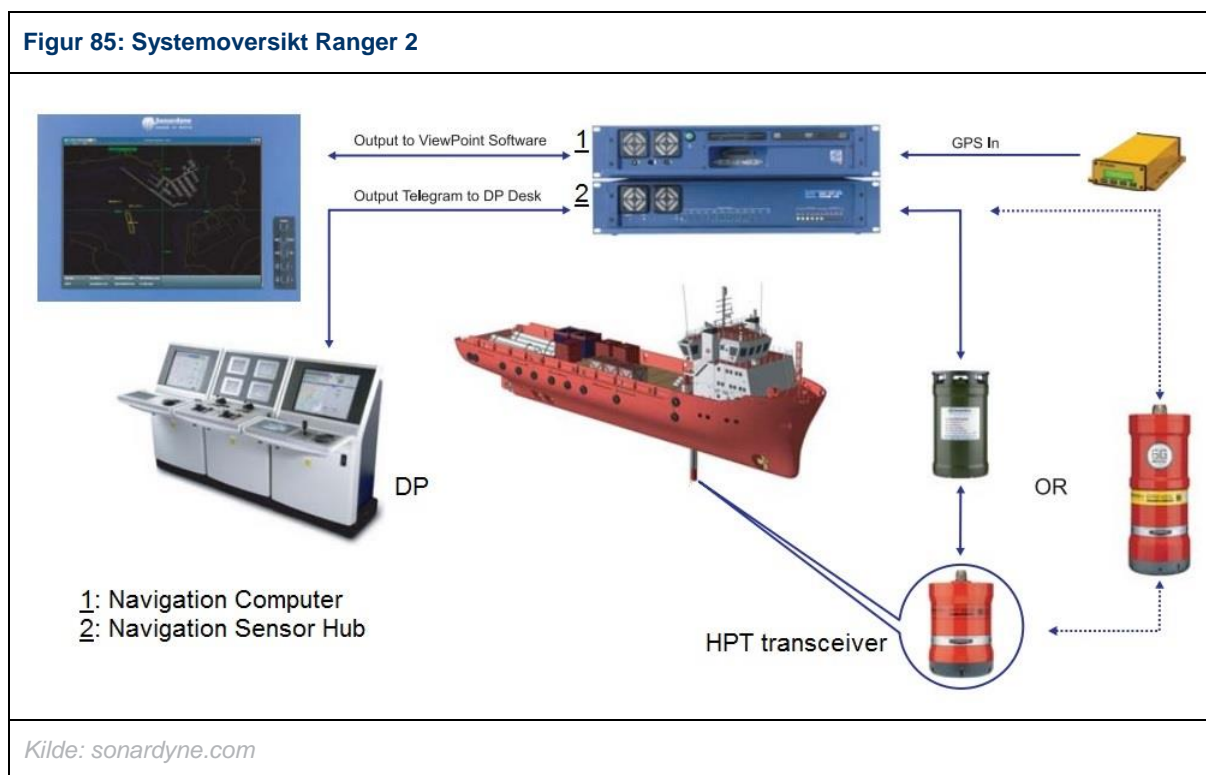
Kilde: km.kongsberg.com

Kapittel 3 Sonardyne

3.1 Ranger 2 – Systemoversikt

Sonardyne leverer mange forskjellige typer systemer for bruk til hydroakustikk. I dette heftet skal vi kun se på Ranger 2. Det er dette systemet som er mest aktuelt for USBL-posisjonering ved vanlige DP-operasjoner.

Figur 85: Systemoversikt Ranger 2



3.1.1 Navigation Computer

Operatørstasjonen til Ranger 2-systemet, output av brukergrensesnittet til ekstern skjerm. Det er her systemet kontrolleres og konfigureres av brukeren. Har også input fra GNSS.

3.1.2 Navigation Sensor Hub

Koblet opp mot navigation computer, det er denne enheten som mottar og sender signal til/fra transceiveren og DP-systemet og mottar signal fra GNSS, VRU og gyro. Denne enheten er også strømkilden til transceiveren.

3.1.3 Transceiver/Transducer

I Ranger 2-systemet er transceiveren og transduceren en og samme enhet, vi vil heretter referere til den som transceiveren.

Det er flere typer transceiverenheter som kan kobles opp mot Ranger 2, men vi vil bare ta for oss standard typen, HPT USBL transceiver. Denne enheten er enten satt opp som en «through hull» eller «over side» enhet. Det er denne enheten som kommuniserer med transponderen på bunn/ROV.

3.1.4 Transponder

Enheden som er satt ut på bunn og svarer på oppkalling fra transceiveren. Sonardyne har en stor familie transpondere til forskjellig type bruk, vi skal ta for oss Compatt 6 transponderen. Dette er siste generasjons transponder for USBL/LBL-posisjonering.

Figur 86: Through hull-montert transceiver



Kilde: sonardyne.com

3.2 Transceivere

Figur 87: HPT 5000 og HPT 7000



Kilde: sonardyne.com

I tillegg til de to transceiverne vist over har Sonardyne også en modell designet for bruk på grunnere vann, HPT 3000

Transceiverne til Sonardyne benytter seg av Sonardyne Wideband 1 / 2 og HPR400 overføringsprotokoll. De er derfor compatible med Kongsberg sine transpondere. Mer informasjon om Sonardyne Wideband vil komme senere i kapittelet.

Sonardyne tilbyr også transceiver med innebygd VRU og gyro, denne kalles Lodestar GyroUSBL. Ved bruk av denne transceiveren trengs ikke kalibrering opp mot skipets VRU og gyro. Dette vil være en fordel spesielt ved et «over side» system da mye tid kan bli spart på at systemet er klart til bruk med en gang.

Figur 88: Teknisk spesifikasjon HPT5000 og HPT7000

Feature	Type 8142-001	Type 8142-002 (Deepwater optimised unit)
Operational Frequency	MF (19-34 kHz)	MF (19-34 kHz)
Transceiver	Operating Range Up to 7,000 Metres	Up to 7,000 Metres
Performance	Acoustic Cover Up to ± 90°	Up to ± 90° Optimised for deep water (depending on frequency of operation)
	Range Precision Better than 15 mm	Better than 15 mm
	Positioning All Transceivers Tested to Better Than	All Transceivers Tested to Better Than
	Repeatability 0.1% of Slant Range 1 Drms	0.07% of Slant Range 1 Drms
Transmit Source Level	SL = dB re 1 uPa @ 1 m 200 dB	200 dB
	Tone Equivalent Energy (TEE)* 206 dB (13 JA)	206 dB (13 JA)
Electrical	24 or 48 V DC (±10%), Typical 15 W, Max 120 W	24 or 48 V DC (±10%), Typical 15 W, Max 120 W
Communication	RS485, Baud Rate Switchable, Ethernet 100 Mbps	RS485, Baud Rate Switchable, Ethernet 100 Mbps
Operating Temperature	-5 to 40°C	-5 to 40°C
Storage Temperature	-20 to 55°C	-20 to 55°C
Mechanical Construction	Aluminium Bronze	Aluminium Bronze
Dimensions; Length x Diameter	373 mm x 225 mm dia.	442 mm x 310 mm dia.
Weight in Air (Water)**	28 kg (15 kg)	41 kg (20 kg)
Options	Tilted Array Adaptor	Tilted Array Adaptor
<p>Note: The absolute accuracy of the system is dependent upon the quality of external attitude and heading sensors, beacon source level, vessel noise, water depth, mechanical rigidity of the transceiver deployment machine, SV knowledge and proper calibration of the total system using CASIUS.</p>		

Kilde: sonardyne.com

3.3 Wideband 2-protokollen

Nyeste overføringsprotokoll fra Sonardyne brukes på sjette generasjons transpondere og transceivere i tillegg til HPR400.

Fordeler ved bruk av Wideband 2:

- Høyhastighets dataoverføring
- Bedre posisjonsnøyaktighet
- Bedre SNR-forhold sammenlignet med Wideband 1 ved likt kilde nivå
- Mer energi i signalet, noe som gjør at det kan brukes på større dybder

3.3.1 6G

6G brukes ofte i sammenheng med betegnelsen Wideband 2. Dette indikerer at transceiver eller transponder er sjette generasjon og kan benytte seg av Wideband 2. I tillegg til å være designet for å være strømsparende har en transponder/transceiver av denne typen også mulighet til:

- Ping stacking
- Følgning av en nesten ubegrenset mengde mål

En 6G transponder med Wideband 1 / 2 har over 500 unike kanaler tilgjengelig.

3.4 AAINS

Acoustically Aided Inertial Navigation System.

AAINS er treghetsnavigasjon som får oppdaterte posisjonsdata fra en transponder i likhet med Kongsberg sitt HAIN-oppsett. Sonardyne benytter seg av Lodestar AHRS for treghetsnavigasjon. Denne er koblet opp mot HPR-systemet, for eksempel Ranger 2. Ved USBL-posisjonering på dypt vann eller der man ønsker å øke batterilevetiden på en transponder, er AAINS et godt valg da en ikke lenger er avhengig av sekundoppdateringer fra transponder, men kan i stedet motta puls for eksempel hvert 4 - 5 sekund. Lodestar AHRS vil sende sekundoppdateringer til DP-systemet uavhengig av mottatt lydimpuls, men vil drifte av over tid uten posisjonsoppdatering fra transponder, noe som fører til dårligere posisjonsnøyaktighet.

Figur 89: Lodestar AHRS



Kilde: sonardyne.com

3.5 Compatt 6

Nyeste generasjon transponder fra Sonardyne kommer i fire utgaver; Maxi, Standard, Midi og Mini. Disse transponderne benytter seg av Wideband og HPR400 overføringsprotokoller. Det vil si at de er kompatible med Kongsberg sine HiPAP-enheter. Compatt 6-transponderen kan brukes til både USBL- og LBL-posisjonering

Compatt 6-transponderen kan utstyres med forskjellig typer utstyr utfra operasjonens behov.

Figur 90: Compatt 6 Standard transponder



Kilde: sonardyne.com

Typebetegnelsen på Compatt 6-transponderen består av åtte siffer for eksempel 8300-3111. 8300 forteller deg at dette er en 6G-transponder, 3111 er den tekniske informasjonen som forteller deg hva slags utstyr transponderen er satt opp med.

31 – Forteller deg dybderatingen til transponderen.

1 – Forteller hva slags størrelse transponderen er (Std, Maxi, Midi, Mini).

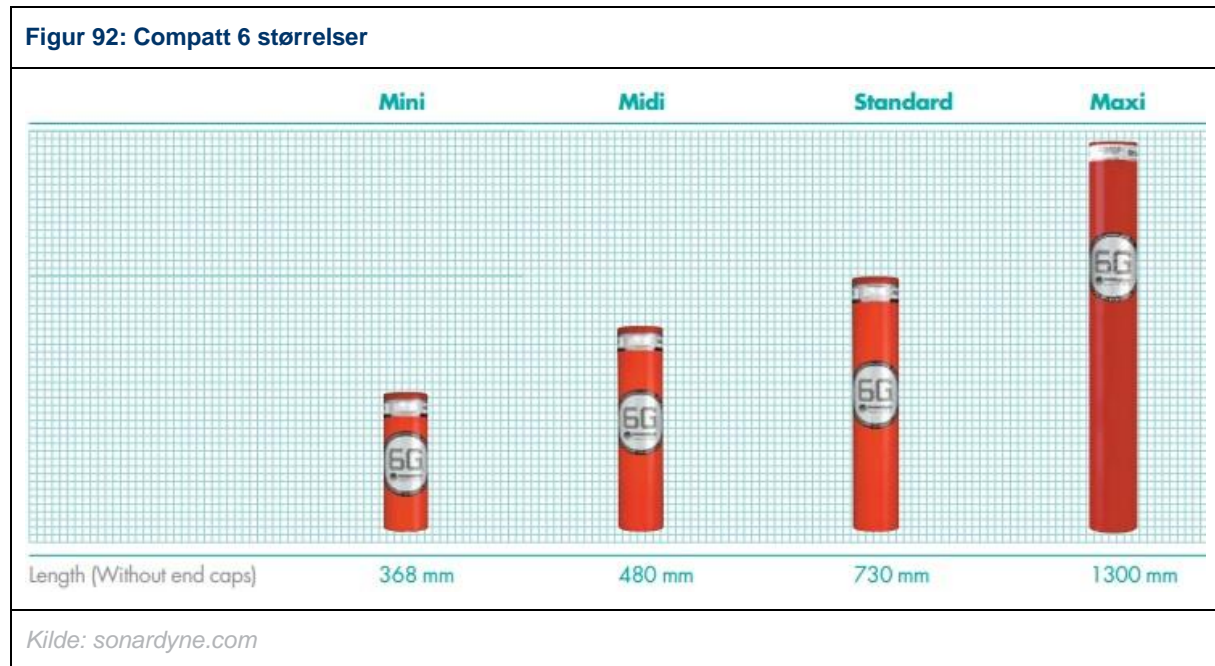
1 – Forteller deg om transducerens strålebredde.

Figur 91: Spesifikasjon på tre ulike Compatt 6 Standard transpondere

Feature	Type 8300-3111	Type 8300-3113	Type 8300-5213
Depth Rating	3,000 Metres	3,000 Metres	5,000 Metres
Operating Frequency	MF (19–34 kHz)	MF (19–34 kHz)	MF (19–34 kHz)
Transducer Beam Shape	Omni-Directional	Directional	Directional
Transmit Source Level (dB re 1 μ Pa @ 1 m)	187-196 dB (4 Levels)	190-202 dB (4 Levels)	190-202 dB (4 Levels)
Tone Equivalent Energy (TEE)*	193-202 dB	196-208 dB	196-208 dB
Receive Sensitivity (dB re 1 μ Pa)	90-120 dB (7 Levels)	80-120 dB (7 Levels)	80-120 dB (7 Levels)
Ranging Precision	Better Than 15 mm	Better Than 15 mm	Better Than 15 mm
Number of Unique Addresses Wideband 1 & 2	>500	>500	>500
Battery Life (Listening)	Alkaline 833 Days Lithium 1390 Days	833 Days 1390 Days	833 Days 1390 Days
External Power Supply	24 V	24 V	24 V
Safe Working Load (4:1)	250 kg	250 kg	250 kg
Dimensions; Length x Diameter	1035 mm x 134 mm	1010 mm x 134 mm	1010 mm x 143 mm
Weight in Air (Water)**	24 kg (12 kg)	27 kg (14 kg)	28 kg (15 kg)

Kilde: sonardyne.com

3.5.1.1 Maxi, Standard, Midi og Mini



Størrelsen vil ikke påvirke ytelsen på transponderen på noen annen måte enn levetid, da en større transpondercasing har plass til større batteri.

3.5.1.2 Transducere

De forskjellige transduserne som Compatt 6-transponderen kan utstyres med vil ha forskjellige karakteristikk ut fra typen operasjon de er ment for.

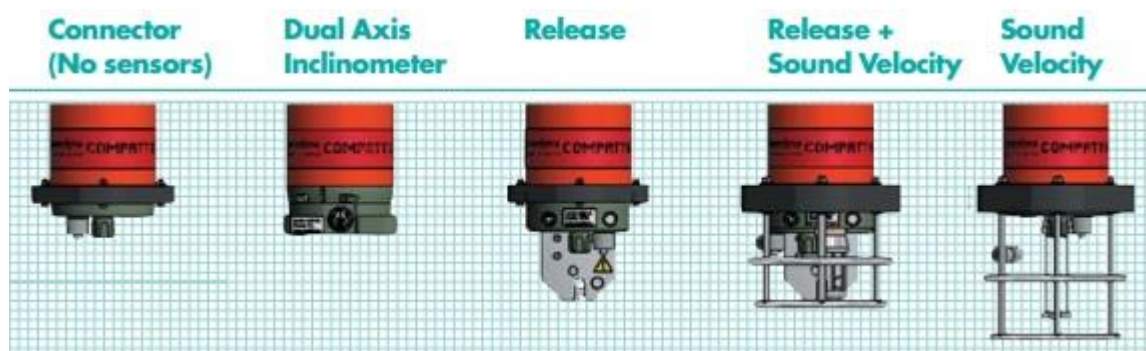


Sonardyne skiller transducerne i to grupper for strålebredde, og to grupper for frekvens. Strålebredden bli omtalt som omni-directional og directional, hvor omni vil ha en stor strålebredde og directional vil ha en smalere strålebredde. MF og LMF er frekvensen transduceren kan benytte, der MF er medium frekvens og LMF er lav til medium frekvens.

3.5.2 Tilleggsutstyr

Compatt 6 leveres med flere typer bunnplugger, der den vanligste er fjernutløsning for bruk av transponderen med lodd og flytekrage. Men den kan også leveres med inklinasjons-sensor, lydshastighetssensor, eller en bunnplugg som kan kobles til ekstern strømkilde for å kunne brukes som en responder.

Figur 94: Bunnplugger for Compatt 6 transpondere



Kilde: sonardyne.com

Figur 95: Sonardyne flytekrage

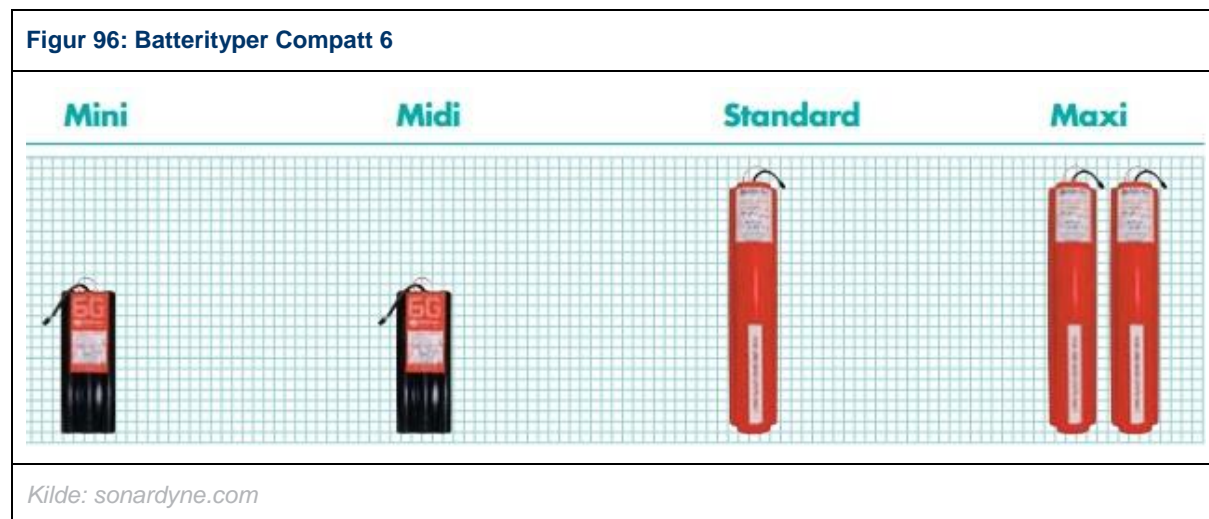


Kilde: sonardyne.com

Sonardyne leverer flere typer flytekrager til sine transpondere, den du ser avbildet over er standard flytekragen for Compatt 6-transponderen og kommer i fire versjoner med dybderating 1000m, 3000m, 5000m og 7000m.

3.6 Batteri

Compatt 6 Standard og Maxi kan leveres med lithium- og alkaline-batteri, men lithium er standard og vil gi best batterilevetid. Midi og Mini leveres kun med lithium-batteri.



Compatt 6 Maxi er levert med 2 standardbatterier noe som dobler levetiden til transponderen.

Levetiden til de forskjellige konfigurasjonene av Compatt 6 vil være oppgitt i den tekniske spesifikasjonen som følger med transponderen.

Sonardyne har også laget en app for Android operativsystem for beregning av batterilevetiden til Compatt 6-transpondere med ulike konfigurasjoner. Denne kan lastes ned via Google Play.



DEL 5

REFERANSER

Kapittel 1 Kildelister

1.1 Referanseliste

- Betke, K. (2001) *The NMEA 0183 Protocol*
<http://fort21.ru/download/NMEAdescription.pdf> (Lastet ned 26.05.2015)
- Guidance Navigation. (2008) *CyScan Operator's Guide v3.7a*.
- Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Kongsberg. (2006) *APOS Basic Operator Course Training Manual Rev. K1*.
- Kongsberg. (2011) *DPS 132 User Manual Rev. 2.0*.
- Kongsberg. (2011) *DPS 232 User Manual Rev. 2.0*.
- Kongsberg. (2011) *RADius 1000 Installation Manual Rev.12*.
- Kongsberg. (2011) *RADius 1000 User Manual Rev. 9*.
- Kongsberg. (2011) *RADius 1000 User Manual Rev. 9*.
- MDL. (2001) *MDL Fanbeam Training Software V1.03*.
- Veripos. (2012) *LD6 Operation Manual Rev. A*.

esa.int

essp-sas.eu

fugro.com

fugroseastar.com

guidance.eu.com

km.kongsberg.com

kystverket.no

navipedia.net

renishaw.com

sonardyne.com

veripos.com

1.2 Figurliste

- Figur 1 <http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/61118F926CD5A6E5C125700B0033CF55?OpenDocument> (Lastet ned 15.05.2015)
- Figur 2 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 3 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 4 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 5 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 6 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 7 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 8 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 9 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 10 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 11 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 12 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 13 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 14 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 15 Tilpasset fra:
Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 16 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 17 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 18 Tilpasset fra:
Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 19 Tilpasset fra:
Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*

- Figur 20 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 21 http://logicit.hu/shop_ordered/2717/pic/cikkek/MTK-GPS-finomhangolas/gps_segments.jpg (Lastet ned 25.05.2015)
- Figur 22 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 23 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 24 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 25 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 26 www.glonass-iac.ru/en/ (Lastet ned 25.05.2015)
- Figur 27 http://en.wikipedia.org/wiki/BeiDou_Navigation_Satellite_System#/media/File:BeiDou-coverage.png (Lastet ned 25.05.2015)
- Figur 28 http://www.inf.infn.it/conference/laser2012/3wednesday/5_otsubo/otsubo_p.pdf (Lastet ned 24.05.2015)
- Figur 29 <http://www.amsa.gov.au/navigation/services/dgps/> (Lastet ned 06.04.2015)
- Figur 30 <http://kystverket.no/Documents/Meldings-%20og%20informasjonstjenester/DGPS/DGPS%20stasjoner.jpg> (Lastet ned 06.04.2015)
- Figur 31 http://commons.wikimedia.org/wiki/File:EGNOS_map.svg (Lastet ned 04.04.2015)
- Figur 32 http://www.navipedia.net/index.php/File:EGNOS_performances_availability.png (Lastet ned 07.04.2015)
- Figur 33 http://www.navipedia.net/index.php/File:EGNOS_performances_accuracy.png (Lastet ned 07.04.2015)
- Figur 34 <http://www.starfix.com/Filnedlasting.aspx?Mld1=47&Filld=67> (Lastet ned 15.05.2015)
- Figur 35 <http://www.starfix.com/Filnedlasting.aspx?Mld1=47&Filld=65> (Lastet ned 15.05.2015)
- Figur 36 http://www.veripos.com/files/images/gallery/VERIPOS_Global_Coverage_Chart.jpg (Lastet ned 25.05.2015)
- Figur 37 Skjermdump fra:
<http://www.veripos.com/global-coverage.html> (Lastet ned 25.05.2015)
- Figur 38 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/81961FBDA01235CBC1256FFD00257D22/\\$file/Datasheet_DPS132_may14.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/81961FBDA01235CBC1256FFD00257D22/$file/Datasheet_DPS132_may14.pdf?OpenElement) (Lastet ned 15.05.2015)

- Figur 39 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/81961FBDA01235CBC1256FFD00257D22/\\$file/Datasheet_DPS132_may14.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/81961FBDA01235CBC1256FFD00257D22/$file/Datasheet_DPS132_may14.pdf?OpenElement)
(Lastet ned 08.04.2015)
- Figur 40 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 41 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 42 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 43 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 44 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/\\$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement)
(Lastet ned 13.04.2015)
- Figur 45 Kongsberg Seatex. (2011) *RADius 1000 User Manual Rev. 9.*
- Figur 46 Kongsberg Seatex. (2011) *RADius 1000 User Manual Rev. 9.*
- Figur 47 Tilpasset fra:
Kongsberg Seatex. (2011) *RADius 1000 User Manual Rev. 9.*
- Figur 48 Kongsberg Seatex. (2011) *RADius 1000 User Manual Rev. 9.*
- Figur 49 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/\\$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement)
(Lastet ned 29.04.2015)
- Figur 50 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/\\$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement)
(Lastet ned 15.04.2015)
- Figur 51 Kongsberg Seatex. (2011) *RADius 1000 User Manual Rev. 9.*
- Figur 52 [http://www.guidance.eu.com/assets/managed/cms/files/Guidance%20RadaScan%20A4%204pp%20AW%202015%20\(singles-LR\).pdf](http://www.guidance.eu.com/assets/managed/cms/files/Guidance%20RadaScan%20A4%204pp%20AW%202015%20(singles-LR).pdf) (Lastet ned: 24.05.2015)
- Figur 53 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 54 <http://www.renishaw.com/en/fanbeam-accessories--27277> (Lastet ned 15.04.2015)
- Figur 55 Tilpasset fra: MDL. (2001) *MDL Fanbeam Training Software V1.03*
- Figur 56 Tilpasset fra: MDL. (2001) *MDL Fanbeam Training Software V1.03*
- Figur 57 <http://s566.photobucket.com/user/OMBugge/media/Offshore%20Vessels/MPSV%20Havila%20Harmony/DSCN6186.jpg.html> (Lastet ned 29.04.2015)

- Figur 58 <http://www.guidance.eu.com/cyscan> (Lastet ned 30.04.2015)
http://i1150.photobucket.com/albums/s108/barcarra/Marine/cyscan_unit_gnl.jpg
(Lastet ned 30.04.2015)
- Figur 59 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 60 <http://www.renishaw.com/en/fanbeam-accessories--27277> (Lastet ned 15.04.2015)
- Figur 61 <http://www.ctxd.com/items/cyscan-operator.pdf> (Lastet ned 05.05.2015)
- Figur 62 Tilpasset fra:
<http://www.ctxd.com/items/cyscan-operator.pdf> (Lastet ned 05.05.2015)
- Figur 63 Tilpasset fra:
<http://www.ctxd.com/items/cyscan-operator.pdf> (Lastet ned 05.05.2015)
- Figur 64 Tilpasset fra:
<http://www.ctxd.com/items/cyscan-operator.pdf> (Lastet ned 05.05.2015)
- Figur 65 Tilpasset fra:
<http://doga.no/nyhet/spottrack-1> (Lastet ned 06.05.2015)
<http://doga.no/nyhet/spottrack> (Lastet ned 06.05.2015)
<http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/DA020AE36CAD EE97C1257BE400499329?OpenDocument> (Lastet ned 06.05.2015)
- Figur 66 Laget til kurset
- Figur 67 http://www.nauticexpo.com/prod/valeport-uk-50478.html#product-item_382571
(Lastet ned 11.04.2015)
- Figur 68 <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/6f/SOFAR.png>
(Lastet ned 11.04.2015)
- Figur 69 Laget til kurset
- Figur 70 Tilpasset fra:
[http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/LBLbig.jpg/\\$File/LBLbig.jpg?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/LBLbig.jpg/$File/LBLbig.jpg?OpenElement) (Lastet ned 13.04.2015)
- Figur 71 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Figur 72 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/E134315CB7752 D3AC1256D18004A9D8F/\\$file/164085ac_APOSTrainer_Product_specification.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/E134315CB7752 D3AC1256D18004A9D8F/$file/164085ac_APOSTrainer_Product_specification.pdf?OpenElement) (Lastet ned 11.05.2015)
- Figur 73 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/HiPAP350P_Configuration_web_500pxl.jpg/\\$File/HiPAP350P_Configuration_web_500pxl.jpg?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/HiPAP350P_Configuration_web_500pxl.jpg/$File/HiPAP350P_Configuration_web_500pxl.jpg?OpenElement) (Lastet ned 30.04.2015)

- Figur 74 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/D3F9B693E19302BBC12571B6003DD0AE/\\$file/HiPAP_Family_brochure_v3_lowres.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/D3F9B693E19302BBC12571B6003DD0AE/$file/HiPAP_Family_brochure_v3_lowres.pdf?OpenElement) (Lastet ned 06.05.2015)
- Figur 75 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/9308C12E9266BDEAC12575C200389298/\\$file/HAIN-Reference-Brochure_LR.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/9308C12E9266BDEAC12575C200389298/$file/HAIN-Reference-Brochure_LR.pdf?OpenElement) (Lastet ned 11.05.2015)
- Figur 76 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/50B9198AFFAC46DBC1257AB700526FFF/\\$file/343341aa_cnode_maxi_midi_prod_specification.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/50B9198AFFAC46DBC1257AB700526FFF/$file/343341aa_cnode_maxi_midi_prod_specification.pdf?OpenElement) (Lastet ned 11.05.2015)
- Figur 77 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/50B9198AFFAC46DBC1257AB700526FFF/\\$file/343341aa_cnode_maxi_midi_prod_specification.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/50B9198AFFAC46DBC1257AB700526FFF/$file/343341aa_cnode_maxi_midi_prod_specification.pdf?OpenElement) (Lastet ned 11.05.2015)
- Figur 78 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/50B9198AFFAC46DBC1257AB700526FFF/\\$file/343341aa_cnode_maxi_midi_prod_specification.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/50B9198AFFAC46DBC1257AB700526FFF/$file/343341aa_cnode_maxi_midi_prod_specification.pdf?OpenElement) (Lastet ned 11.05.2015)
- Figur 79 Tilpasset fra:
[http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/50B9198AFFAC46DBC1257AB700526FFF/\\$file/343341aa_cnode_maxi_midi_prod_specification.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/50B9198AFFAC46DBC1257AB700526FFF/$file/343341aa_cnode_maxi_midi_prod_specification.pdf?OpenElement) (Lastet ned 11.05.2015)
- Figur 80 Kim Einar Nikolaisen
- Figur 81 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/470EB0C3705C4A4C125787000276AC5/\\$file/343339aa_cnode_tp_prod_specification.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/470EB0C3705C4A4C125787000276AC5/$file/343339aa_cnode_tp_prod_specification.pdf?OpenElement) (Lastet ned 15.05.2015)
- Figur 82 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/470EB0C3705C4A4C125787000276AC5/\\$file/343339aa_cnode_tp_prod_specification.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/470EB0C3705C4A4C125787000276AC5/$file/343339aa_cnode_tp_prod_specification.pdf?OpenElement) (Lastet ned 11.05.2015)
- Figur 83 Tilpasset fra:
[http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/400834BE124B3515C1257BF9003A3349/\\$file/160760_sptmpt_33x_product_description.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/400834BE124B3515C1257BF9003A3349/$file/160760_sptmpt_33x_product_description.pdf?OpenElement) (Lastet ned 15.05.2015)
- Figur 84 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/400834BE124B3515C1257BF9003A3349/\\$file/160760_sptmpt_33x_product_description.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/400834BE124B3515C1257BF9003A3349/$file/160760_sptmpt_33x_product_description.pdf?OpenElement) (Lastet ned 15.05.2015)
- Figur 85 Tilpasset fra:
http://www.sonardyne.com/images/stories/system_sheets/sonardyne_ranger_2.pdf (Lastet ned 22.05.2015)
- Figur 86 <http://www.sonardyne.com/products/all-products/instruments/744-transceiver-deployment-machine-through-hull-.html> (Lastet ned 23.05.2015)
- Figur 87 http://www.sonardyne.com/images/stories/datasheets/Sonardyne_8142_hpt.pdf (Lastet ned 22.05.2015)

- Figur 88 http://www.sonardyne.com/images/stories/datasheets/Sonardyne_8142_hpt.pdf (Lastet ned 23.05.2015)
- Figur 89 http://www.sonardyne.com/images/stories/datasheets/Sonardyne_8084_lodestar_surface_aains.pdf (Lastet ned 23.05.2015)
- Figur 90 http://www.sonardyne.com/images/stories/datasheets/Sonardyne_8300_compatt6.pdf (Lastet ned 23.05.2015)
- Figur 91 Tilpasset fra:
http://www.sonardyne.com/images/stories/datasheets/Sonardyne_8300_compatt6.pdf (Lastet ned 23.05.2015)
- Figur 92 http://www.sonardyne.com/images/stories/system_sheets/sonardyne_6g_transponder_family.pdf (Lastet ned 23.05.2015)
- Figur 93 http://www.sonardyne.com/images/stories/system_sheets/sonardyne_6g_transponder_family.pdf (Lastet ned 23.05.2015)
- Figur 94 http://www.sonardyne.com/images/stories/system_sheets/sonardyne_6g_transponder_family.pdf (Lastet ned 23.05.2015)
- Figur 95 http://www.sonardyne.com/images/stories/datasheets/Sonardyne_floatation_collars.pdf (Lastet ned 23.05.2015)
- Figur 96 http://www.sonardyne.com/images/stories/system_sheets/sonardyne_6g_transponder_family.pdf (Lastet ned 23.05.2015)

1.3 Tabelliste

- Tabell 1 Laget til kurset
- Tabell 2 Tilpasset fra:
<http://fort21.ru/download/NMEAdescription.pdf> (Lastet ned 26.05.2015)
- Tabell 3 Tilpasset fra:
Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Tabell 4 Tilpasset fra:
Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Tabell 5 Tilpasset fra:
Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Tabell 6 Tilpasset fra:
Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*

Tabell 7 Laget til kurset

Tabell 8 Tilpasset fra:

[http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/4ADD212486A1B94EC125780000355234/\\$file/322217ae_cnode_Maxi_instruction_manual.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/4ADD212486A1B94EC125780000355234/$file/322217ae_cnode_Maxi_instruction_manual.pdf?OpenElement)

(Lastet ned 11.05.2015)



Maritime Operasjoner AS

Larsgårdsvegen 2
6009 Ålesund
Tlf: 70 16 12 14

E-post: maritime@hials.no
Web: <http://maritimekurs.hials.no>



POSISJONSREFERANSESYSTEMER



MARITIME
OPERATIONS

Aalesund University College



DEL 2A

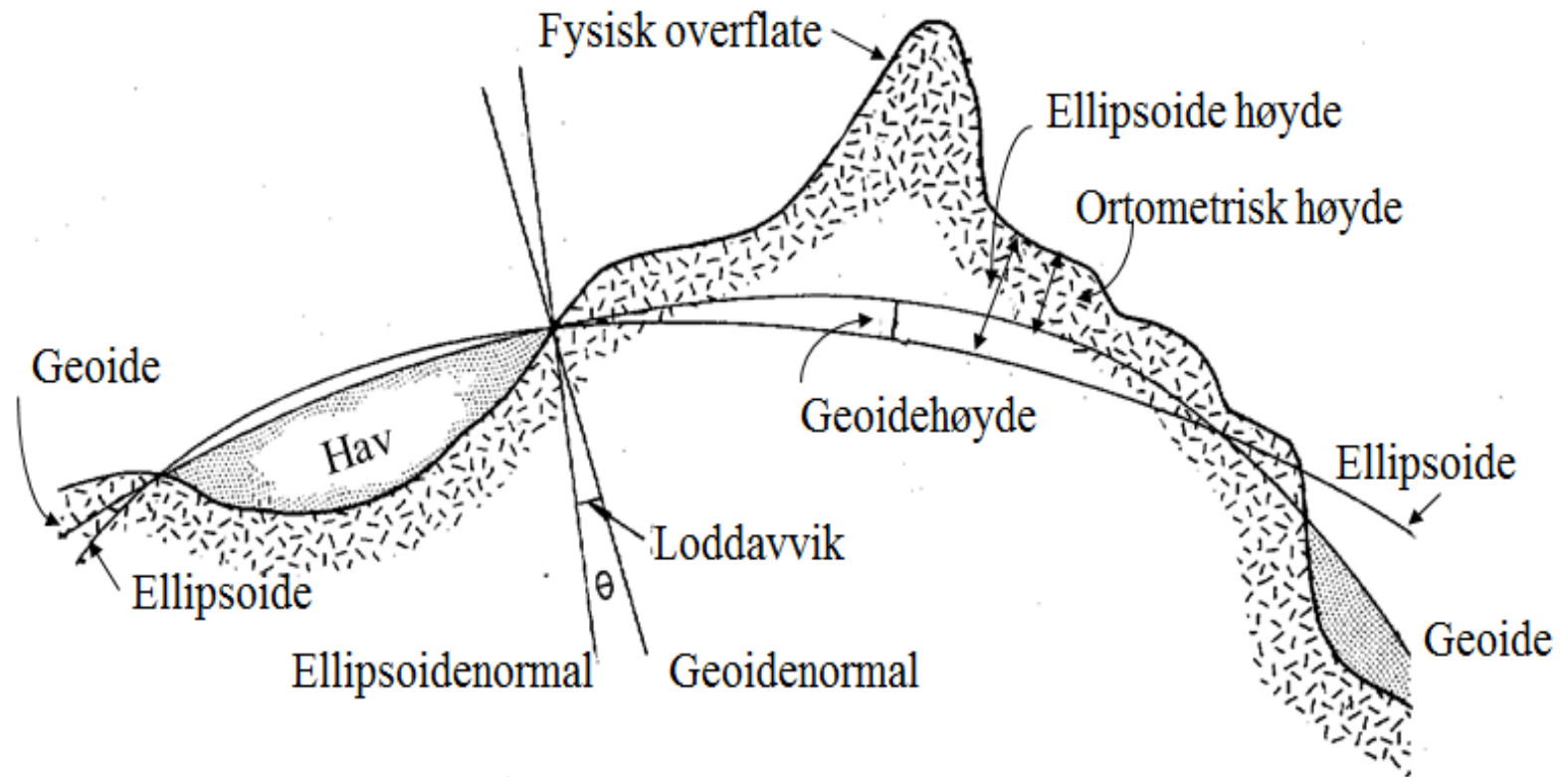
GEODESI



**MARITIME
OPERATIONS**

Aalesund University College

Geoiden & ellipsoiden



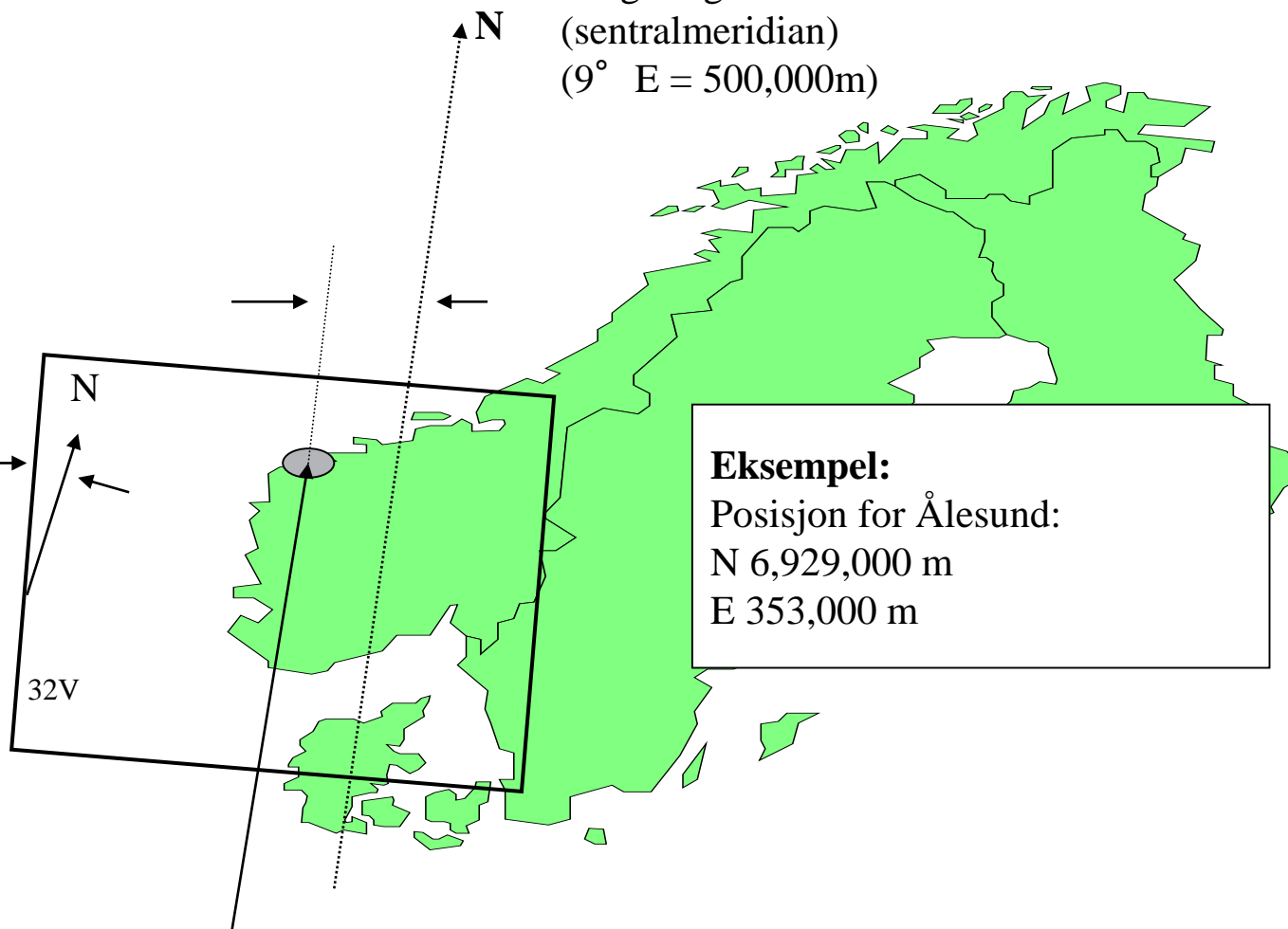
Koordinatsystemer

- Geografiske koordinater
- N 62°38.123' / E 006°18.789'
- Grid-koordinater
- N 6,929,000m E 353,000m

Koordinatsystemer – UTM-systemet

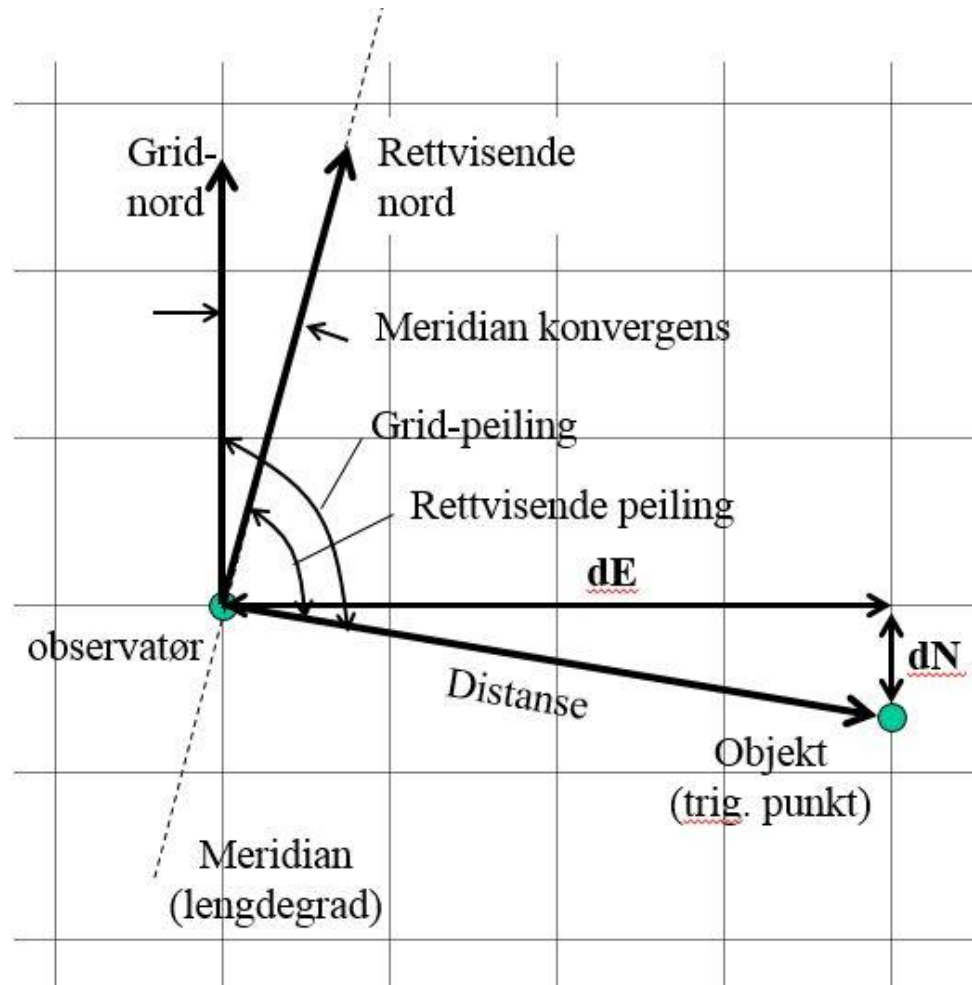
Tangeringsmeridian
(sentralmeridian)
(9° E = 500,000m)

Mercator-
konvergens



Eksempel:
Posisjon for Ålesund:
N 6,929,000 m
E 353,000 m

Koordinatsystemer – UTM-systemet



Lokale & globale datum

Navn	Type	Ellipsoide	Fundamentalpunkt
NGO-1948	Lokalt (Norge)	$a = 6377492.0175$ $f = 1/299.1528$	Oslo observatorium
ED-50	Lokalt (Europa)	$a = 6378388.0$ $f = 1/297$ Heyford 1909	Helmerts tårn i Potsdam
NAD-27	Lokalt USA	$a = 6378206$ $f = 1/295$ Clark 1866	Meads Ranch Kansas
Pulkova-42	Lokalt Russland	$a = 6378245$ $f = 1/298.3$ Krasovsky 1938	Pulkova observatoriet i St.Petersburg
WGS-84	Globalt	$a = 6378137.0$ $f = 1/298.257223563$	Jordsenteret



DEL 2B

GNSS

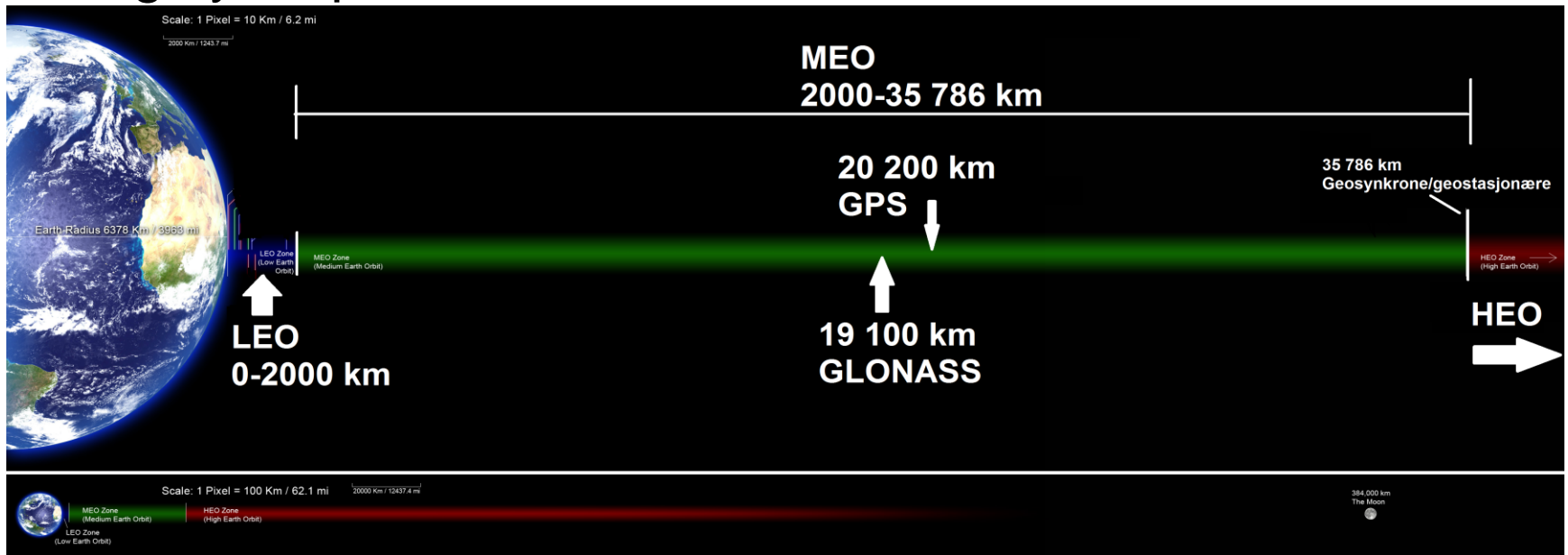


**MARITIME
OPERATIONS**

Aalesund University College

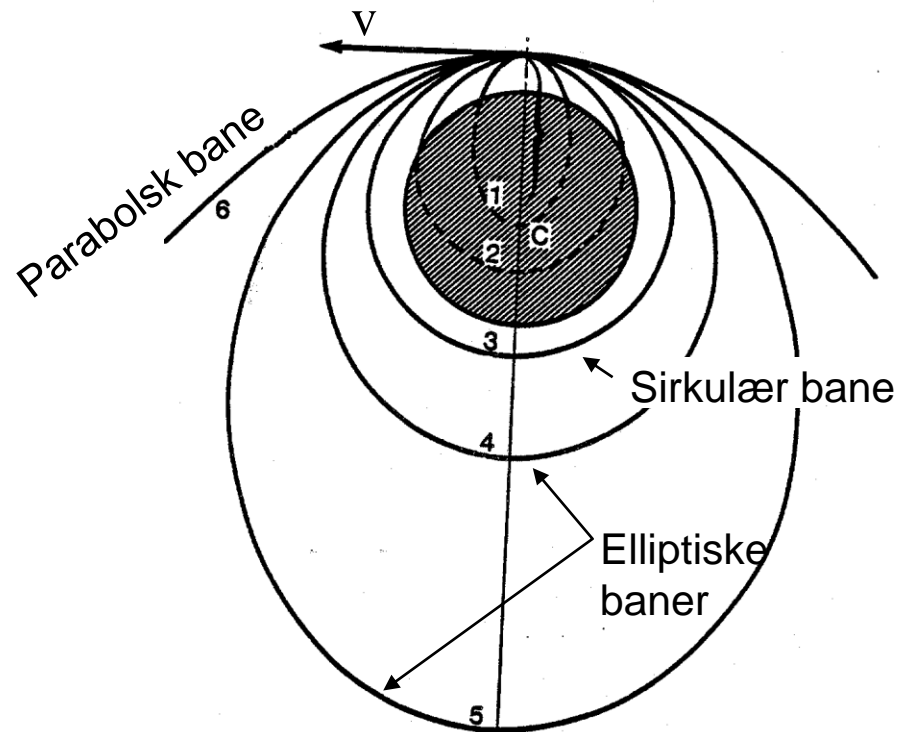
Satellittbaner & geometri

- 4 hovedbaner:
- Low Earth Orbit (lavbane)
- Medium Earth Orbit (mediumbane)
- Geosynkrone (GEO) og Geostasjonære (GSI)
- Highly Elliptical Orbit



Satellittbaner & geometri

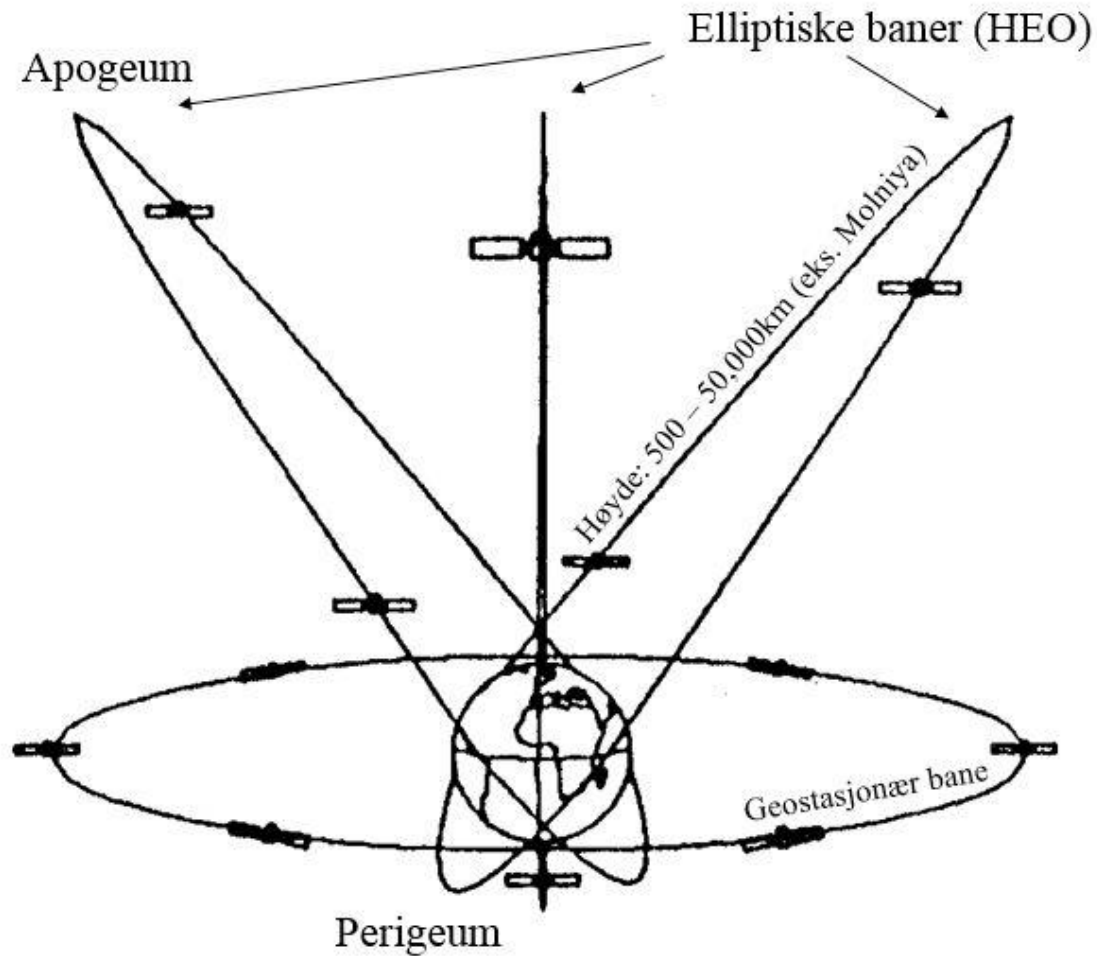
- Utskytningshastighet bestemmer hvilken bane satellitten havner i



Satellittbaner & geometri

Type	Høyde	Footprint / dekningsområde	Omløpstid	Inklinasjon
LEO	< 2000 km	Lite	Ca. 100 min	90° v/polare
MEO	2000-36000km	Middels	Ca. 12 timer	55° - 64.8°
GEO	Ca. 36000 km	Stort	24 timer	-
HEO	> 36000 km	Stort	>24 timer	63.4°

Satellittbaner & geometri



Satellittbaner & geometri

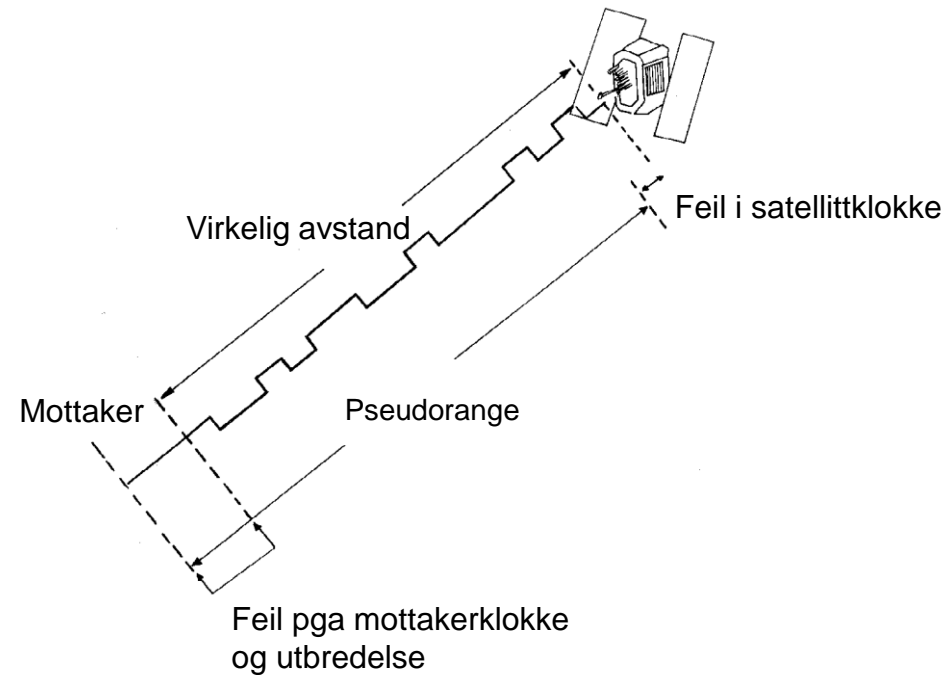
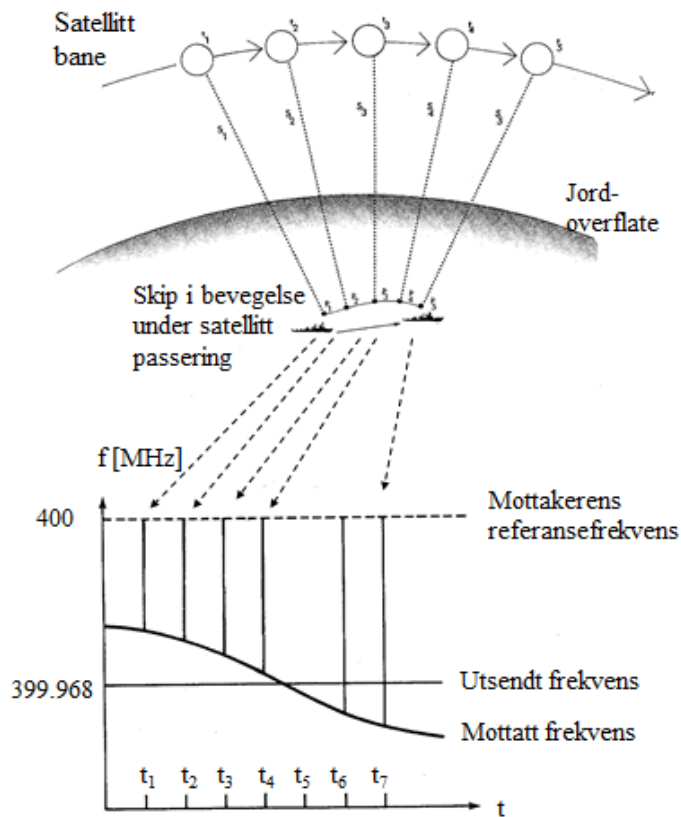
- GNSS = MEO + bakkesegment

- Eks. GPS:

- 24 aktive satellitter
- 1 MCS i Colorado Springs
- 17 monitorstasjoner
- 4 uplink-antenner

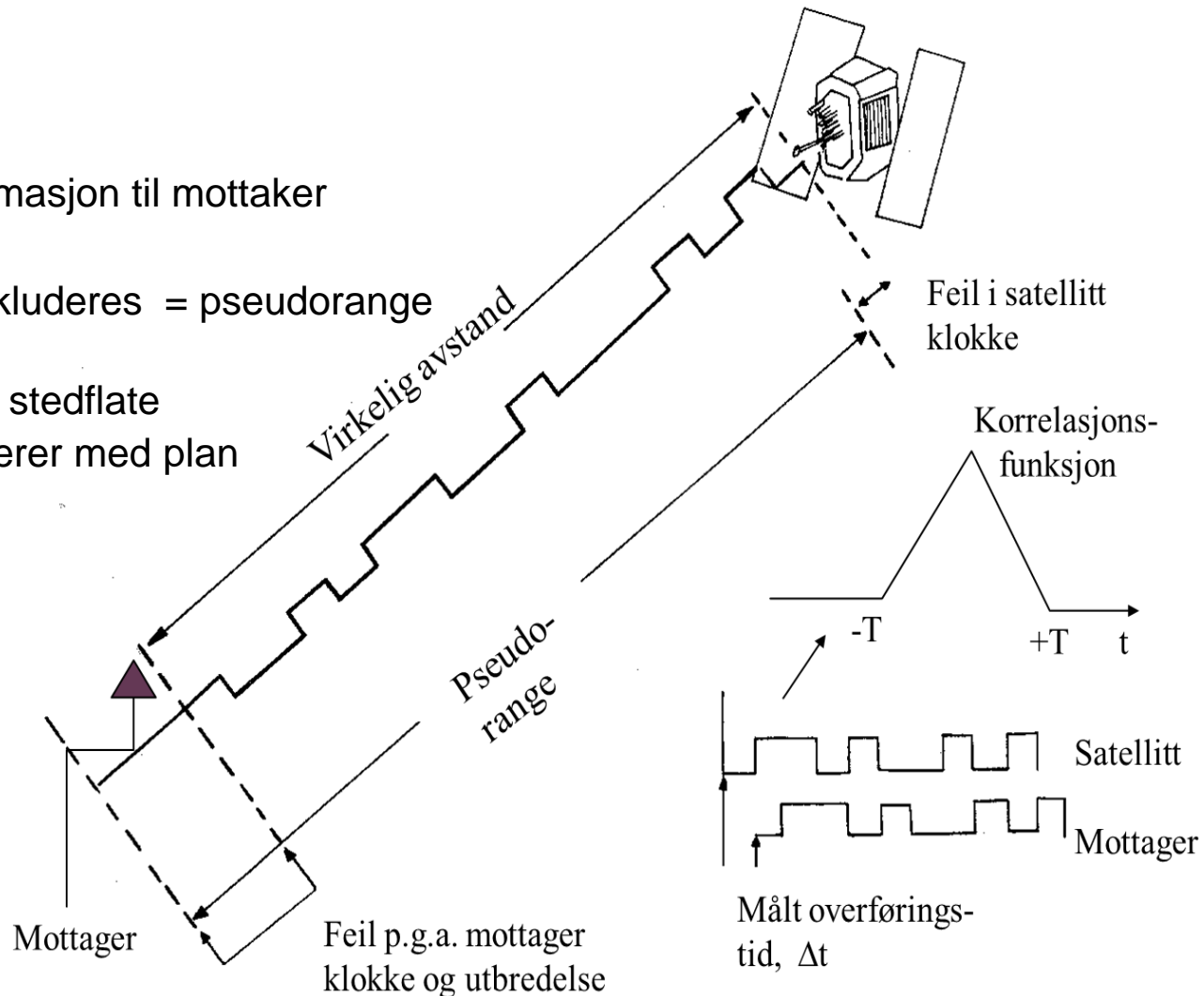
Prinsipper for satellitnavigasjon

- Doppler-målinger
- Tids- /avstandsmålinger

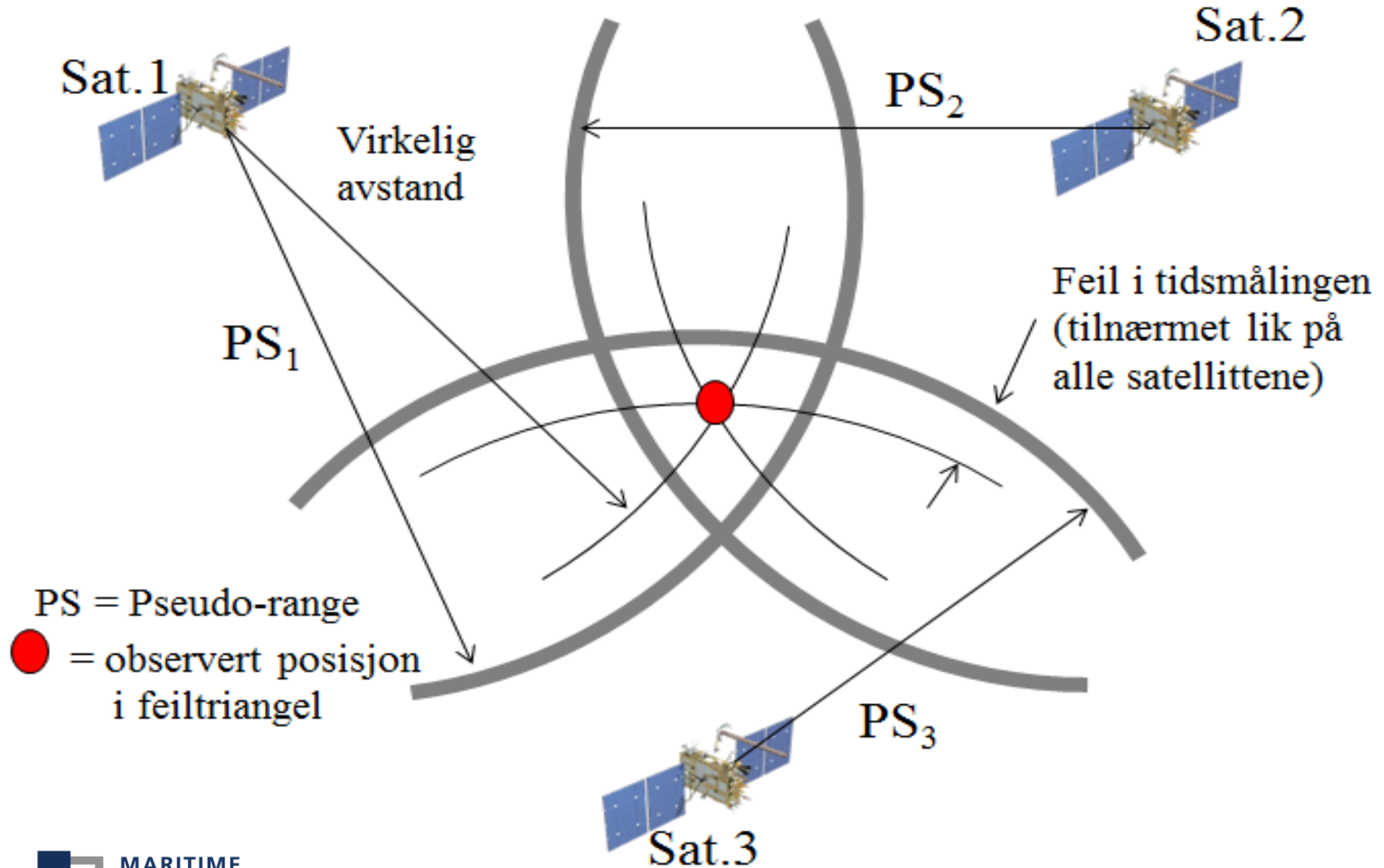


Tids- /avstandsmålinger

- $R = c \times t$
- Satellitt \rightarrow baneinformasjon til mottaker
- Klokkefeil i mottaker inkluderes = pseudorange
- Avstand betraktes som stedflate
- stedlinje når flate skjærer med plan



Tids- /avstandsmålinger

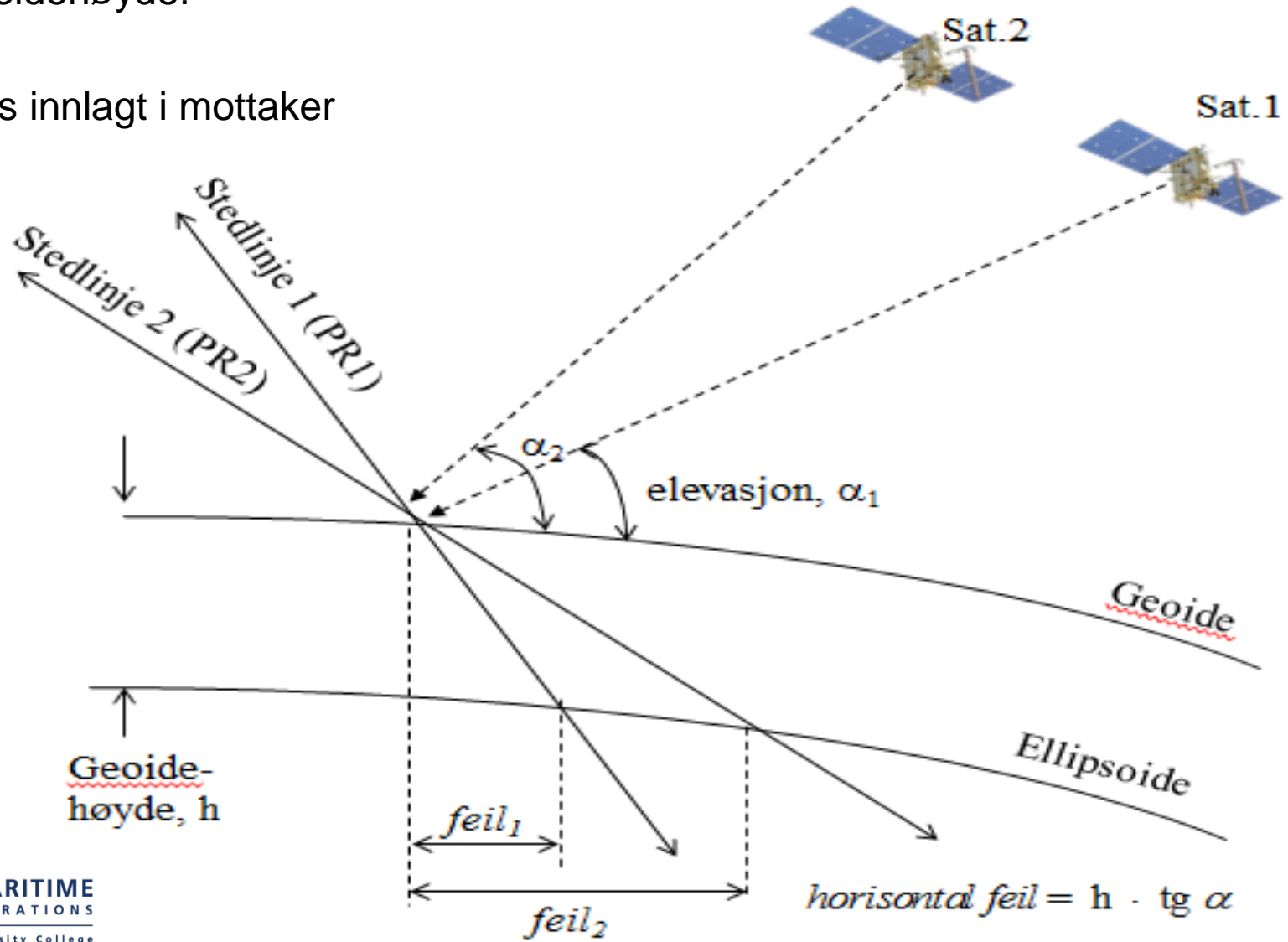


Tids- /avstandsmålinger

- 2 avstandsmålinger for posisjon i planet
- Min. 3 avstandsmålinger for 3D-posisjonering
- Min. 4 avstandsmålinger for å unngå tidsfeil!

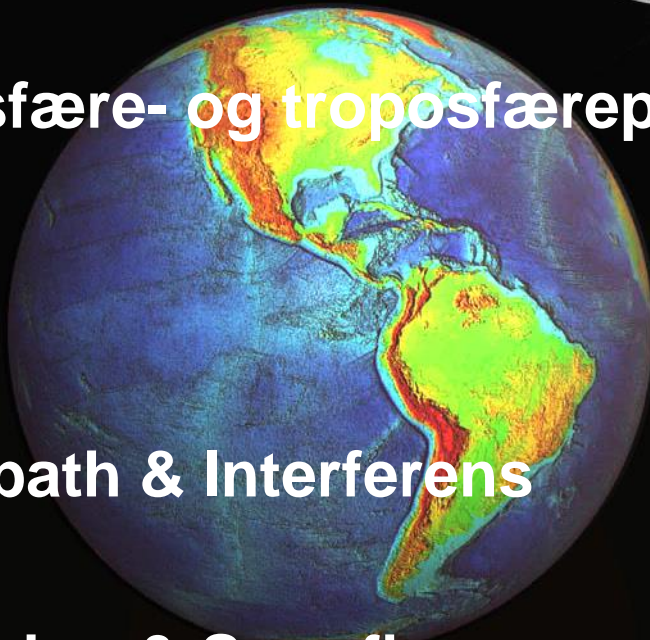
Tids- /avstandsmålinger

- NB: Geoidehøyde!
- Vanligvis innlagt i mottaker



Feilkilder i satellittnavigasjon

- Usikkerhet i satellittens posisjon
- Ionosfære- og troposfæreproblematikk
- DOP
- Multipath & Interferens
- Jamming & Spoofing



Usikkerhet i satelittposisjon

- Usikkerhet i bestemmelse av satellitens posisjon fra bakken
- Begrensninger i overføringskapasitet fra satellitt
- Baneforstyrrelser:

Forstyrrelse	Virkning 3 timers bane	Virkning 3 dagers bane
Sentral tyngdekraft		
Ikke-sentral tyngdekraft (C20)	2 km	14 000 m
Ikke-sentral tyngdekraft (andre)	50-80 m	100-1500 m
Gravitasjon fra sol og måne	5-150 m	1000-3000 m
Tidejord	-	0.5-1.0 m
Tidevann	-	0-2 m
Strålingstrykk fra solen	5-10 m	100-800 m
Albedo (indirekte stråling fra jorden)	-	1-1.5 m

Ionosfære- og troposfæreproblematikk

- **Ionosfæren:**

- 60-1000 km over jordoverflaten
- Plasma av ladede partikler
- Opprettholdes av solstråling
- Varierer etter årstid og tid på døgnet
 - Kraftig aktivitet v/ soloppgang og solnedgang
- Solflekksyklus på ca.11 år

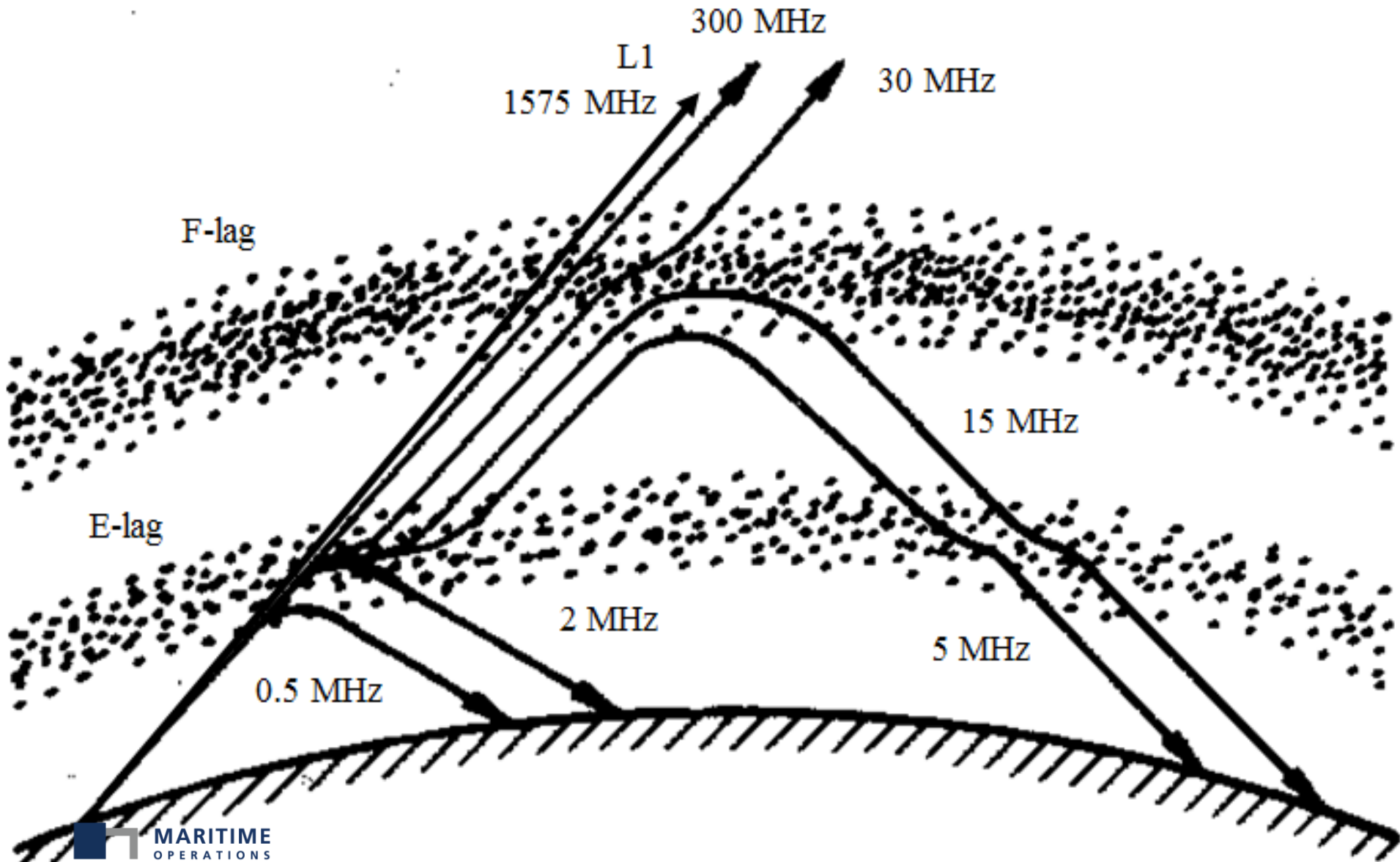


- **Troposfæren:**

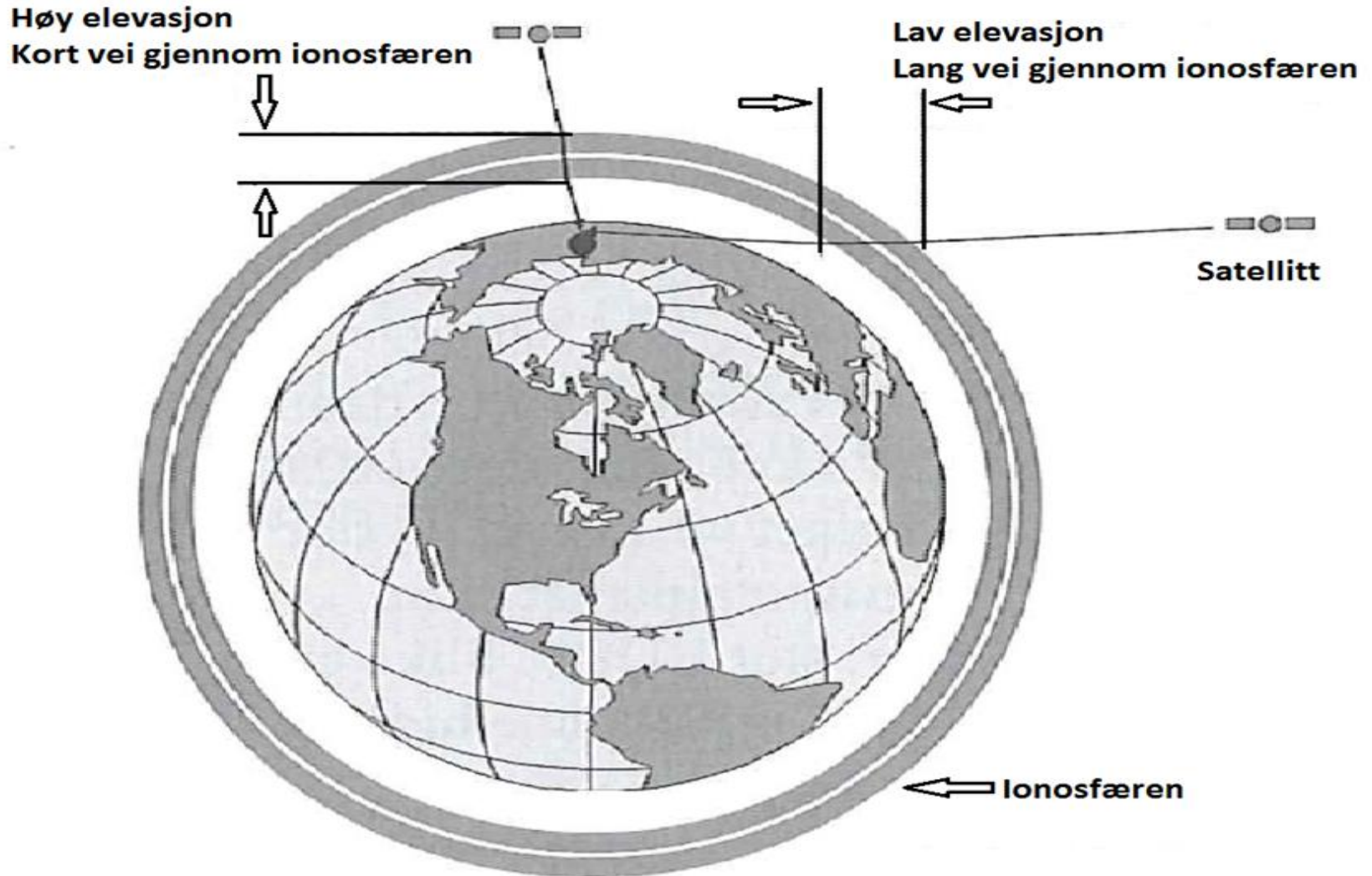
- 0-10 km over jordoverflaten
- Gasmolekyler og vanndamp

Begge atmosfærelagene fører til forsinkelse og avbøyning av signal ved ulike frekvenser!

Ionosfære- og troposfæreproblematikk



Ionosfære- og troposfæreproblematikk



Ionosfære- og troposfæreproblematikk

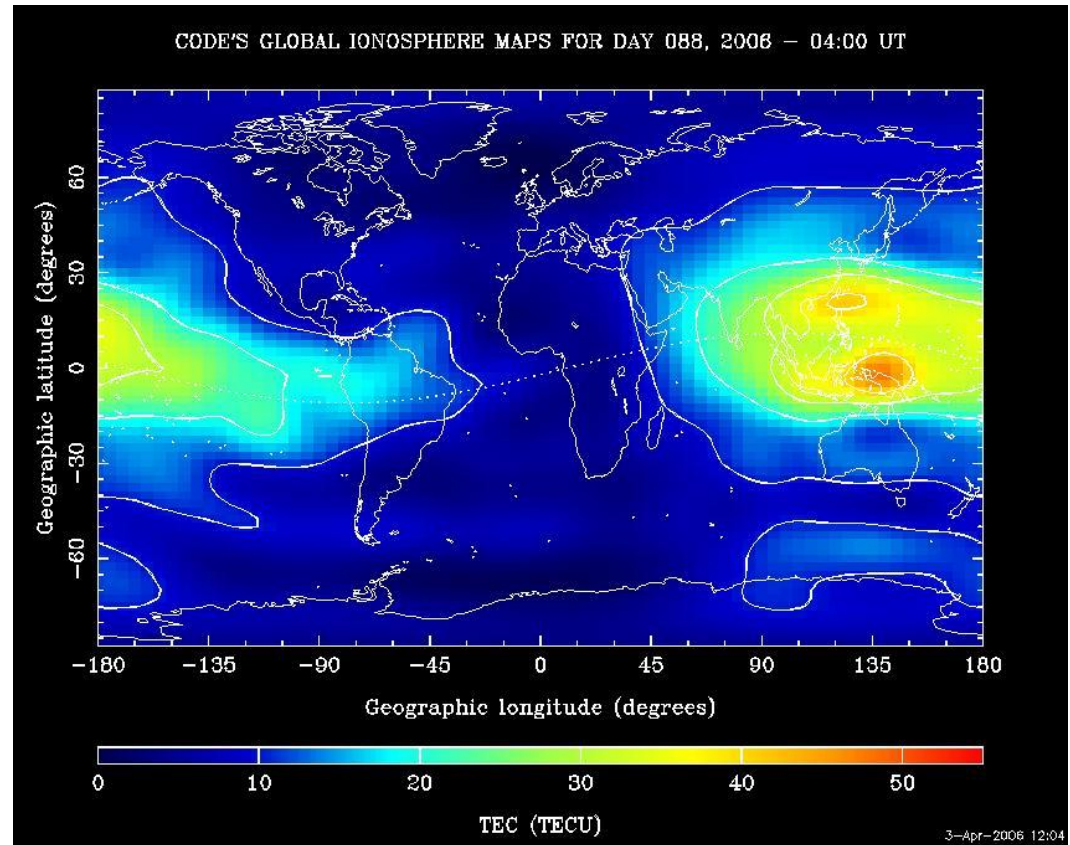
- Størst problemer ved ekvator og nord-/sørlysområdene (60-65° bredde)

- **Problemer:**

- Dårlige signal/støy- forhold
- Tap av track av satellitter
- Tap av track på ref.stasjoner
- Tap av differensielle signal fra satellitter

- **Varsling av ionosfærisk aktivitet:**

- www.spaceweather.com
- www.trimble.com



Ionosfære- og troposfæreproblematikk

- Løsninger:
 - Valgte overføringsfrekvenser
 - 2-frekvent mottaker



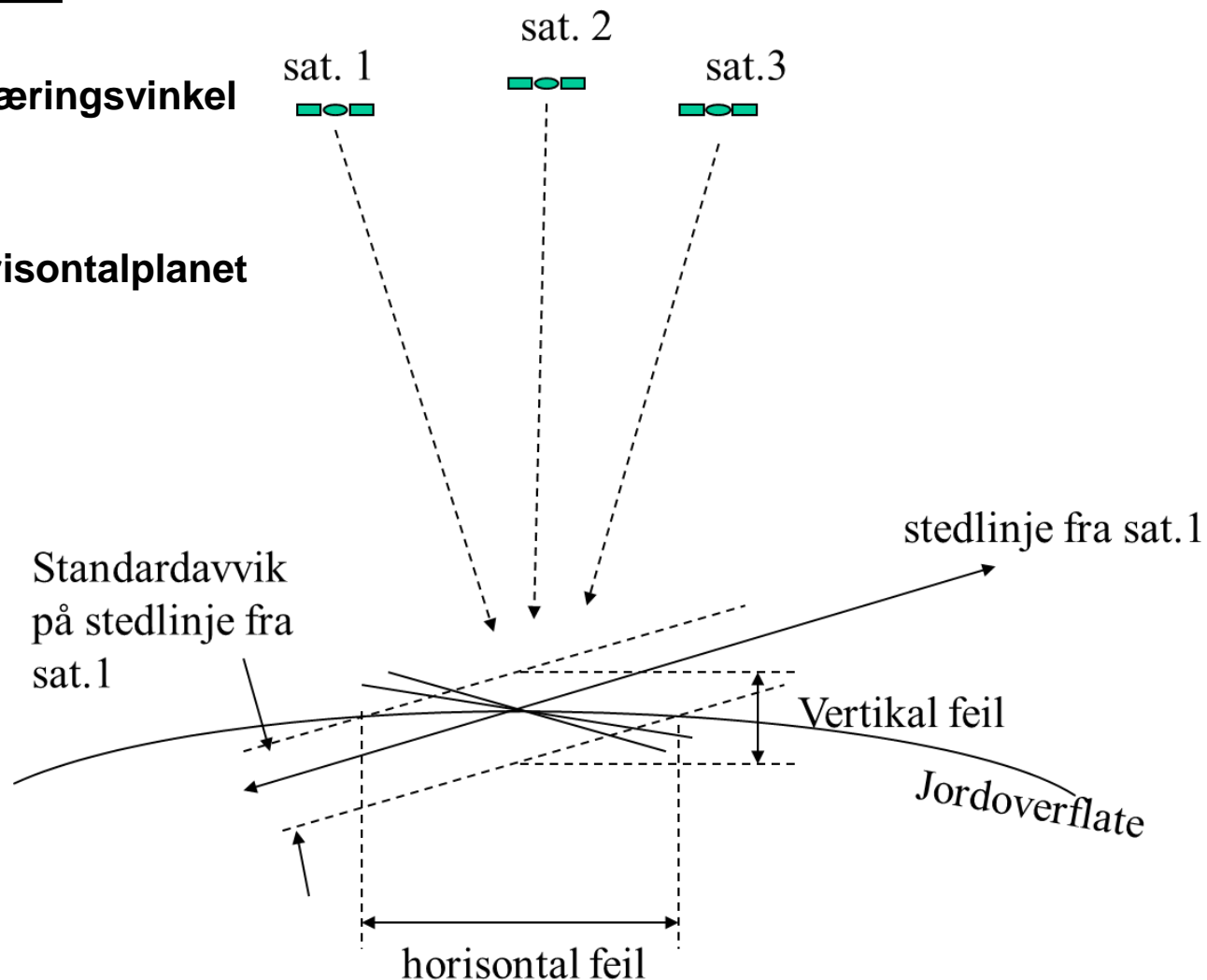
- Regner ut ionosfære- og troposfæreforsinkelse

NB: Scintillasjoner og solstormer fører likevel til mistet track på satellitt!

DOP – Dilution of Precision

Satellitter m/høy elevasjon:

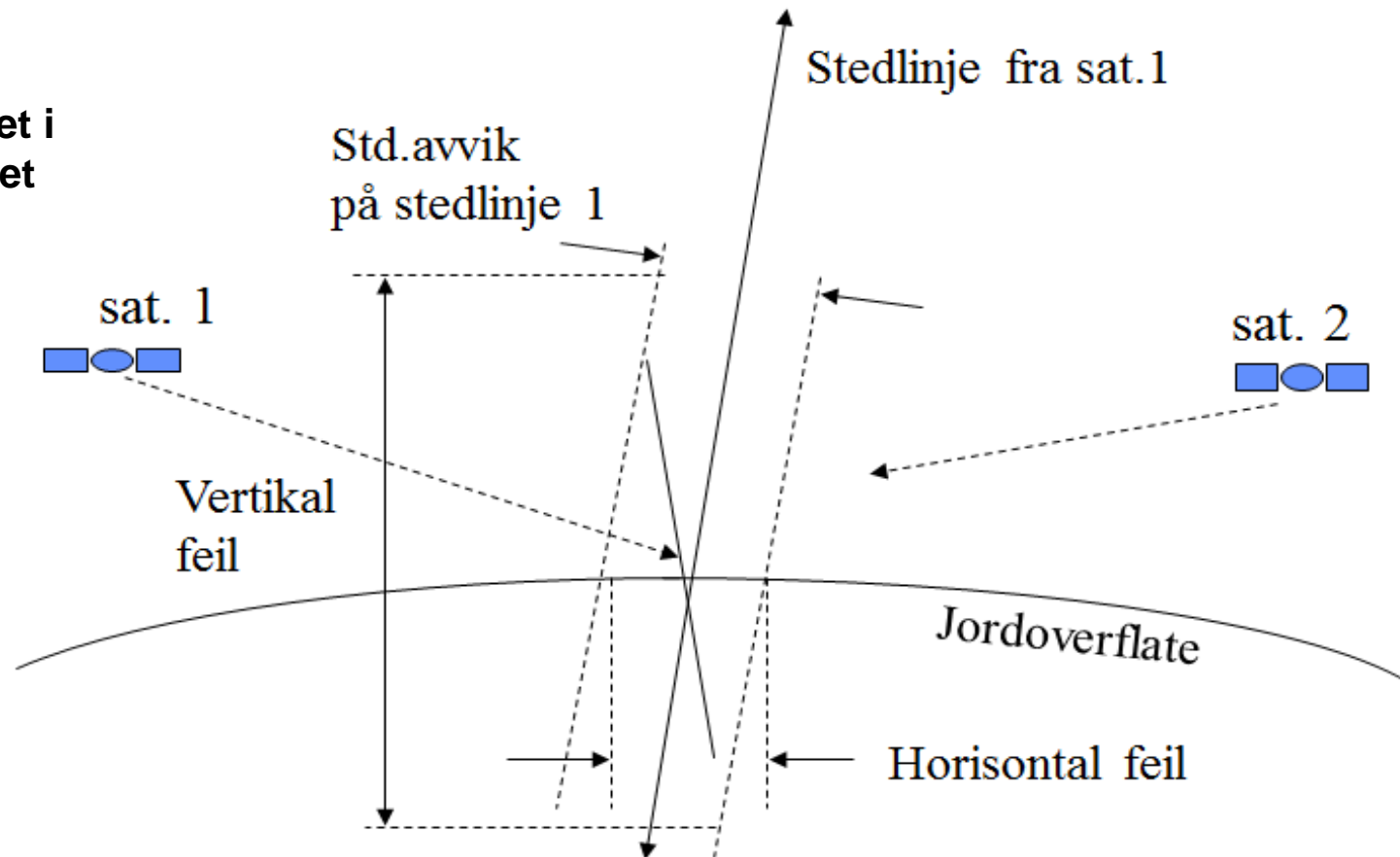
- Stedlinjer m/liten skjæringsvinkel til jordoverflaten
- Stor usikkerhet i horisontalplanet
- Stor HDOP

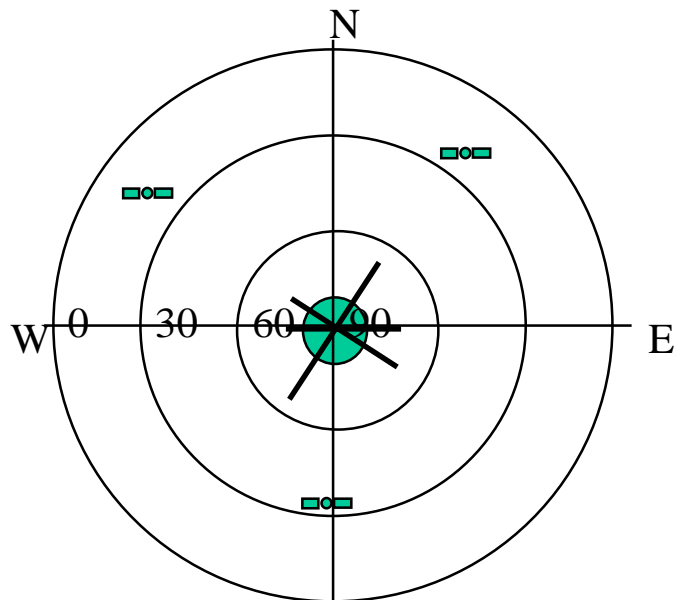


DOP – Dilution of Precision

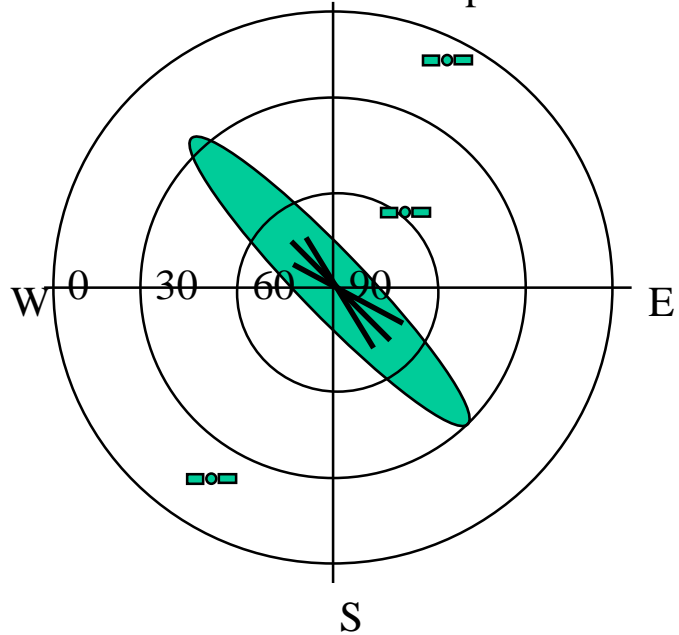
Satellitter m/ lav elevasjon:

- Stor skjæringsvinkel til overflaten
- Liten usikkerhet i horisontalplanet
- Lav HDOP





— = stedlinjer fra satellitt
 ○ = feilellipse



DOP – Dilution of Precision

- Lave satellitter  God HDOP

- NB: elevasjon $< 10^\circ$
 - Økt ionosf. refraksjon
 - Dårligere SNR

- **Konklusjon:**

Optimal horisontal posisjonering:

- relativt lave satellitter
- innbyrdes 120° vinkel (for 3 satellitter)

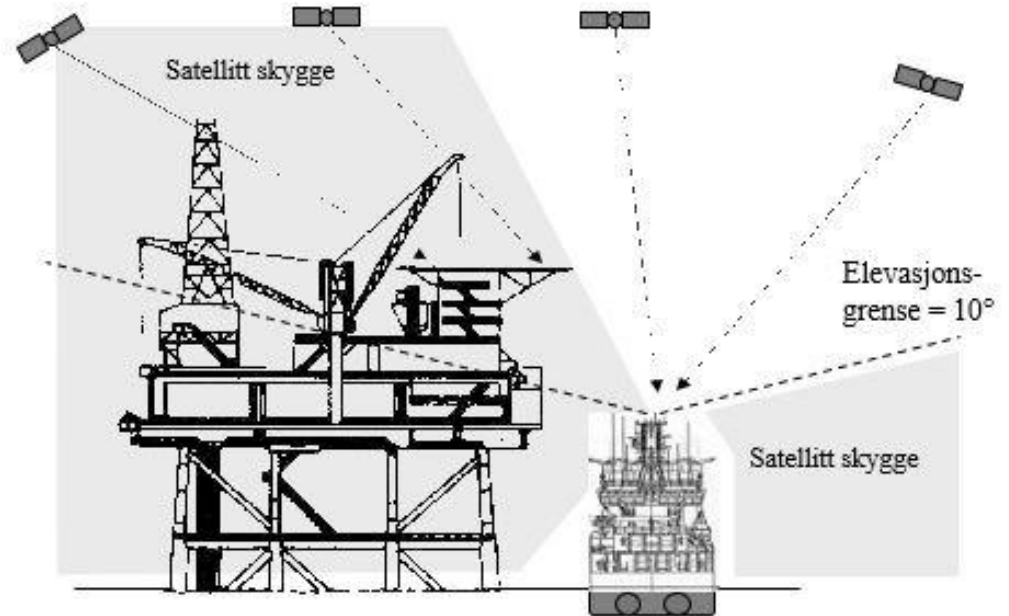
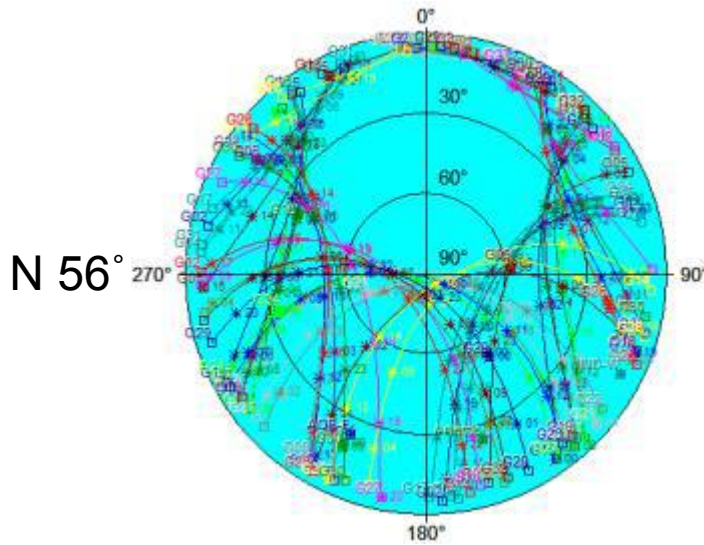
Optimal HDOP-verdi: 1.0-2.0

- Trimble Planning – <https://www.trimble.com/GNSSPlanningOnline/>

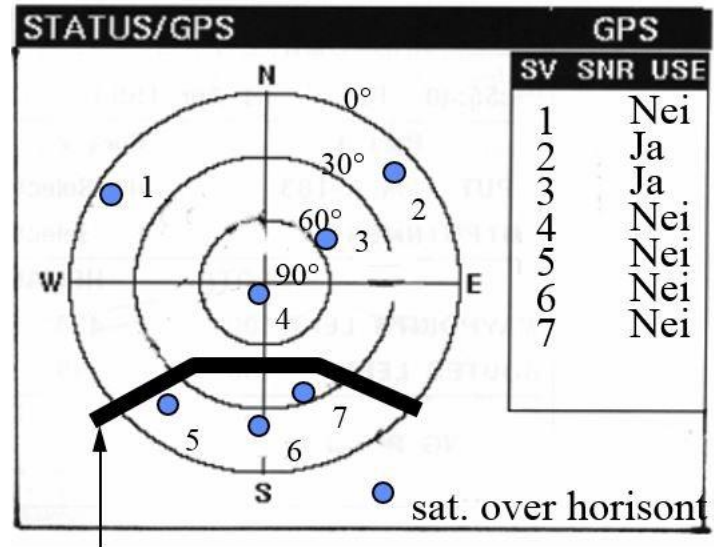
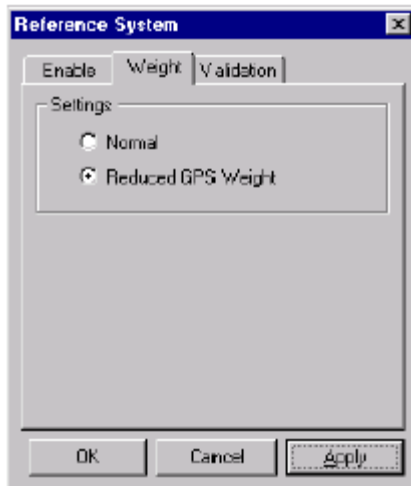


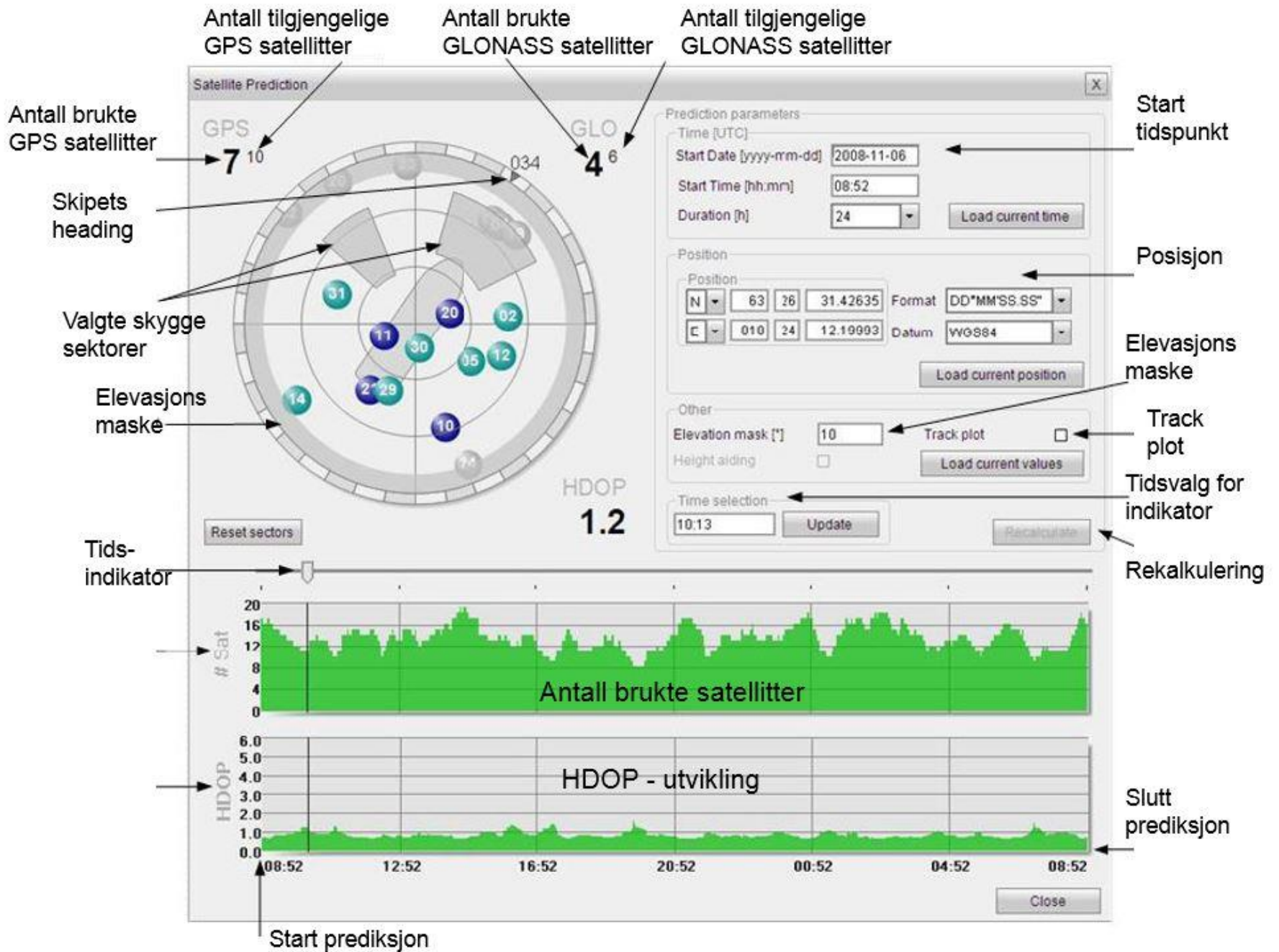
Trimble[®]

DOP – Dilution of Precision; satellittskygge på nordside av plattform



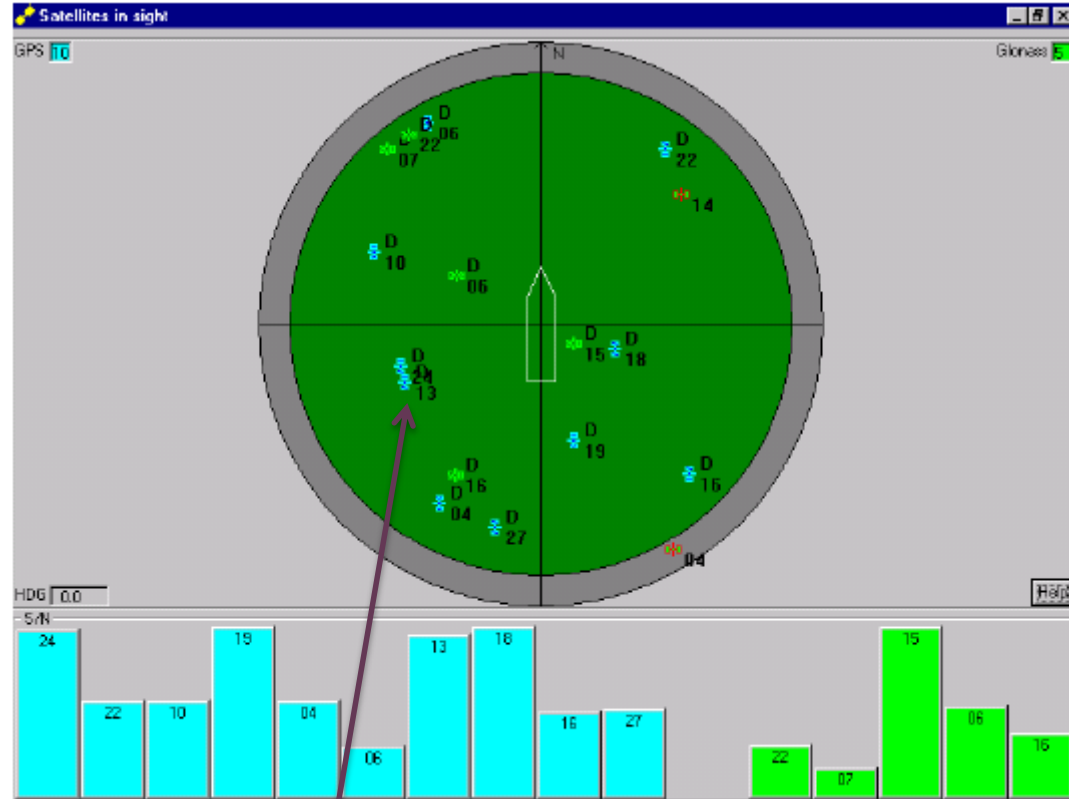
- Vurder nedvekting av GPS på DP





DOP – Dilution of Precision

- Geometri og SNR
- Maskevinkel



Satel

GPS Satellite, PRN: 25

Az: 258.80, El: 50.09

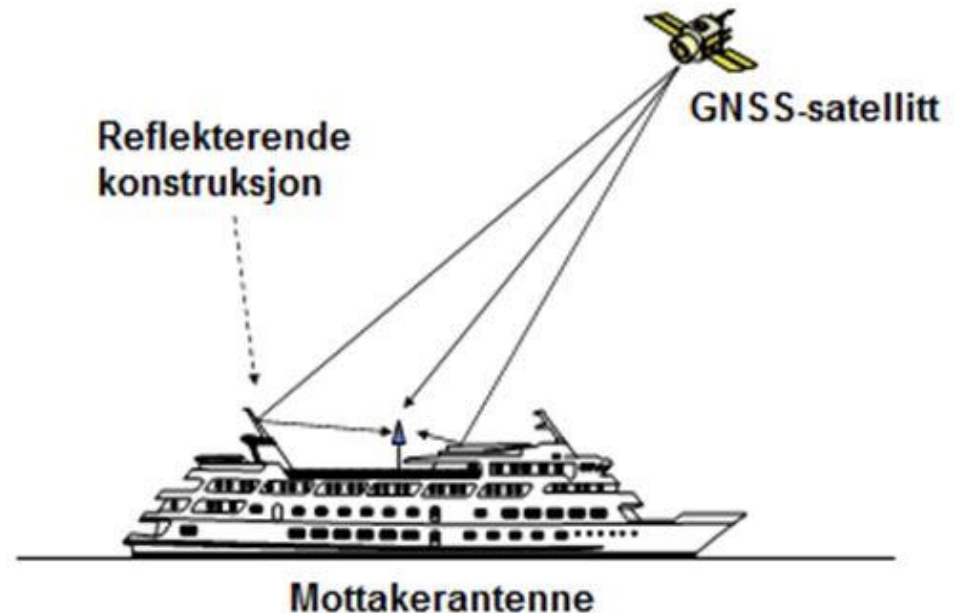
S/N: 61

Diff Corr present L1

OK

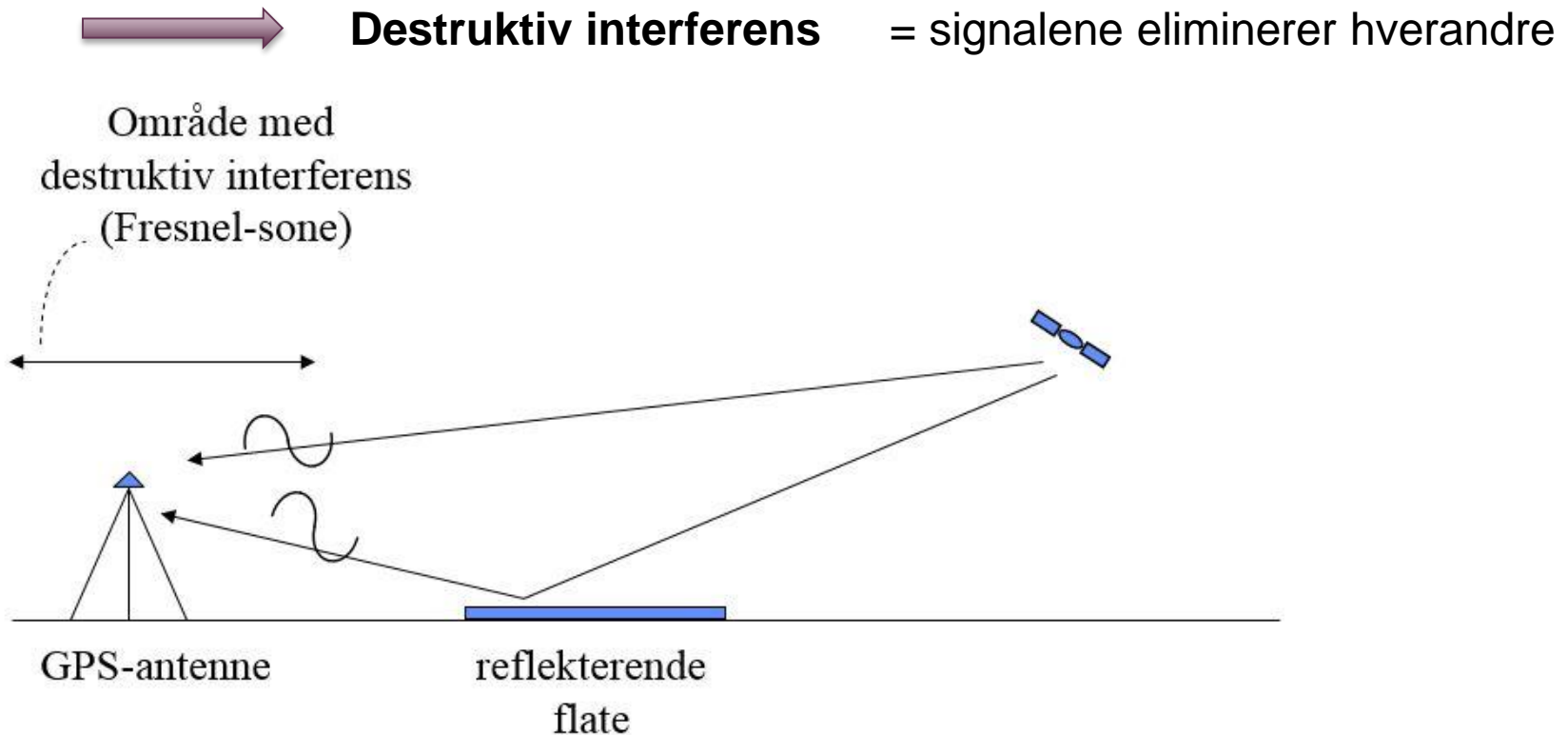
Multipath & Interferens

- Mikrobølger
- **Multipath** = indirekte bølger reflektert fra omgivelsene til mottakeren
- GNSS-signal mottas 2 ganger, forsinkelse i det ene
- Ofte ved lave satellitter



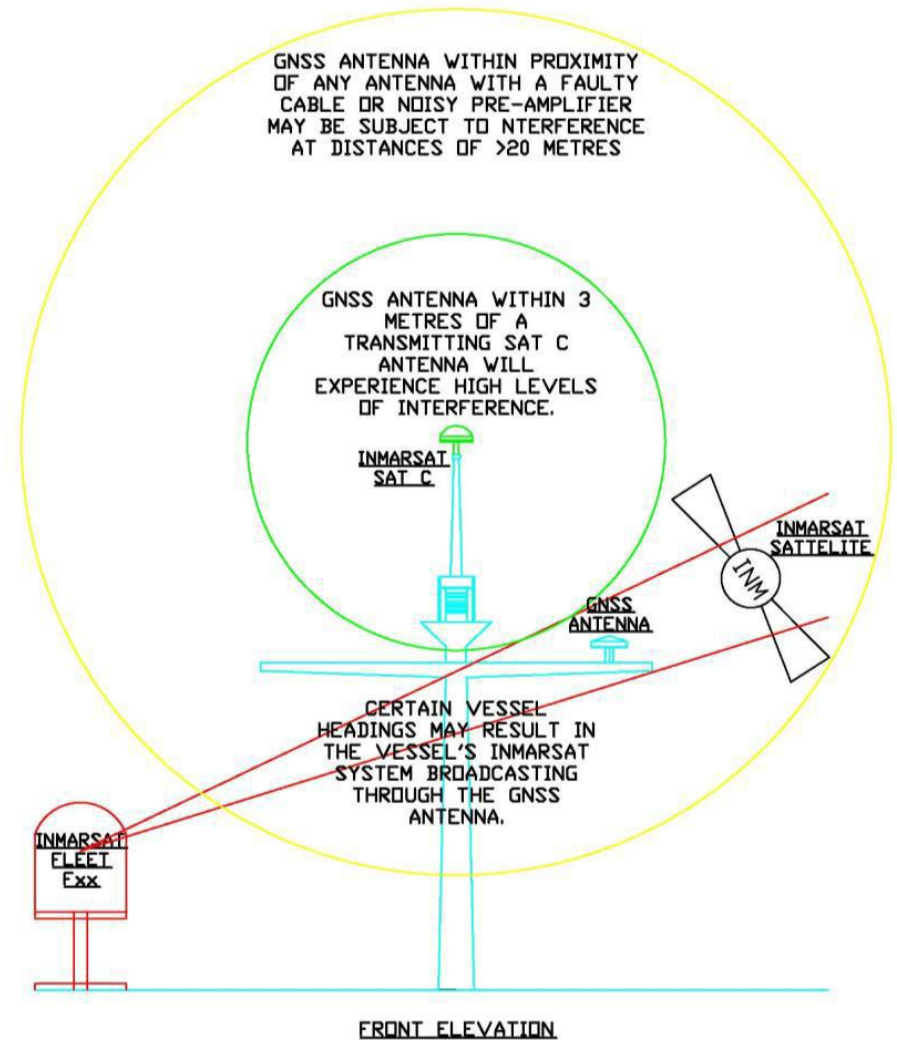
Multipath & Interferens

- Direkte og indirekte signal $\frac{1}{2}$ bølgelengde – ca. 180° faseforskjell



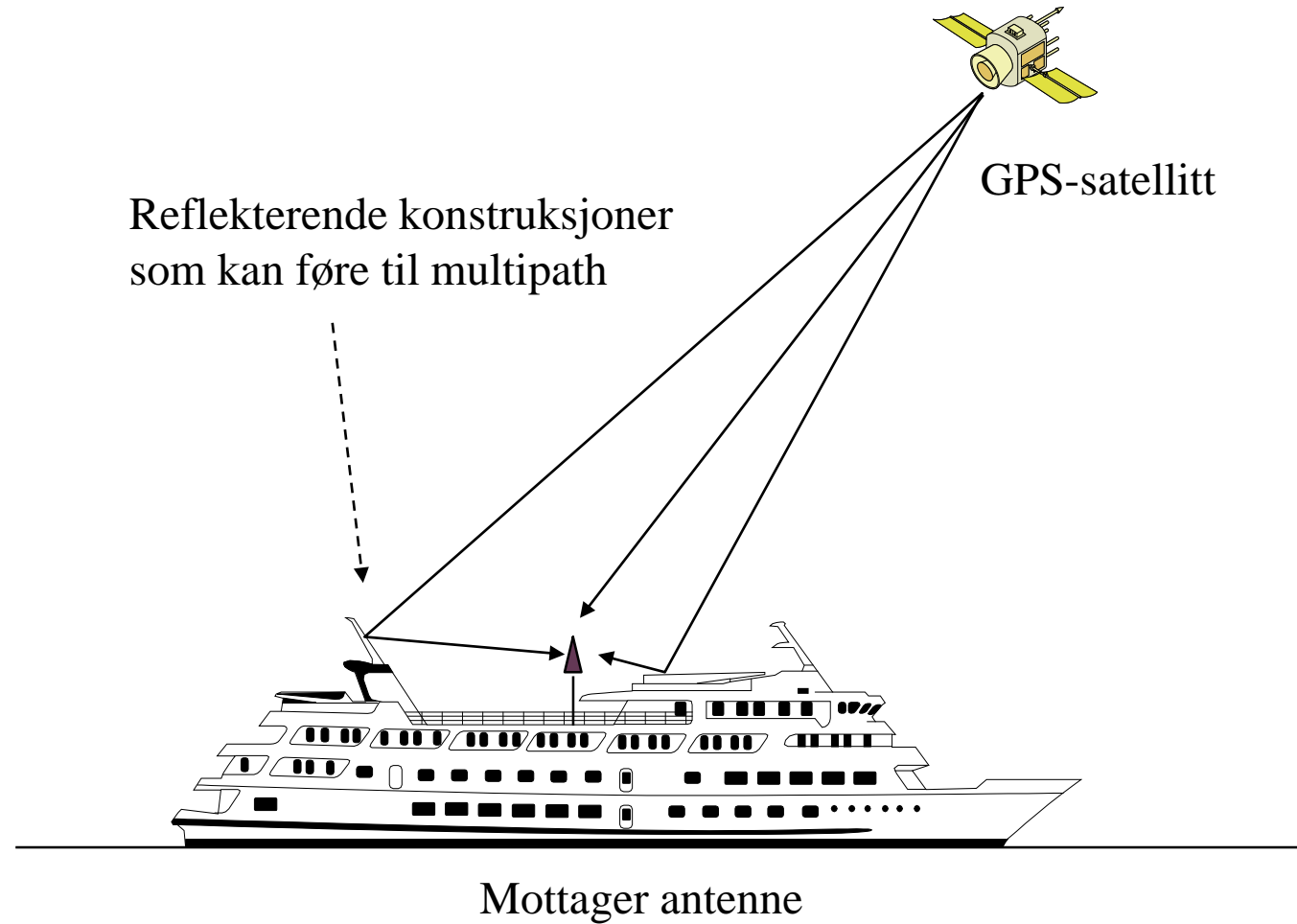
Multipath & Interferens

- Andre kilder til interferens:
- Inmarsat-C
- Iridium
- VHF/UHF
- Radar
- MF/HF m/ dårlig jording
- Andre antenner med forsterkere (også fra plattform)



Multipath & Interferens

- **Tiltak:**
- Antennemontering:
 - Fri 360°
 - Fri horisont
- Bruk av 2 antenner



Jamming & Spoofing

- **Jammere**

Bloking av GPS-signal

- Billige
- Avanserte jammere 50 km rekkevidde

- **Spoofere**

Etterligning av GPS-signal



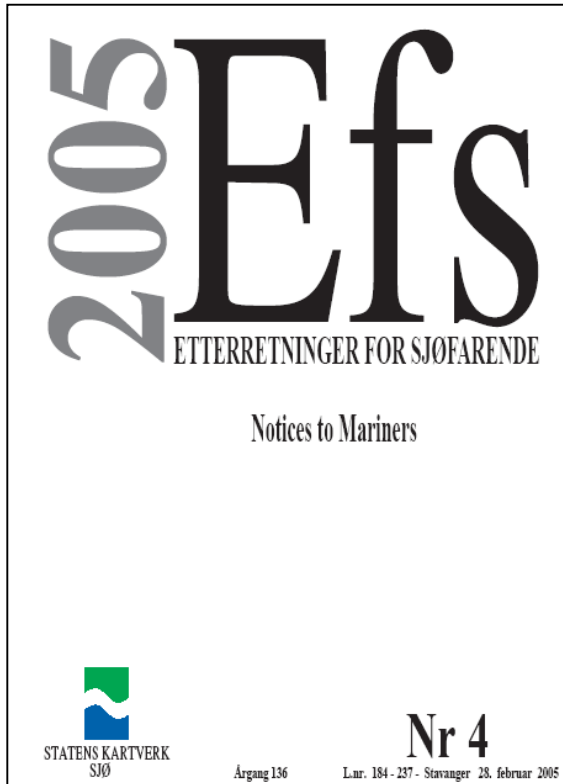
← 1W Jammer!

Jamming & Spoofing

04/05

195

FORSKJELLIGE MEDDELELSER (Miscellaneous)



2005 Efs
ETTERRETNINGER FOR SJØFARENDE

Notices to Mariners

STATENS KARTVERK
Sjø

Nr 4

Årgang 136 L.nr. 184 - 237 - Stavanger 28. februar 2005

230. * (T). Møre og Romsdal. Sør-Trøndelag. Nord-Trøndelag. Sør-Helgeland. Nord-Helgeland. Lofoten. Salten. Norskehavet. Forstyrrelser (jamming) av signalene fra GPS. Under militærøvelsen Battle Griffin 2005, i tiden **21. februar – 9. mars**, vil det bli utført tilsiktet forstyrning, jamming, av signalene fra GPS (Global Positioning System).

GPS-brukere må påregne redusert eller ingen tilgang på GPS-signaler i tiden **21. februar - 9. mars 2005** i området:

62° 30' N, 03° 00' E

67° 30' N, til NORSK-SVENSK grense i øst

Mottagere som benyttes nær bakkenivå vil bli påvirket over betydelig mindre områder.

Jamming vil ikke foregå kontinuerlig i overnevnte tidsrom og søkes gjennomført med vektlegging på sikkerhet og med færrest mulig ulemper for sivile brukere av GPS.

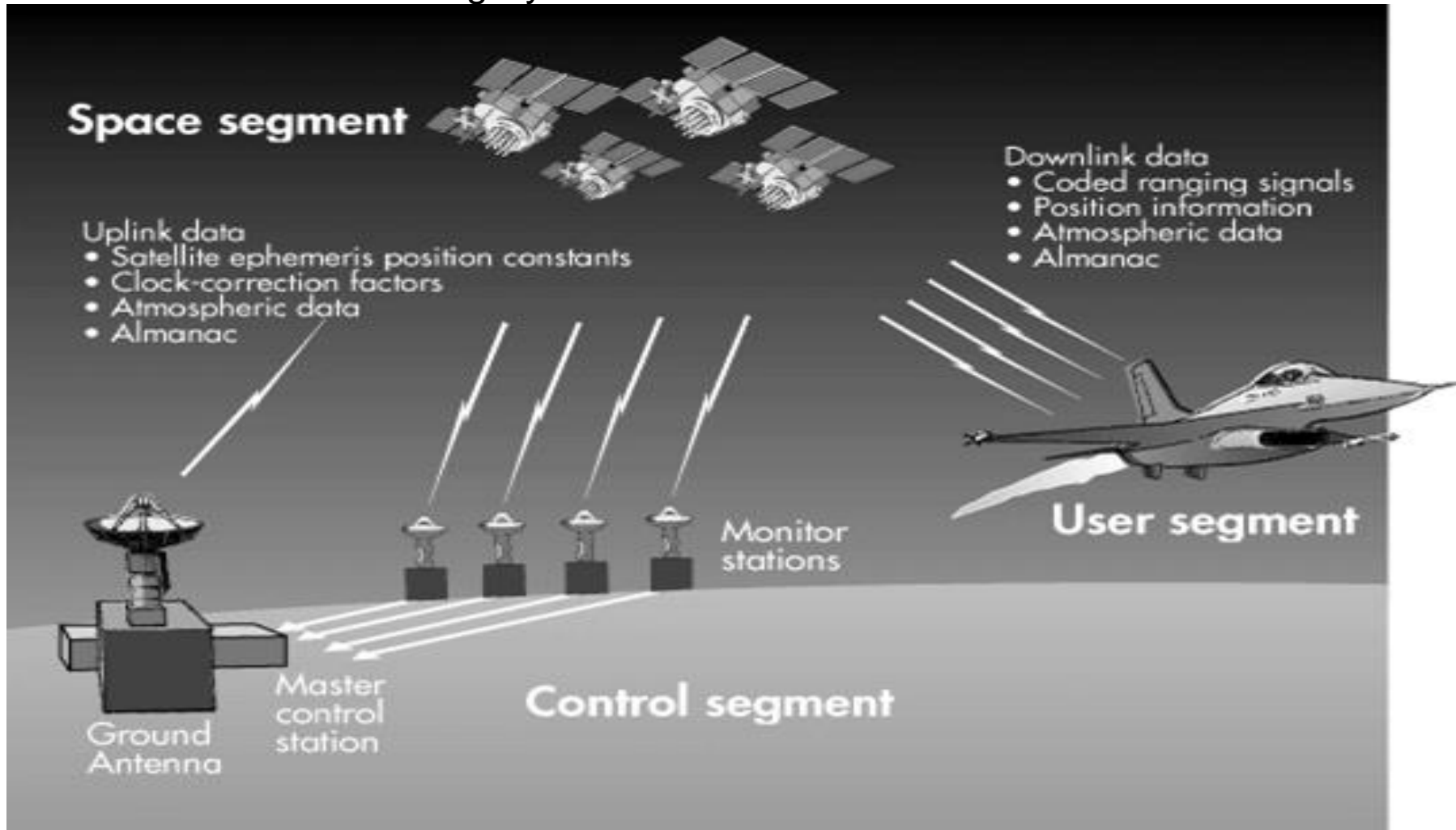
Forsvarets Fellesoperativt hovedkvarter (FOHK) har gitt Sjøforsvaret og Forsvarets forskningsinstitutt i oppdrag å utføre jammingen.

Skulle det oppstå situasjoner som nødvendiggjør tilgang på GPS kan forsøkene stanses ved å kontakte vakt sjef FOHK/SJØOPS på telefon nr: 51 34 38 88. Dette nummeret vil være tilgjengelig døgnet rundt.

(Forsvarets Fellesoperativt Hovedkvarter, Stavanger 8. februar 2005).

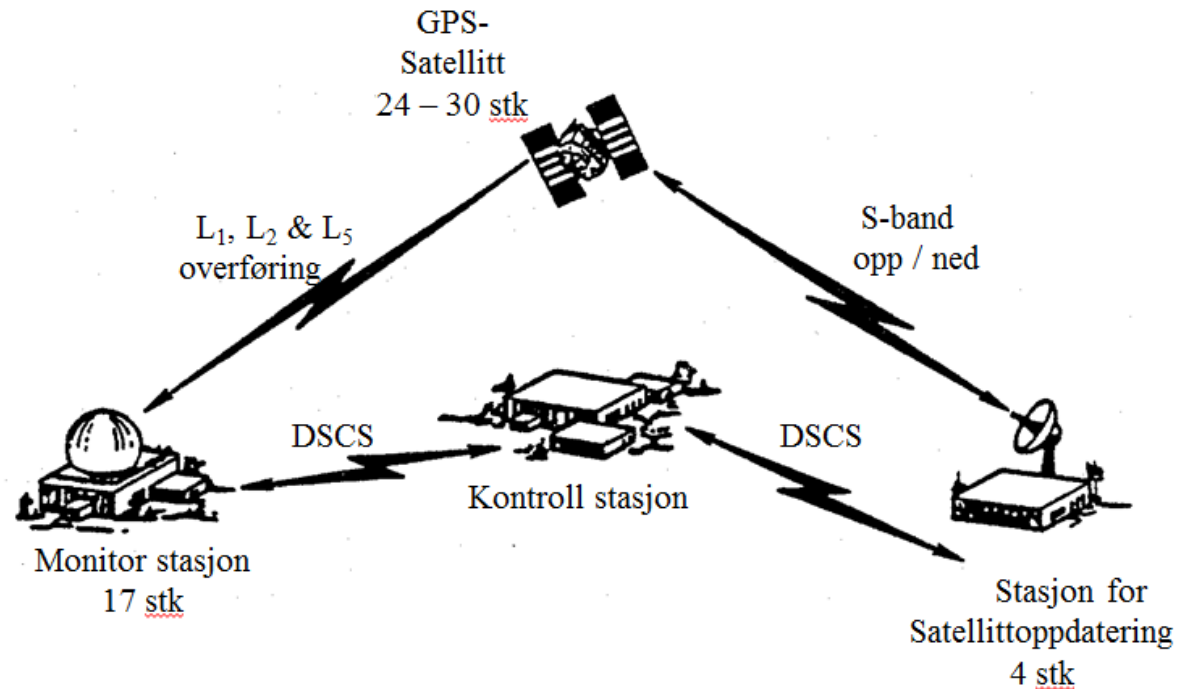
GPS – en detaljert systembeskrivelse

NAVSTAR Global Positioning System



GPS – en detaljert systembeskrivelse

- Kontrollsegmentet:



- Korreksjonsdata:

- Bestemmer GPS systemtid og avvik fra UTC
- Predikere satellittbaner
- Oppdatere nav. meldingene på hver satellitt (hver 8. time)

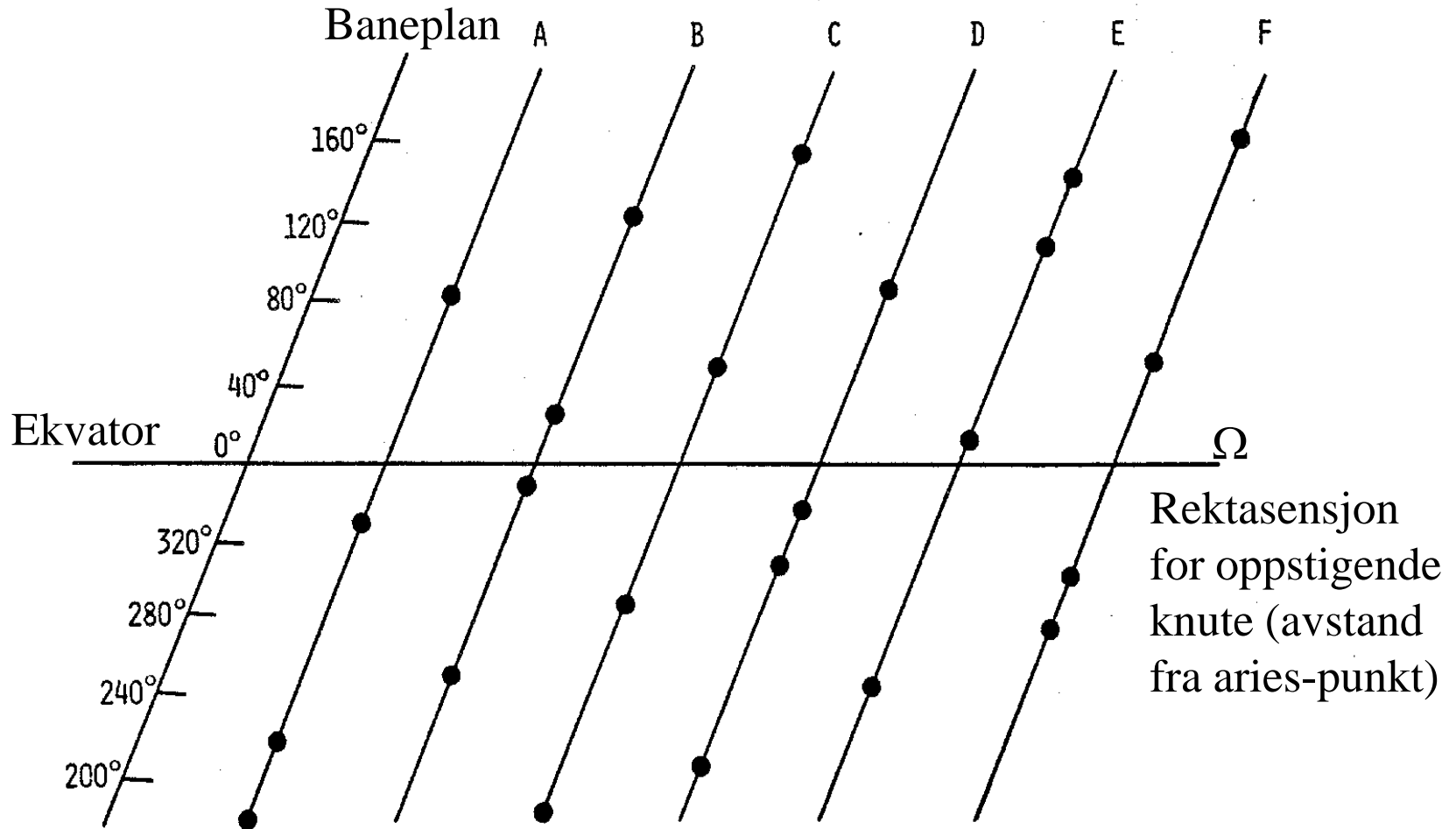
GPS – en detaljert systembeskrivelse

- Brukersegmentet:
- Ikke-autoriserede brukere – SPS (Standard Positioning Service)
 - Båt
 - Bil
 - Fly
 - Landmåling
- Autoriserede brukere – PPS (Precise Positioning Service)
 - Eks. Statens Kartverk, Forsvaret

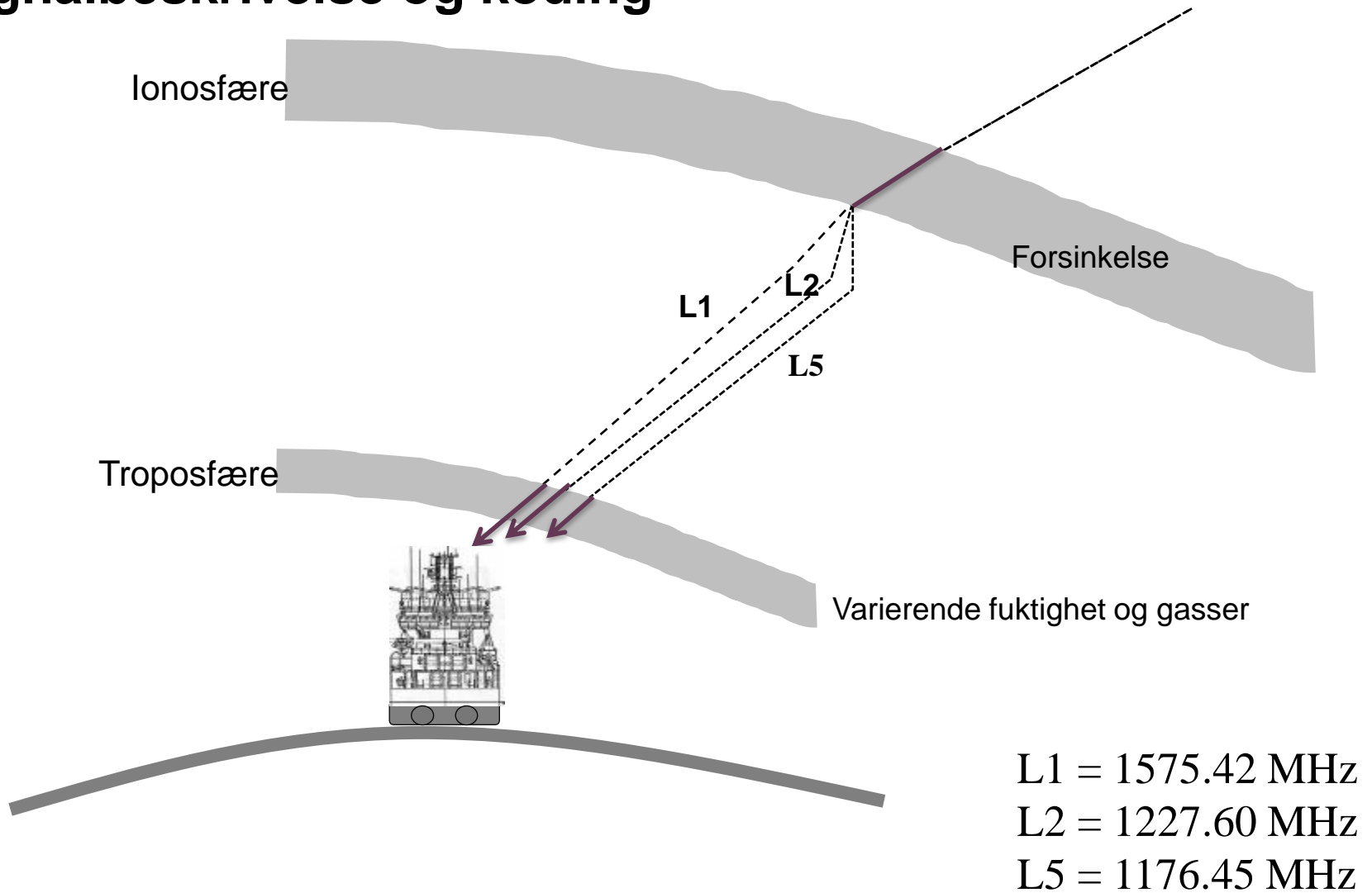
GPS – En detaljert systembeskrivelse

- Romsegmentet:
- 24 aktive satellitter i bane
- 30 satellitter tilgjengelig
- 4 satellitter i hver av de 6 baneplanene
- Sirkulære baner
- Høyde 20 200 km
- Inkl. 55°
- Omløpstid 11t 58 min
- Min. 5 synlige satellitter, PDOP < 6

GPS – en detaljert systembeskrivelse

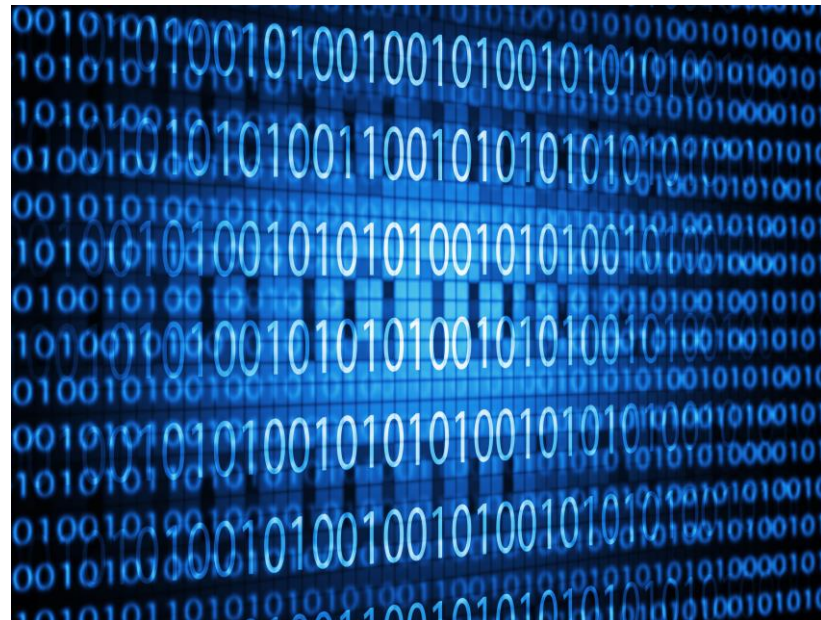


Signalbeskrivelse og koding



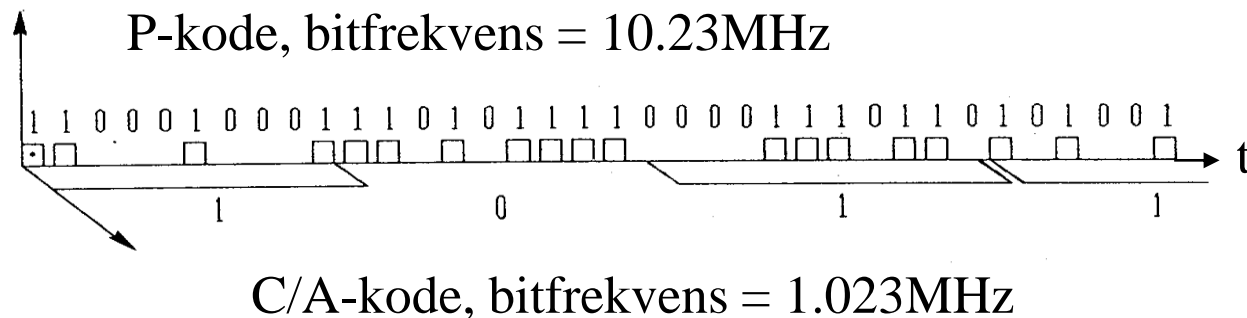
Signalbeskrivelse og koding

- PRN-koder modulert på de ulike bærebølgene:
- **C/A-koden (Coarse/Acquisition):**
 - SPS
 - Kun L1 på eldre satellitter
 - L2 for IIR-M-satellitter
 - Offisiell nøyaktighet: ca. 30m (95%)
- **P-koden (Precise):**
 - PPS
 - L1 & L2
 - Offisiell nøyaktighet: ca. 15m (95%)
 - L1 & L2 gir ionosfæreforsinkelse



Signalbeskrivelse og koding

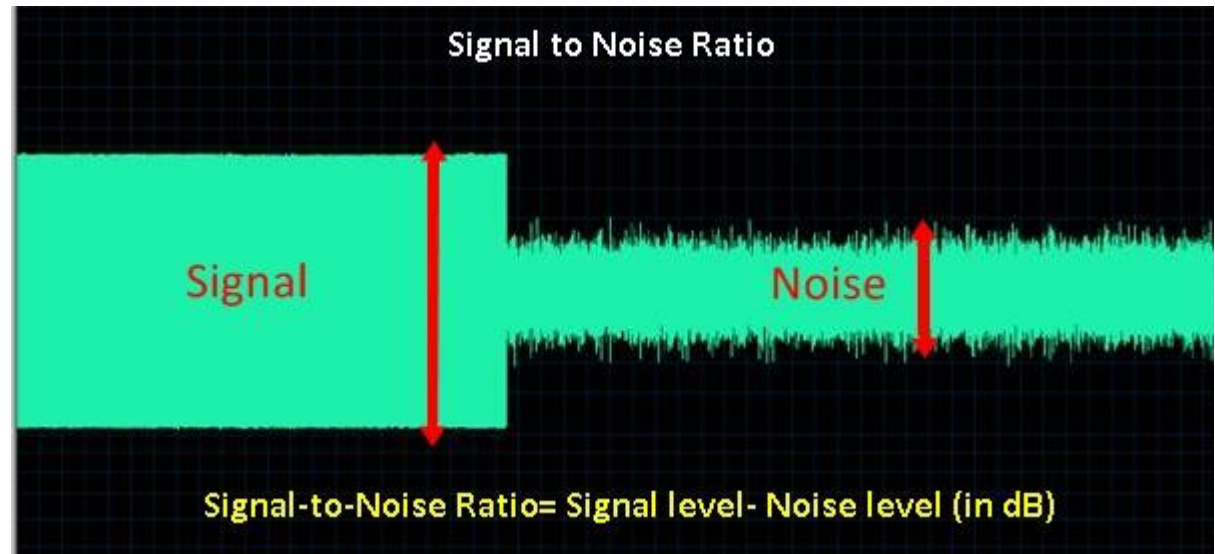
- Pseudo Random Noise (PRN) – koden:
- Digitalt kodeformat for C/A-koden & P-koden
- GPS: hver satellitt m/unik PRN-kode (01001-format)



SNR – Signal Noise Ratio (Signal/Støyforhold)

$$\frac{\text{signalnivå}}{\text{støynivå}}$$

- Desibel (db)



- **Støy:**
 - Lave frekvenser omgivelsesstøy dominerende
 - Høye frekvenser internstøy dominerende

SNR – Signal Noise Ratio (Signal/Støyforhold)

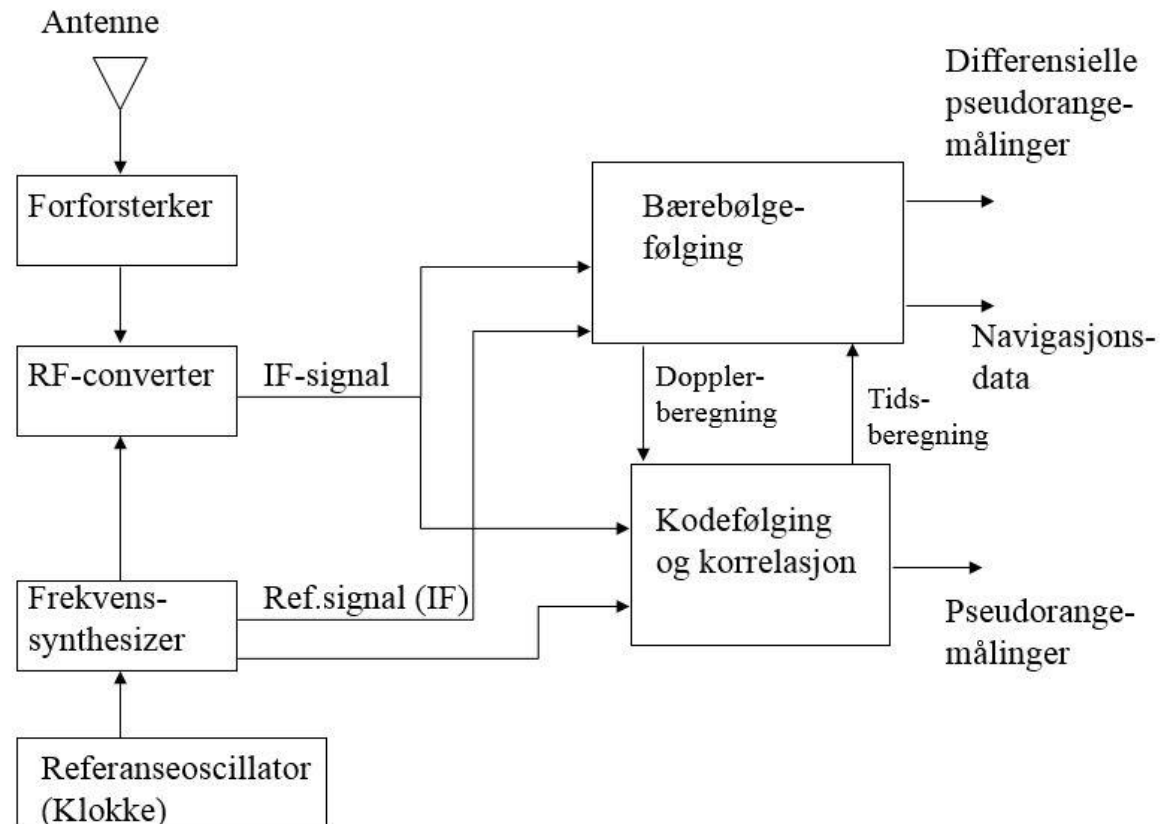
- Tiltak:
- Støysvak mottaker
- Antennetype
- Nedvekting av satellitter med lav SNR
- Plassering
- Hybridmottakere



SNR – Signal Noise Ratio (Signal/Støyforhold)

- Mottakere:

- Hybridmottakere: GPS + GLONASS, Compass etc.
 - 220 kanaler
 - L1 & L2 (L5)



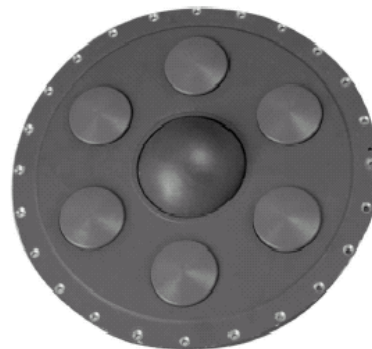
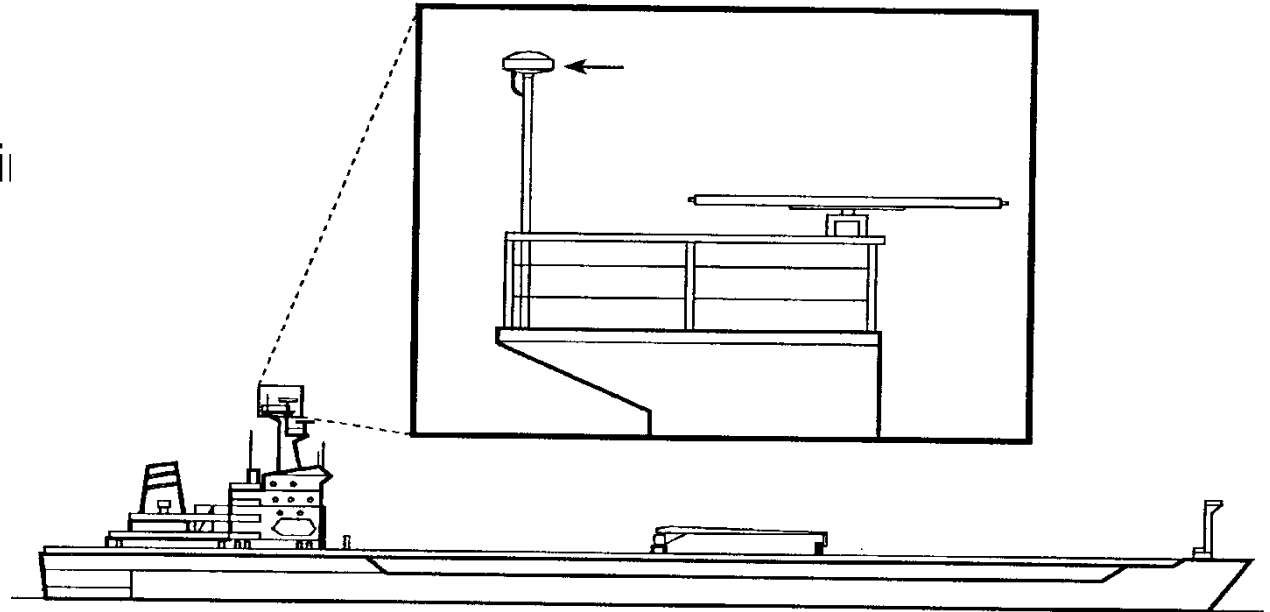
SNR – Signal Noise Ratio (Signal/Støyforhold)

Antenne:

- Tilpasset mottager
- Direktivitet mot krengeii
- Plassering

Kabling:

- Kabelgate
- Lengde
- Signaltap (RG-214)



CRPA 'anti-jamming antenne'

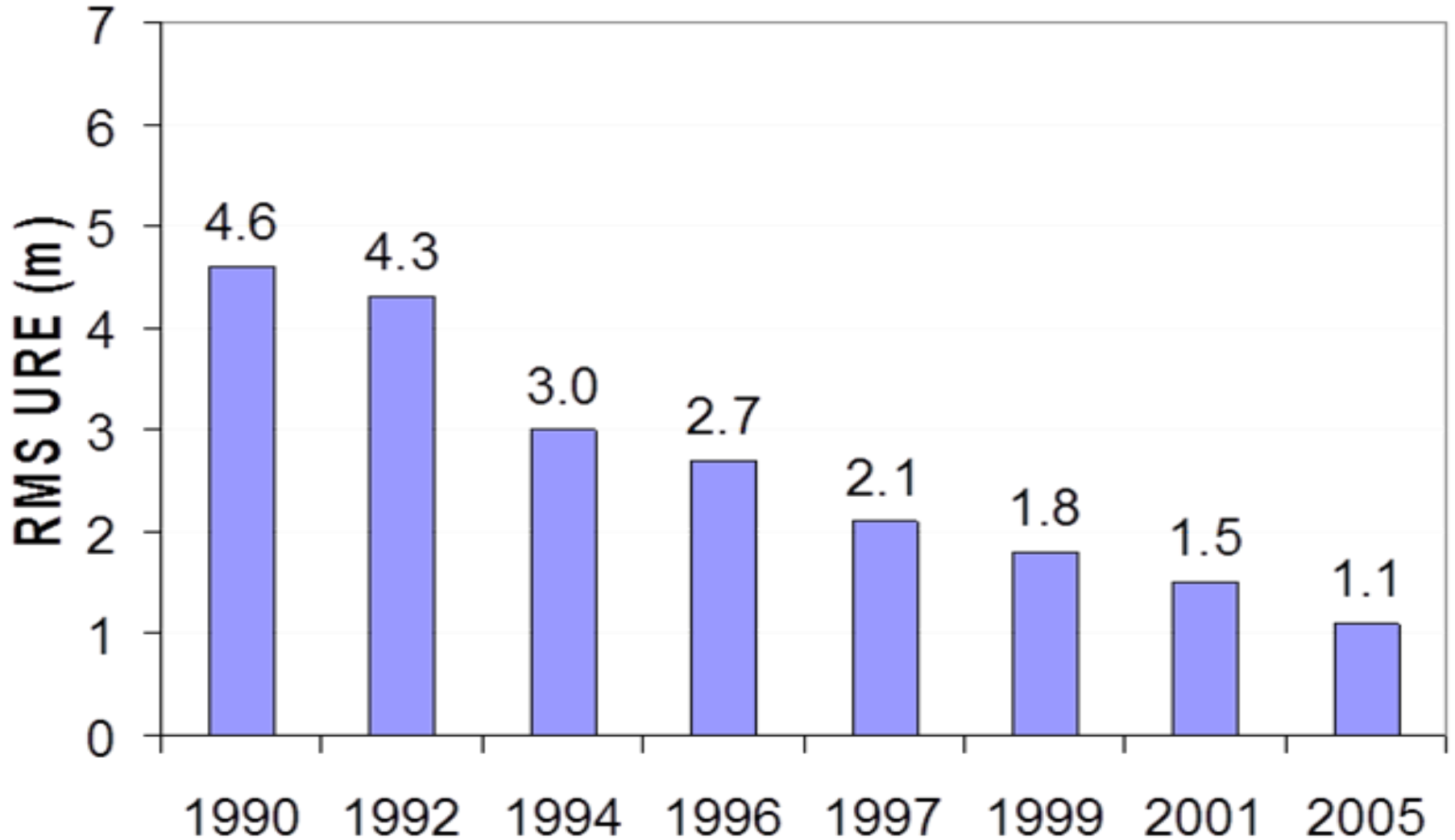
Nøyaktighet på GPS

- **UERE** = User Equivalent Range Error
- 68% sannsynlige minstefeil

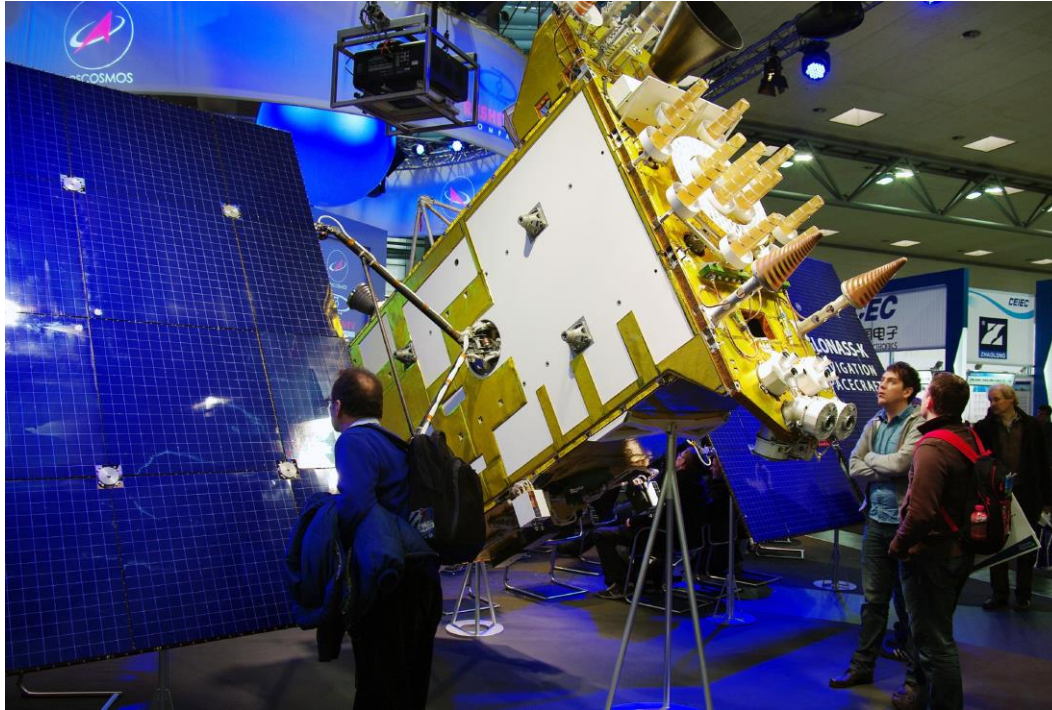
Feilkilde	P-kode. Feil i avstand, 1 σ [m]	C/A-kode. Feil i avstand, 1 σ [m]
Feil i satellittklokke	3.0	3.0
Forutsigbarhet på baneforstyrrelser	1.0	1.0
Andre feil i romsegmentet	0.5	0.5
Efemeridefeil	4.2	4.2
Andre feil i kontrollsegmentet	0.9	0.9
Ionosfæreforsinkelse	2.3	5.0 - 10.0
Troposfæreforsinkelse	2.0	2.0
Mottagerstøy og oppløsning	1.5	7.5
Flerveisutbredelse (Multipath)	1.2	1.2
Andre feil i brukersegmentet	0.5	0.5
Total kvadratisk minstefeil, UERE (1σ)	6.6	10.8 - 13.9

- Totalfeil(95%) = 2 x UERE x HDOP
= 2 x 13.9 x 1.3
= 36.1m

Nøyaktighet på GPS



Andre operative satellittsystemer



- GLONASS
- Galileo
- Compass (Beidou-2)
- QZSS
- GAGAN / IRNASS

3. generasjons GLONASS-K

GLONASS

- Inklinasjon = 64.8°
- Høyde 19,100km
- Omløpstid 11t 15m
- Frekvens identifikasjon
- 28 sat. i 2015

Total satellites in constellation	28 SC
Operational	24 SC
In commissioning phase	-
In maintenance	-
Under check by the Satellite Prime Contractor	2 SC
Spares	-
In flight tests phase	2 SC

Orb. slot	Orb. pl.	RF chnl	# GC	Launched	Operation begins	Operation ends	Life-time (months)	Satellite health status		Comments
								In almanac	In ephemeris (UTC)	
1	1	01	730	14.12.09	30.01.10		64.5	+	+ 11:01 28.04.15	In operation
2	1	-4	747	26.04.13	04.07.13		24.1	+	+ 11:18 28.04.15	In operation
3	1	05	744	04.11.11	08.12.11		41.8	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
4	1	06	742	02.10.11	25.10.11		42.9	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
5	1	01	734	14.12.09	10.01.10		64.5	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
6	1	-4	733	14.12.09	24.01.10		64.5	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
7	1	05	745	04.11.11	18.12.11		41.8	+	+ 10:31 28.04.15	In operation
8	1	06	743	04.11.11	20.09.12		41.8	+	+ 11:01 28.04.15	In operation
9	2	-2	736	02.09.10	04.10.10		55.9	+	+ 11:00 28.04.15	In operation
10	2	-7	717	25.12.06	03.04.07		100.1	+	+ 11:15 28.04.15	In operation
11	2	00	723	25.12.07	22.01.08		88.1	+	+ 11:00 28.04.15	In operation
12	2	-1	737	02.09.10	12.10.10		55.9	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
13	2	-2	721	25.12.07	08.02.08		88.1	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
14	2	-7	715	25.12.06	03.04.07		100.1	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
15	2	00	716	25.12.06	12.10.07		100.1	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
16	2	-1	738	02.09.10	11.10.10		55.9	+	+ 10:30 28.04.15	In operation
17	3	-6	714	25.12.05	31.08.06		112.1	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
18	3	-3	754	24.03.14	14.04.14		13.2	+	+ 11:00 28.04.15	In operation
19	3	03	720	26.10.07	25.11.07		90.1	+	+ 11:01 28.04.15	In operation
20	3	02	719	26.10.07	27.11.07		90.1	+	+ 11:01 28.04.15	In operation
21	3	04	755	14.06.14	03.08.14		10.5	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
22	3	-3	731	02.03.10	28.03.10		61.9	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
23	3	03	732	02.03.10	28.03.10		61.9	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
24	3	02	735	02.03.10	28.03.10		61.9	+	+ 09:59 28.04.15	In operation
09	2		702	01.12.14			4.9			Flight Tests
20	3	-5	701	26.02.11			50.0			Flight Tests
21	3		725	25.09.08	05.11.08	02.08.14	79.1			Under check by the SPC
17	3		746	28.11.11	23.12.11	13.04.15	41.0			Under check by the SPC

Andre operative satellittsystemer

Galileo (GNSS-2)

- Vedtatt utbygget av ESA
- Operativ 2014+
- 30 MEO sat.

(nå 4 testsat. + 2 i feil bane)

- 56° inklinasjon
- Høyde 24,000km
- 4 frekvenser
- UERE < 1m





DEL 2C

DGNSS



**MARITIME
OPERATIONS**

Aalesund University College

DGNSS støttesystemer

- "Vanlig" lokal DGPS

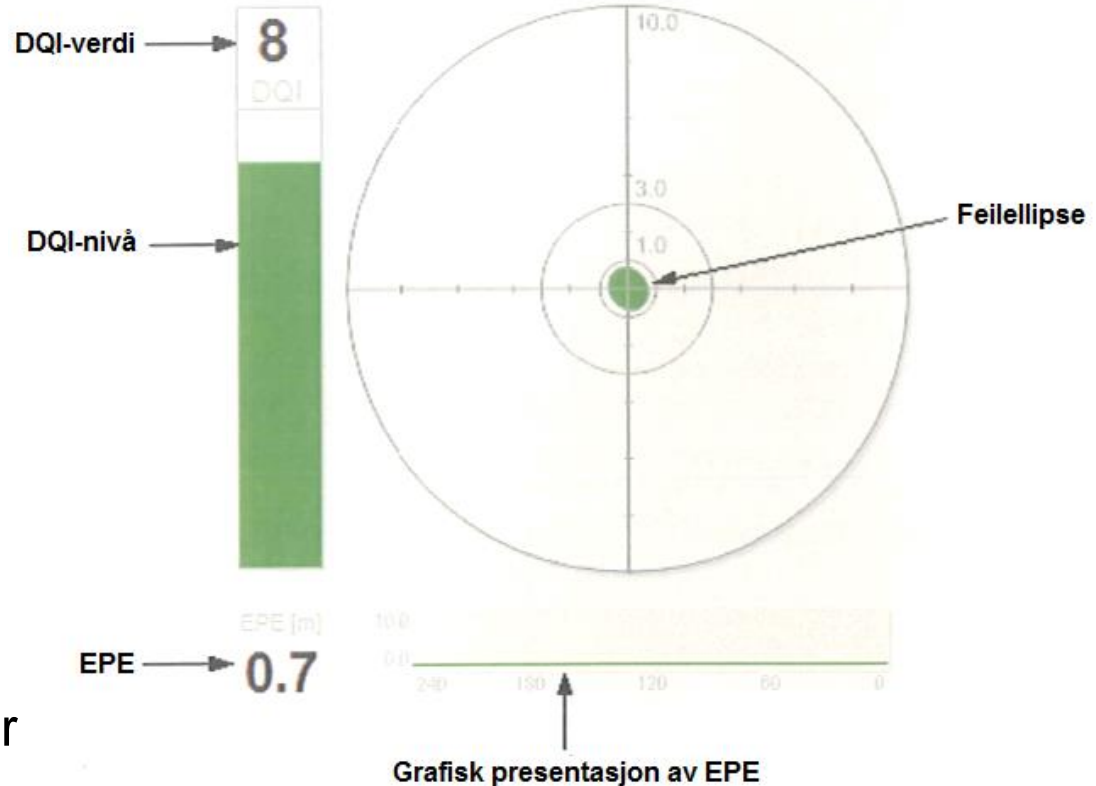
- IALA

- Wide Area DGPS / SBAS

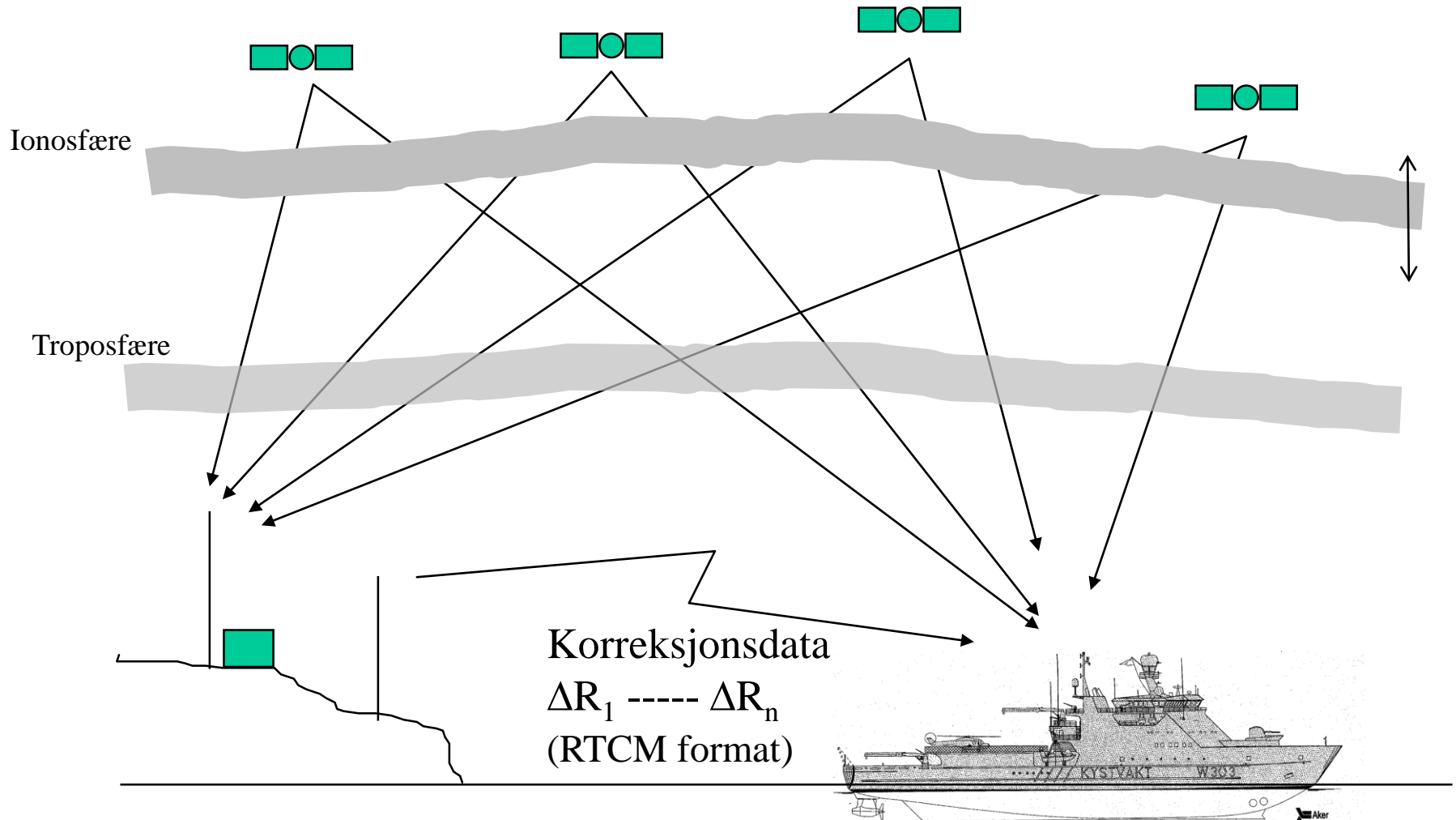
- WAAS
- EGNOS
- Inkl. ionosfæremodell

- Wide Area – "orbit & clock"

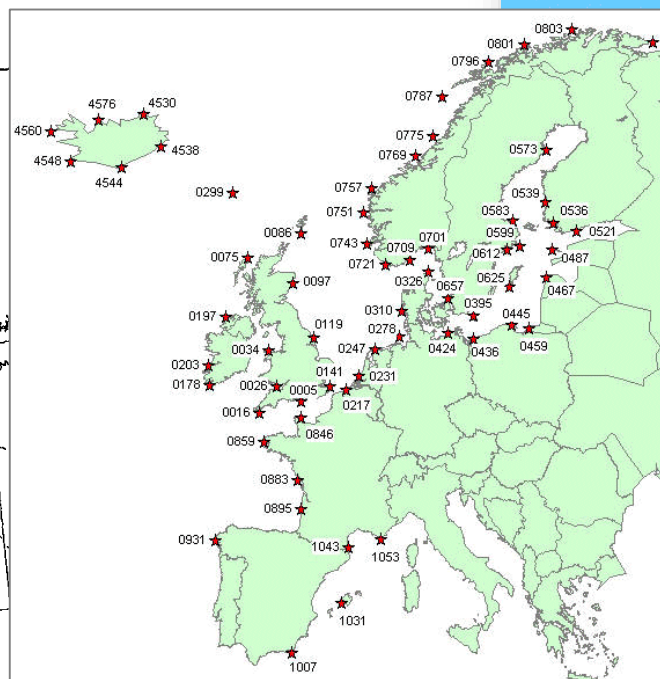
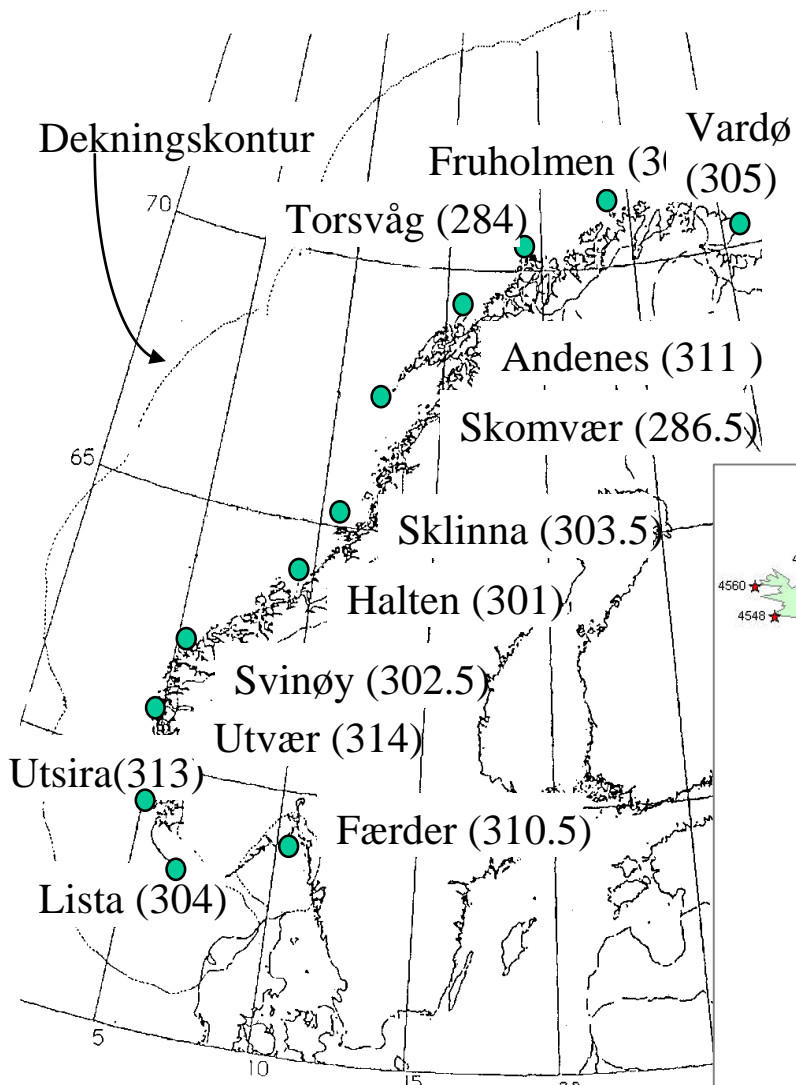
- Fugro
- VERIPOS
- Krever to-frekvent mottaker



IALA DGNSS - Prinsipp



IALA DGNSS – Infrastruktur



IALA DGNSS – Infrastruktur

Halten fyr m. DGNSS på 301 KHz

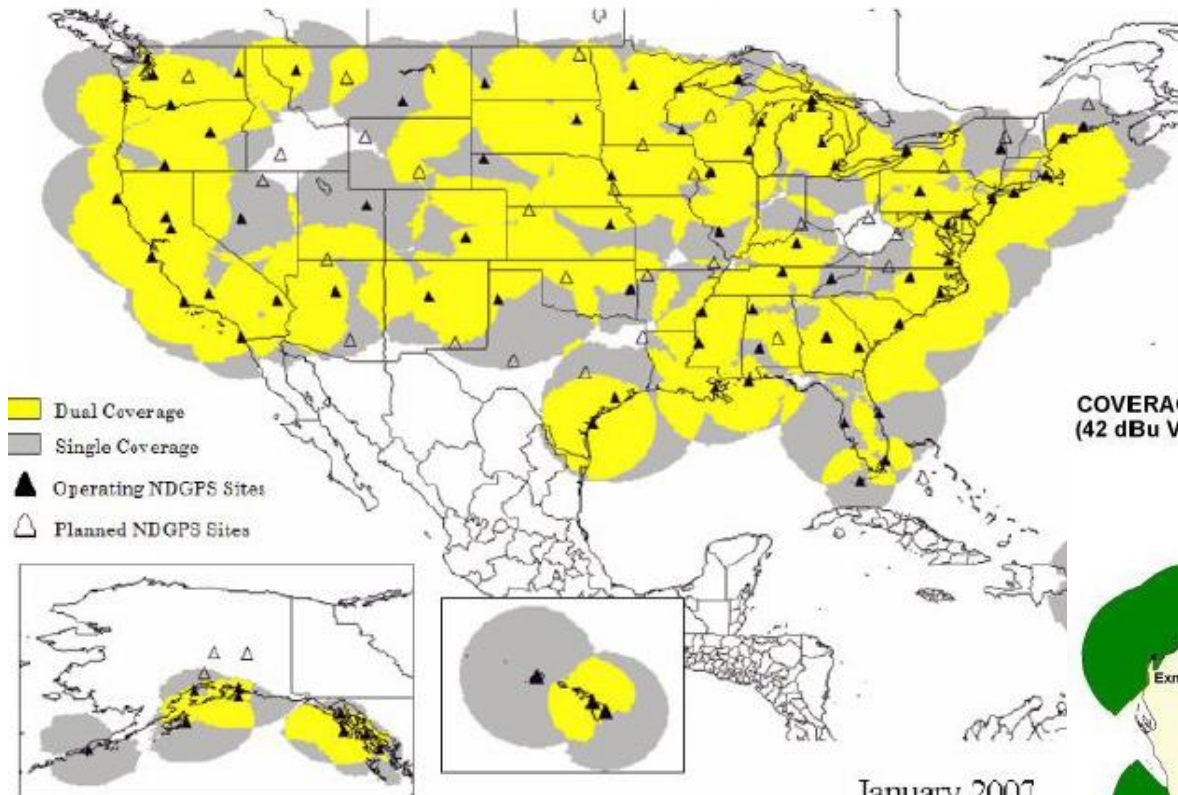


Kongsberg DRS-500



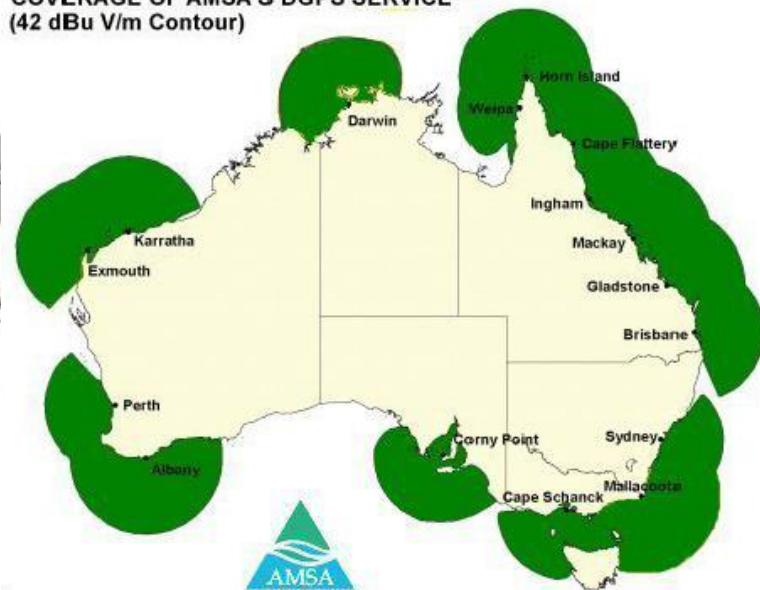
IALA DGNSS – Infrastruktur

NDGPS Coverage



January 2007

COVERAGE OF AMSA'S DGPS SERVICE
(42 dBu V/m Contour)



Legend

- DGPS Aids
- Aids to Navigation Coverage

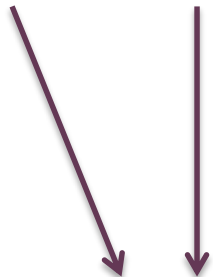
Coordinate Systems - GEOGRAPHICAL
Please note distance measurements
in this coordinate system
will not be accurate.

Conversion: 1 Nautical Mile = 1.853 Km
0 400 800 Kilometres

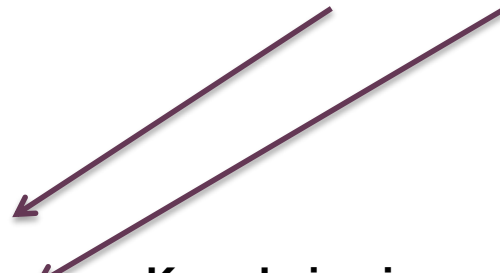
IALA DGNSS – Multireferanse-mottaker

- Demodulator som kan ta imot korreksjonssignaler fra flere referansestasjoner samtidig

Signal fra GNSS-satellitter



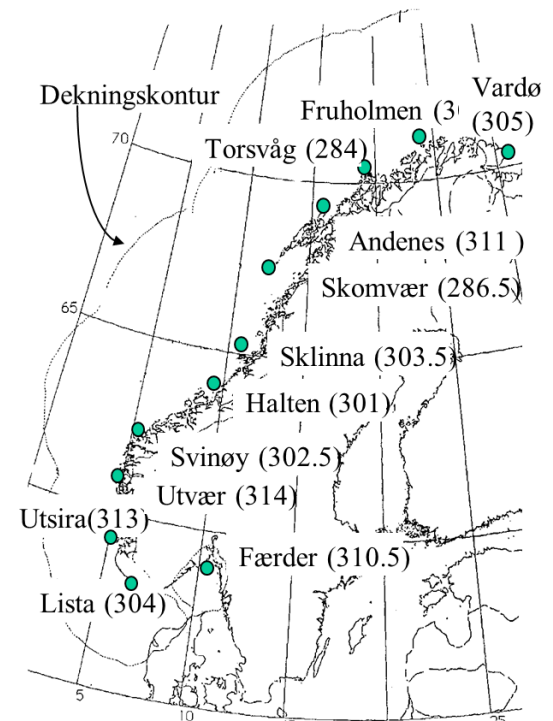
Korreksjonssignal fra flere referansestasjoner, eks. Kystverkets IALA-stasjoner



Korreksjon i RTCM-format



GNSS-mottaker



IALA DGNSS - Overføringsformat RTCM

- Standardisert format
- Radio Technical Commission for Maritime Services i 1983
- Meldingstype
- Overføringshastighet 50 b/s

➔ Pseudolitter for GNSS-pålitelighet og geometri

- Standardmelding:
 - Satellittidentifikasjon
 - Pseudorange-rettelser, ΔR
 - Avstandsrate
 - Tid for oppdatering



IALA DGNSS - Feilkilder

- Lengre rekkevidde – redusere frekvens – overføringstid av korreksjonsmelding øker
- Stor avstand:
 - Mobil mottaker ikke samme satellitter over horisonten som referansestasjonen
 - Ulik ionosfæreforsinkelse

IALA DGNSS - Feilkilder

- Høypresisjonsoperasjoner:
 - Avstand mellom mobil- og referansemottaker < 10 km
- Navigasjon av skip – opptil 100 km
- Eks. Tromsø – Oslo (1200 km) fortsatt 2-3m nøyaktighet

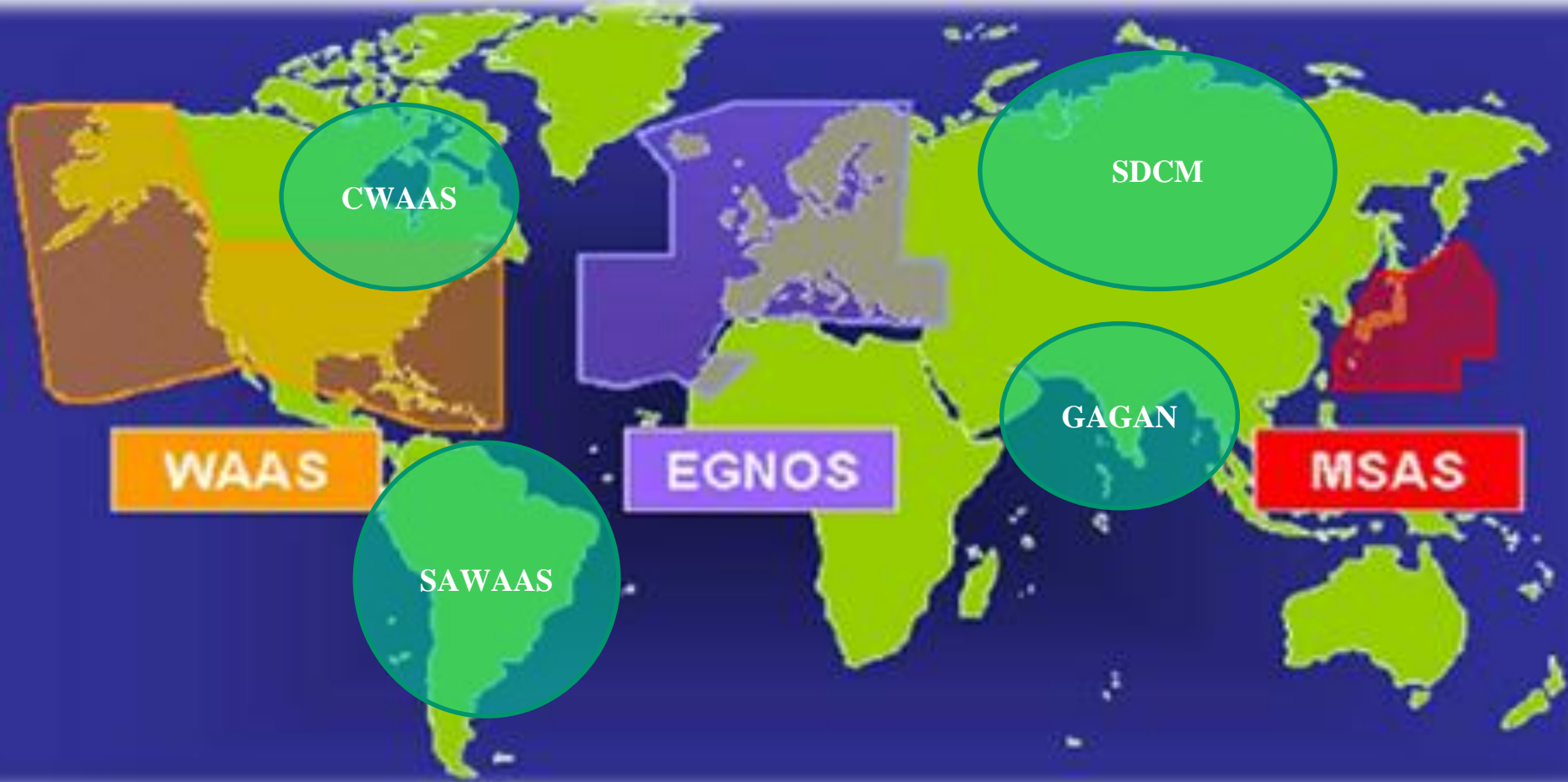


IALA DGNSS - Feilkilder

- **Prioritering av differensielle signal på mottaker:**
- Eks. langt referansestasjon med hybridmottaker og god nøyaktighet m/ GLONASS og GPS;
 - Får inn diff. signal og forkaster GLONASS-satellittene for å gå over i DGPS-modus
- **Ekskludering av egen beregning av ionosfærefeil:**
- Eks. 2-frekvent mottaker mottar diff.-signal og ekskluderer sin egen beregning
 - Ender opp med dårligere nøyaktighet

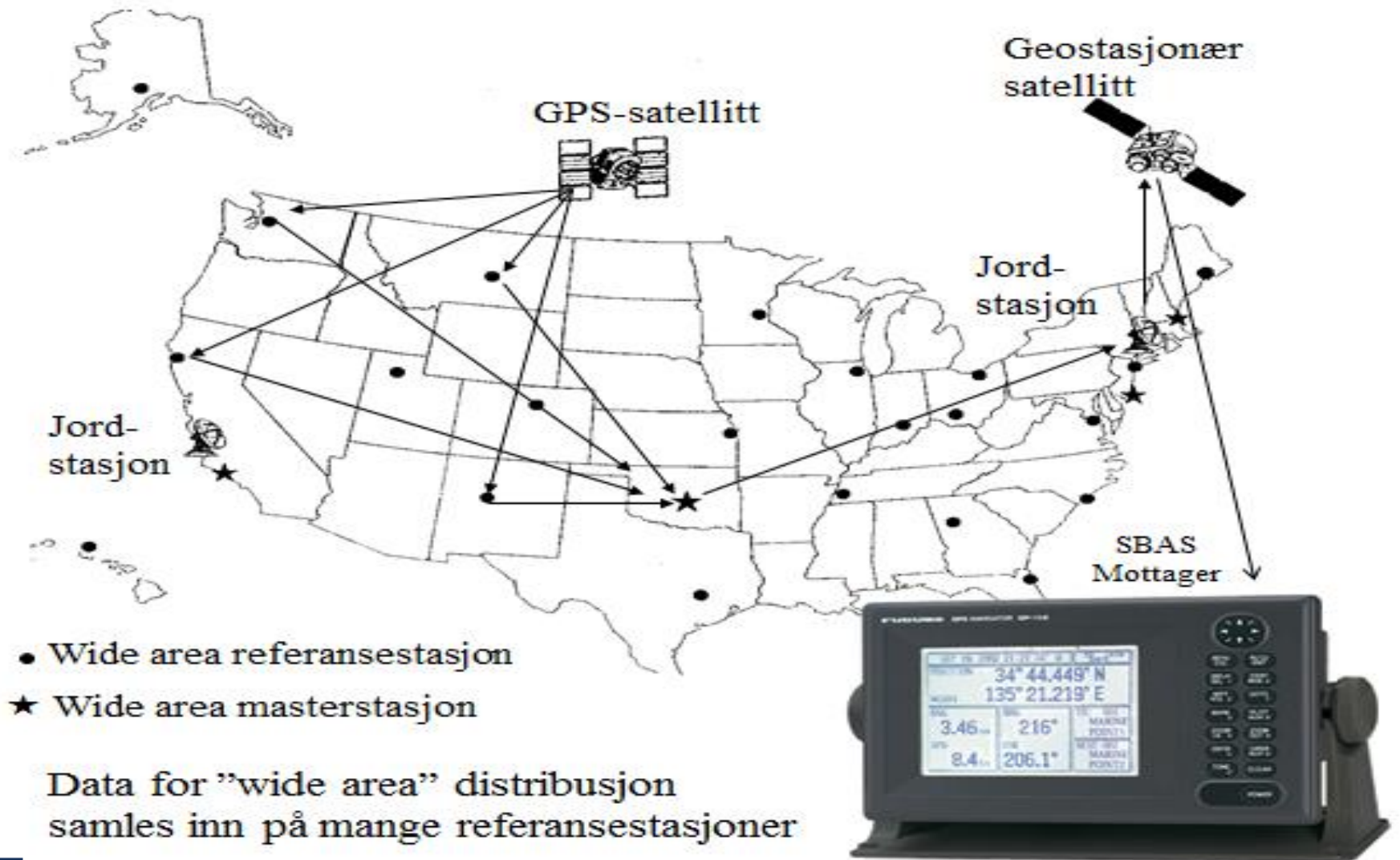


WADGPS / SBAS



Satellittdistribusjon av korreksjonssignaler

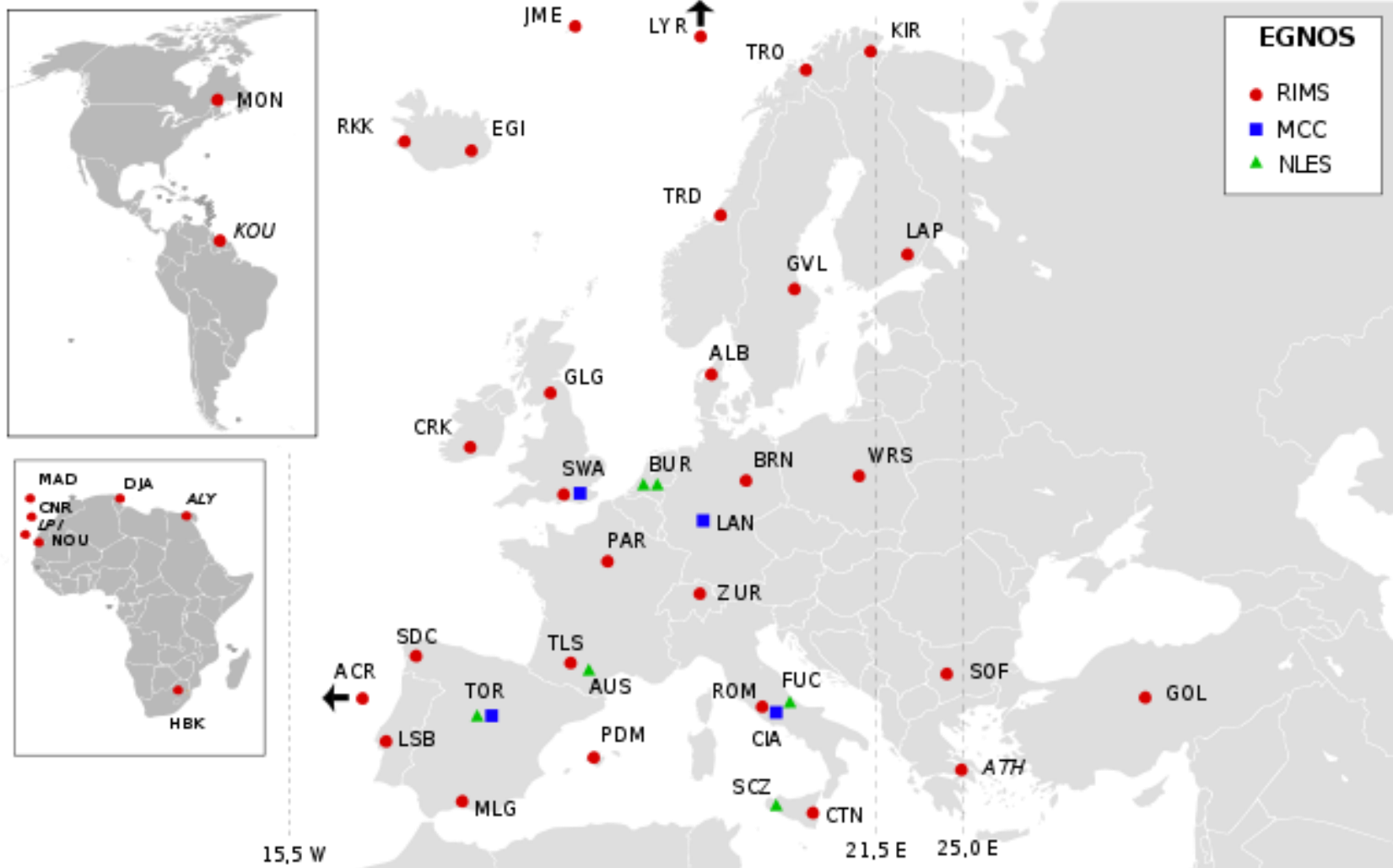
WADGPS / SBAS - WAAS



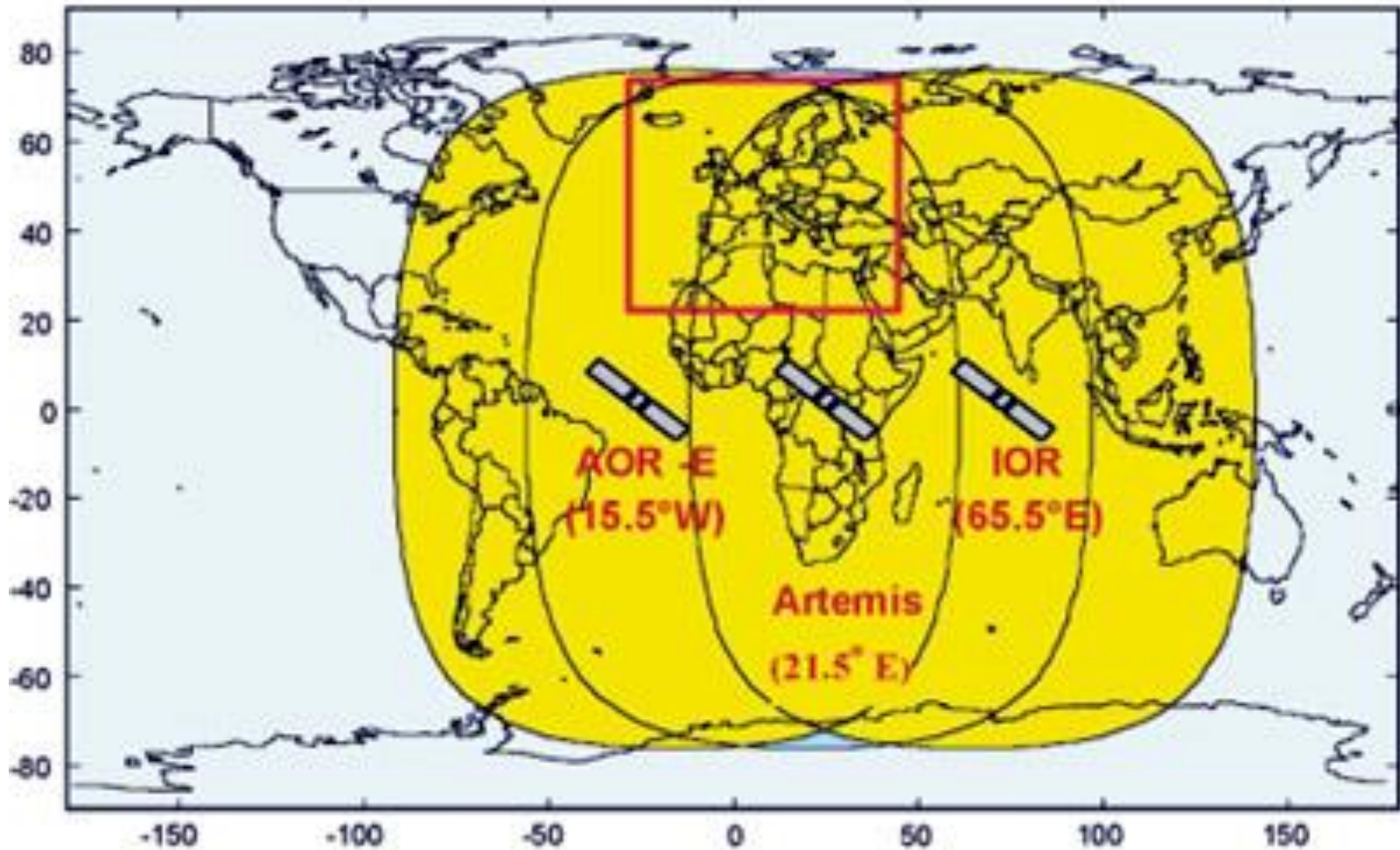
- Wide area referansestasjon
- ★ Wide area masterstasjon

Data for "wide area" distribusjon samles inn på mange referansestasjoner

WADGPS / SBAS - EGNOS

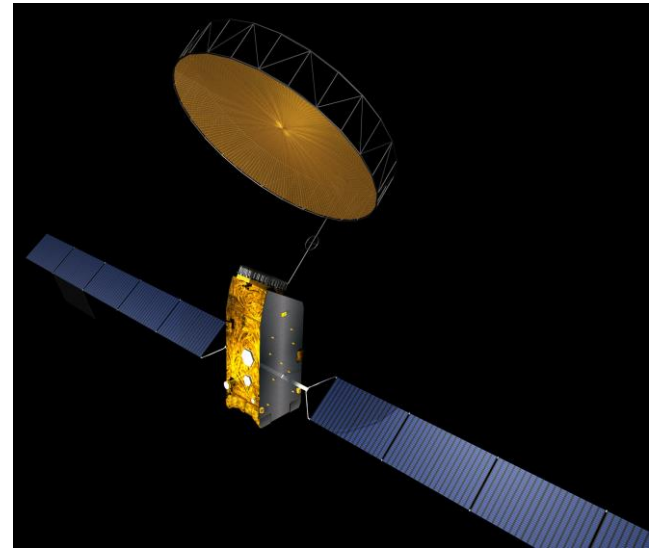


WADGPS / SBAS – EGNOS Distribusjon



WADGPS / SBAS - Distribusjon

- To Wide Area-systemer og de tilhørende distribusjonssatellittene:
- WAAS
- Galaxy 15 (W 133°) (PRN 135)
- Anik F1R (W 107.3°) (PRN 138)
- EGNOS
- AOR-E (W 015.5°) (PRN 120)
- EMEA (E 025°) (PRN 126)
- IOR (E 064.5°) (PRN 131)

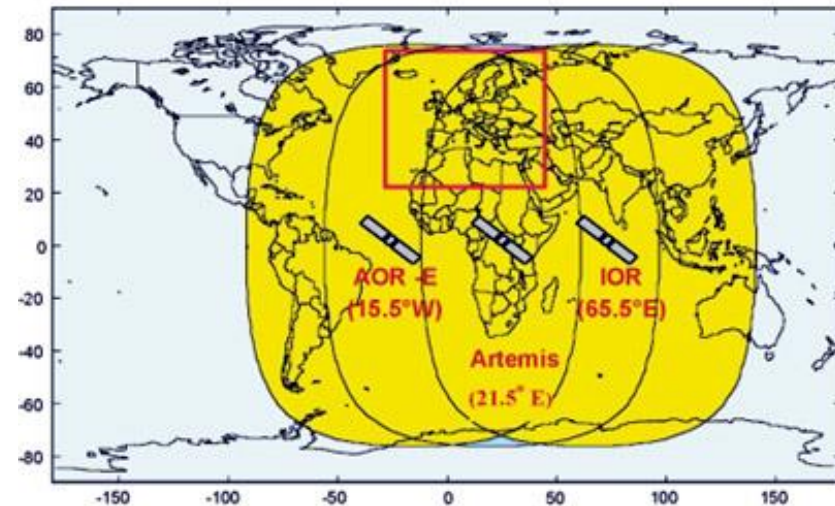


WADGPS / SBAS - Feilkilder

- Feilkilder WADGPS / SBAS:

- 2 problemer v/ høye bredder:

- 72° bredde – problemer med mottak fra distribusjonssatellitt
- Synlige satellitter ikke synlige for ref.nettverk:
 - Kun korreksjonssignaler fra nettverk
 - Prioritering av diff. signal → dårligere HDOP







DGPS fra kommersielle selskaper – Fugro

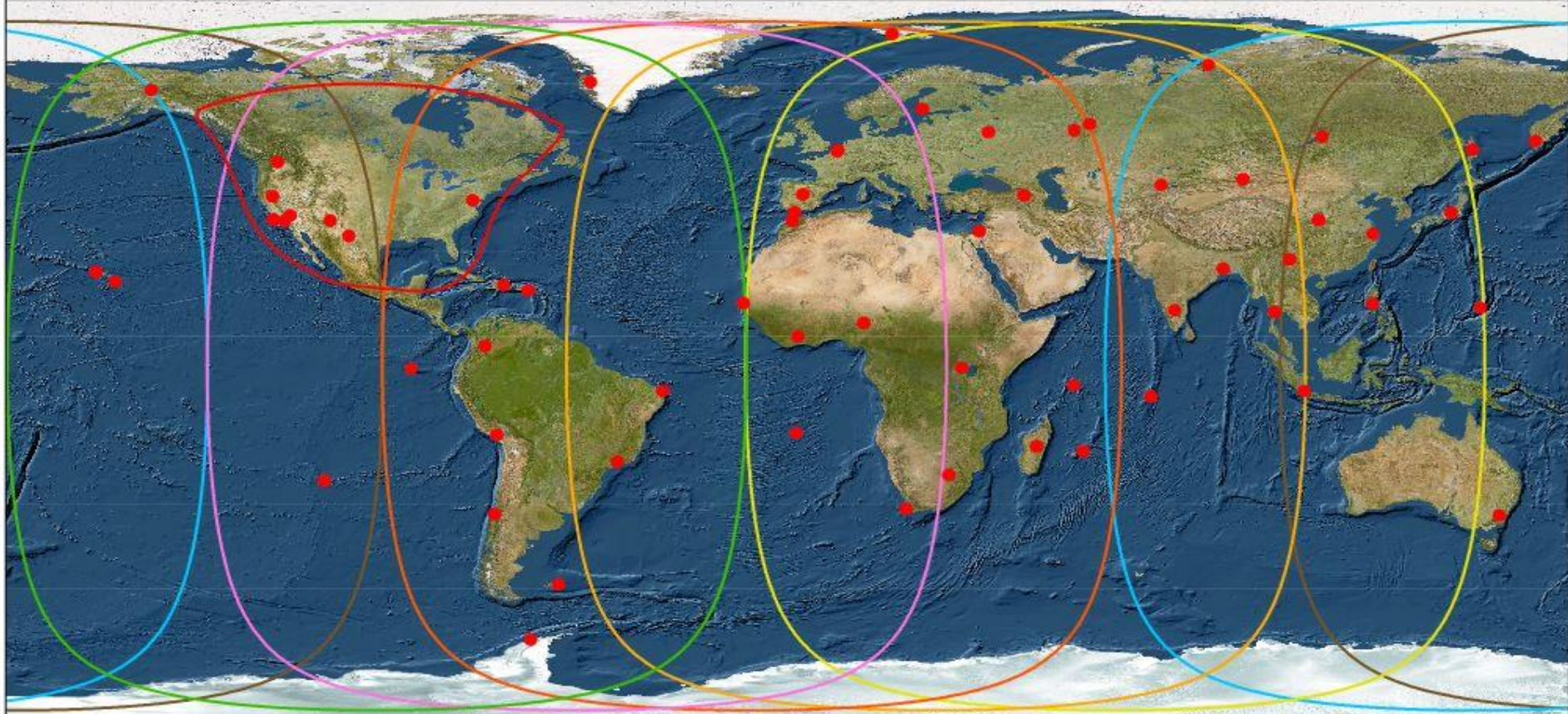
- FUGRO Seastar
- Største aktør i markedet
- 80 referansestasjoner fordelt utover jorden
- To hovedprodukter:
 - G2/G4
 - XP/XP2

DGPS fra kommersielle selskaper – Fugro infrastruktur



STARFIX

XP and XP2 GPS and GLONASS Orbit/Clock Reference Stations and Broadcast (3rd party)



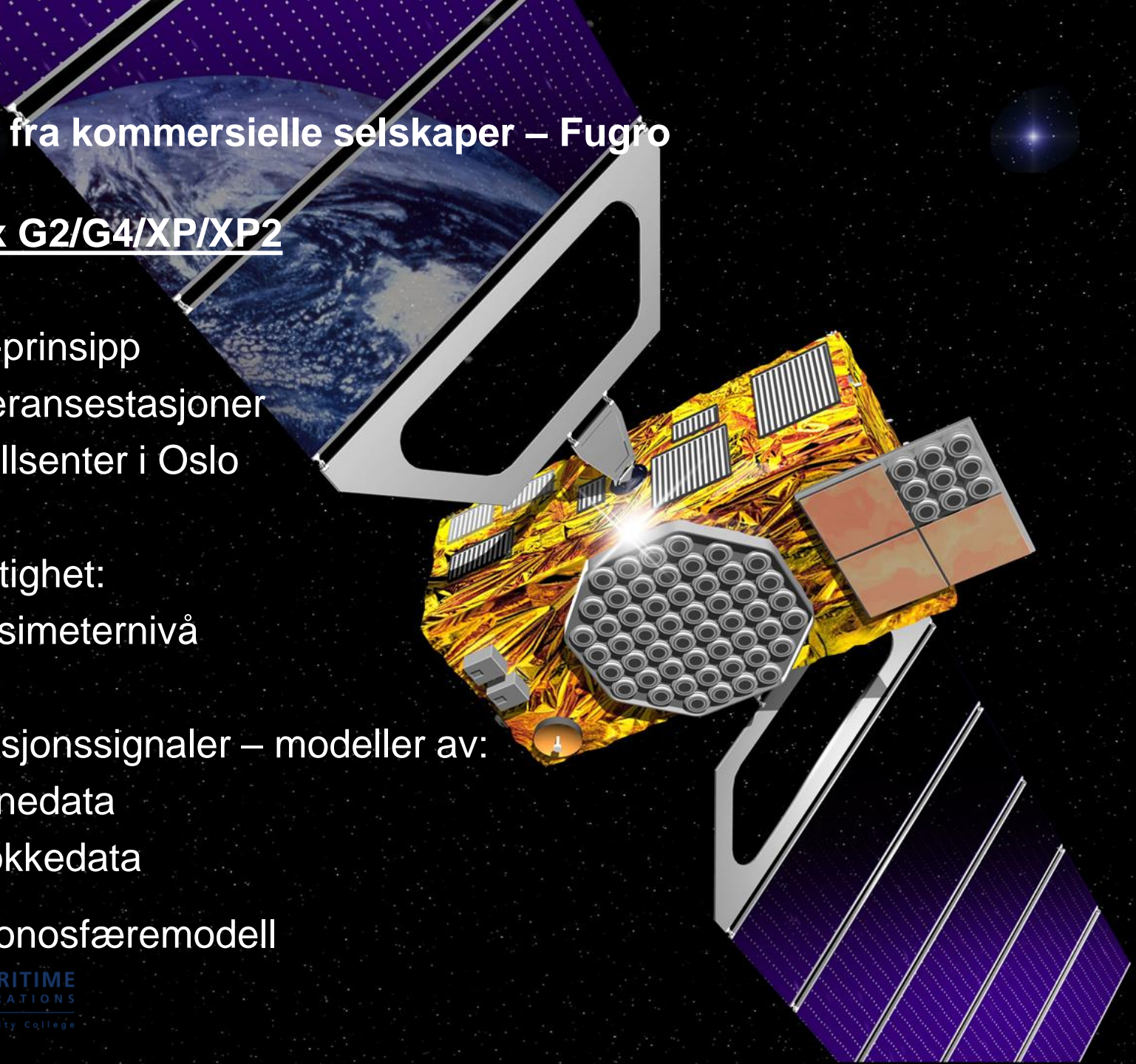
Map image © WorldSat International Inc., 1999 – www.worldsat.ca – All Rights Reserved

A31340900DCBRG8 February 2015

● XP and XP2 Reference Stations	— ASAT	— AORW	— ESAT	— AUSAT
	— MSV	— AORE	— IOR	— POR

DGPS fra kommersielle selskaper – Fugro

- Starfix G2/G4/XP/XP2
- SBAS-prinsipp
- 80 referansestasjoner
- Kontrollsenter i Oslo
- Nøyaktighet:
 - Desimeternivå
- Korreksjonssignaler – modeller av:
 - Banedata
 - Klokke­data
- Ingen ionosfæremodell



SEASTAR

DGPS fra kommersielle selskaper – Fugro



- Fasemåling på satellittenes bærebølge
- Nøyaktighet i dm-området





DGPS fra kommersielle selskaper – Fugro

- Starfix G2/XP2
- GPS & GLONASS
- Flere satellitter tilgjengelig
 - Eks. nær plattform

DGPS fra kommersielle selskaper



- **VERIPOS**

- Differensielle støttetjenester til GNSS

- Likt tjenestetilbud som Fugro

- «Stand alone» mottaker eller ren demodulator opp mot GNSS-mottaker

Demodulator



Kongsberg Seatex
GNSS-mottaker



DEL 3

**KORTDISTANSE-
SYSTEMER**



**MARITIME
OPERATIONS**

Aalesund University College

To typer kortdistansesystemer

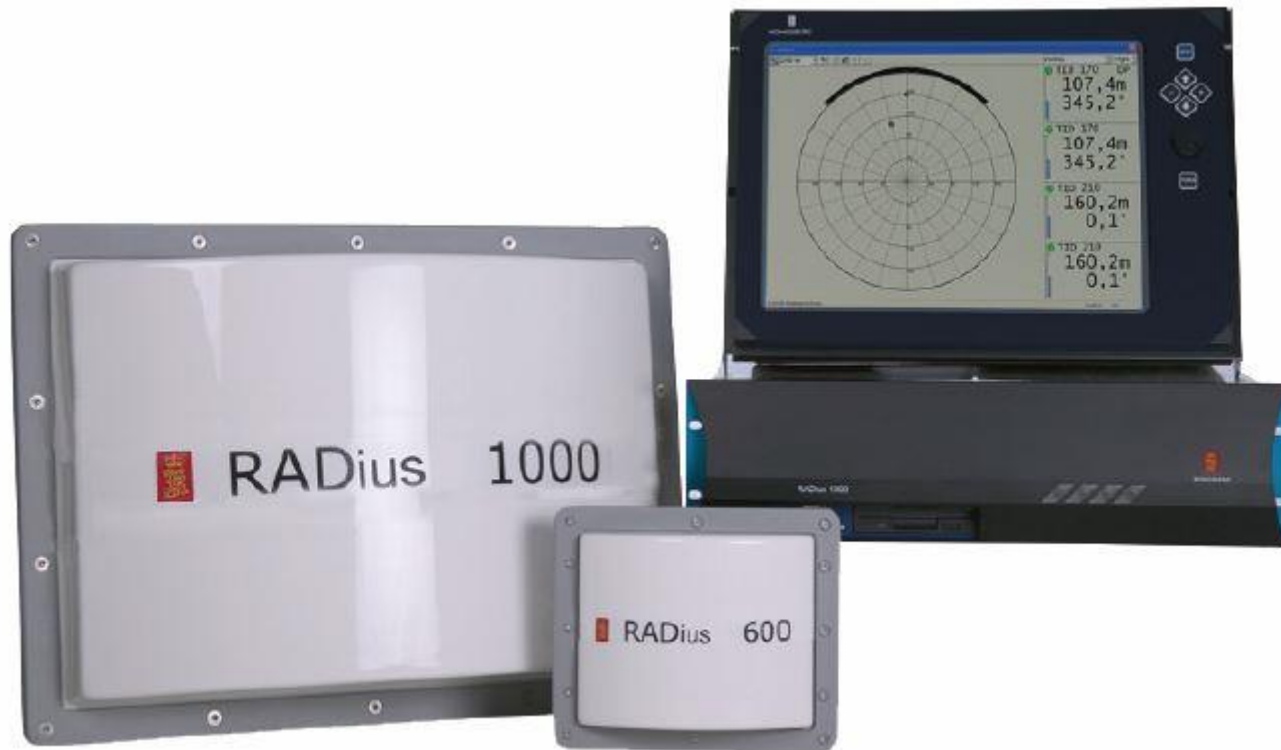
- Radarbaserte systemer



- Laserbaserte systemer



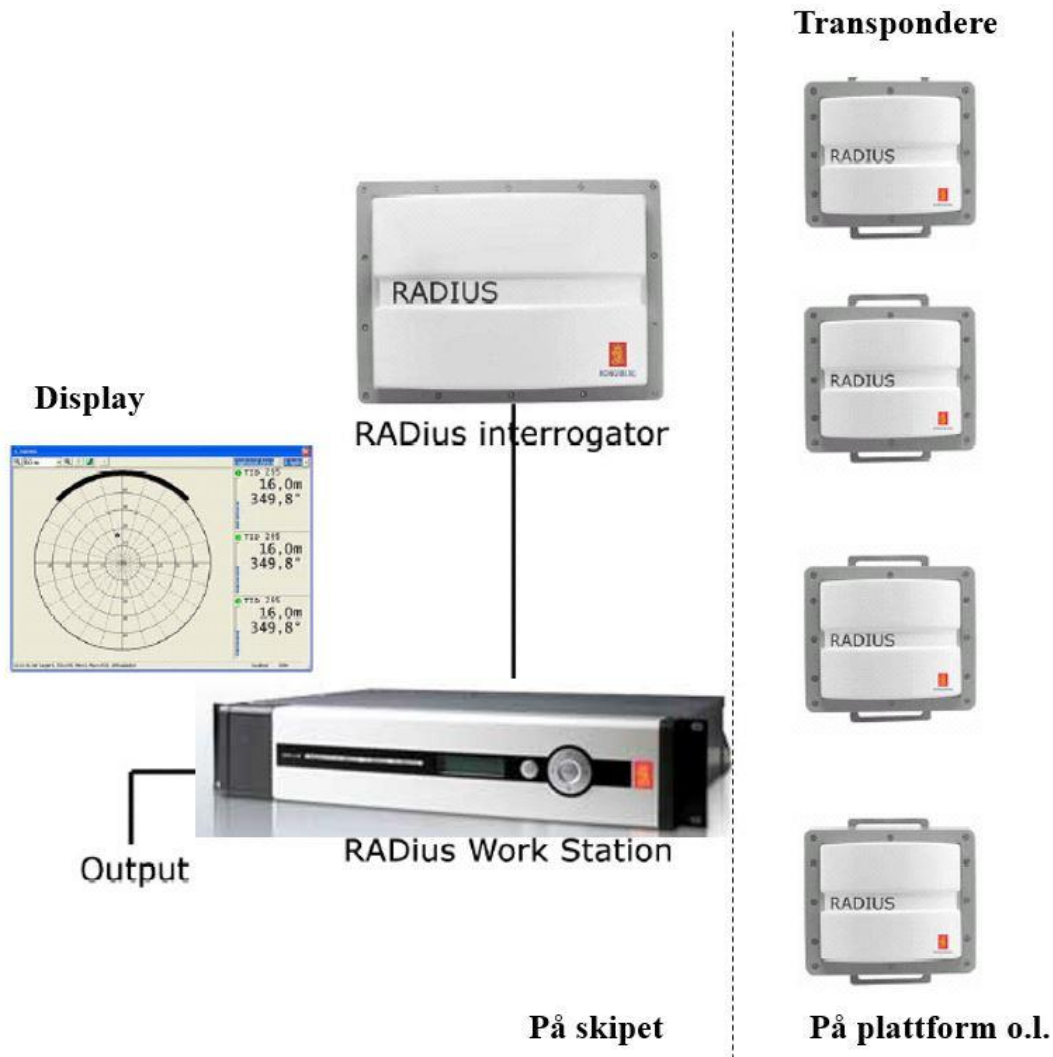
Kongsberg RADius



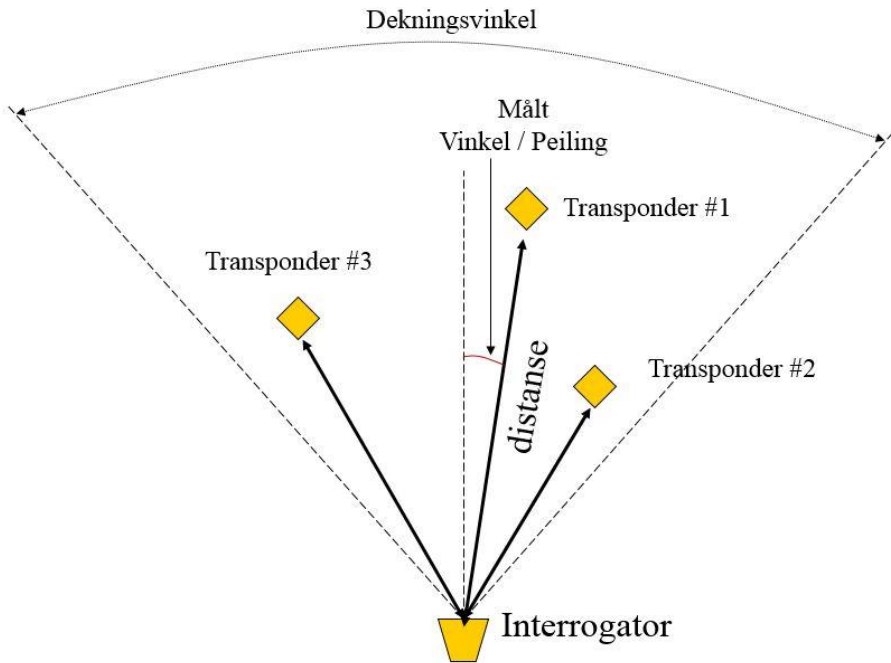
RADius

- Lansert i 2004 av Kongsberg Seatex
- Kom som følge av økende krav til DP2 og DP3
- CW/FM Mikrobølgesystem
- Måler peiling og avstand til passive transpondere

Enheter i RADius-systemet



Måleprinsipp



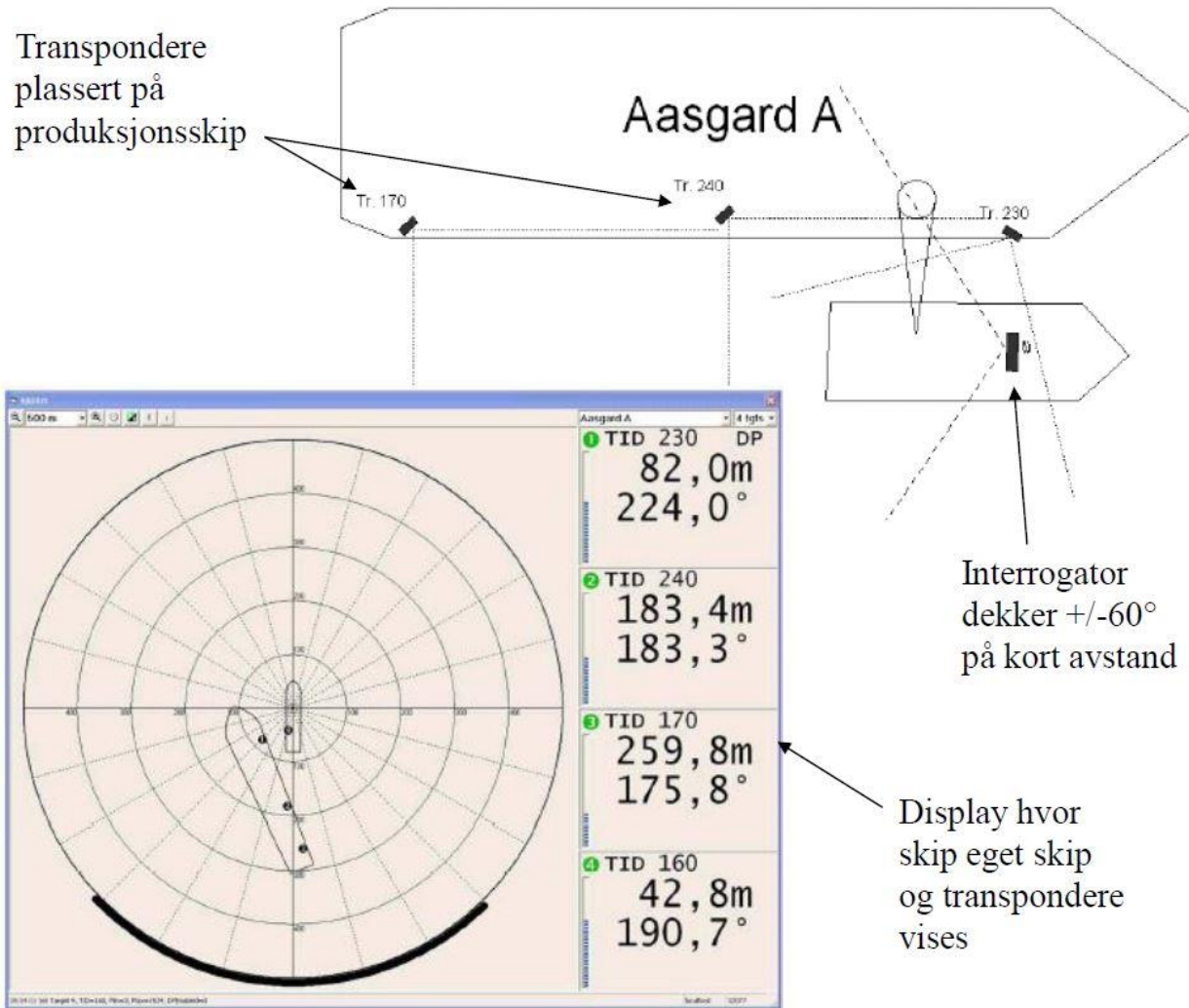
- Frekvensmodulert – CW/FM
- Lav effekt
- Måler frekvensforandring mellom utsendt og mottatt signal = **Avstand**
- Måler faseforskjell mellom innkommende signal = **Vinkel/Peiling**
- Frekvens: **5.51GHz – 5.61GHz**
- Midt mellom S-band og X-band, **forstyrrer derfor ikke radar!**

Nøyaktighet

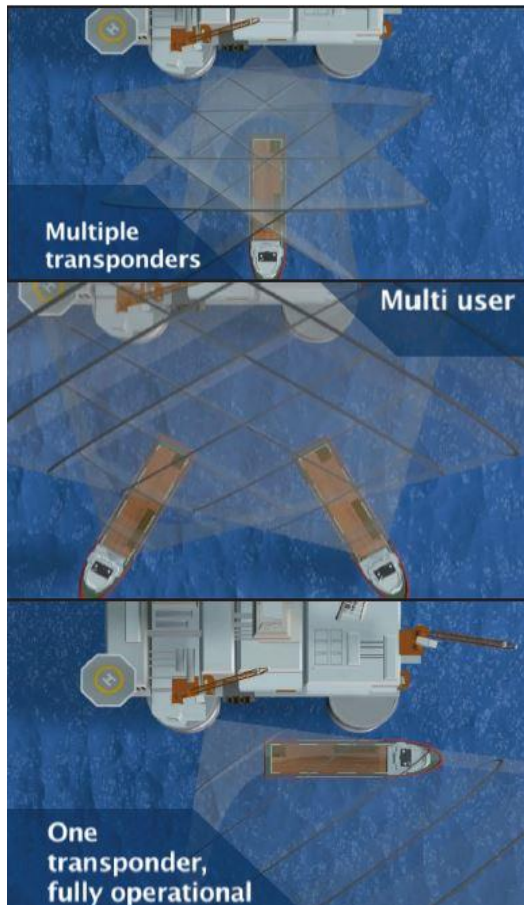
- 3 modus: **Acquisition, Tracking, Precision**
- Nøyaktighet avhengig av avstand
- Operasjonell DP-Range = 550m

Modus	Avstand	Nøyaktighet
Acquisition	500 – 1100m	Noen få meter
Tracking	200 – 600m	1m
Precision	0 – 200m	< 1m

Eksempel på bruk av RADius ved DP-operasjon



Funksjoner og fordeler

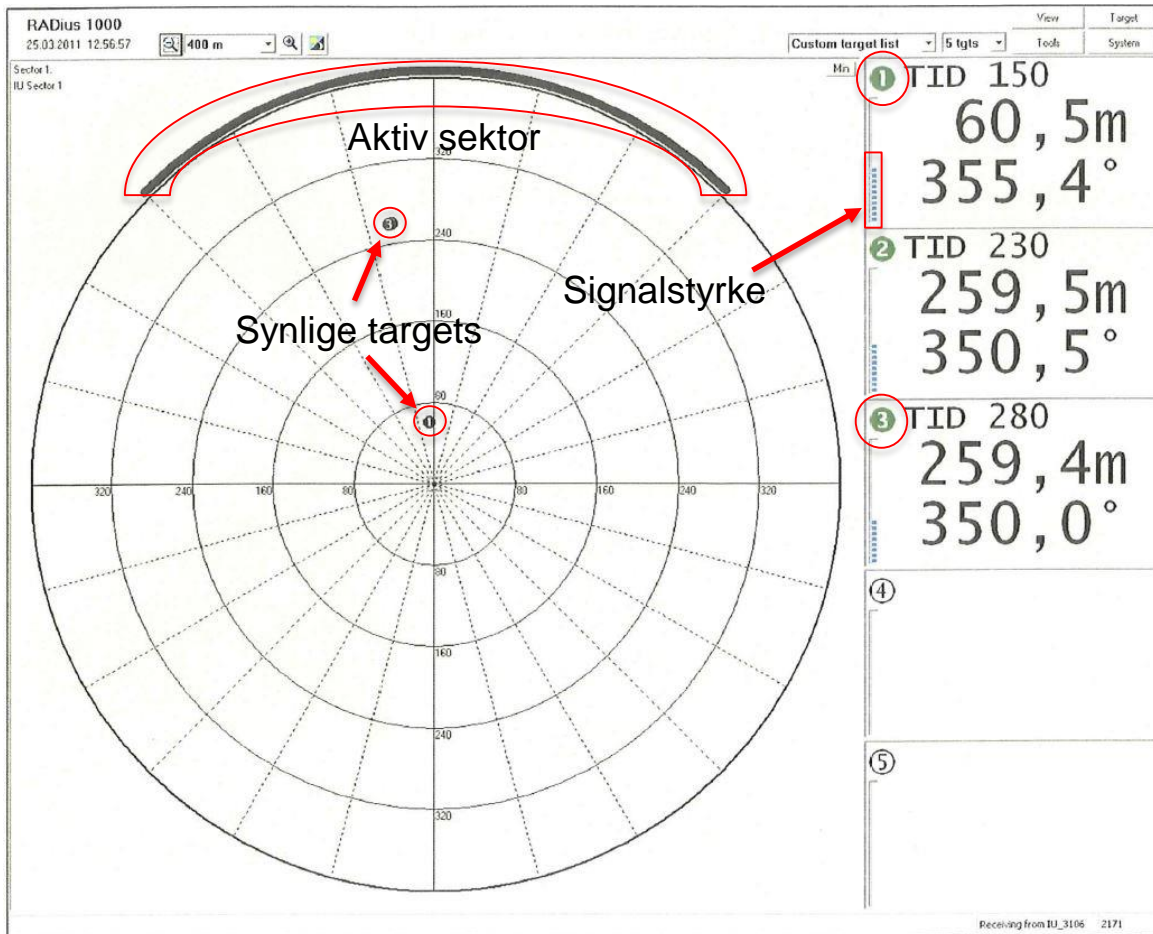


- RADius kan følge opp til 5 transpondere samtidig, noe som bedrer nøyaktigheten og robustheten betraktelig
- Systemet er designet for flerbrukermodus, noe som gjør at flere fartøy kan bruke samme transpondere samtidig
- Systemet er fullt operativt selv om bare 1 transponder er i bruk

Funksjoner og fordeler forts.

- **Solid State** – Ingen bevegelige deler, derfor minimalt vedlikehold
- **Vær og sikt** – Systemet ikke påvirket av sikt i motsetning til laser og det tåler ekstrem kulde
- **Bred operasjonsvinkel** - 90° utstrålingsvinkel (45° til begge sider) både horisontalt og vertikalt

Brukergrensesnitt

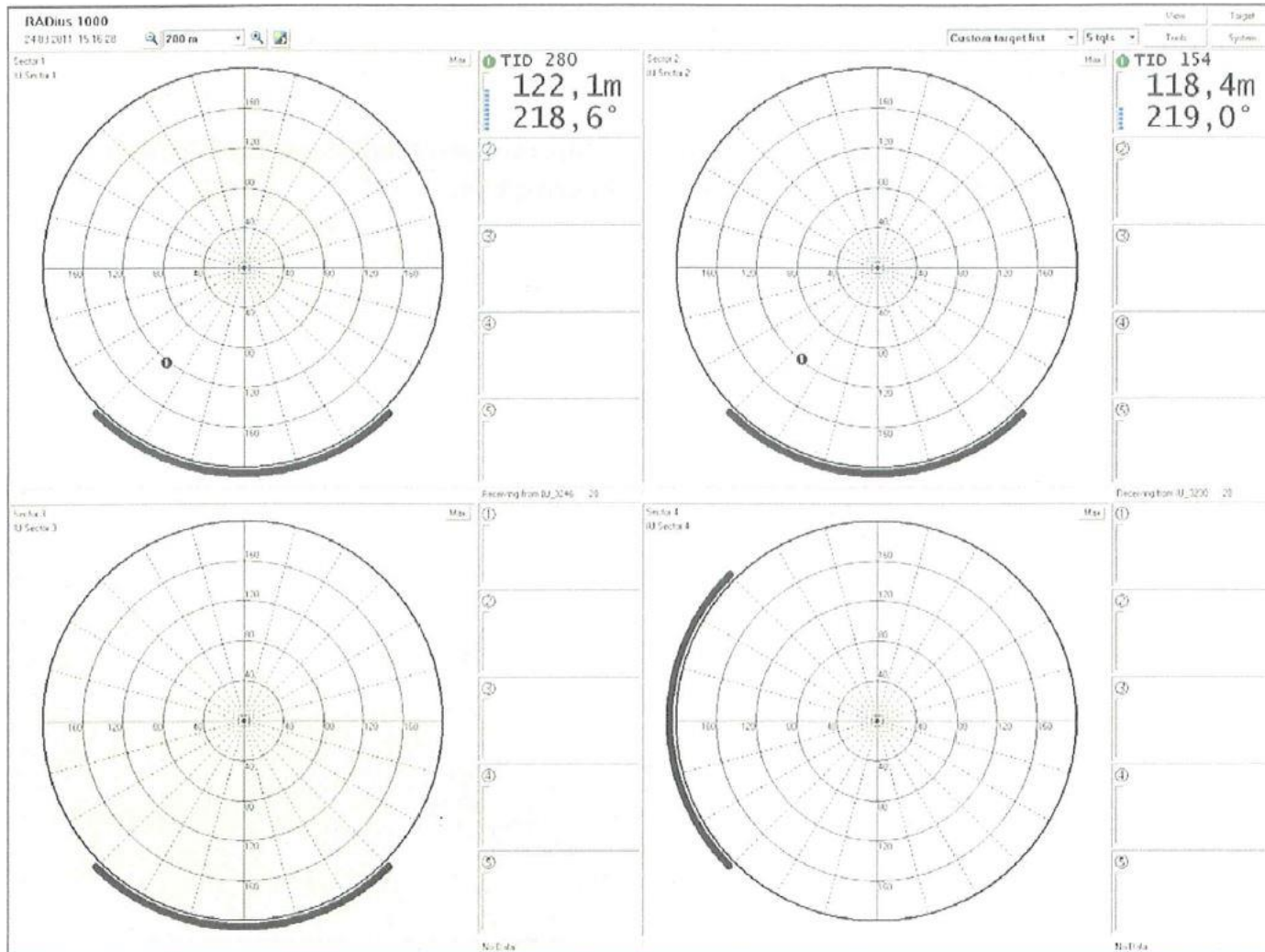


← Target ID

← Avstand til target

← Peiling til target

Grensesnitt for Multi-interrogator oppsett



Interrogator (Senderenhet)









- Sender radiobølgesignaler fra fartøyet og mottar signaler fra transpondere
- Vanlig med 1-2 på offshorefartøy
- Kan utvide antall for å få 360° dekning

Transponder (Mottakerenhet)



- Montert på objekt/installasjon
- Passiv = sender ingenting før interrogator etterspør signal
- Vanligvis montert flere på oljeplattformer
- Finnes i flere varianter: Fast strøm, batteridrevne, ATEX-sertifiserte

Transponder (Mottakerenhet)

	DP Range	Opening angles (vertical & horizontal)	Power	Battery Lifetime	# of Batteries	Atex Certified	Size (W x H x D)	Weight
 RADIUS 550 X	350 m	$\pm 45^\circ$	Battery	2 years	1	✓	220x400x147 mm	3,8 kg
 RADIUS 600	<550	$\pm 45^\circ$	Fixed				220x228x72 mm	1,4 kg
 RADIUS 600 X	<550	$\pm 45^\circ$	Fixed			✓	220x228x72 mm	1,4 kg
 RADIUS 610 S	<550	$\pm 45^\circ$	Fixed				H:620 mm Ø:150 mm	3,7 kg
 RADIUS 700	<550	$\pm 45^\circ$	Battery	3 years	2		412x562x184 mm	6,0 kg
 RADIUS 700 X	<550	$\pm 45^\circ$	Battery	1,5 years	1	✓	412x562x184 mm	7,4 kg

Kongsberg Videopresentasjon RADius



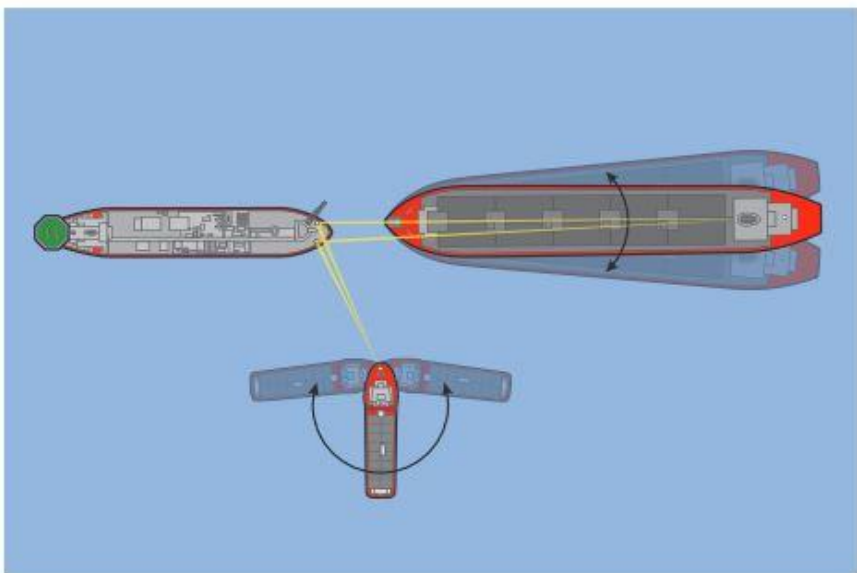
Guidance RadaScan



RadaScan

- Utviklet av britiske Guidance
- Konkurrerende system til RADIUS
- CW/FM Mikrobølgesystem
- Måler avstand og peiling til passive respondere
- Finnes også i mindre utgave (Mini RadaScan)

Måleprinsipp



- Frekvensmodulert CW/FM
- Måler frekvensforandring mellom utsendt og mottatt signal = **Avstand**
- Måler faseforskjell mellom innkommende signal = **Vinkel/Peiling**
- 360° dekningsområde
- Frekvens: **9.2GHz – 9.3GHz**
- **NB! Kan påvirke / forstyrres av X-band radar!**

Nøyaktighet

Avstand	Nøyaktighet (avstand)	Nøyaktighet (peiling)
RadaScan		
Opp til 600m	0,25m	0,15°
Opp til 1000m	0,50m	0,20°
Mini RadaScan		
Opp til 600m	0,25m	0,20°

Funksjoner og fordeler

- **Multi target** – RadaScan kan følge flere targets samtidig for ekstra nøyaktighet og redundans
- **Multi user** – RadaScans respondere kan brukes av flere fartøy samtidig
- **360° dekning** – RadaScan har en roterende senderenhet og dermed 360° dekning
- **Vær og sikt** – Kan brukes under alle siktforhold, kan bestilles med «is-klasse» for bruk ved meget lave temperaturer

Brukergrensesnitt



- Alt-i-ett vindu
- Moderne og intuitivt
- Likt grensesnitt som CyScan – kan være en fordel

Sensor (senderenhet)



- Sender radiobølgesignaler fra fartøyet og mottar signal fra respondere
- Roterer 360° - behøver derfor bare 1 for full dekning
- Krever noe vedlikehold på grunn av roterende deler

Responder (mottakerenhet)



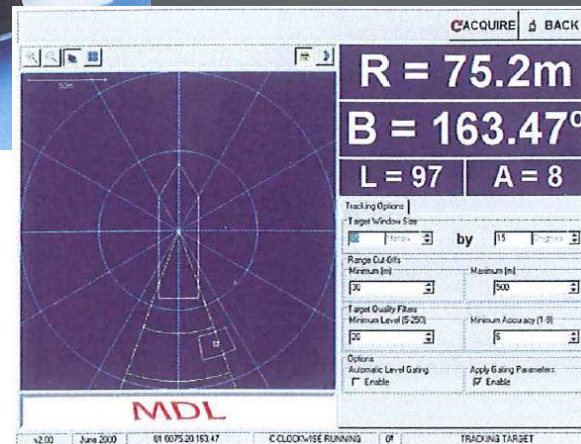
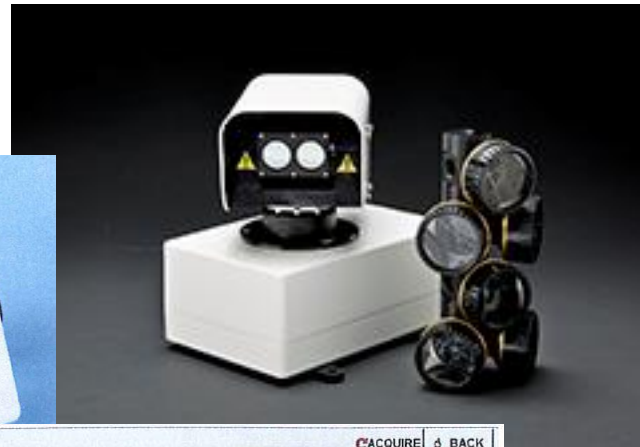
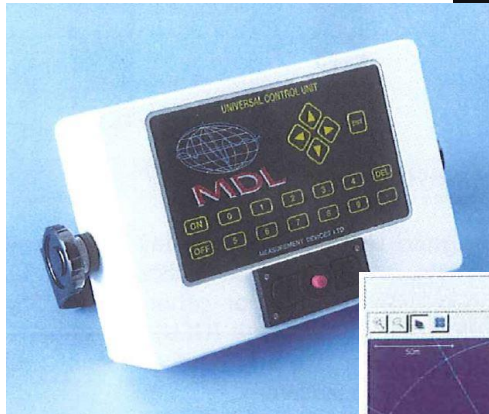
- Montert på objekt/installasjon
- Passiv = sender ingenting før den trigges av senderenhet
- Vanligvis montert flere på en oljeplattform
- Alle typene er ATEX-sertifisert
- Finnes med fast strøm og batteridrevne
- Kan fås i flere farger for visuell separasjon for eventuelle andre systemer

Mini RadaScan



- Mindre og lettere variant enn RadaScan
- Passer godt for mindre fartøyer
- Samme funksjonalitet og grensesnitt som RadaScan
- Maksimal range på 600m

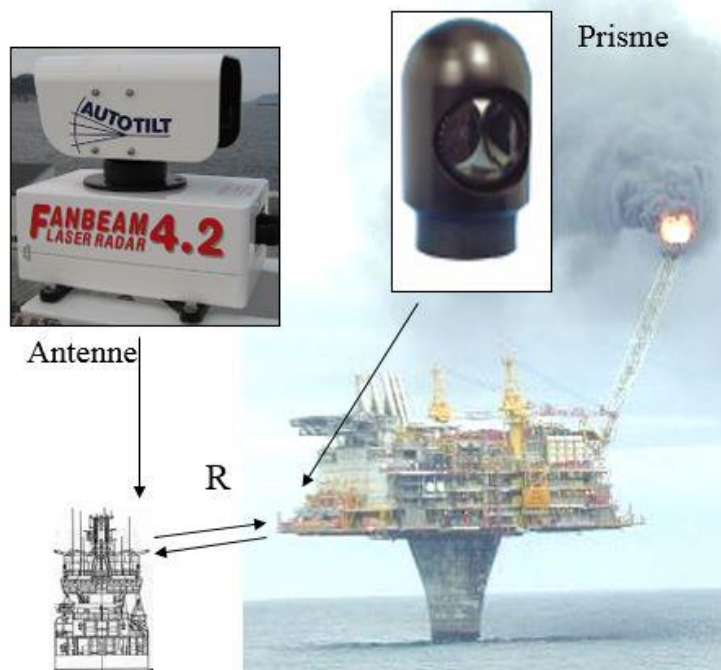
Renishaw Fanbeam



Fanbeam

- Utviklet av MDL (nå Renishaw)
- Mye brukt på norske offshore-fartøy
- Måler peiling og avstand til passive targets ved hjelp av laserpulser
- Fanbeam MK-IV mest utbredt
- Nyeste modell på markedet er Fanbeam 5

Måleprinsipp



- Laserpulser sendes fra senderenhet og reflekteres fra prisme eller sylinder på plattform
- Tiden mellom puls sendes ut og mottas i retur = **Avstand**
- Vinkelen måles i gearboks på enheten og ved kobling mot gyro = **Peiling**

Nøyaktighet

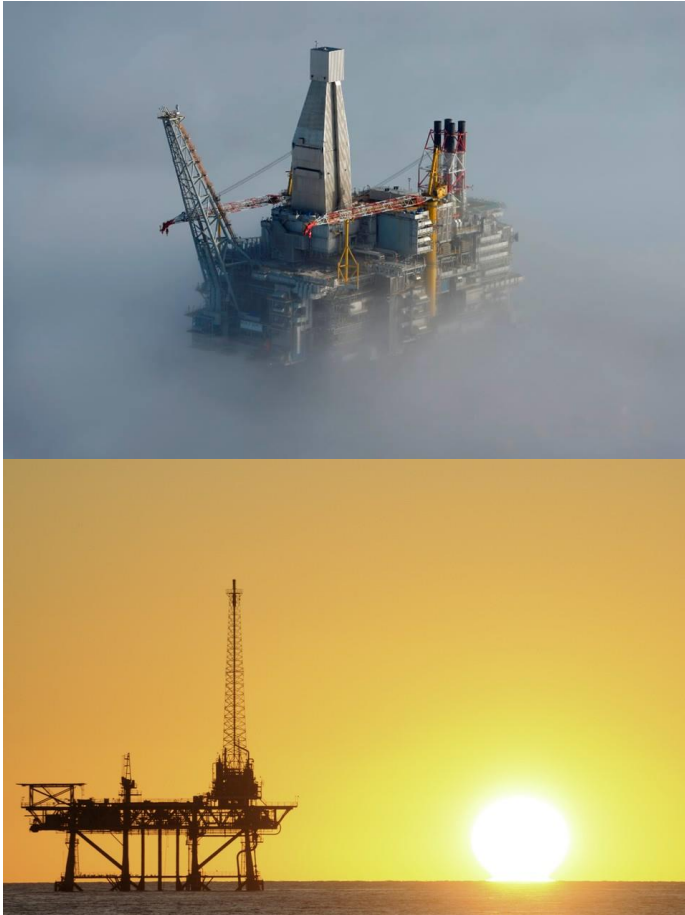
Avstand	Nøyaktighet (avstand)	Nøyaktighet (peiling)
Opp til 2000m (væravhengig)	20cm	0,02°



Funksjoner og fordeler

- **Enkelt å ta i bruk** – Fanbeam bruker 100% passive targets og krever ikke spesielt oppsett
- **Stor operasjonsvinkel** – I utgangspunktet 360° dekningsområde
- **Enkel programvare** – Programvaren er enkel i bruk og lett å forstå
- **Fysisk kontrollenhet** – Ved hjelp av fysisk kontrollenhet er det enkelt å velge targets

Begrensninger



- **Krever fri sikt** – Tåke, regn, snø og andre konstruksjoner kan forstyrre målingene
- **Personell** – Laserenheten kan låse seg til plattformpersonell – en myte?
- **Sollys** – Sterkt sollys vil i enkelte tilfeller skape problemer
- **Lyskastere** – Om natten kan kraftige lyskastere skape lignende problemer

Brukergrensesnitt

The screenshot shows a maritime radar software interface with the following components and annotations:

- Menylinje (Menu Bar):** Located at the top, containing four main menu items: 1 SETUP, 2 TRACK, 3 PARK, and 4 COMMAND.
- Grafisk meny (Graphic Menu):** A secondary menu bar below the main menu, containing icons for search, zoom, and other functions.
- Posisjonsplott av skip og reflektorer (Position Plot of Ships and Reflectors):** A large circular radar display on the left side, showing a 100m scale and concentric range rings.
- Reflektordata (Reflector Data):** A panel on the right side displaying radar data in a table format:

RANGE	
BEARING	
LEVEL	ACC
- Tracking & Gatingparametere (Tracking & Gating Parameters):** A control panel on the right side with the following settings:
 - Tracking Options: Simulation
 - Target Window Size: 21 Meters by 20 Degrees
 - Range Cut-Offs: Minimum (m) 3, Maximum (m) 1000
 - Target Quality Filters: Minimum Level (5-250) 20, Minimum Accuracy (1-9) 6
 - Options: Automatic Level Gating (disabled), Apply Gating Parameters (enabled)
- MDL (Master Display Label):** A large red text label at the bottom center of the radar display area.
- Statuslinje (Status Bar):** Located at the very bottom, displaying system information: 23/08/2000, 15.26.07, MDL Standard at 9600, FANBEAM READY, 0#, and SOFTWARE READY.

Laserenhet



- Sender laserpulser til passive targets og mottar reflekterte pulser i retur
- Roterende enhet gir 360° dekningsvinkel (begrenset av for eksempel fartøyets styrehus)
- Kan tiltes for å nå targets ved operasjon nær plattform
- Krever noe vedlikehold på grunn av roterende deler i laserenheten

Reflektorer



Reflektorrør (tubes)

- Rimeligste varianten
- Brukes på operasjoner med relativ kort avstand (10-150m)
- Høyde på 1m og dekket med «Diamond Grade» refleksbånd
- Må rengjøres jevnlig



Prismeklynge (cluster)

- Dyrere, men langt mer effektive og nøyaktige
- Kan monteres i klynger opp til 16 prismer for 360° dekningsgrad
- Standard ved nye monteringer, flere og flere bytter ut rør med prismer

Fanbeam 5



- Nyeste modell på markedet
- Autotilt-modus – lettere å følge targets på kort avstand
- Mer avansert målgjenkjenning – hindrer låsing på uønskede mål
- Nytt brukergrensesnitt
- Touchscreen for brukergrensesnitt
- Ny bedre kontrollenhet

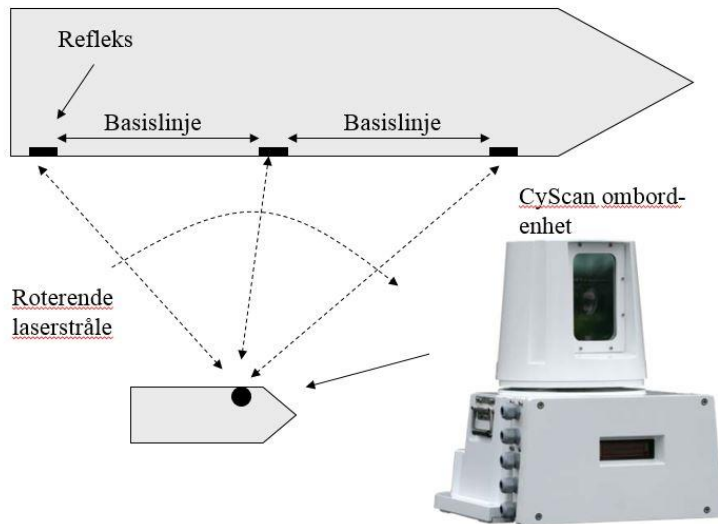
Guidance CyScan



CyScan

- Utviklet av britiske Guidance
- Konkurrerende system til Fanbeam
- Måler peiling og avstand til passive targets ved hjelp av laserpulser
- Multi-target kapasitet

Måleprinsipp



- Laserpuls sendes fra laserenheten til passive reflektorer på installasjonen
- CyScan kan sende og motta pulser fra flere enheter samtidig
- Tiden mellom puls sendes ut og mottas i retur = **Avstand**
- Vinkelen måles i enheten og ved kobling mot gyro = **Peiling**

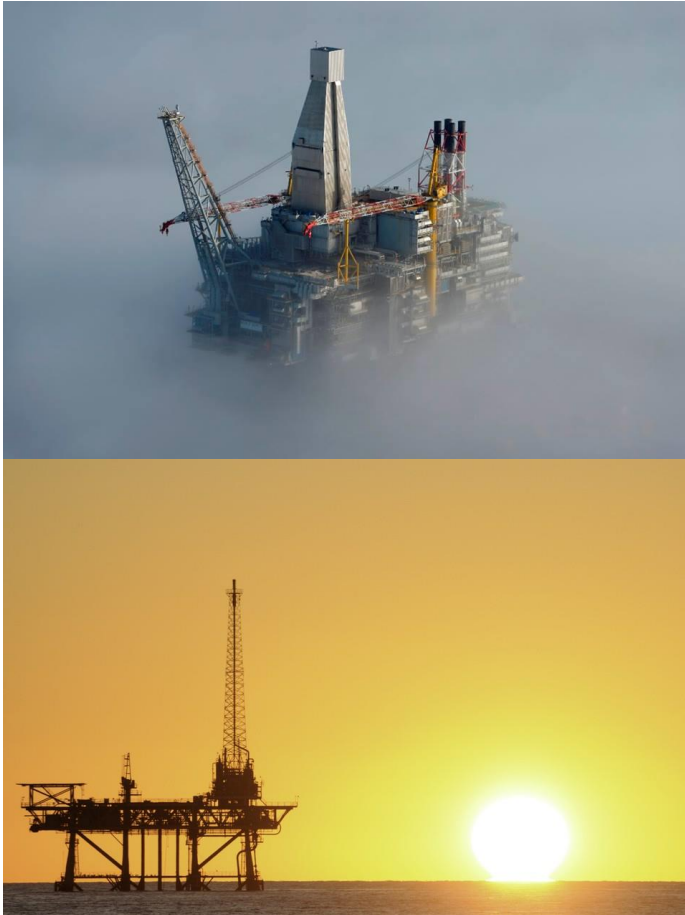
Nøyaktighet

Type reflektor	Nøyaktighet (avstand)	Nøyaktighet (peiling)
Sylinderreflektor	10 – 250m	0.006° - 0.012°
2x2m Flatt refleks	10 – 400m	0.006° - 0.012°
Prismeklynge (standard)	10 – 1250m	0.006° - 0.012°
Prismeklynge (long range license)	Opptil 2500m	0.006° - 0.012°

Funksjoner og fordeler

- **Enkelt å ta i bruk** – CyScan bruker 100% passive targets og krever ikke spesielt oppsett
- **Stor operasjonsvinkel** – I utgangspunktet 360° dekningsområde
- **Multi target** – CyScan kan låse seg mot flere targets samtidig for ekstra nøyaktighet og redundans
- **Lagring av oppsett** – CyScan kan lagre et multi-target oppsett for bruk ved ofte besøkte installasjoner

Begrensninger



- **Krever fri sikt** – Tåke, regn, snø og andre konstruksjoner kan forstyrre målingene
- **Personell** – Laserenheten kan låse seg til plattformpersonell – en myte?
- **Sollys** – Sterkt sollys vil i enkelte tilfeller skape problemer
- **Lyskastere** – Om natten kan kraftige lyskastere skape lignende problemer

Brukergrensesnitt

The screenshot shows the CyScan User Console interface. On the left is a large circular sensor window. On the right is a navigation data panel with 'A Pos' (44.9m), 'B Pos' (89.1m), and 'Heading' (91.4°). Below this is a table of target data. At the bottom are control buttons and a status line.

Posisjonsdata

Navigasjonsdel
Denne delen presenterer navigasjonsdata på en ren og enkel måte, så lenge navigasjonsmodus er aktivert. (I dette eksempelet er det aktivert multi-target mode)

Sensorvindu
Et stort sirkulært område som viser forholdet mellom CyScan-fartøyet og alle synlige targets.

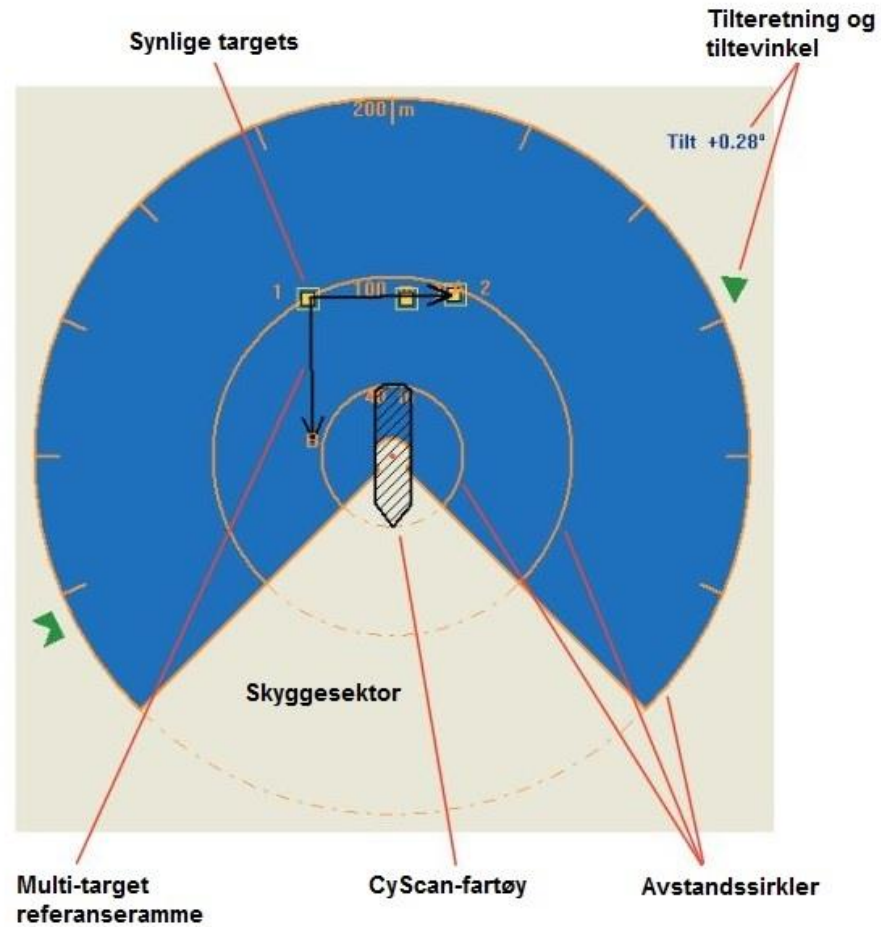
Menylinje
En samling av ni knapper som gir kontroll over en rekke funksjoner.

Statuslinje
Viser tilbakemeldinger på viktige hendelser som oppstår i systemet og viser tid og dato for når hendelsen først ble rapportert.

Vindu for egenskaper
Viser detaljert informasjon på en rekke forskjellige egenskaper og er gruppert i faner.

Id	Alarm	Erre	Operasjon	Width
1	0.000	0.000	90.0	0.250
2	92.050	0.000	90.0	0.250
3	85.000	1.340	90.0	0.250

Sensorvindu



Laserenhet



- Sender laserpulser til passive targets og mottar reflekterte pulser i retur
- Roterende enhet gir 360° dekningsvinkel (begrenset av for eksempel fartøyets styrehus)
- Kan tiltes for å nå targets ved operasjon nær plattform
- Krever noe vedlikehold på grunn av roterende deler i laserenheten



Reflektorer



Reflektorrør (tubes)

- Rimeligste varianten
- Brukes på operasjoner med relativ kort avstand (10-150m)
- Høyde på 1m og dekket med «Diamond Grade» refleksbånd
- Må rengjøres jevnlig



Prismeklynge (cluster)

- Dyrere, men langt mer effektive og nøyaktige
- Kan monteres i klynger opp til 16 prismer for 360° dekningsgrad
- Standard ved nye monteringer, flere og flere bytter ut rør med prismer

Kongsberg SpotTrack



SpotTrack

- Lansert av Kongsberg Seatex i 2013
- Prinsipp likt som for CyScan – multi target
- Alle bevegelige deler er innebygget – mindre vedlikehold
- Avansert algoritme som gir en høy grad av skilleevne – forhindrer uønskede targets
- Stor vertikal strålebredde – meget anvendelig på korte avstander med høye targets

Bruksområder

- DP Referansesensor
- Automatiske dockingsystemer
- Nøyaktig, kortdistanse 3D posisjonssystem for maritime konstruksjonsoperasjoner
- Trafikkovervåkning av fartøyer

Kongsberg Videopresentasjon SpotTrack





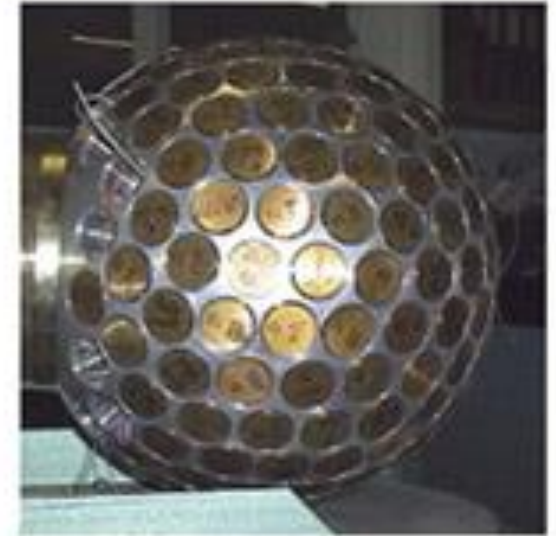
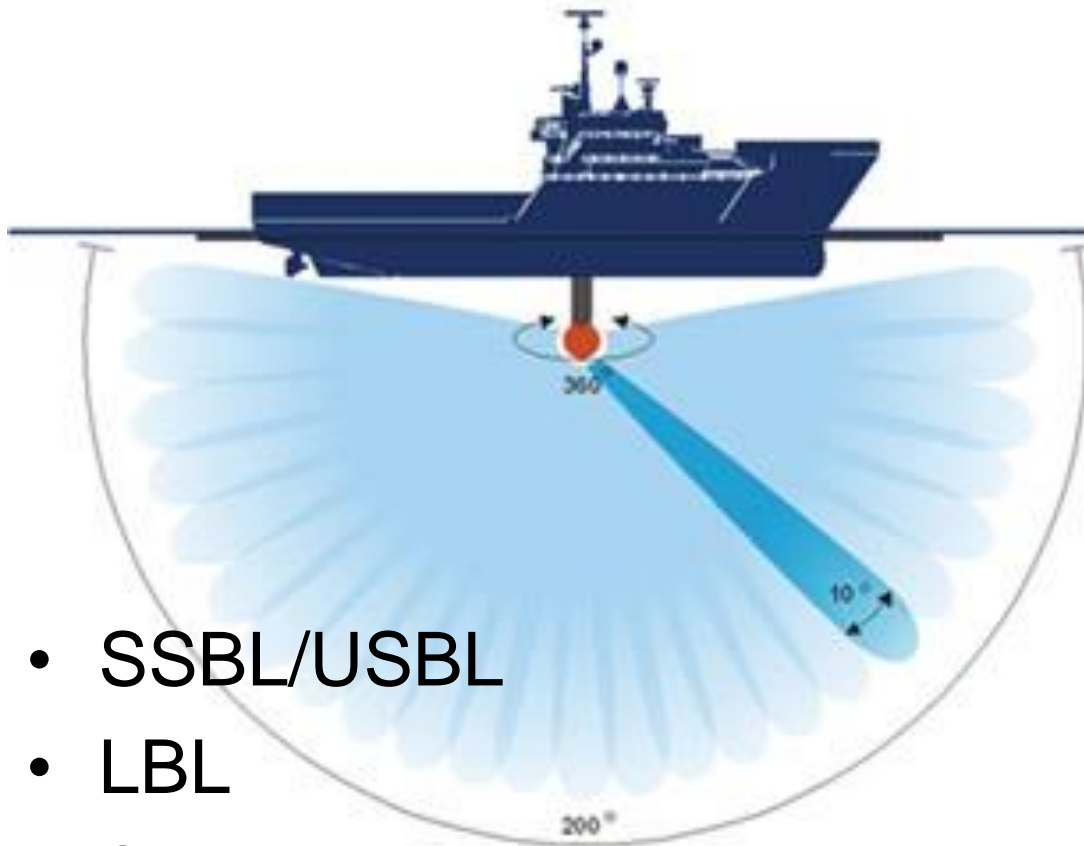
DEL 4A

HYDROAKUSTIKK



Aalesund University College

Hydroakustisk Posisjonering



- SSBL/USBL
- LBL
- Systemets begrensninger og miljøpåvirkning

Telemetri

- Trådløs dataoverføring mellom transducer og transponder
- Brukes til oppsett av transponder
 - Kanal nummer, aktiv modus/lyttemodus
- Fjernutløsning av transpondere med flytekrager

SSBL/USBL

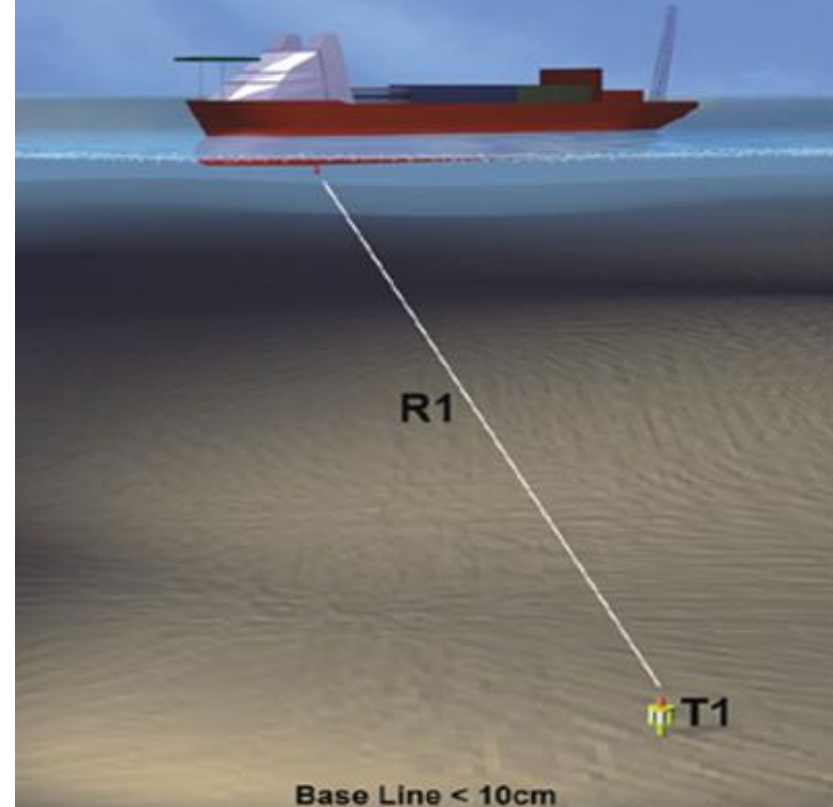
- Enkeltstående transpondere
- Transducer med flere svingerelement
- Avstand/Peiling måling
 - Slant range
 - Faseforskjell
- Input fra gyro og VRU



Slant range

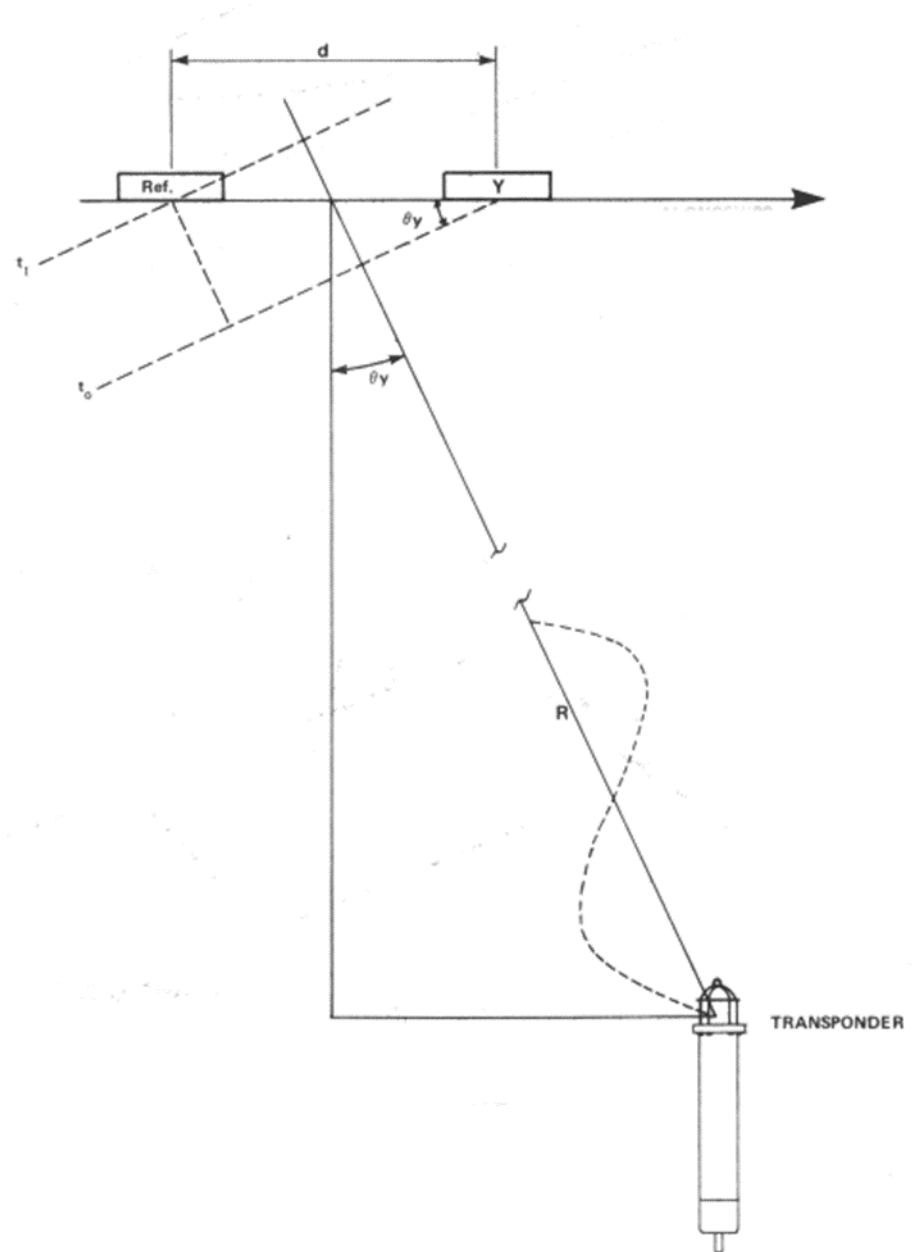
- Avstanden mellom transducer og transponder
- $SR = Tid / 2 \times$
Lydhastigheten

SUPER SHORT BASELINE SYSTEM (SSBL)



Faseforskjell

- Lydpulsen treffer tre eller flere svingerelementer ulikt
- Faseforskjellen proporsjonal med vinkelen til transponderen i forhold til transduceren



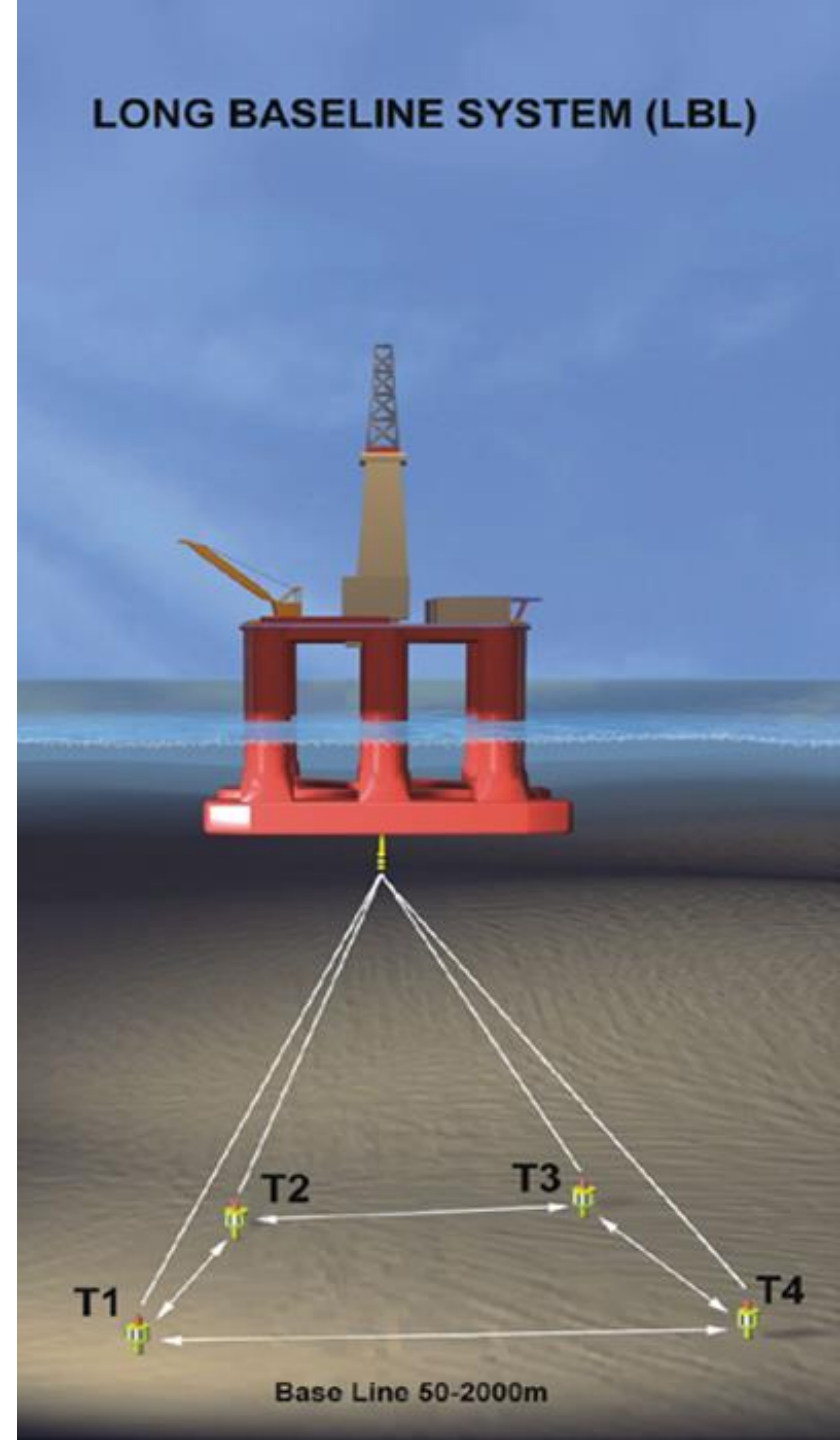
Gyro og VRU

- Kompenserer systemet for rulle og stampebevegelser
- Skipets sanne heading



LBL

- Transpondere i nettverk
- Kalibrerte basislinjer/Absolutt posisjonering av transpondere
- Avstand/Avstand



SSBL/USBL - LBL

SSBL/USBL

- Billig og enkelt
- Nøyaktighet +/- 0,5% av SR
- Fartøykontrollert
- Uten multi-ping er maks SR 750m

LBL

- Tidkrevende og dyrt
- Nøyaktighet +/- 0,5m uavhengig av dybde
- Overlegent på store dyp

Systemets begrensninger og miljøpåvirkning

- Absorpsjon
- Sfærisk spredning
- Lydavnøyning
- Støykilder
- Strålebredde
- Batterikapasitet

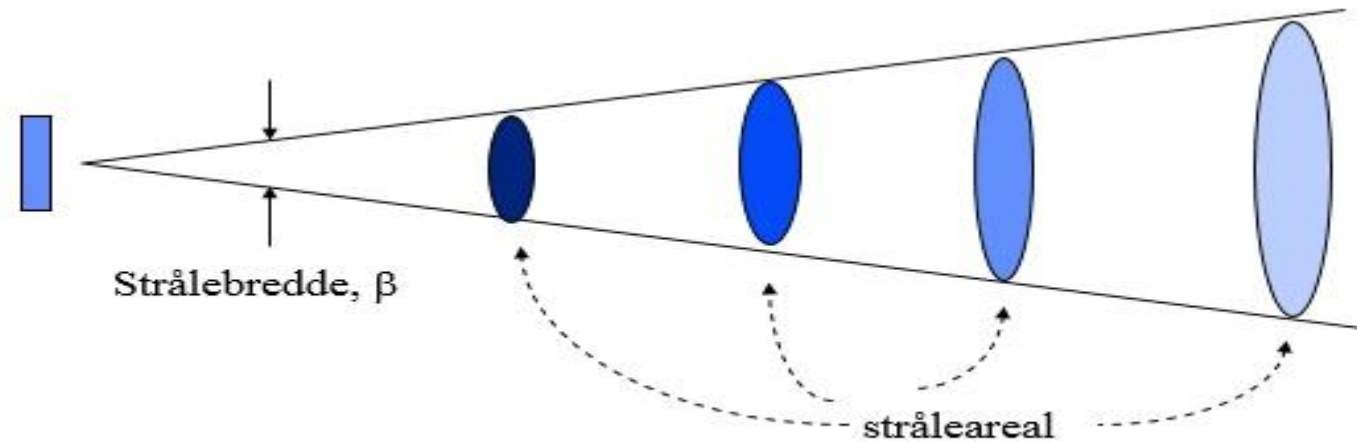
Absorpsjon

- Frekvensavhengig
 - Høyere frekvens = Større signaltap

Frekvens (kHz)	Tap db/km
10	0.18
30	6.76
50	15.1

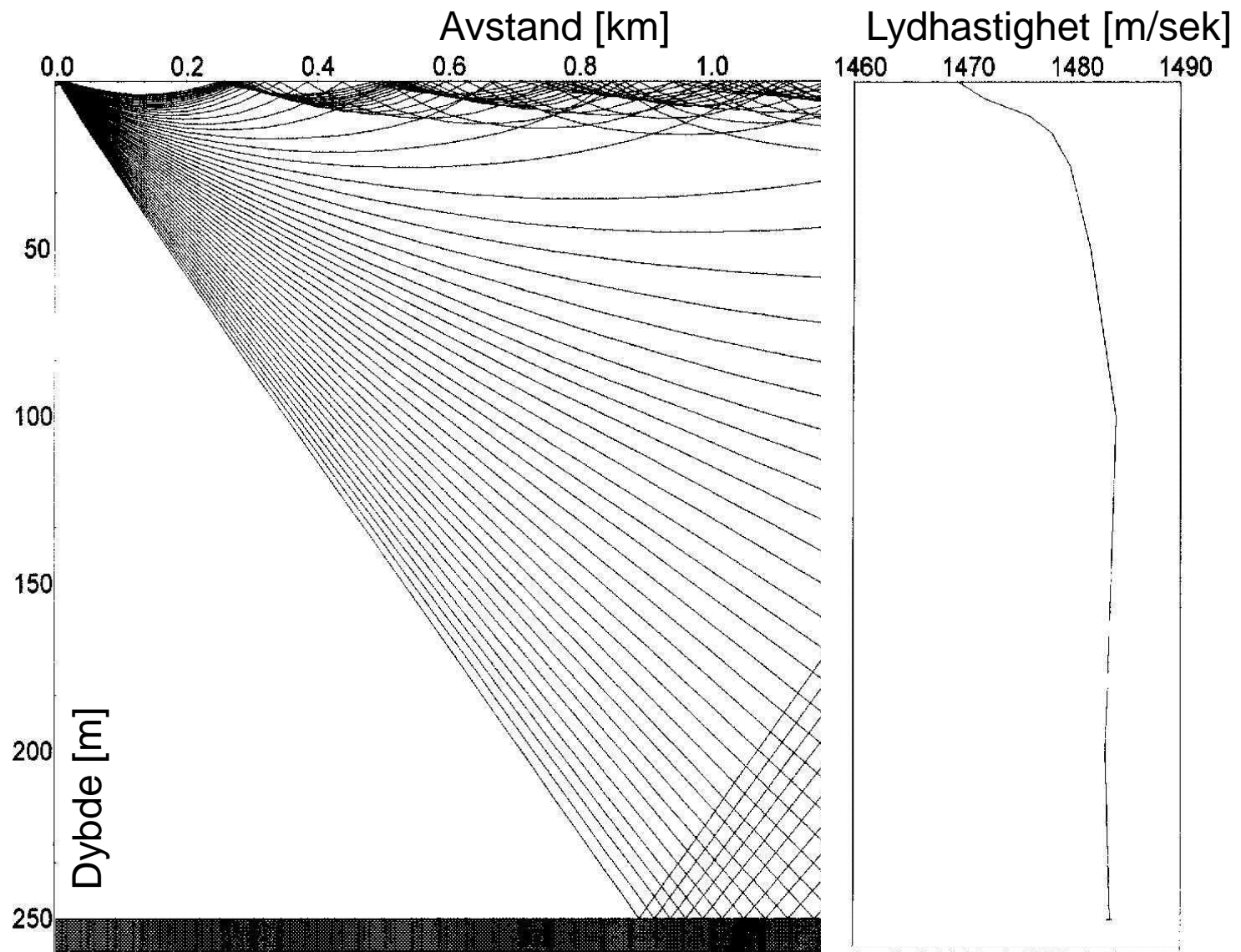
Sfærisk spredning

- Tap av trykkintensitet
- Større strålebredde = Større tap



Lydavgjøring

- Lydpulsen bøyes av avhengig av
 - Salinitet
 - Trykk
 - Temperatur
- CTD/SVP sonde
 - Frittstående
 - Montert på ROV
- Må korrigeres for i et SSBL/USBL oppsett



Støykilder

- Refleksjoner
- Skyggeområder
- Stamping
- Thrusterstøy
- Andre transpondere i nærheten

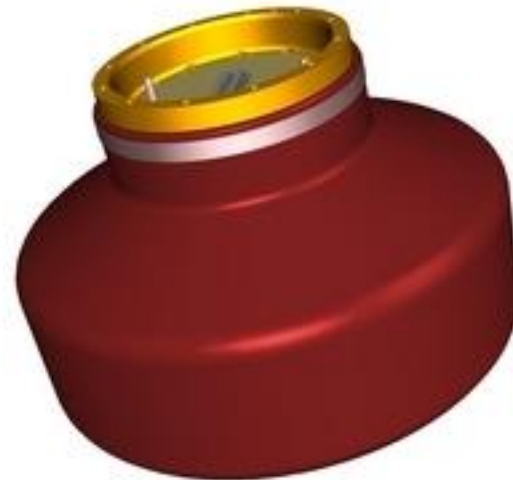


- Støy har innvirkning på nøyaktighet
- Kan miste signalet
- Smal strålebredde vil redusere støy

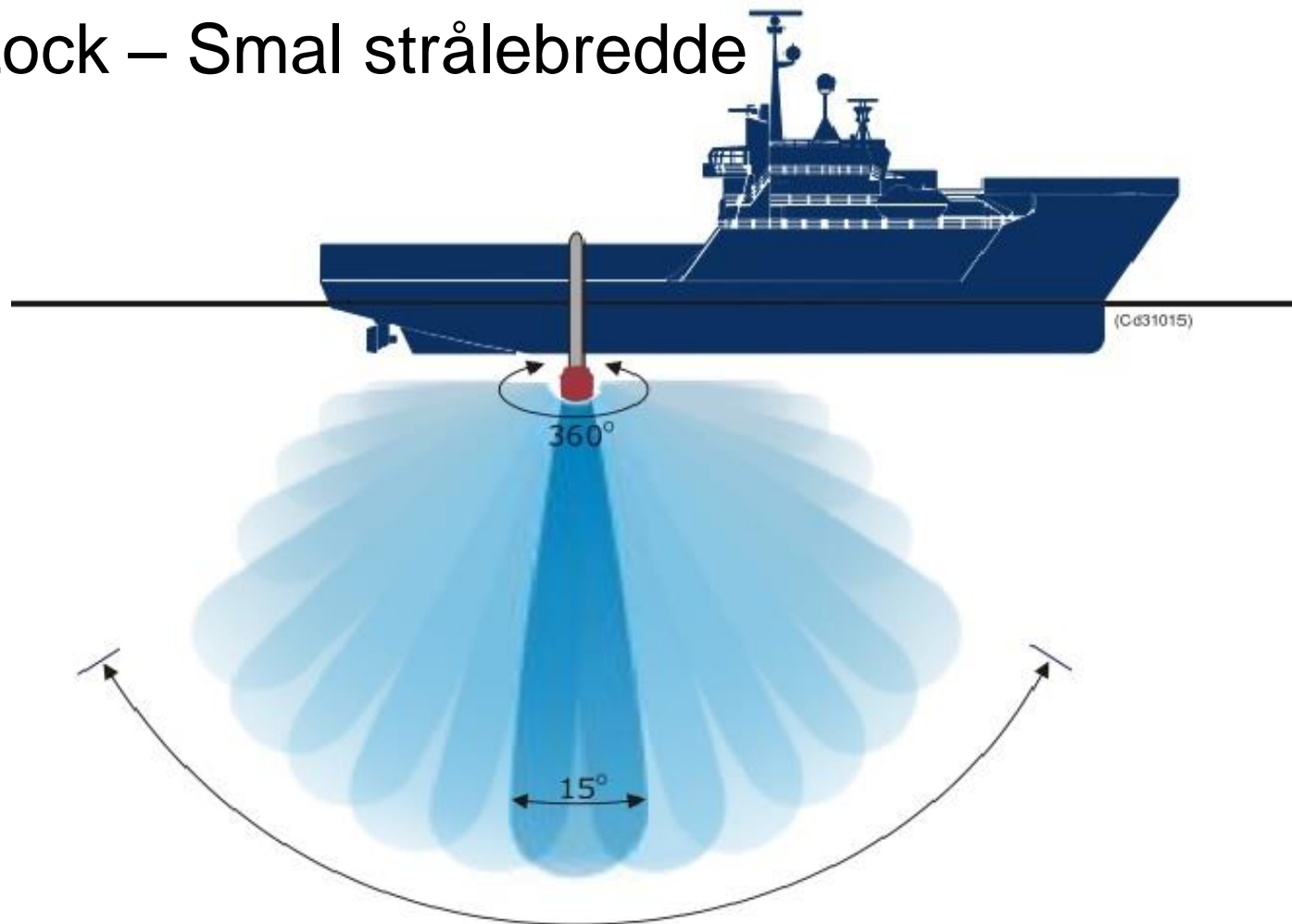


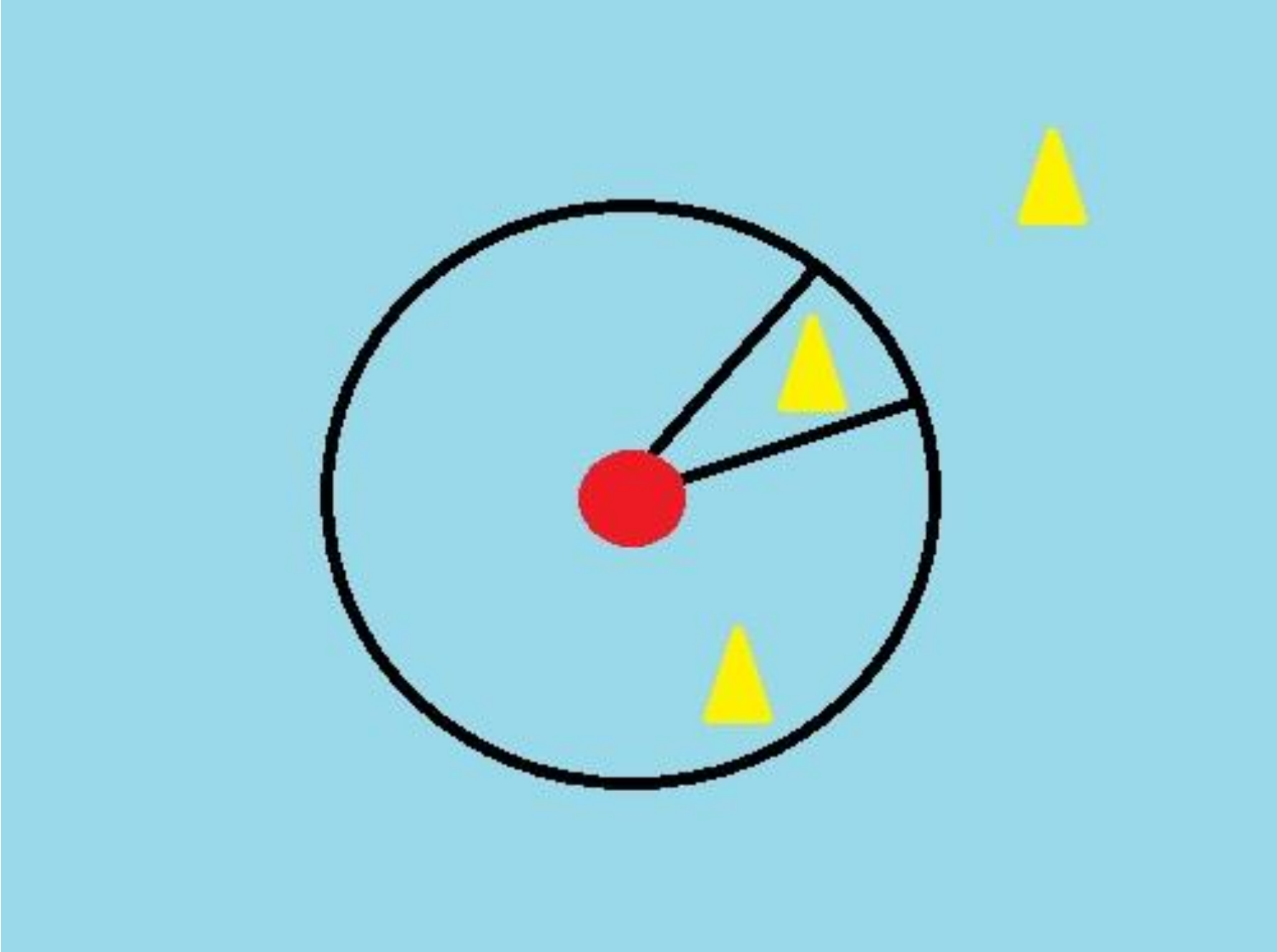
Strålebredde

- Avhengig av produsent/type
- Horisontal avstand til transponder
- Søkemodus/Lock modus



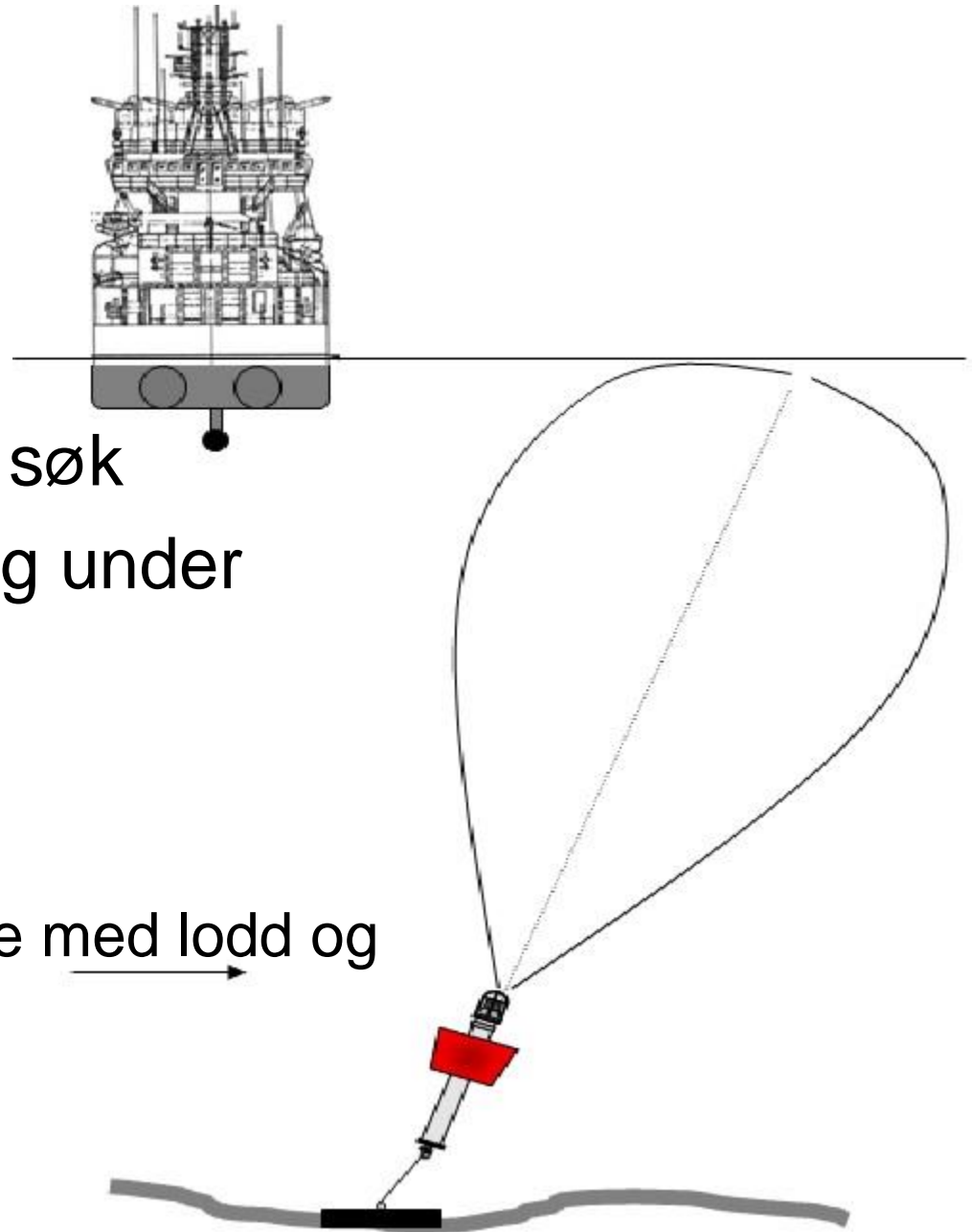
- Søking – Stor strålebredde
 - Kan justeres av bruker
- Lock – Smal strålebredde





Utsetting av transponder

- Innen rekkevidde for søk
- Så vertikalt som mulig under transducer
 - Mindre avbøying
- Strøm i området
 - Påvirker transpondere med lodd og flytekrage



Batterikapasitet

- Avhenger av
 - Batteritype (Li-Ion, NiMH, Alkaline)
 - Kildenivå
 - Pulslengde
- Sjekkes ved hjelp av telemetri
 - Antall ping sendt
 - Antall ping antatt kapasitet
- Aktiv modus og lyttemodus

HUSK!

- Ved bruk av transponder med Li-Ion batteri er det fare for eksplosjon hvis transponderen har fått vanninntrenging
- Hvis transponderens tilstand er ukjent skal den betraktes som failing
- Transponderen vil være varm, og bør kjøles ned eller kastes på sjøen



DEL 4B

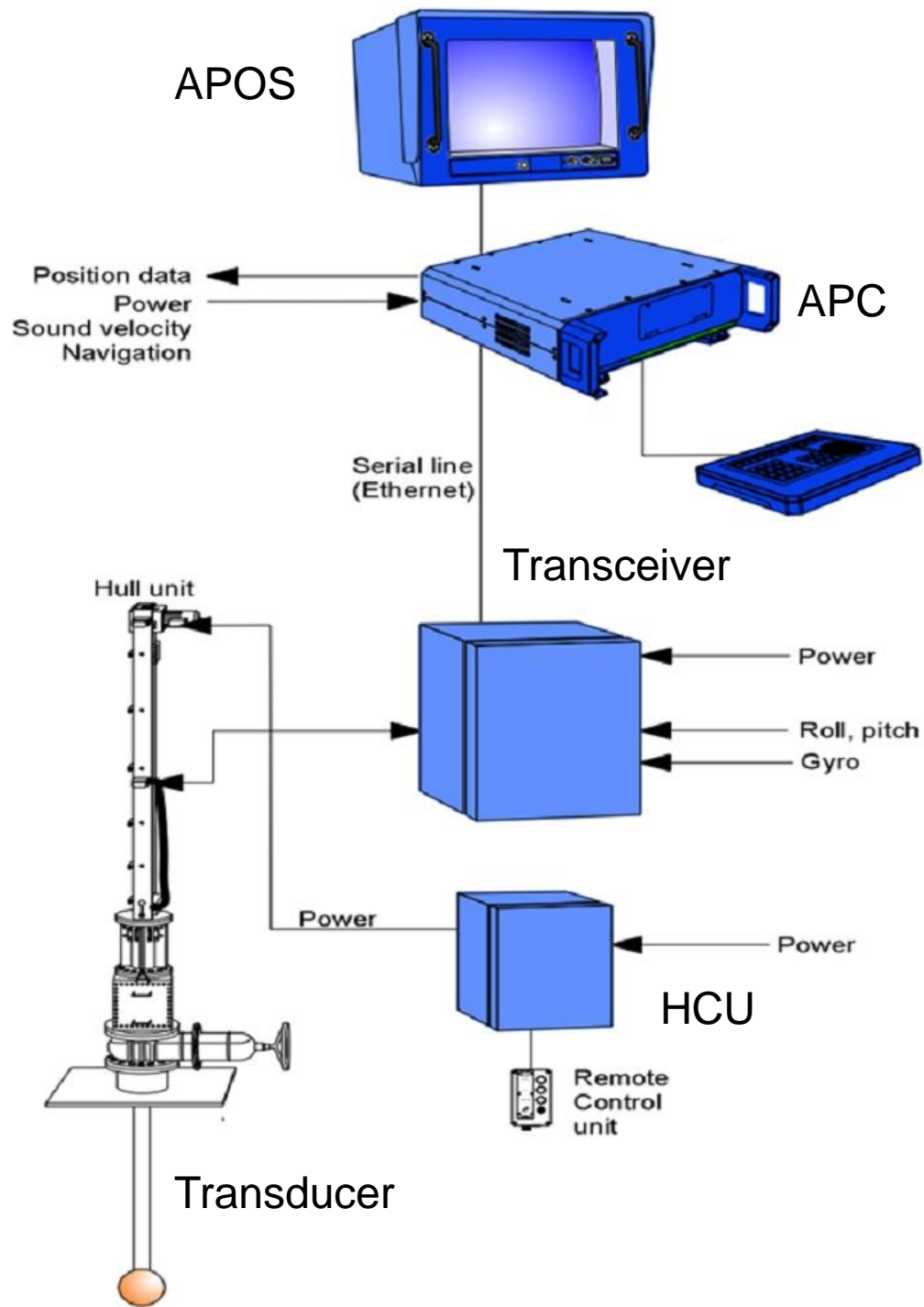
Kongsberg HiPAP



Aalesund University College

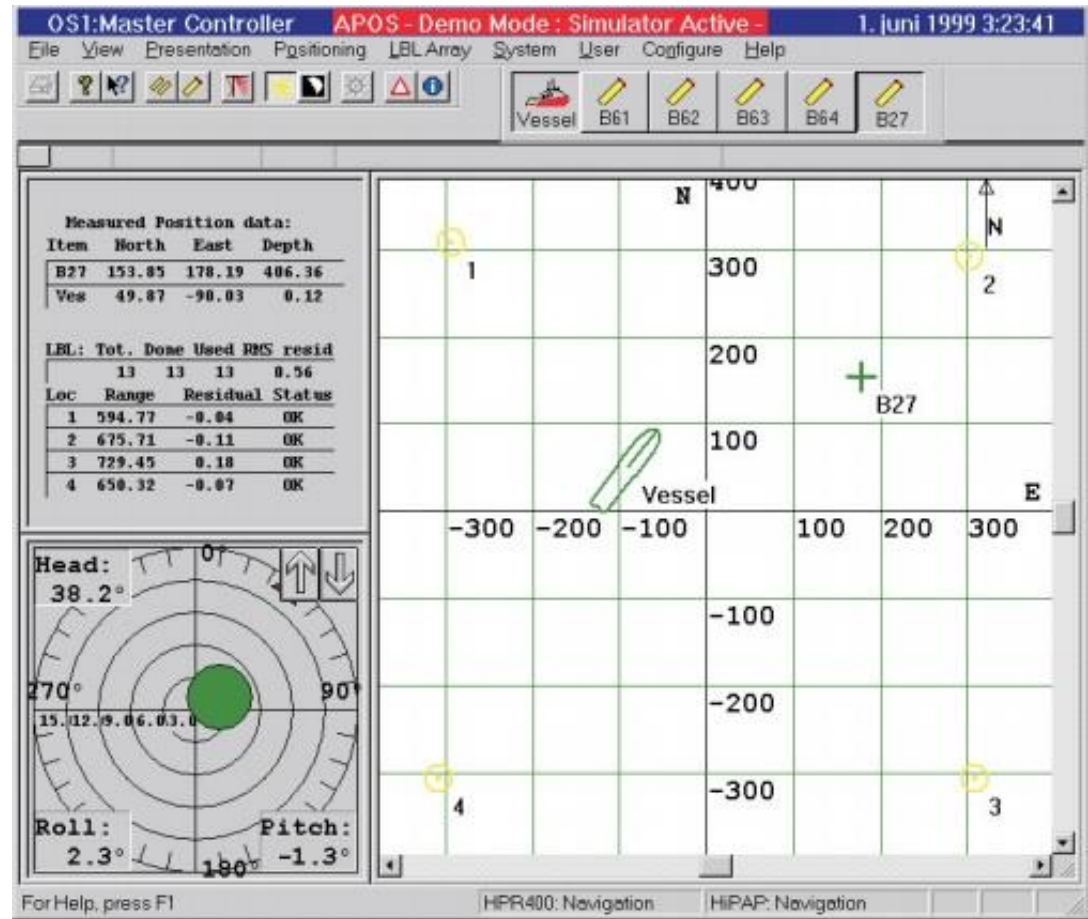
Kongsberg - HiPAP

- Systemoversikt
- HiPAP modeller
- HAIN
- Overføringsprotokoller
- Transpondere



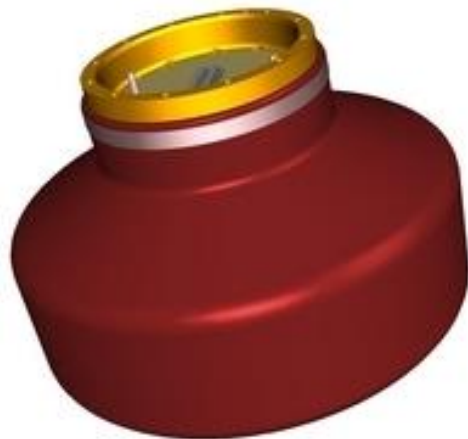
APOS






- Operatørstasjonen
- Her kontrolleres og konfigureres HPR systemet



HiPAP

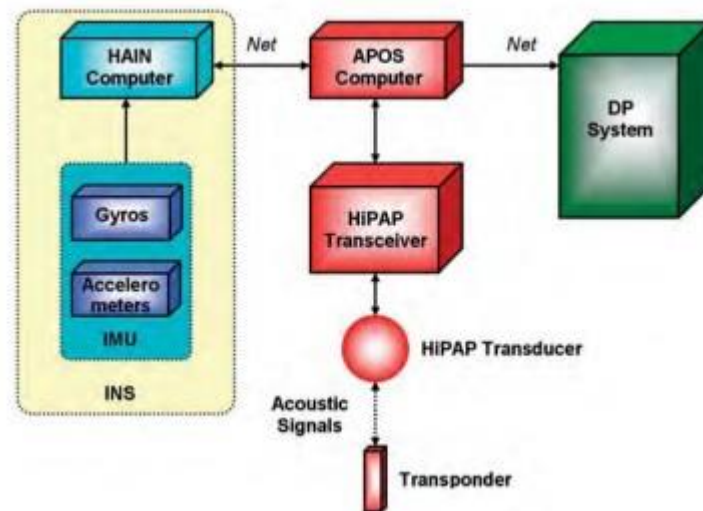
- High Precision Acoustic Positioning
- Transducer med opptil 241 aktive element
- 2 generasjoner, xx0 og xx1



Description	HiPAP 501	HiPAP 451 (may upgrade to 501)	HiPAP 351	HiPAP 351P HiPAP 351P-5 HiPAP 351PI	HiPAP 101
Transducer outline					
Operating range ¹⁾	1 – 4000 m	1 – 3000 m	1 – 3000 m	1 – 3000 m	1 – 10000 m
Position Accuracy in % of range ¹⁾	0,2 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,2 %
Angle Accuracy ¹⁾	0 dB S/N: 0,30° 10 dB S/N: 0,18° 20 dB S/N: 0,12°	0 dB S/N: 0,40° 10 dB S/N: 0,23° 20 dB S/N: 0,18°	0 dB S/N: 0,40° 10 dB S/N: 0,23° 20 dB S/N: 0,18°	0 dB S/N: 0,40° 10 dB S/N: 0,23° 20 dB S/N: 0,18°	20 dB S/N: 0,14°
Accuracy Dual mode option, Two-TD system ¹⁾	20 dB S/N: 0,09°	20 dB S/N: 0,13°	20 dB S/N: 0,13°	20 dB S/N: 0,13°	20 dB S/N: 0,09°
Angle Accuracies with use of Cymbal will be improved with up to 30 % for all systems					
Range Detection Accuracy ¹⁾ is 0,1m for all systems					
Range Detection Accuracy with use of Cymbal is 0,02m for all systems					
Operating beam (max.)	200°	160°	160°	160°	120°
Minimum Gate Valve size required	20 inches/500 mm	20 inches/500 mm	14 inches/350 mm	14 inches/350 mm	20 inches/500 mm
Transducer Diameter	400 mm	400 mm	320 mm	345 mm	460 mm
Number of active elements	241	46	46	46	31
Narrow Pointing Receiving Beam	10°	15°	15°	15°	20°
Hull Unit for automatic Transducer deployment through hull	Available	Available	Available	Not Available	Available
Number of HPR 400/ Cymbal channels	56/50	56/50	56/50	56/50	30/20
Receive Frequency Band	27,0 – 30,5 kHz	27,0 – 30,5 kHz	27,0 – 30,5 kHz	27,0 – 30,5 kHz	13,0 - 15,5 kHz
Telemetry Frequency Band	24,5 – 27,0 kHz	24,5 – 27,0 kHz	24,5 – 27,0 kHz	24,5 – 27,0 kHz	12,0 - 13,0 kHz
Transmit Frequency Band	21,0 – 24,5 kHz	21,0 – 24,5 kHz	21,0 – 24,5 kHz	21,0 – 24,5 kHz	10,0 - 12,5 kHz

HAIN

- IMU
 - Treghetsnavigasjon
- Hydroakustikk
 - Oppdatering av posisjon
- Bedre nøyaktighet
- Mindre sårbar for signaltap



Overføringsprotokoll

- Cymbal
 - Mer energi i signalet
 - Høyere datarate
 - Bedre nøyaktighet
 - Mindre sensitiv for støy
 - Kan kun brukes med cNode
 - Kun tilgjengelig på HiPAP xx1 systemer
- HPR400
 - Standard overføringsprotokoll
 - Kan brukes på både
 - SPT/MPT/MST og cNode



Transpondere

- cNode
 - Modulbasert
 - Nyeste generasjon
 - Cymbal og HPR400
 - 106 kanaler med Cymbal
- SPT/MPT/MST
 - Utgående type
 - HPR300/400
 - 56 kanaler





DEL 4C

Sonardyne Ranger 2



MARITIME
OPERATIONS

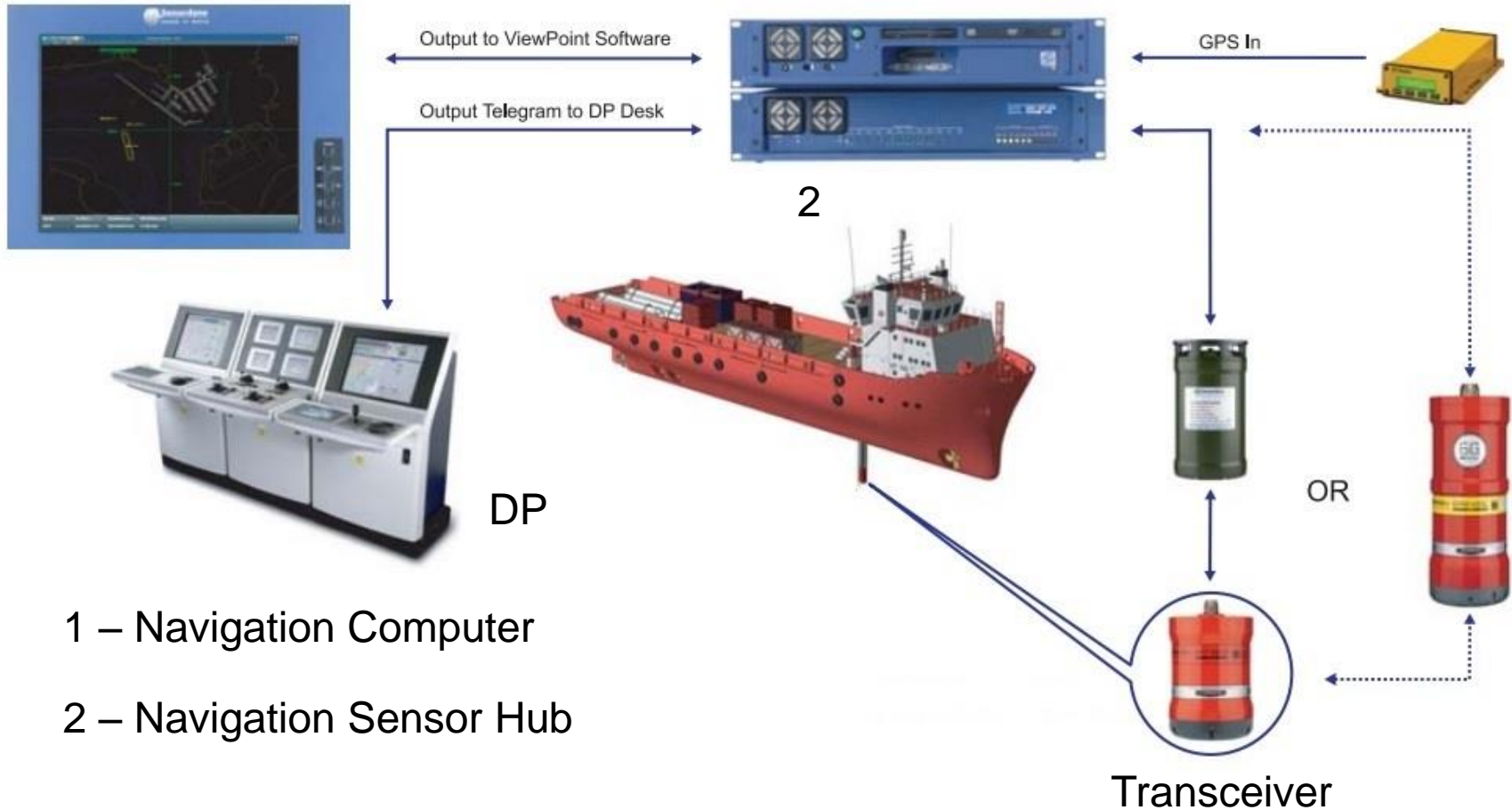
Aalesund University College

Sonardyne – Ranger 2

- Systemoversikt
- HPT 5000 og HPT 7000
- AAINS
- Overføringsprotokoller
- Compatt 6

Systemoversikt

Brukergrensesnitt



Transceivere

- HPT5000 og HPT7000
- Sjette generasjons transceiver – 6G
 - Wideband 1 og 2
 - HPR400



HPT5000

HPT7000

Feature	Type 8142-001	Type 8142-002 (Deepwater optimised unit)
Operational Frequency	MF (19-34 kHz)	MF (19-34 kHz)
Transceiver Performance	Operating Range Acoustic Cover	Up to 7,000 Metres Up to ± 90° Optimised for deep water (depending on frequency of operation)
	Range Precision	Better than 15 mm
	Positioning	All Transceivers Tested to Better Than
	Repeatability	0.1% of Slant Range 1 Drms
Transmit Source Level	SL = dB re 1 uPa @ 1 m Tone Equivalent Energy (TEE)*	200 dB 206 dB (13 JA)
Electrical	24 or 48 V DC (±10%), Typical 15 W, Max 120 W	24 or 48 V DC (±10%), Typical 15 W, Max 120 W
Communication	RS485, Baud Rate Switchable, Ethernet 100 Mbps	RS485, Baud Rate Switchable, Ethernet 100 Mbps
Operating Temperature	-5 to 40°C	-5 to 40°C
Storage Temperature	-20 to 55°C	-20 to 55°C
Mechanical Construction	Aluminium Bronze	Aluminium Bronze
Dimensions; Length x Diameter	373 mm x 225 mm dia.	442 mm x 310 mm dia.
Weight in Air (Water)**	28 kg (15 kg)	41 kg (20 kg)
Options	Tilted Array Adaptor	Tilted Array Adaptor

Note: The absolute accuracy of the system is dependent upon the quality of external attitude and heading sensors, beacon source level, vessel noise, water depth, mechanical rigidity of the transceiver deployment machine, SV knowledge and proper calibration of the total system using CASIUS.

AAINS

- INS
 - Treghetsnavigasjon
- Hydroakustikk
 - Oppdatering av posisjon
- Bedre nøyaktighet
- Mindre sårbar for signaltap



Overføringsprotokoll

- Wideband 2
 - Mer energi i signalet
 - Høyere datarate
 - Bedre nøyaktighet
 - Mindre sensitiv for støy
 - Tilgjengelig på 6G utstyr
 - Over 500 unike kanaler
- HPR400
 - Standard overføringsprotokoll
 - Kompatibilitet med Kongsberg system



Compatt 6

- 6G
- Wideband 1 og 2
- HPR400
- Kompatibile med HiPAP





DPS 132 NAV



MARITIME
OPERATIONS

Aalesund University College

Kongsberg Seatex DPS



KONGBERG

- **Kongsberg Seatex DPS-produkter:**
- DPS 110 – 12 kanal GPS (L1+L2), inkl Fugro Seastar
- DPS 112 – 12 kanal GPS+Glonass (L1 + L2), inkl Fugro SeaStar
- DPS 122 – All in view GPS + SBAS (16kanaler) (L1)
- DPS 132 – All in view GPS + SBAS (L1+L2), inkl. Fugro XP/HP
- DPS 232 – 72 kanal L1+L2 full GNSS + SBAS, full multiref.
- DPS 700 – 132 + 232 + multiref. DGNSS mottagere (redundant)
- DPS 4D – L1 +L2 GNSS + SBAS + IMU
- **Kongsberg og Fugro har inngått samarbeid hvor Fugro tilbyr sine differensielle støttetjenester og hvor Seatex-produktene er tilpasset mottak av disse signalene**

Kongsberg Seatex DPS 132



KONGSBERG

Komponenter:

- DPS 132-enhet
- Kabinett
- Tastatur m/mus
- Innebygd IALA-mottaker
- Kombinert GPS/SBAS-antenne
- Mulighet for demodulator-input fra kommersielle DGPS-tjenester (eks. Fugro G2)
- Coax-kabling til IALA og GPS-antenne

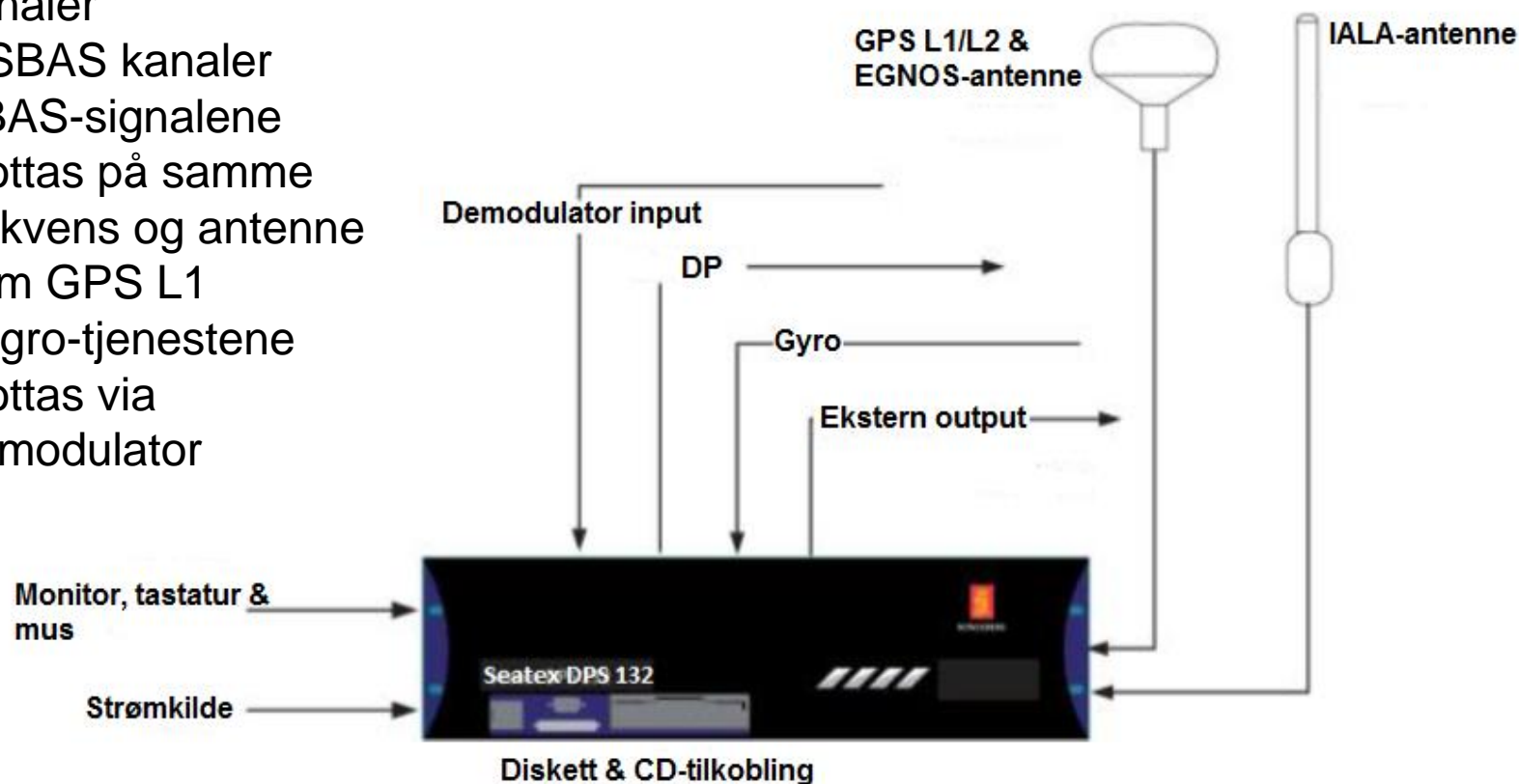


Kongsberg Seatex DPS 132 - Enhet



KONGSBERG

- 12 GPS L1/L2 kanaler
- 2 SBAS kanaler
- SBAS-signalene mottas på samme frekvens og antenne som GPS L1
- Fugro-tjenestene mottas via demodulator



Kongsberg Seatex DPS 132 - Frontpanel



KONGSBERG

LED-indikator for
POWER ON

Kommunikasjons-
interface for
serviceteknikere



Av/på-knapp

Diskettstasjon

LED-indikator for PPS-
signal

SCSI CD-ROM
Interface

Kongsberg Seatex DPS 132 – Control / Verktøylinje

- V/oppstart vil verktøylinjen automatisk komme opp
- TMS-funksjonen vil bli valgt automatisk
- Andre funksjoner fra TMS



Target Monitoring display (TMS)



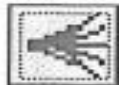
Navigation display



Satellites in Sight display



Reference Station Status display



Audible Alarm display



Set Night/Day Illumination

Kongsberg Seatex DPS 132 – Control / verktøylinje



Zoom In

The active part of the GUI is zoomed in. By activating the icon several times, the scale will be enhanced to maximum. The maximum zoom yields a 20x20 meter grid in the display area.



Zoom Out

The active part of the GUI is zoomed out. By activating the icon several times, the scale will be reduced to minimum. The minimum zoom yields a 20x20 km grid in the display area.



Toggle Grid On/Off

By selecting this button you can either activate or de-activate the grid.



Grid Spacing

The Grid Spacing button increases/decreases the grid scales.



Track Plot On/Off

If the Track Plot is active, vessel positions will be plotted on the screen. It is recommended to use this option if the vessel is drifting.



Change Target and Limits



Insert Current Position as Target Point

By selecting this button, the current position is entered as the target point.

Kongsberg Seatex DPS 132 – Control / Verktøylinje



KONGSBERG



Audible Alarm



Navigation display



Satellites in Sight display



Satellite Prediction display



Reference Station Status display



Heading display

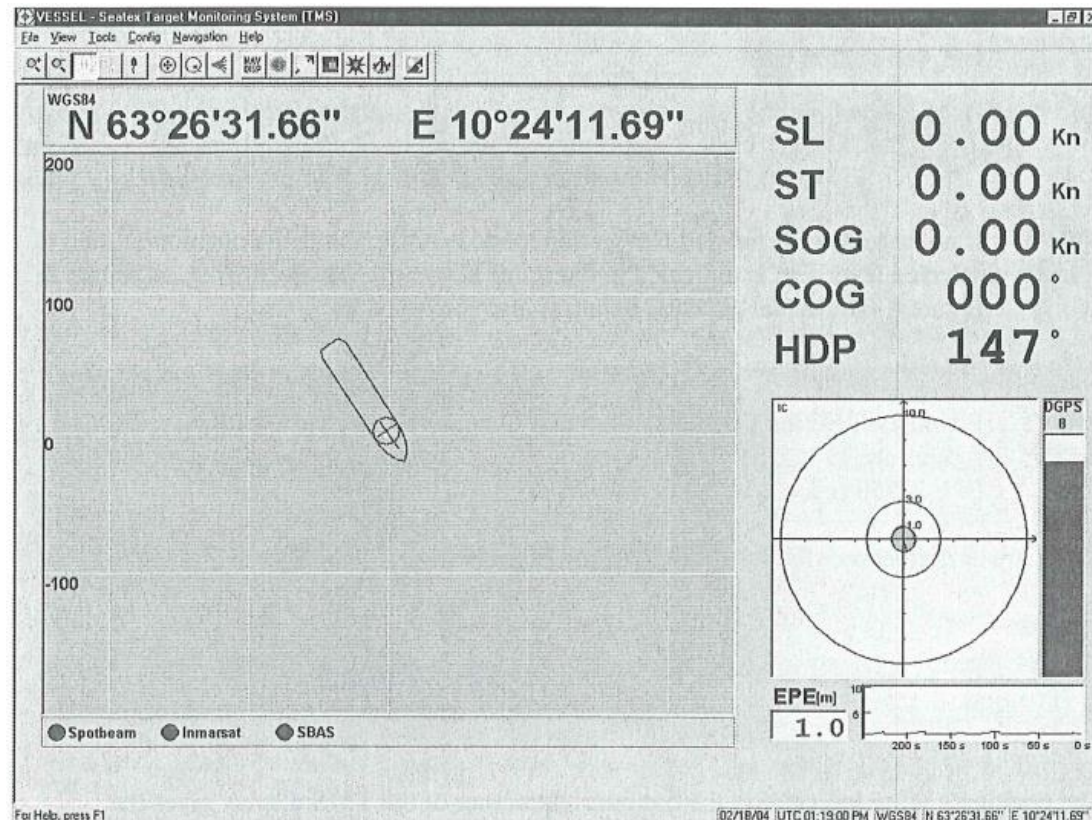


Set Colour Intensity

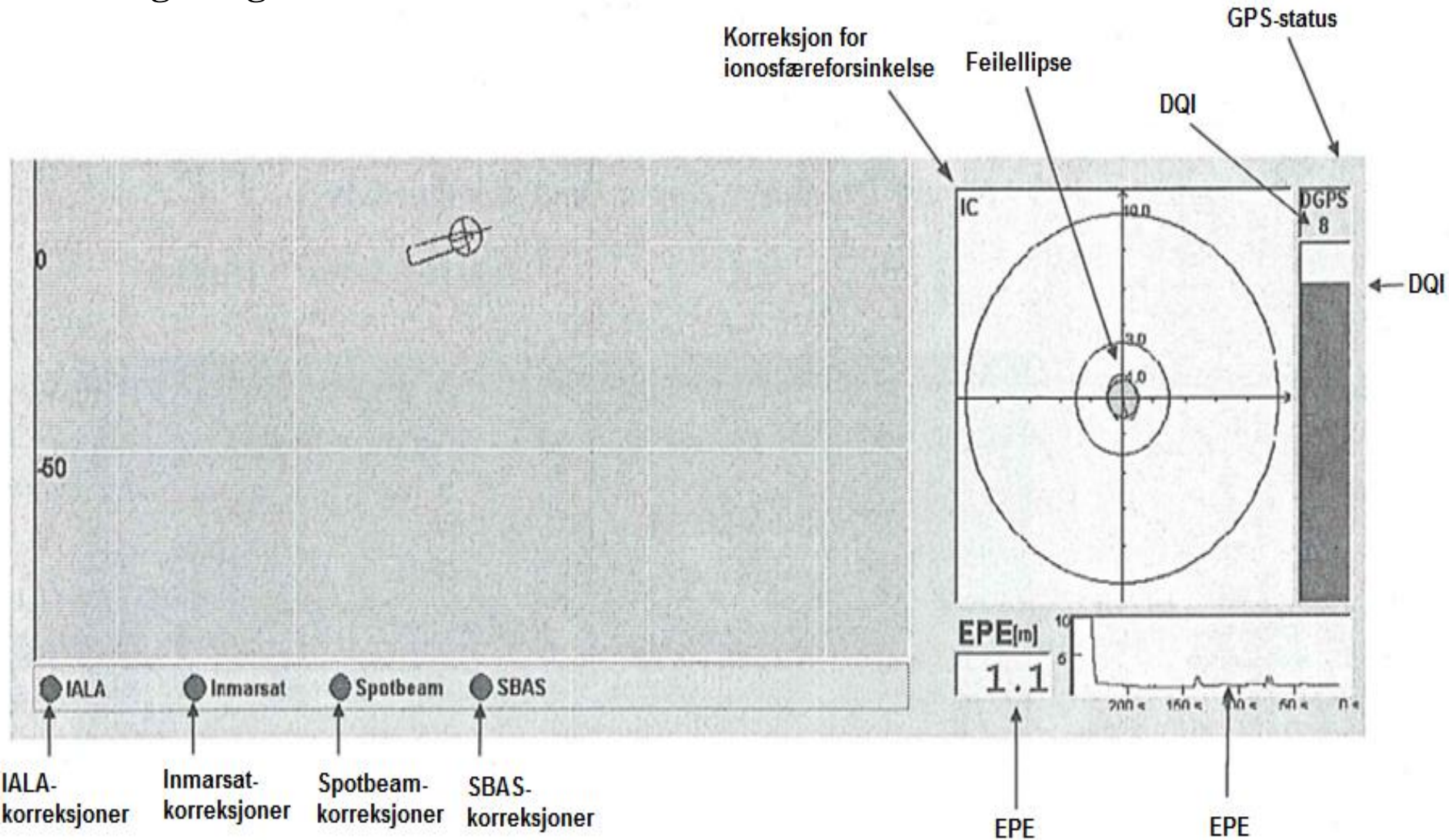
By selecting this button, the colour intensity toggles between day and night mode.

Kongsberg Seatex DPS 132 - Operasjonsmoduser

- 2 operasjonsmoduser:
- DPS-modus:
 - DGPS /
posisjonsreferanse
 - Avstand & peilinger
- Navigasjonsmodus:
 - Seilingsruter m/ WP, XTE
 - DGPS/posisjonsreferanse



Kongsberg Seatex DPS 132 – DPS-modus



Kongsberg Seatex DPS 132 – DPS modus

SAFE

- Systemets nøyaktighet < valgt nøyaktighetsnivå
- Satellitt-dropout kan ikke degradere integriteten

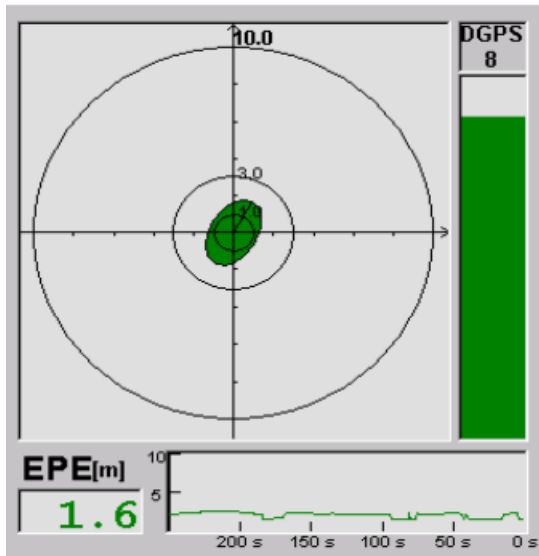
CAUTION

- Systemets nøyaktighet < valgt nøyaktighetsnivå
- Satellitt-dropout kan oppstå uoppdaget og degradere integriteten

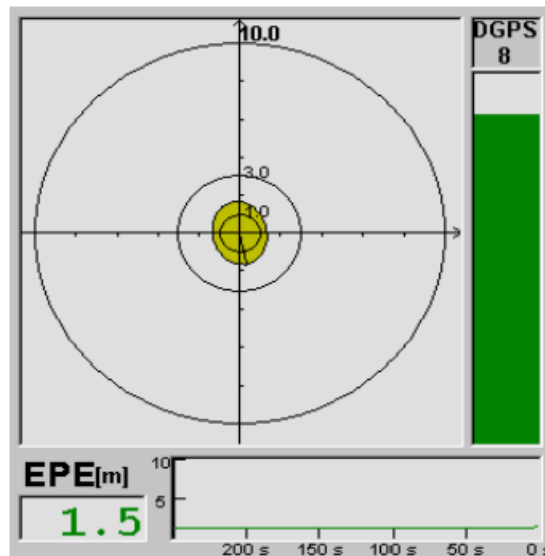
UNSAFE

- Systemets nøyaktighet > valgt nøyaktighetsnivå

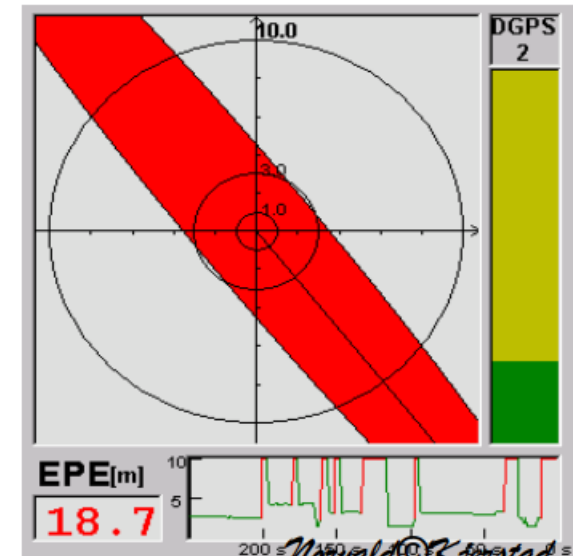
SAFE



CAUTION



UNSAFE

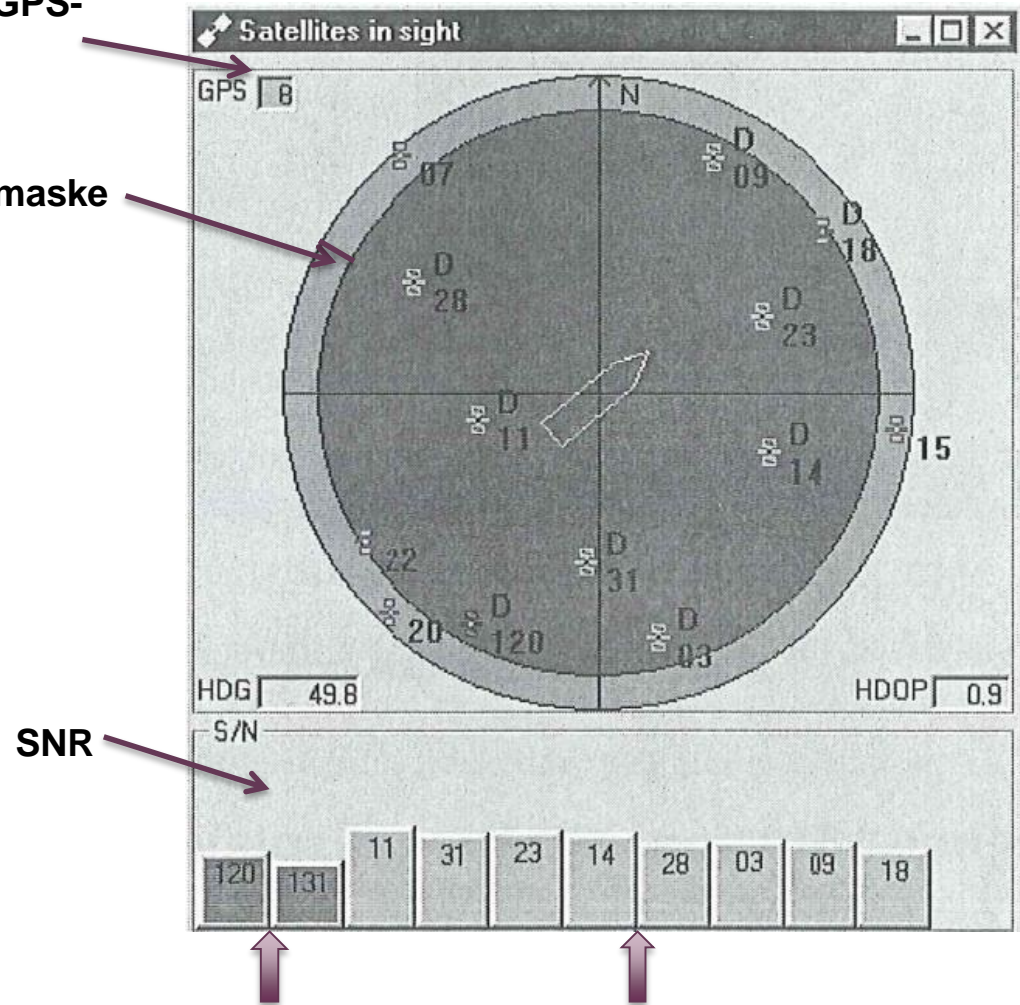


Kongsberg Seatex DPS 132 – Satellites in sight display

Ant. fulgte GPS-satellitter

Elevasjonsmaske

- Satellitter under maskevinkelen markert rød
- D indikerer diff.korreksjoner



SNR

SBAS-satellitter

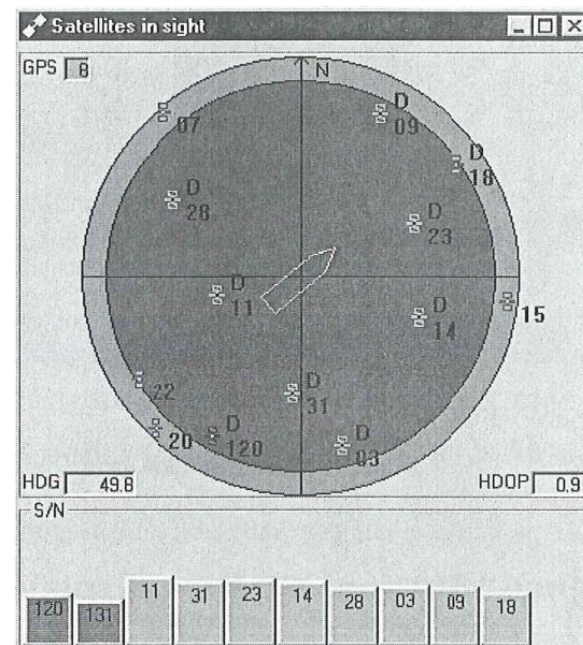
GPS-satellitter

Kongsberg Seatex DPS 132 – Satellitt status



- Klikker man på satellittene får man opp dialogboksen m/ følgende info.:

- Satellittsystem
- PRN-identifikasjon
- Sann peiling
- Elevasjon
- SNR
- Diff. signal eller ikke



Kongsberg Seatex DPS 132 – Satellite Prediction



KONGSBERG



- Velger **Satellite Prediction**-knappen i verktøylinja
- Velger et fremtidig tidsintervall for planlagt operasjon, max. 24 timer
- Om nåværende posisjon ønskes – trykk 'Load Current Position'

Satellite Prediction Config

Time [UTC]

Start Date: 02/17/04 [mm/dd/yy]

Start Time: 10:27 [hh:mm]

Duration: 24 [h]

Load Current Time

Position [WGS84]

DD*MM'SS.SS'' DD*MM.MMMM'

Latitude: 63° 26' 31.700" N

Longitude: 10° 24' 11.513" E

Elevation Mask: 10' Height Aiding:

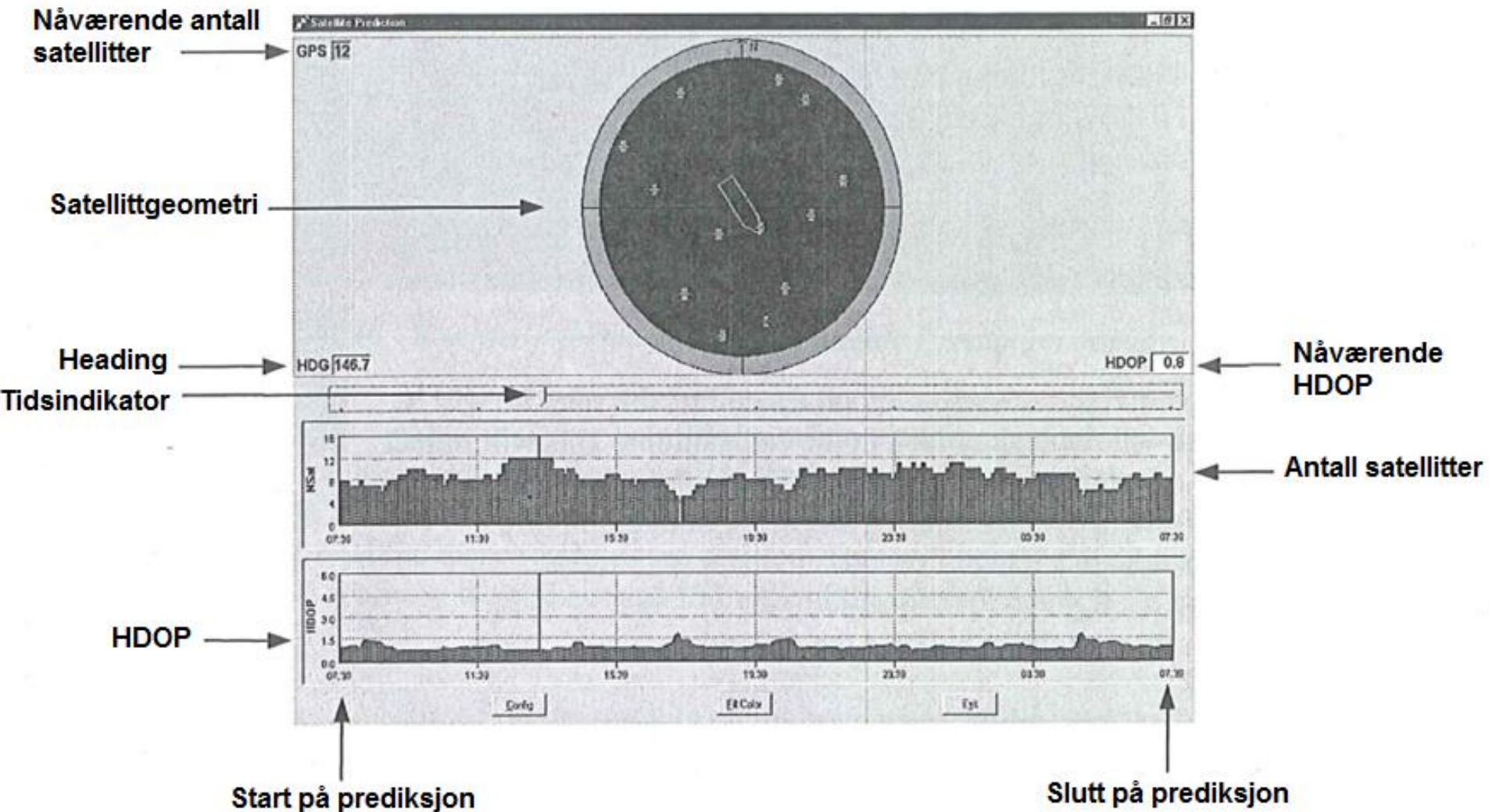
Load Current Position

OK Close

- Trykk OK



Kongsberg Seatex DPS 132 – Satellite Prediction





**Fugro Seastar
3510 LR
Demodulator**



**MARITIME
OPERATIONS**

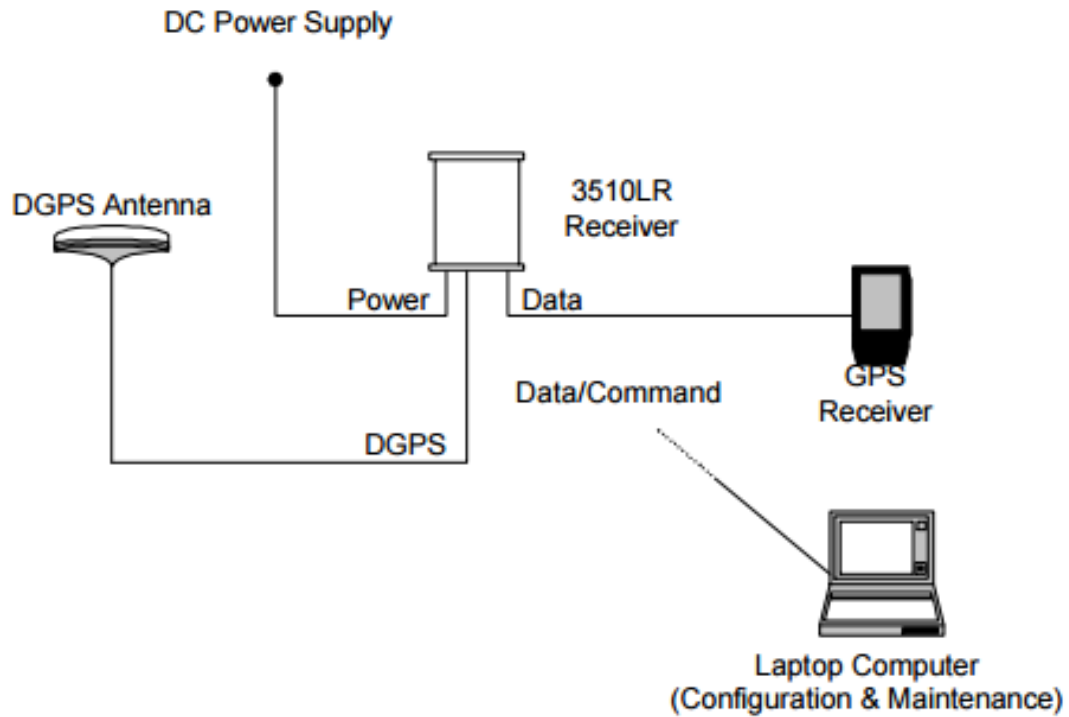
Aalesund University College

Fugro Seastar 3510LR DGNSS Demodulator





Fugro Seastar 3510LR - Signalgang



Fugro Seastar 3510LR - Display



Bla mellom funksjoner

Entre funksjonalalternativer



Fugro Seastar 3510LR - Funksjoner

- Signal status:
 - Viser ved oppstart
 - Navn på distribusjonssatellitt og signal

- About:
 - Mottakertype
 - Softwareversjon
 - Abbonementvarighet etc.

- Position Status:
 - DOP
 - Alder på korreksjonsdata
 - Referansestasjon
 - GPS-deteksjon
 - GPS-tid

- Set position:
 - Mottakerposisjon
 - Mottakerhøyde



Fugro Seastar 3510LR - Funksjoner

- Current channel:
 - Valgt distribusjonssatellitt
 - UTC-tid fra DGNSS-satellitt
 - Utløpstid abonnement

Current Channel
Press ↓ to enter

OPTUS ID:10
Service ID x 2873

Uplinked Time
19Nov04 06:01:55

Expire 06 Jan 05



Fugro Seastar 3510LR - Funksjoner

- Set Channel:
 - Endre distribusjonssatellitt: →
 - Lagre: ↙
 - Frekvens for mottak
 - Symbolrate for frekvens

Set Channel
Press ↓ to enter

Set Service
OPTUS

Set Frequency
1558.510

Set Symbol Rate
2438



Fugro Seastar 3510LR

- Set GPS L1 sites:
- On/Off/Nearest

- Set GLONASS L1 sites:
- On/Off/Nearest

- Configure output:
- None
- Data port
- Cmd port
- Data & Cmd port

- Configure ports
- Baud-rate



Kongsberg Seatex 232



**MARITIME
OPERATIONS**

Aalesund University College

Kongsberg Seatex DPS



KONGBERG

- **Kongsberg Seatex DPS-produkter:**
- DPS 110 – 12 kanal GPS (L1+L2), inkl Fugro Seastar
- DPS 112 – 12 kanal GPS+Glonass (L1 + L2), inkl Fugro SeaStar
- DPS 122 – All in view GPS + SBAS (16kanaler) (L1)
- DPS 132 – All in view GPS + SBAS (L1+L2), inkl. Fugro XP/HP
- DPS 232 – 72 kanal L1+L2 full GNSS + SBAS, full multiref.
- DPS 700 – 132 + 232 + multiref. DGNSD mottagere (redundant)
- DPS 4D – L1 +L2 GNSS + SBAS + IMU
- **Kongsberg og Fugro har inngått samarbeid hvor Fugro tilbyr sine differensielle støttetjenester og hvor Seatex-produktene er tilpasset mottak av disse signalene**

Kongsberg Seatex DPS 232



KONGSBERG

- **Komponenter:**
- DPS 232-enhet
- Kabinett
- Tastatur m/mus
- Innebygd IALA-mottaker
- GPS/GLONASS L1/L2 antenne
- SBAS-antenne på L1
- Demodulator input fra Fugro G2

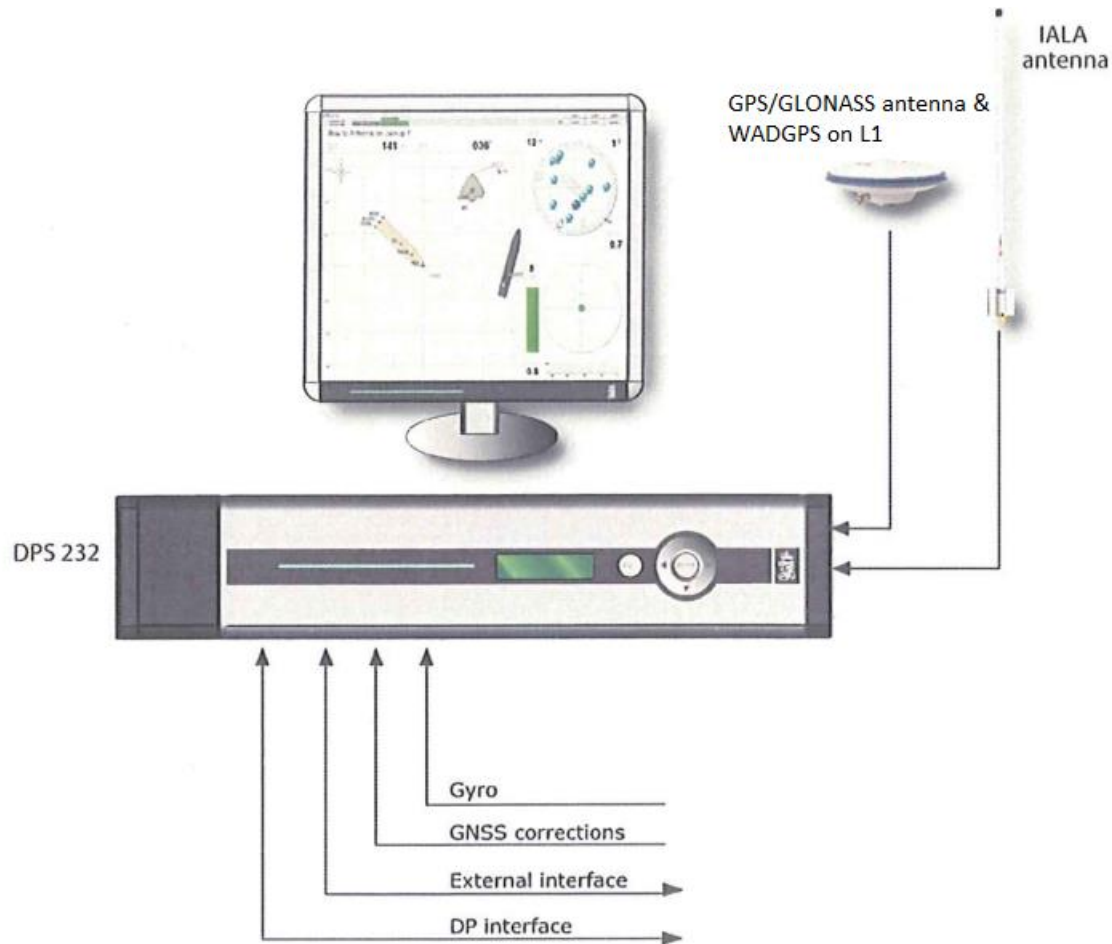
- Coax-kabling



Kongsberg Seatex DPS 232 - Enhet



KONGSBERG



Kongsberg Seatex DPS 232 - Frontpanel



KONGSBERG



LED-indikator for POWER ON
- Grønt lys

3 andre LED-indikatorer
foreløpig uten funksjon –
alltid avslått

Kongsberg Seatex DPS 232 - Frontpanel



KONGSBERG

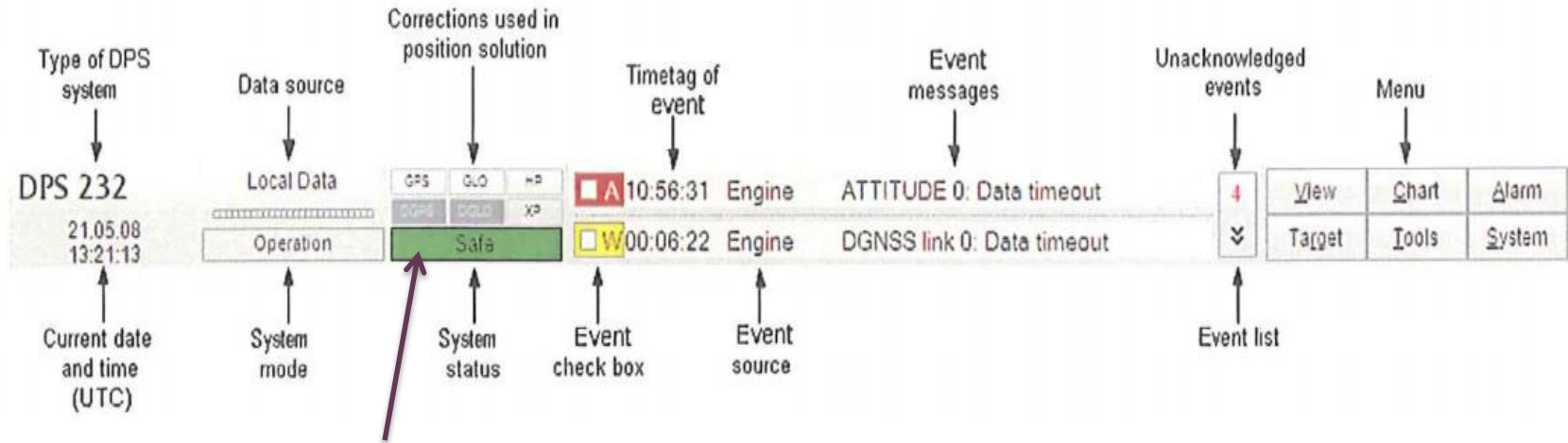
- Integrrert LCD-display og knappefunksjon
- Trykknavigering for internmeny
- Sjekk av systemstatus



Kongsberg Seatex DPS 232 – Control / Verktøylinje



KONGSBERG



Status for posisjonsintegritet:

SAFE – Satellitt-dropout kan ikke redusere integritet

CAUTION – Satellitt-dropout kan forbli uoppdaget og redusere integritet

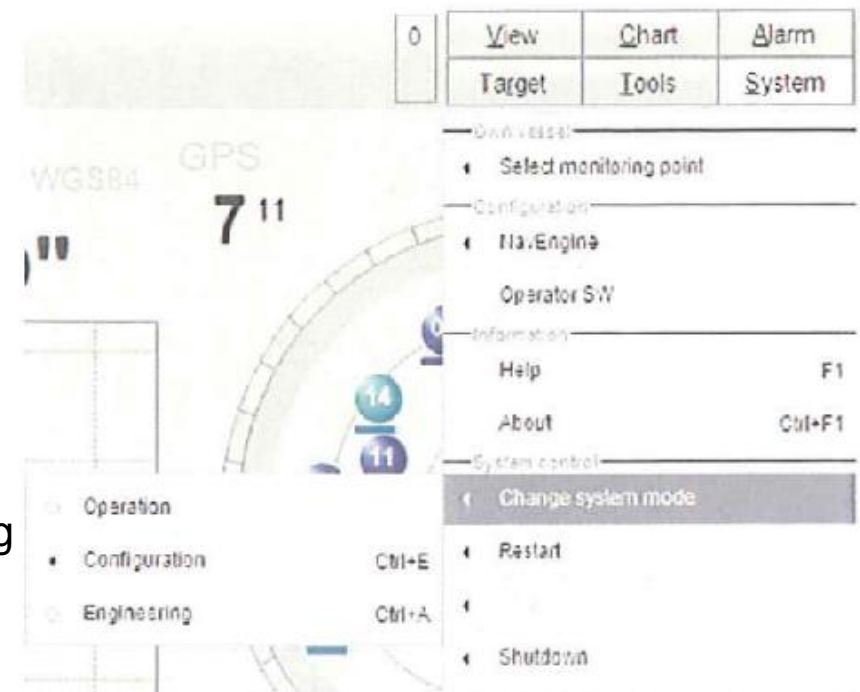
UNSAFE – Systemets nøyaktighet > valgt nøyaktighetsnivå

Kongsberg Seatex DPS 232 - Operasjonsmoduser



KONGSBERG

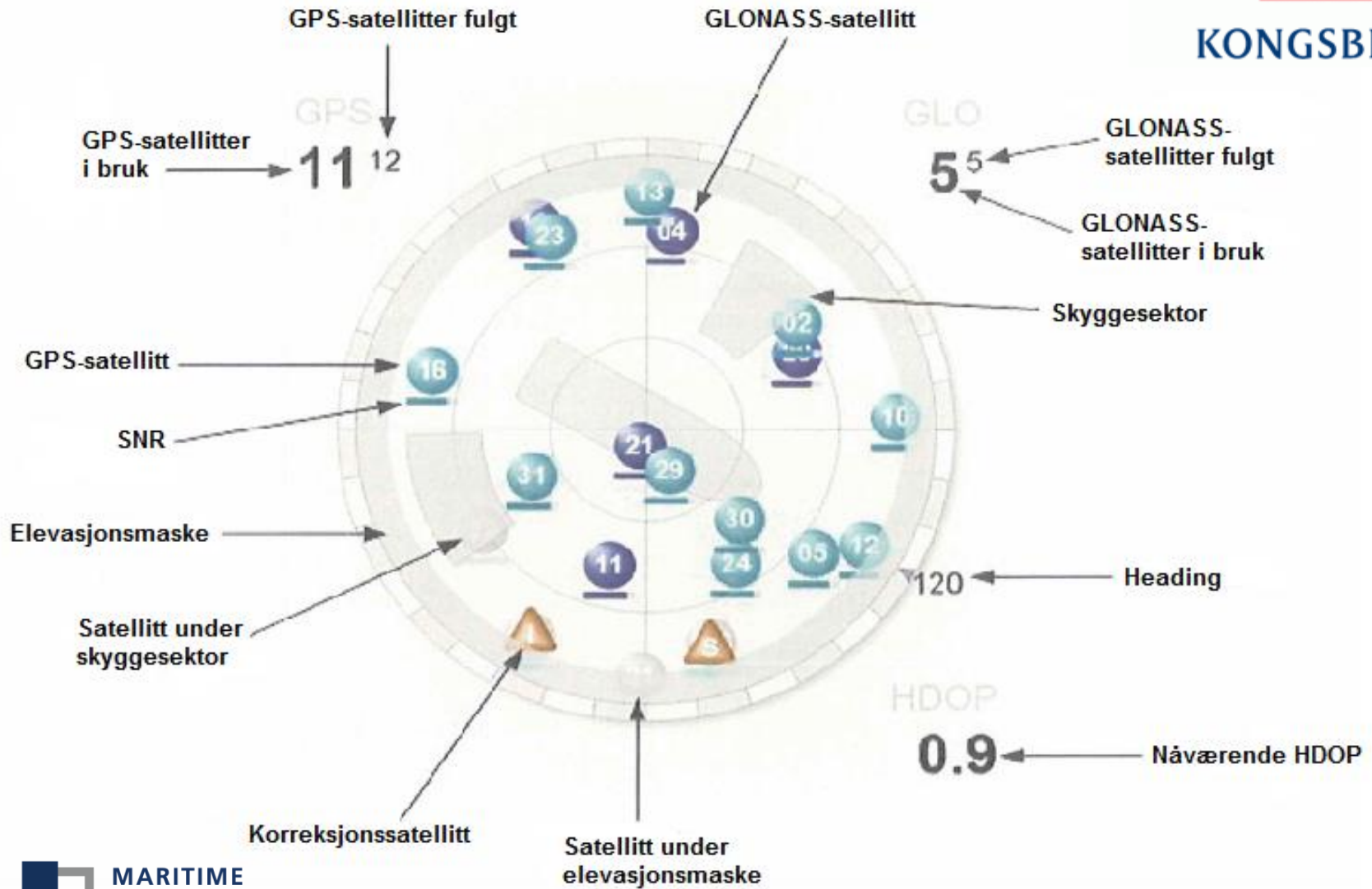
- **3 operasjonsmoduser:**
- **Operation Mode:** Standard-modus
- **Configuration Mode:** Endring av innstillinger for sensorer, funksjoner og system
- **Engineering Mode:** Systeminstallasjon, feilsøking og rekonfigurering





KONGSBERG

Kongsberg Seatex DPS 232 – Sky View



Kongsberg Seatex DPS 232 – Sky View



KONGSBERG



GPS
satellite



GLONASS
satellite



SBAS
satellite



Rejected
satellite



Disabled
satellite



Correction
satellite

Kongsberg Seatex DPS 232 - Integritetsstatus

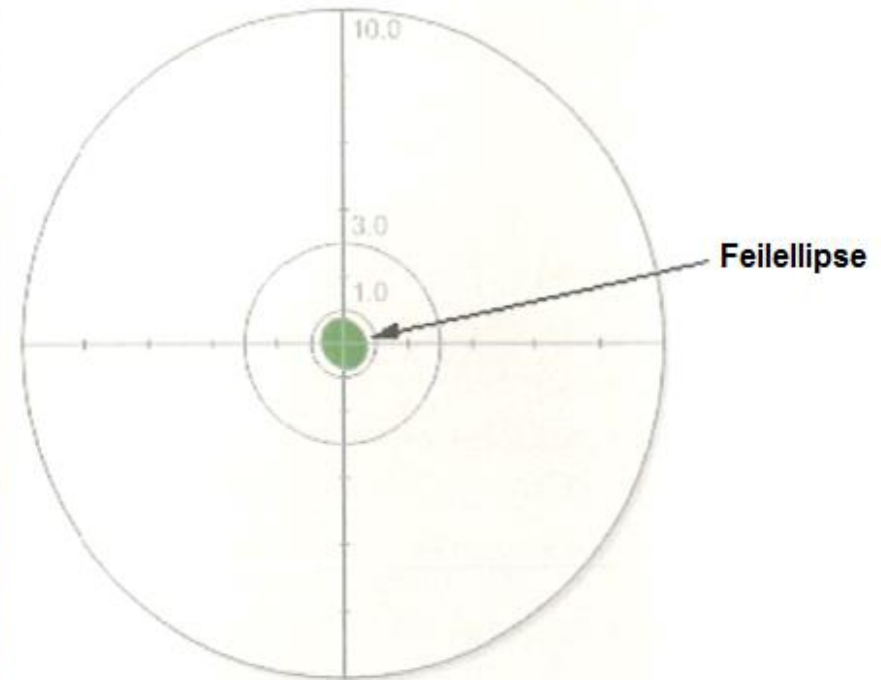


KONGSBERG

- DQI < 5 : **GUL**
- DQI < 2 : **RØD**
- = Integritet

- EPE:
posisjonskvalitet &
geometri

- Feilellipse: kvalitet &
integritet
SAFE
CAUTION
UNSAFE



Grafisk presentasjon av EPE

Kongsberg Seatex DPS 232 – Satellite Prediction



KONGSBERG

GPS-sat. fulgt **GLO i bruk** **GLO fulgt**

GPS-sat. i bruk → 7 10

Start-dato og tid → Start Date [yyyy-mm-dd] 2008-11-06

Posisjon → Position: N 63 26 31.42635, E 010 24 12.19993

Elevasjonsmaske → Elevation mask [°] 10

Trackplot → Track plot

Verdi for tidsindikator → Time selection 10.13

Rekalkuler Sky View & grafer → Update

Slutt på prediksjon → Close

Tidsindikator → [Slider]

Antall sat. i bruk → # Sat

HDOP → HDOP

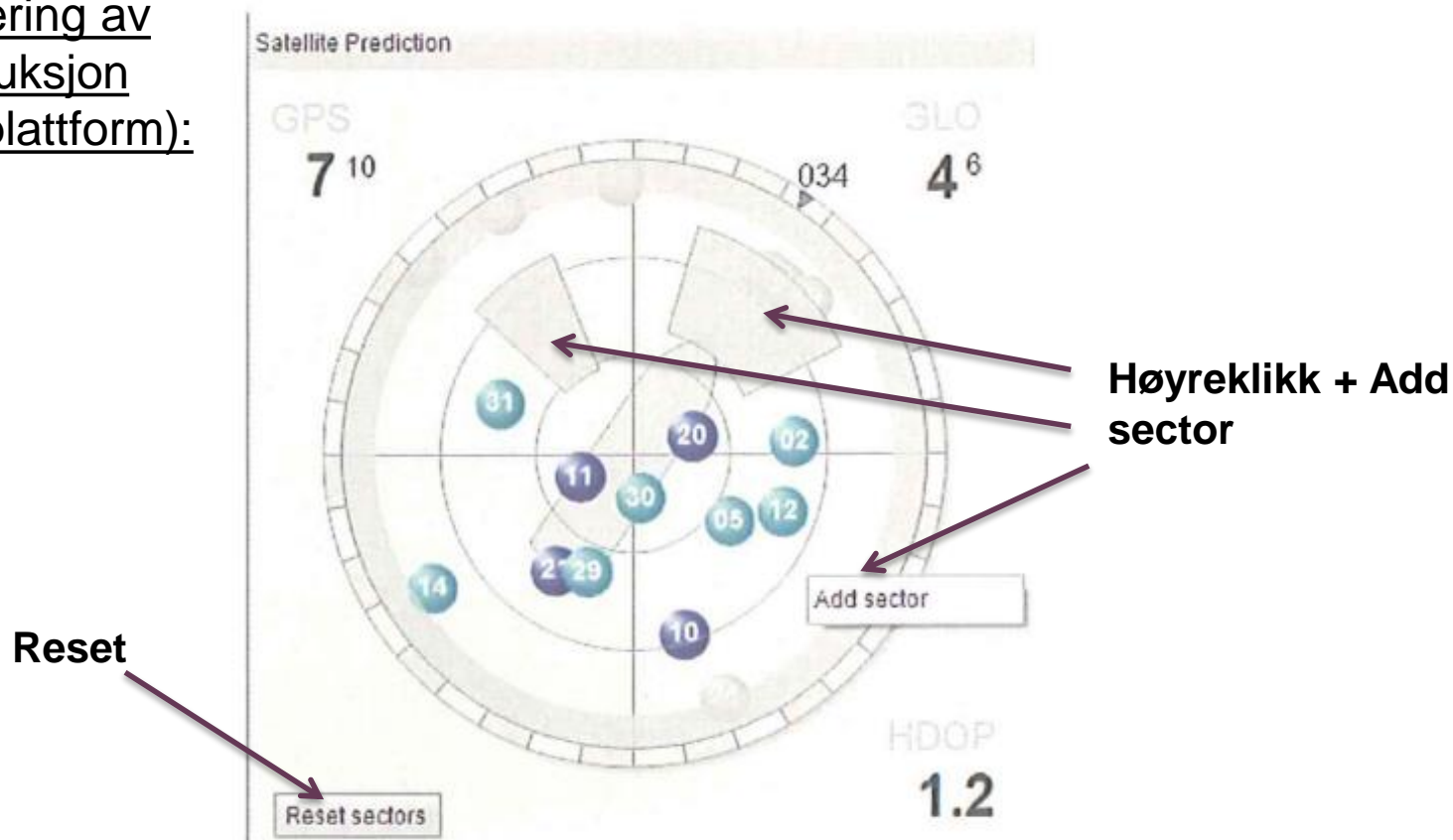
HDOP 1.2

Kongsberg Seatex DPS 232 – Satellite Prediction



KONGSBERG

- Simulering av konstruksjon (eks. plattform):



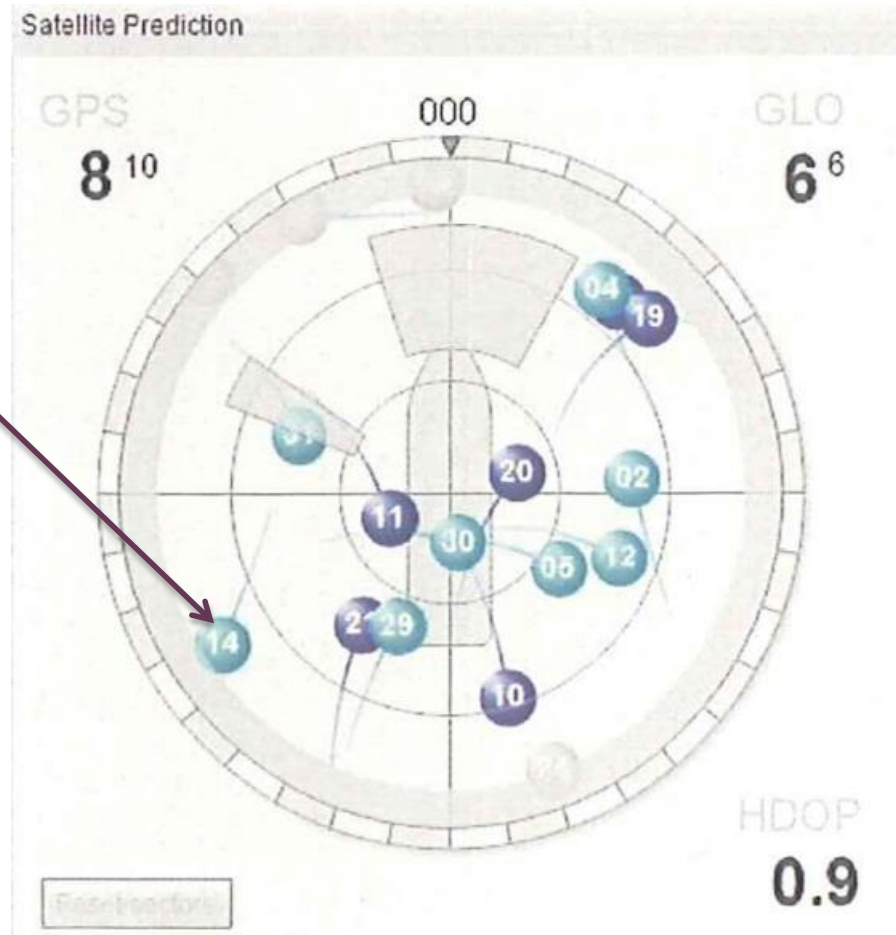
Kongsberg Seatex DPS 232 – Satellite Prediction



KONGSBERG

- Disable/Enable satellitter:

Høyreklikk +
Disable/Enable





**Fugro Seastar
3510 LR
Demodulator**



**MARITIME
OPERATIONS**

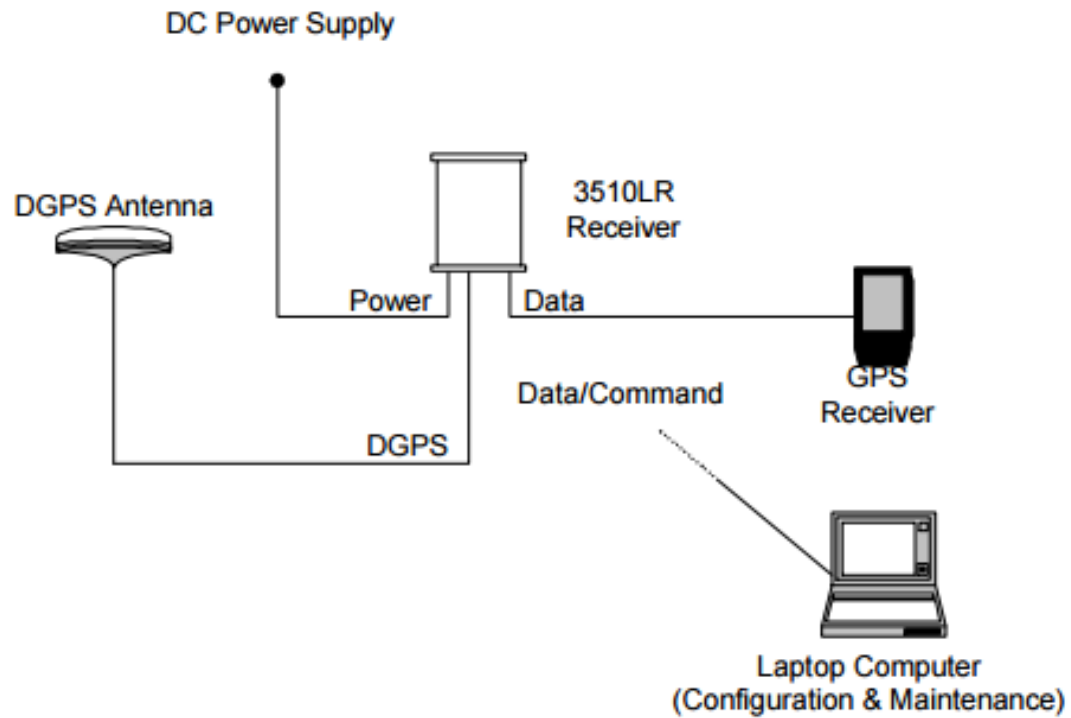
Aalesund University College

Fugro Seastar 3510LR DGNSS Demodulator





Fugro Seastar 3510LR - Signalgang



Fugro Seastar 3510LR - Display



Bla mellom funksjoner

Entre funksjonalternativer



Fugro Seastar 3510LR - Funksjoner

- Signal status:
 - Viser ved oppstart
 - Navn på distribusjonssatellitt og signal
- About:
 - Mottakertype
 - Softwareversjon
 - Abbonementvarighet etc.
- Position Status:
 - DOP
 - Alder på korreksjonsdata
 - Referansestasjon
 - GPS-deteksjon
 - GPS-tid
- Set position:
 - Mottakerposisjon
 - Mottakerhøyde



Fugro Seastar 3510LR - Funksjoner

- Current channel:
 - Valgt distribusjonssatellitt
 - UTC-tid fra DGNSS-satellitt
 - Utløpstid abonnement

Current Channel
Press ↓ to enter

OPTUS ID:10
Service ID x 2873

Uplinked Time
19Nov04 06:01:55

Expire 06 Jan 05



Fugro Seastar 3510LR - Funksjoner

- Set Channel:
 - Endre distribusjonssatellitt: →
 - Lagre: ↙
 - Frekvens for mottak
 - Symbolrate for frekvens

Set Channel
Press ↓ to enter

Set Service
OPTUS

Set Frequency
1558.510

Set Symbol Rate
2438



Fugro Seastar 3510LR

- Set GPS L1 sites:
- On/Off/Nearest

- Set GLONASS L1 sites:
- On/Off/Nearest

- Configure output:
- None
- Data port
- Cmd port
- Data & Cmd port

- Configure ports
- Baud-rate



Veripos LD6



MARITIME
OPERATIONS

Aalesund University College

veripos



ON TARGET



VERIPOS LD6 GNSS/DGNSS-mottaker



'Stand-alone' GNSS-mottaker & demodulator for korreksjonsdata



VERIPOS LD6 - Spesifikasjoner

User Code

46279

veripos

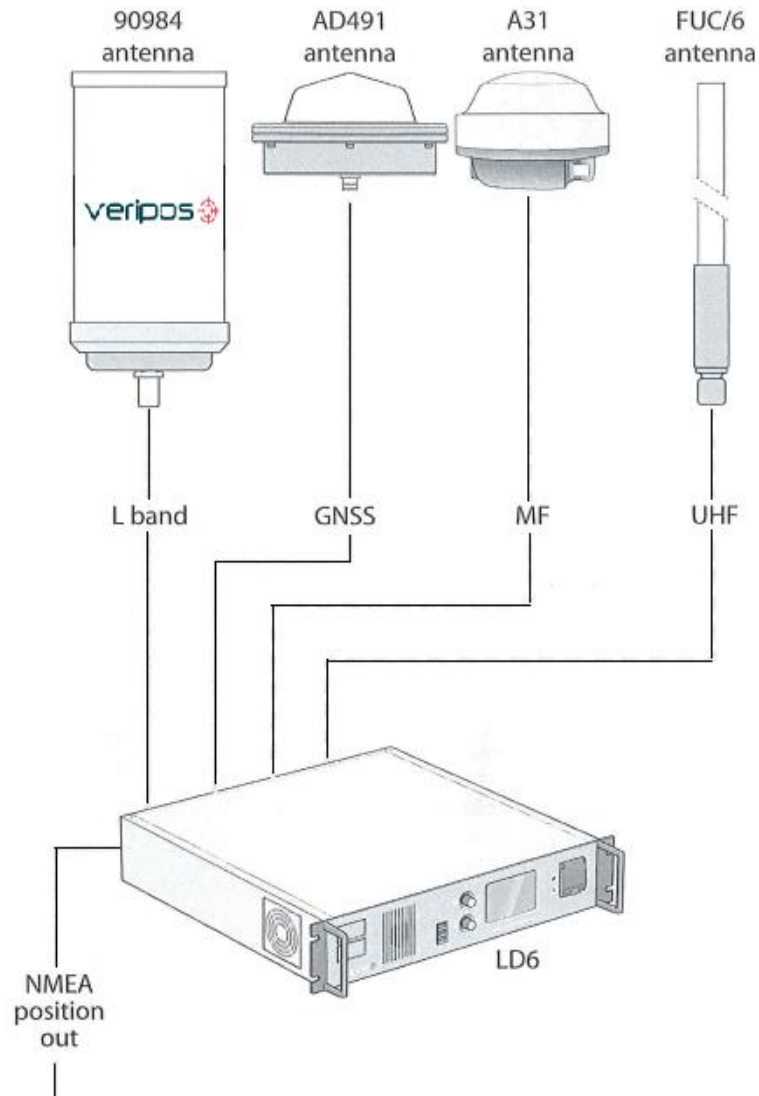
Helpdesk: 01224 527104

veripos.helpdesk@veripos.com

veripos

- L1/L2-antenne GPS/GLONASS
- DGNSS-korreksjoner fra VERIPOS
- IALA-korreksjoner via VERIPOS HF/MF/UHF

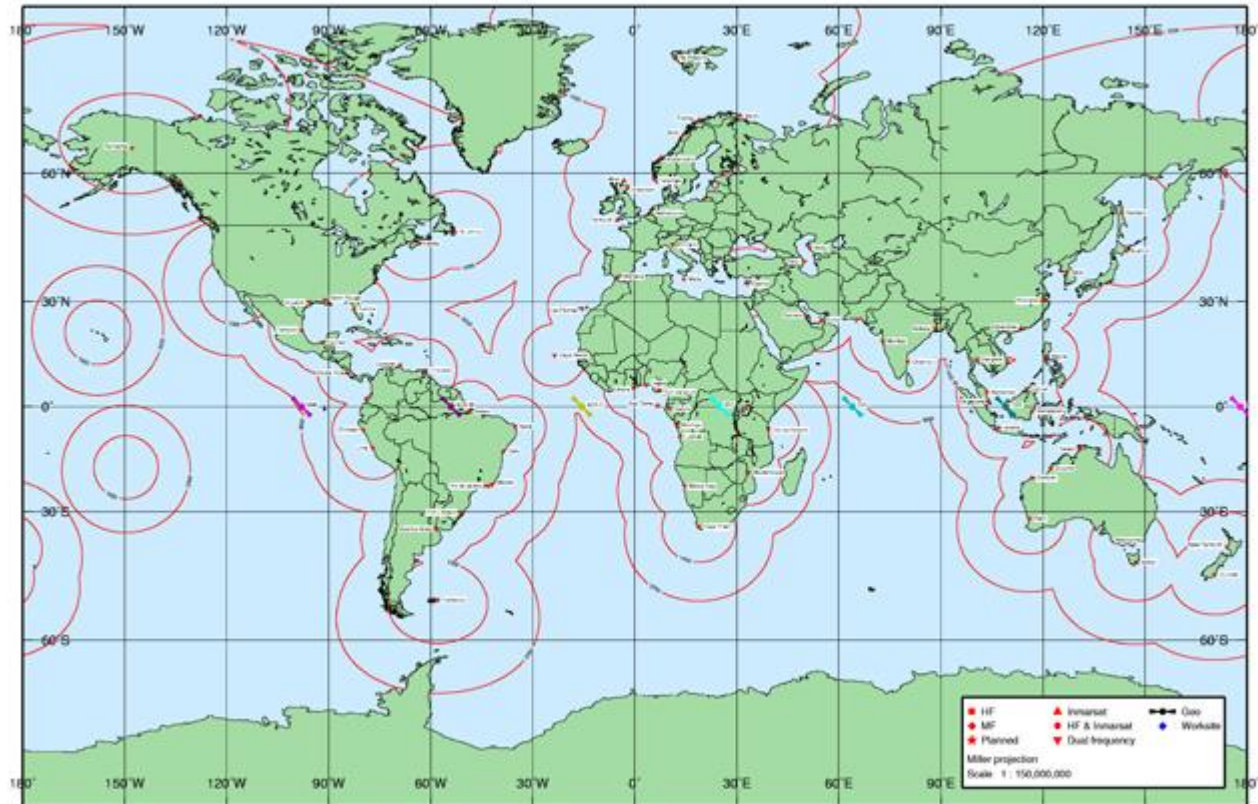
VERIPOS LD6 - Signalgang



VERIPOS LD6 - Referansenettverk



Global Coverage



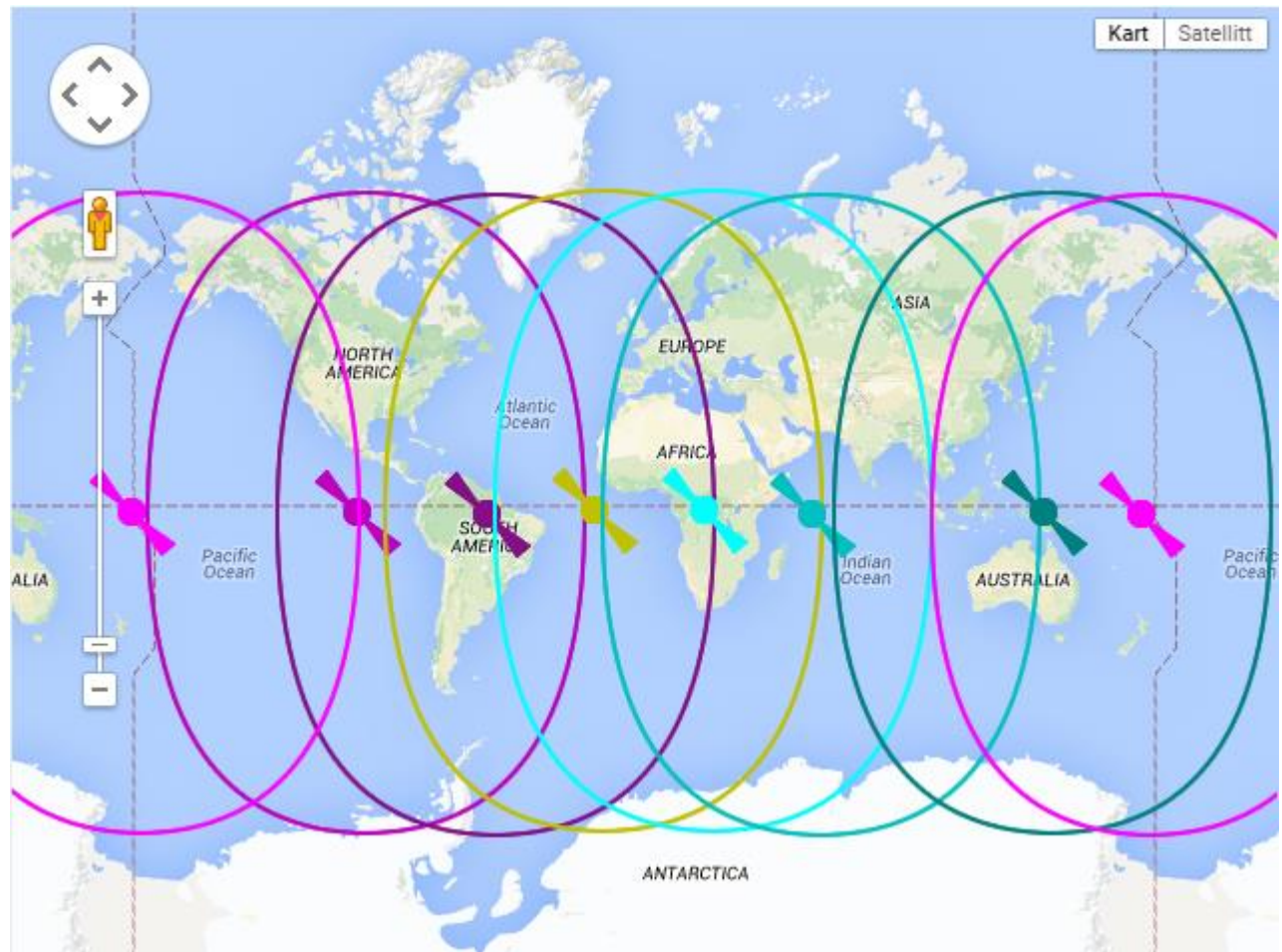
Reference date 2 February 2010
Station file VeriposStations_02Feb10.txt [C:\4\DD4AS]

VERIPOS Global Coverage Chart.vnc

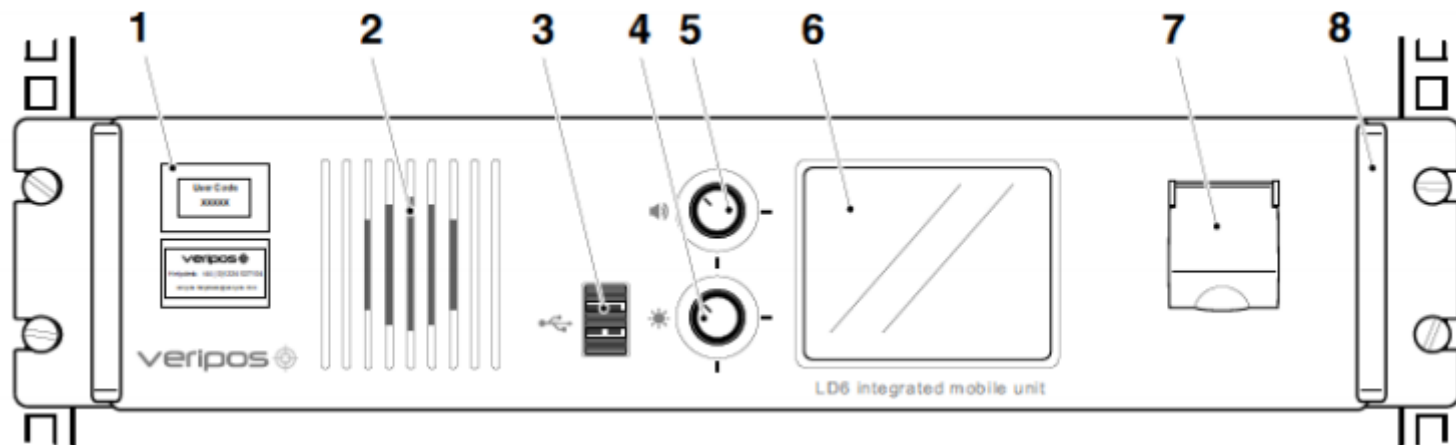
VERIPOS LD6 - Distribusjonssatellitter



- 98W
- AOR-W
- AOR-E
- 25E
- IOR
- 143.5E
- POR



VERIPOS LD6 - Frontpanel



- 1 – Bruker-ID
- 2 – Høyttaler
- 3 – 3 x USB-porter
- 4 – Lysstyrke
- 5 – Volum
- 6 – Touchscreen m/farge
- 7 – På/av-knapp
- 8 – Avtagbare håndtak

VERIPOS LD6 – Kabler & Antenner



1 x RJ45 patch cables



1 x AC power lead



3 x RJ45 – DB9 female serial converters



1 x RJ45 crossover module



GNSS

(GPS and GLONASS)

V460



GNSS

(GPS only option)

GA-530



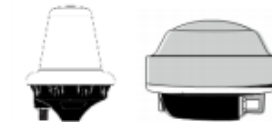
L-Band

V86 or 90984



MF Marine Beacon (Option)

V86 or A31



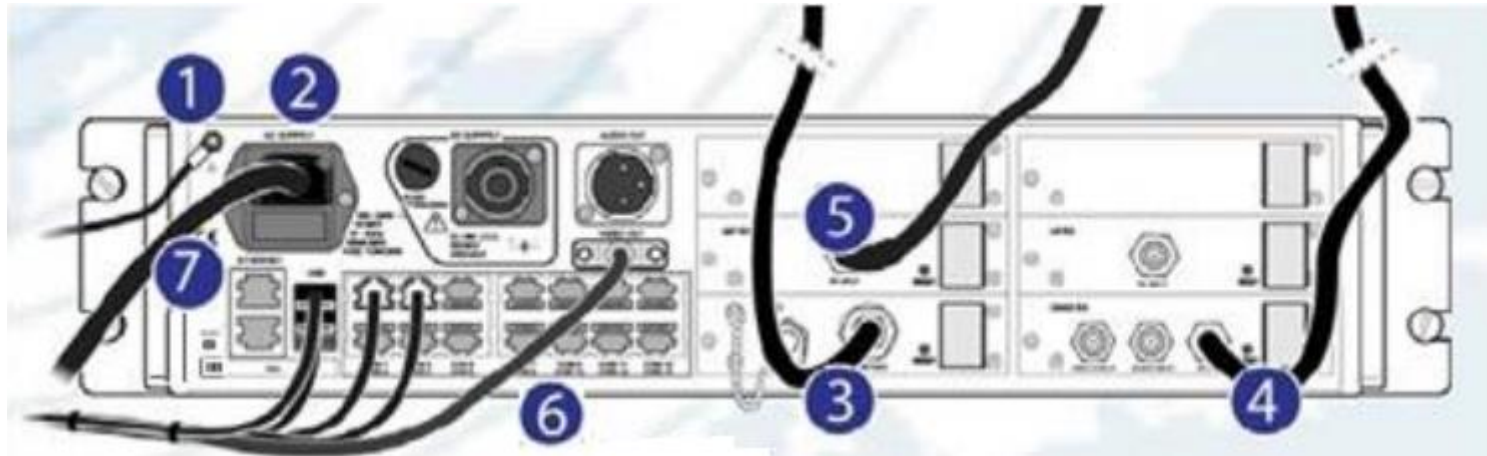
UHF

(Option)

AR10A



VERIPOS LD6 - Kabling

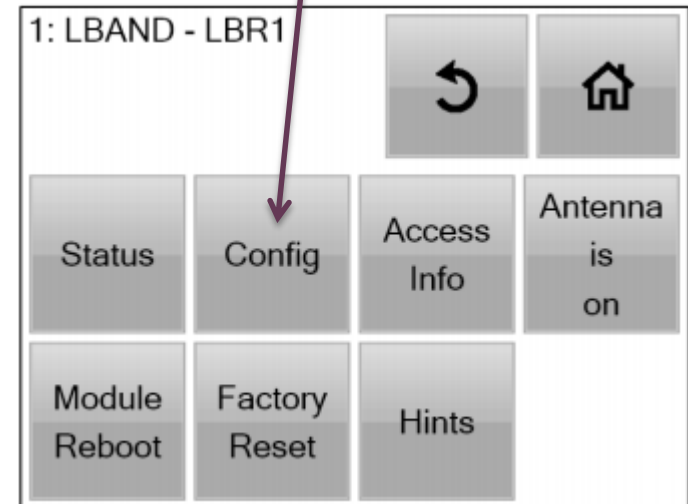
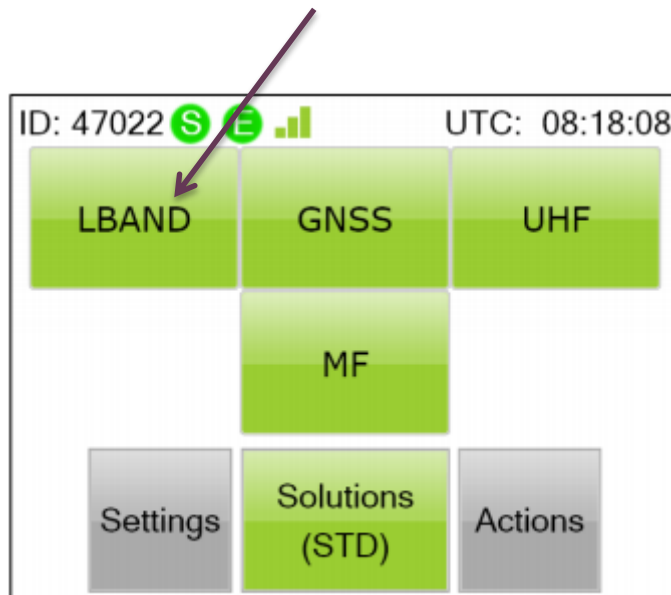


- 1 – Jording
- 2 – Strømkilde
- 3 – L-bånd (diff. korreksjoner)
- 4 – GNSS-antenne
- 5 – MF-antenne
- 6 – Serialporter
- 7 – LAN-porter

Veripos LD6 - Oppstart



- Tilkobling til kommunikasjonssatellitt:



Veripos LD6 - Oppstart



1: LBAND - LBR1
2: Config
1: Station Config

Stream: **RTCMa**
Enabled: 15 of 15

RTCMb

Edit View

Beams

User Beams



1: LBAND - LBR1
2: Config
2: Beam Config

Current Beam: **AORE**

Edit

User Beams

Stations

Veripos LD6 - Oppstart



Change Beam

Current Beam:
Name: **AORE**
Freq: **1539.9825** MHz
Frame Sync: ✓
Signal Lock: ✓

98W
AORE ✓
AORW

Enable

Close

Orion Software – Hovedvindu



Funksjoner & konfig. →

Informasjons-panel →

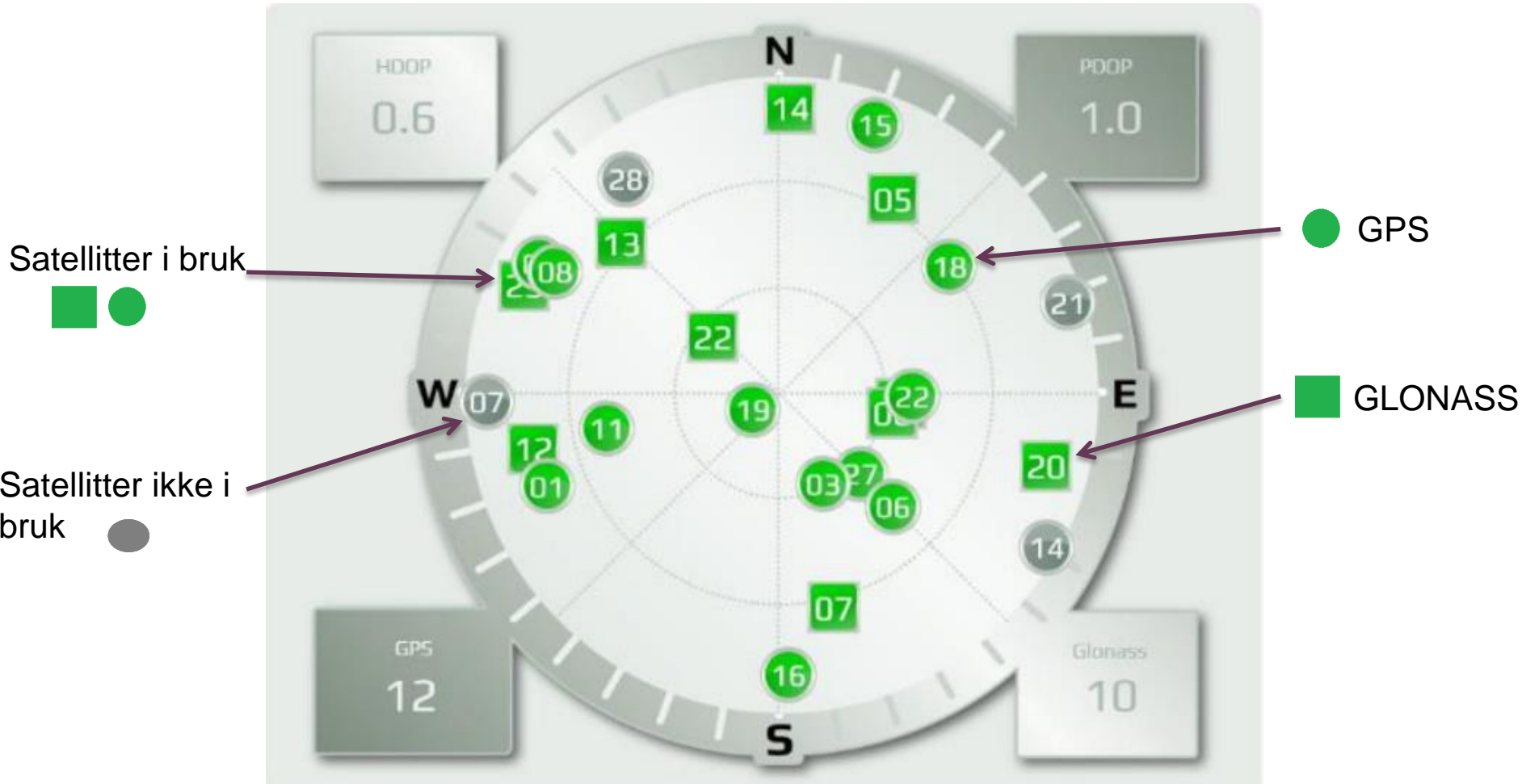


→ Hoveddisplay

→ Meldingsboks

→ Systemstatus

Orion Software – Polar Plot



Orion Software – Valg av mottaker



The screenshot displays the Orion software interface for configuring a receiver. The main window is titled 'VER1' and features several tabs: SYSTEM, HEADING, MOTION, TARGET, and VESSEL. The 'SYSTEM' tab is active, showing the following configuration options:

- Receiver Type:** LD7 (selected in a dropdown menu)
- GNSS Receiver IP Address:** 192.168.2.7
- LBand IP Address:** 192.168.2.8
- User ID:** VER1

Below the configuration fields are three buttons: 'Apply' (green), 'Revert' (brown), and 'Shut down' (red). At the bottom of the configuration area, there are seven status indicators: GGA, ZDA, GST, GSV, GSA, VTG, and Heading, each with a green circle indicating it is active.

The interface also includes a sidebar on the left with various status and data sections:

- Solution Status:** Precise (green), Differential (grey), Stand alone (grey)
- Satellite Constellation:** GPS (7), Glonass (-), DOP (1.3 H, 1.9 P)
- VERIPOS Mode:** Ultra
- Position (WGS84):** Latitude: 57° 12' 04.921 N, Longitude: 002° 11' 32.271 W, Height: 114.780m
- Horizontal Error (1σ):** 0.3m
- Latency:** 360s

At the bottom of the interface, there is a status bar with the 'veripos' logo and two main sections: 'Correction Status' (Age, L-Band Lock, Signal Strength) and 'Positioning Status' (DOP, 2D Error, Corrected). All indicators in the status bar are green, indicating a good status.

Orion Software – Korreksjonsstatus & DOP



- Alder på korreksjonsdata :

- Precise: ≥ 360 sek
- > 100 sek, < 360 sek
- ≤ 100 sek



- Nøyaktighet på korreksjonsdata:

- ≥ 0.5 m
- > 0.3 m, < 0.5 m
- ≤ 0.3 m

- Differential: ≥ 120 sek
- > 60 sek, < 120 sek
- ≤ 60 sek



- ≥ 1.5 m
- > 1 m, < 1.5 m
- ≤ 1 m

- DOP-verdier:

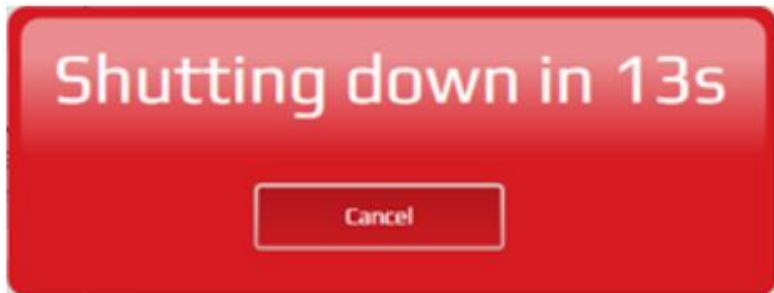
- ≥ 6
- > 4 , < 6
- ≤ 4



Orion Software - Shutdown



+ Shut Down



LABØVINGER



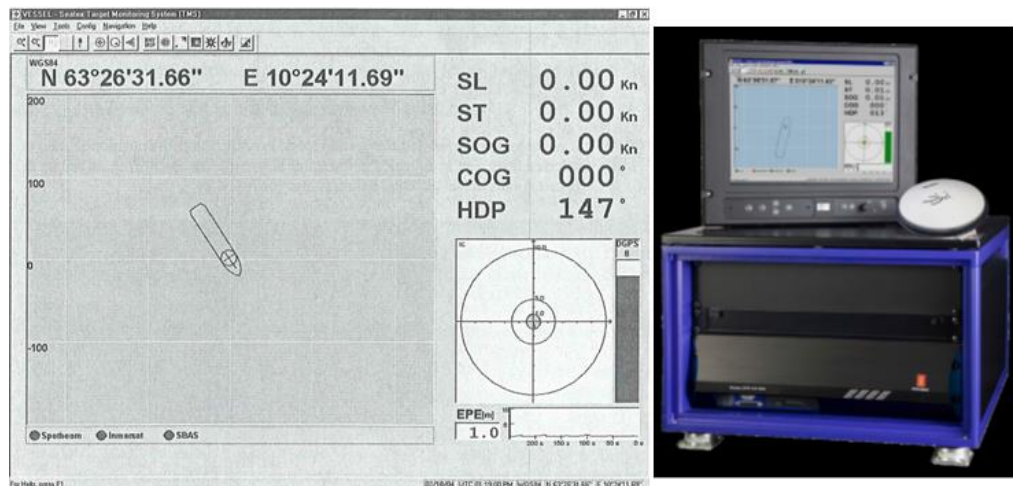
DGNSS



**MARITIME
OPERATIONS**

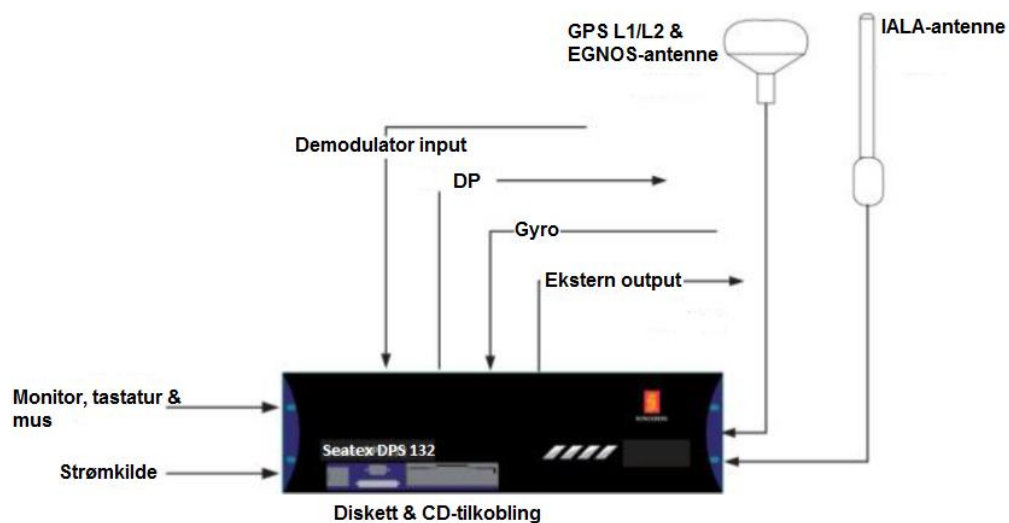
Aalesund University College

Kongsberg Seatex DPS 132



Spesifikasjoner:

- Innebygd IALA-mottaker
- Kun mottak av GPS-signaler, ikke GLONASS
- Kombinert GPS/SBAS-antenne
- Mulighet for demodulator-input fra kommersielle SBAS-tjenester som Fugro eller VERIPOS

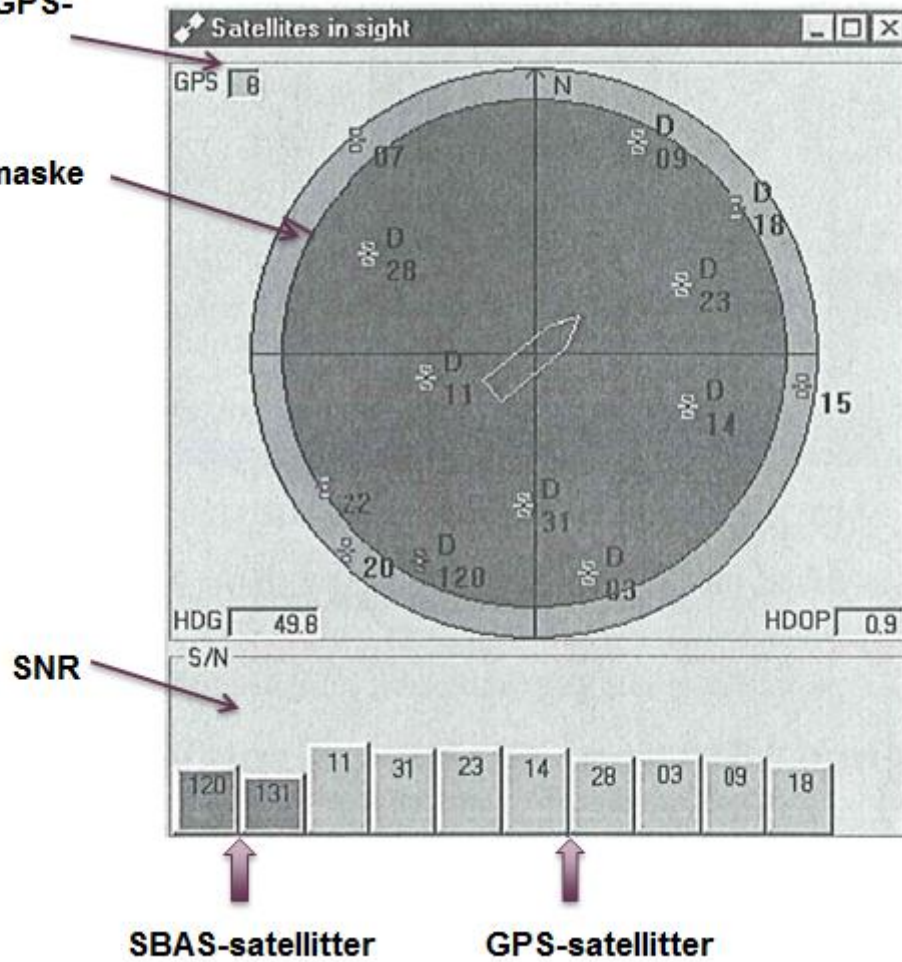


Funksjoner:

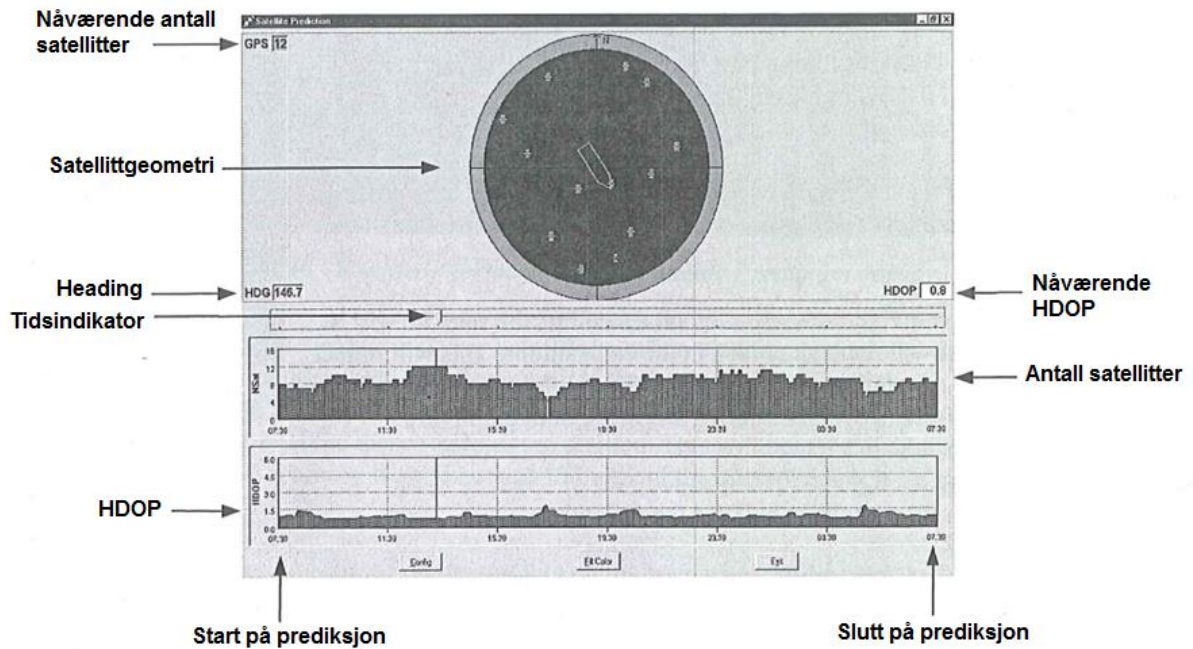
Satellites In Sight

Ant. fulgte GPS-satellitter

Elevasjonsmaske



Satellite Prediction



Oppgave 1

Nede til høyre i displayet ser du en rubrikk som kalles EPE.

a. Hva står EPE for?

b. Hvor stor er EPE nå?

c. Hva er sannsynligheten for at du ligger innenfor ellipsen?

Oppgave 2

Åpne vinduet Satellites in Sight. (Tools → Satellites in Sight)

a. Hvor mange satellitter blir brukt til posisjonsbestemmelse?

b. Hvilket satellittsystem tilhører disse?

c. Hvor mange satellitter blir fulgt?

d. Hva er HDOP?

e. Hvorfor er det noen satellitter som følges, men ikke blir brukt til posisjonering?

f. Hvilke GEO-satellitter sees? (Navn og nummer)

g. Hvor mange av satellittene gir differensielle korreksjoner fra SBAS?

h. Hvilken satellitt har best signalstyrke (S/N)?

i. Hvilken satellitt har lavest signalstyrke (S/N)?

j. Hvor mange GPS-satellitter kan sees mellom peiling 000° og 090°?

k. Velg en lavere elevasjonsmaske 7° for å få tilgang til flere satellitter for posisjonering. (File → Edit Setup File → Passord: stx)
Hva blir ny HDOP og EPE?

l. Juster maskevinkel til 15°. Hva blir ny HDOP og EPE? (Still tilbake til 10° etter vurderingen)

Oppgave 3

a. Hva slags datum er i bruk?

b. Hva er din posisjon i UTM format?

c. Hvilken UTM-sone befinner vi oss i?

d. Hva er din posisjon i grader og minutter? (Config → View Options)

Oppgave 4

a. Hva slags differensielle korreksjoner benyttes?

b. Hvor god er integriteten du har på systemet?

c. Hva betyr det at du har en DQI på 1?

e. Hva betyr det at du har en DQI på 2?

f. Hvilken distribusjonssatellitt er mest gunstig å motta korreksjonssignaler fra?
(Tools → Stargazer)

Oppgave 5

Gå inn i Tools → DB viewer

→ Gps_Measure_0 (default)

a. Hva slags informasjon kan du finne her?

b. Her har du også oppgitt en høyde, hva slags høyde er det snakk om?

Oppgave 6

Gå til Fugro Seastar demodulator for SBAS-tjenester:



Velg «Current channel».

- a. Hva er valgt distribusjonssatellitt?

- b. Når utløper leietiden for Fugro G2s tjenester?

Velg «Set channel».

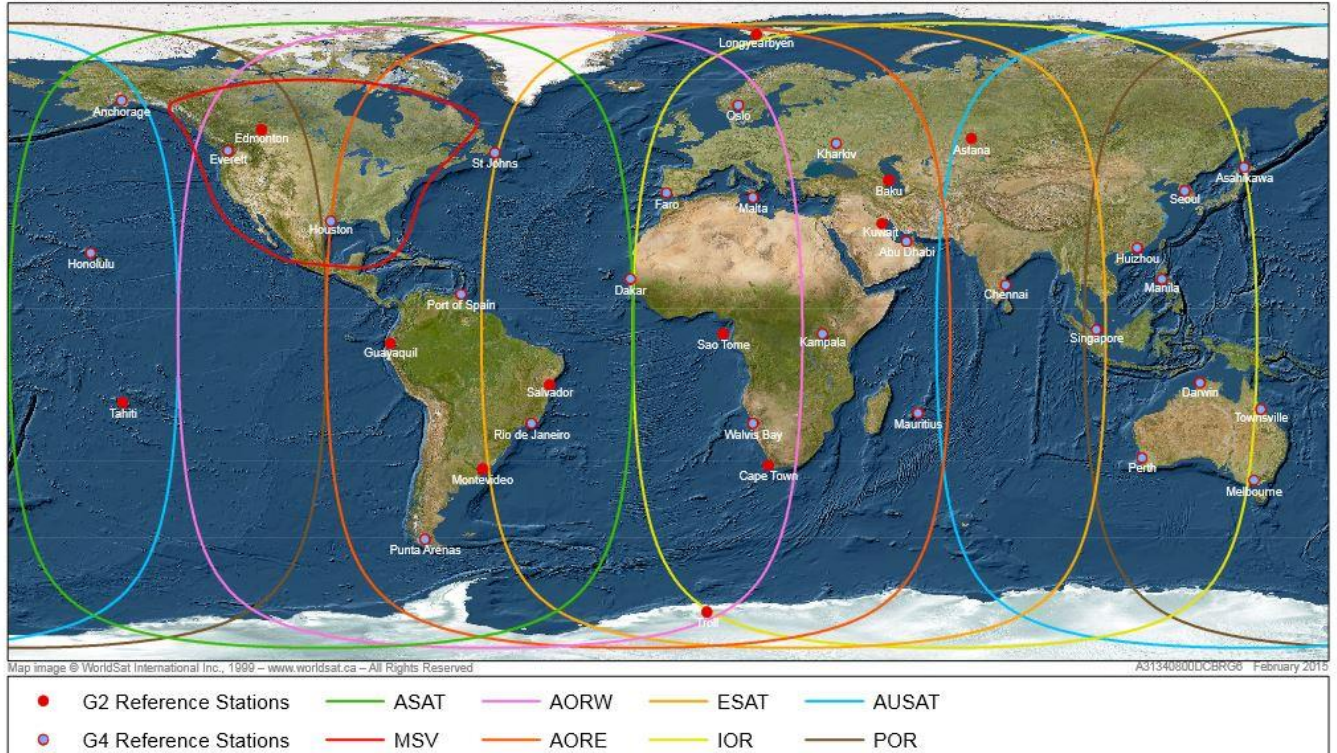
Se for deg følgende scenario;

Du skal foreta en overseiling fra Fosnavågen i Norge til Rio de Janeiro, Brasil.



STARFIX

G4 (GPS, GLONASS, Beidou, Galileo) and G2 (GPS, GLONASS) Orbit/Clock Reference Stations (Fugro)



a. Hvilke distribusjonssatellitter av korreksjonssignal vil bli benyttet?

Utfør endringen på demodulatoren.

Videre seiler du fra Rio de Janeiro til Tokyo, Japan.

b. Hvilke distribusjonssatellitter vil benyttes?

Utfør endringen på demodulatoren.

Neste etappe er fra Tokyo til Mombasa, Kenya.

c. Hvilke distribusjonssatellitter vil benyttes?

Utfør endringen på demodulatoren.

Siste etappe er fra Mombasa og hjem til Fosnavågen.

d. Hvilke distribusjonssatellitter vil benyttes?

Utfør endringen og still tilbake til opprinnelig distribusjonssatellitt.

Shutdown-prosedyre for DPS 132:

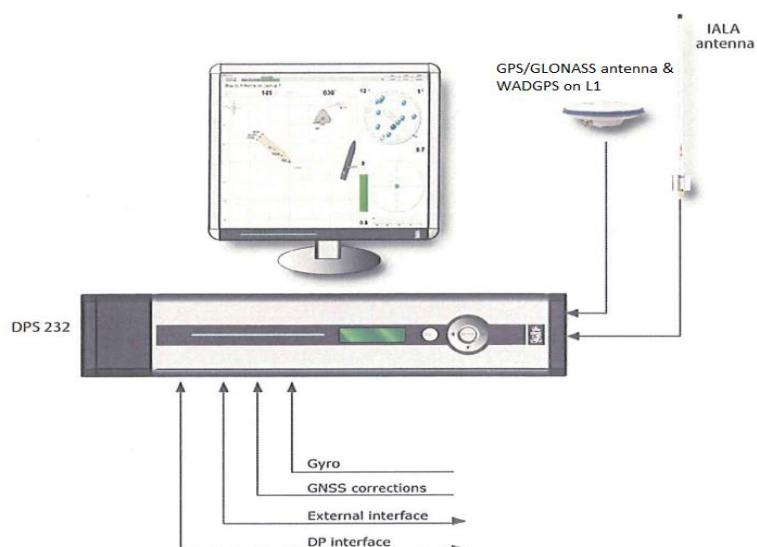
Ctrl + Alt + Del → Shutdown → Slå av bryter på DPS 132

Kongsberg Seatex DPS 232



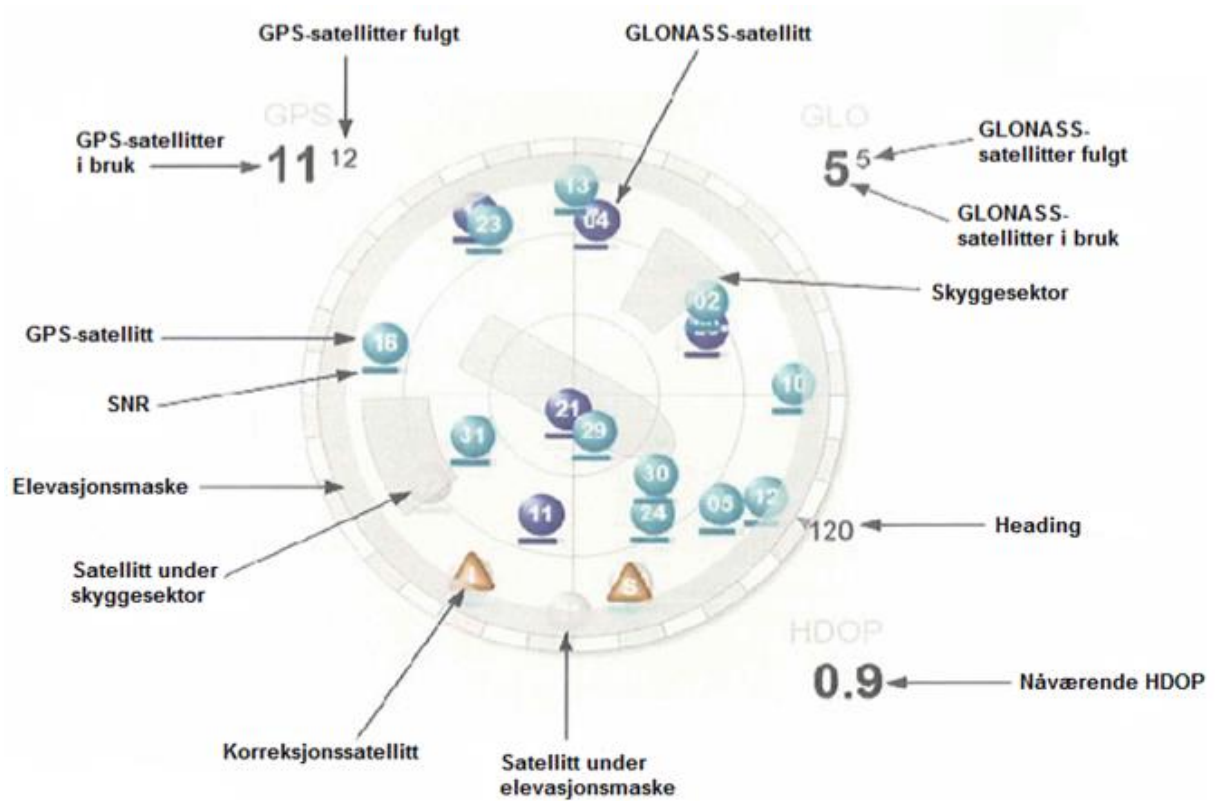
Spesifikasjoner:

- Innebygd IALA-mottaker
- GPS/GLONASS L1/L2 antenne
- SBAS-mottak på L1 (EGNOS)
- Demodulator input fra Fugro G2

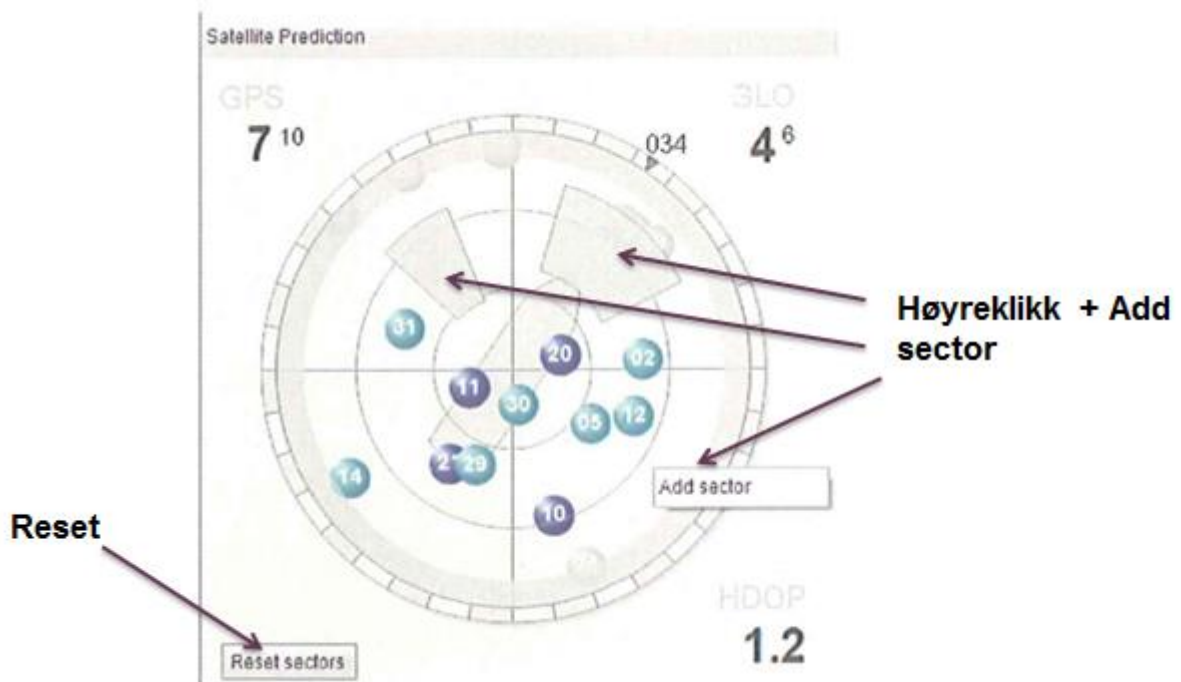
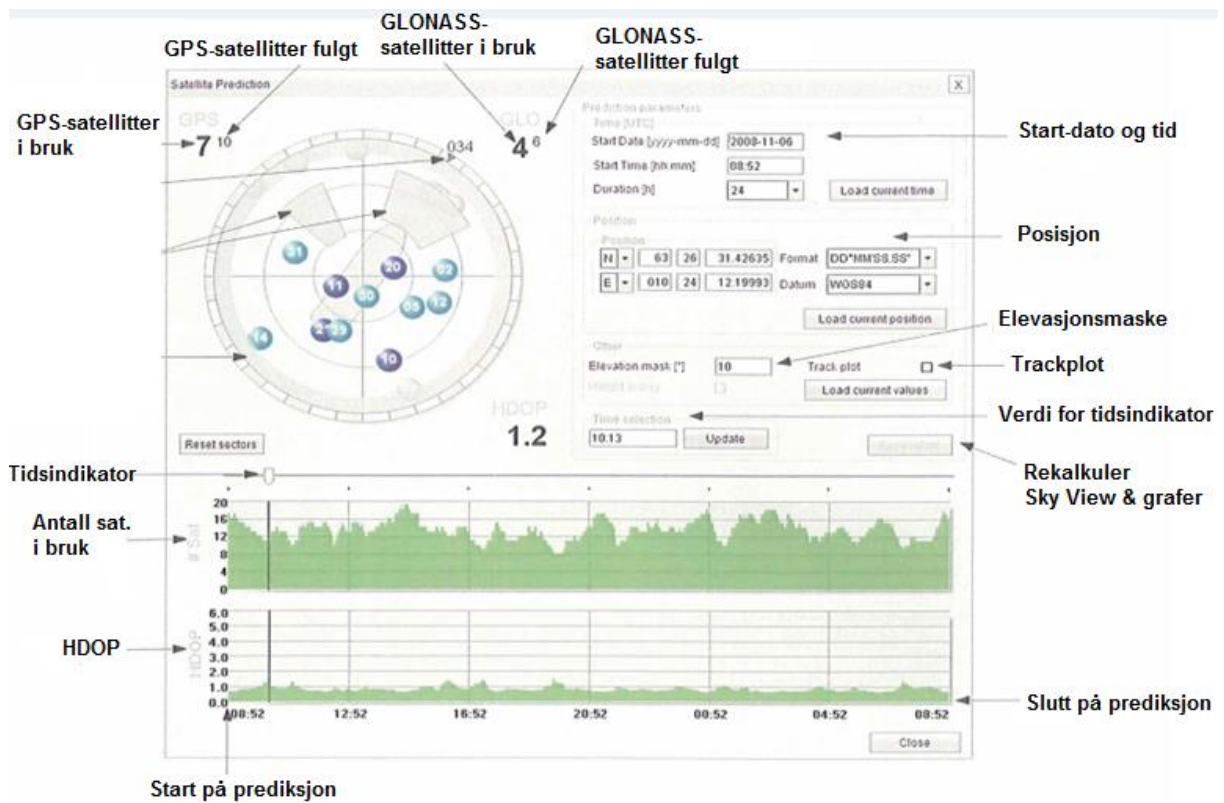


Funksjoner:

Sky view:



Satellite Prediction:



Oppgave 1

- a. Hva er din posisjon i grader og minutter? (View → Position format)
-

- b. Hva er din posisjon i UTM-format?
-

- c. Hvilken UTM-sone er du i?
-

- d. Hva slags datum er i bruk? (View → Datum)
-

Oppgave 2

Nede til høyre i displayet ser du en rubrikk som kalles EPE.

- a. Hva står EPE for?
-

- b. Hvor stor er EPE nå?
-

c. Hva er sannsynligheten for at du ligger innenfor ellipsen?

Oppgave 3

a. Hva slags differensielle korreksjoner benyttes?

b. Hvor god er integriteten du har på systemet?

c. Hva betyr det at du har en DQI på 1?

d. Hva betyr det at du har en DQI på 2?

e. I hvilken retning er unøyaktigheten størst?

Oppgave 4

Tools → Satellite prediction

a. Hvilke satellittsystem mottar du?

b. Hvor mange satellitter er over horisonten?

c. Hvor mange satellitter benyttes i stedbestemmelsen?

d. Hva er HDOP i øyeblikket?

e. Hva vil HDOP være om 5 timer?

f. Hvor stor elevasjonsmaske er satt?

g. Legg inn 15° elevasjonsmaske, samt en 90° blokkering i syd. Hva blir høyeste HDOP de neste 24 timene? (still tilbake til 7° elevasjonsmaske)

Lukk vindu.

h. Hva er høyest og lavest SNR på satellittene fra de forskjellige systemene?

Oppgave 5

System → Change system mode → Configuration → Passord: stx

Tools → Data viewer

a. Hva er geoidhøyden for antenna?

→ Graphs

b. Har du 2-frekvent mottak på begge satellittsystemer?

c. Hvilken variasjon har du på SNR på de ulike frekvensene over 10 minutter?

Oppgave 6

Gå tilbake til Sky View.

Mens du fortsatt er i Configuration Mode kan du gå inn i System → Operator SW.

Legg inn en skyggesektor i real-time fra 180° til 270°.

Trykk Apply.

a. Hva blir ny HDOP?

b. Hvor mange GPS-satellitter blir fulgt?

c. Hvor mange GPS-satellitter blir brukt til posisjonsbestemmelse?

d. Hvor mange GLONASS-satellitter blir fulgt?

e. Hvor mange GLONASS-satellitter blir brukt til posisjonsbestemmelse?

Trykk Select Correction Satellites.

Ta ut mottak av alle distribusjonssatellitter bortsett fra AOR-E.

Trykk Apply.

f. Hvordan påvirkes HDOP?

System → Change system mode → Engineering (passord: stx)

Nav Engine → Advanced

GNSS – Processing

Endre GPS elevasjonsmaske til 15°.

Trykk Apply og Accept.

g. Hva blir ny HDOP?

h. Hvor mange GPS-satellitter blir brukt i posisjonsbestemmelse?

i. Hvor mange GLONASS-satellitter blir brukt i posisjonsbestemmelse?

Tilbakestill elevasjonsmasken til 7°.

Tilbakestill system mode til Operation.

Oppgave 7

Gå til Fugro Seastar demodulator for SBAS-tjenester:

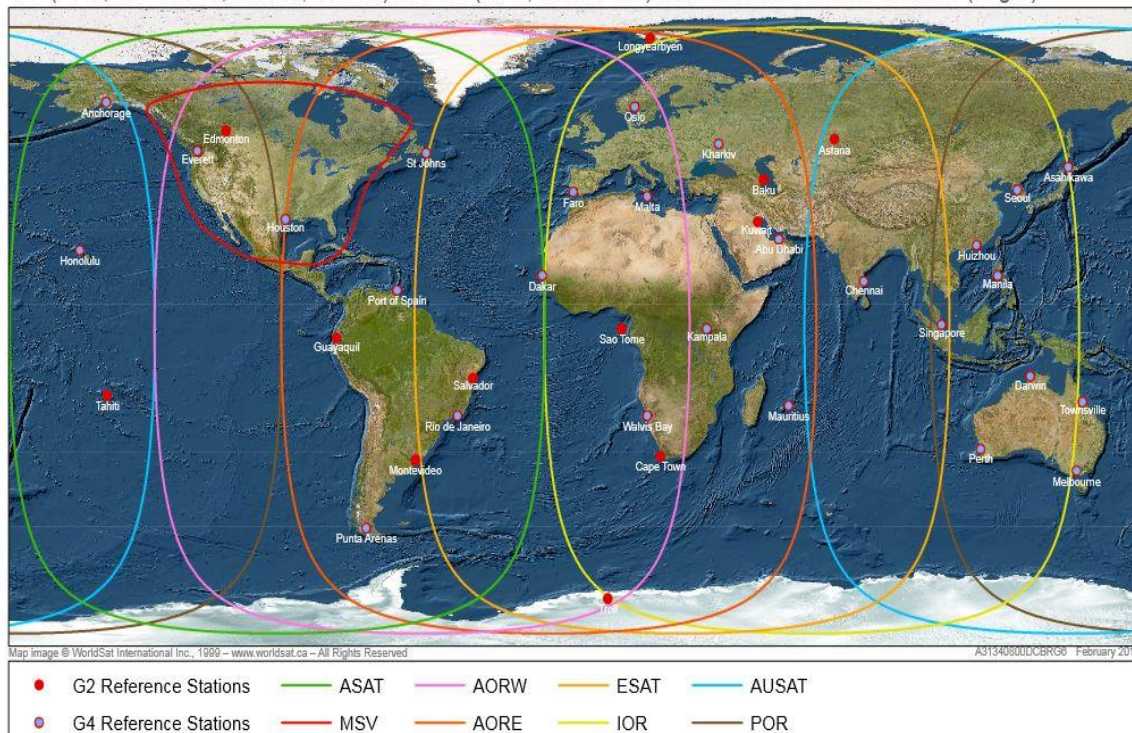


Velg «Current channel».



STARFIX

G4 (GPS, GLONASS, Beidou, Galileo) and G2 (GPS, GLONASS) Orbit/Clock Reference Stations (Fugro)



a. Hva er valgt distribusjonssatellitt?

b. Når utløper leietiden for Fugro G2s tjenester?

Velg «Set channel».

Se for deg følgende scenario;

Du skal foreta en overseiling fra Fosnavågen i Norge til Rio de Janeiro, Brasil.

c. Hvilke distribusjonssatellitter av korreksjonssignal vil bli benyttet?

Utfør endringen på demodulatoren.

Videre seiler du fra Rio de Janeiro til Tokyo, Japan.

d. Hvilke distribusjonssatellitter vil benyttes?

Utfør endringen på demodulatoren.

Neste etappe er fra Tokyo til Mombasa, Kenya.

e. Hvilke distribusjonssatellitter vil benyttes?

Utfør endringen på demodulatoren.

Siste etappe er fra Mombasa og hjem til Fosnavågen.

f. Hvilke distribusjonssatellitter vil benyttes?

Utfør endringen og still tilbake til opprinnelig distribusjonssatellitt.

For å slå av DPS 232:

System → Shutdown → System

Veripos LD6



Oppgave 1

- a. Noter posisjonen som vises i grader og minutter.

- b. Hvilket / hvilke satellittsystemer benyttes?

c. Hvilken av VERIPOS sine differensielle tjenester benyttes?

d. Hva er HDOP i øyeblikket?

e. Hvor mange satellitter er over horisonten?

f. Hvor mange satellitter benyttes i stedbestemmelsen?

g. Hvor stort er horisontalt standardavvik (1σ)?

h. Hva er omtrentlig oppdateringstid / forsinkelse (latency) på de differensielle signalene?

i. Hvor mange tjenester fra VERIPOS er tilgjengelig i mottakeren?
(System)

Oppgave 2

a. Hvilket datum benytter LD6?

b. Hvilke differensielle støttetjenester mottas via den innebygde MF-beacon?

c. Hvilke differensielle støttetjenester mottas via den innebygde L-bånd demodulatoren?

→ www.veripos.com

d. Hvilke av Veripos sine støttetjenester er uavhengig av avstand til referansestasjon?

e. Vil VERIPOS ha dekning for sin beste støttetjeneste i havområdene ved Brasil?

Oppgave 3

Gå til Fugro Seastar demodulator for SBAS-tjenester:

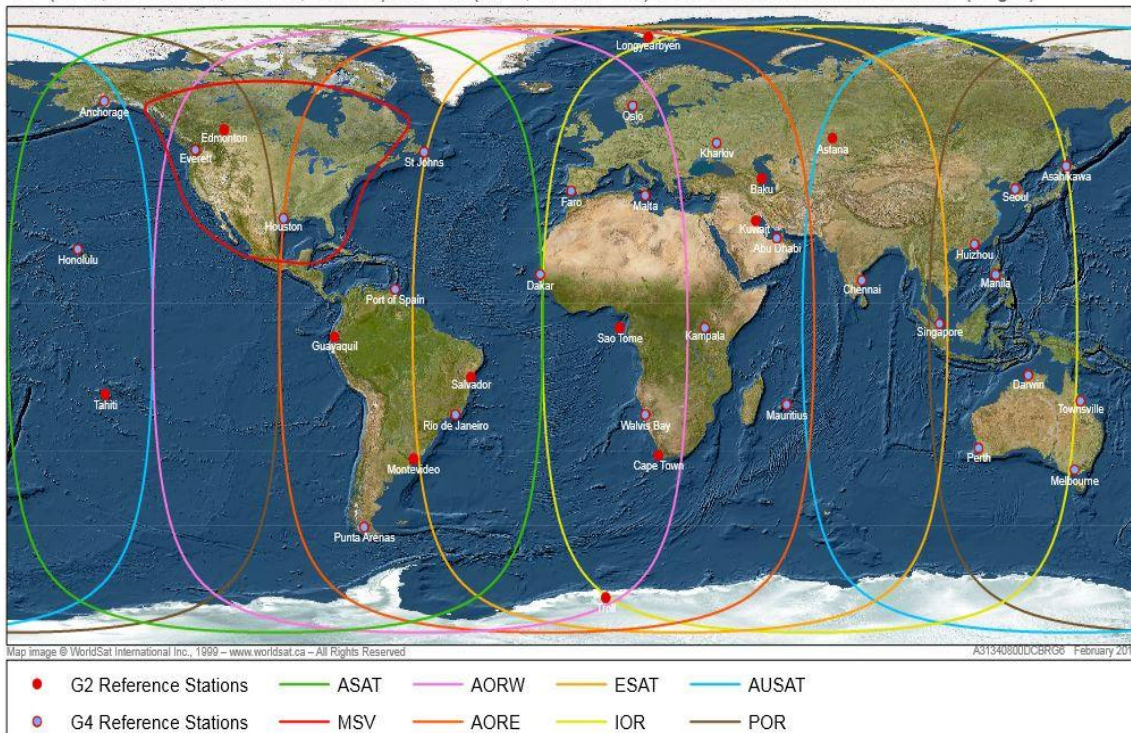


Velg «Current channel».



STARFIX

G4 (GPS, GLONASS, Beidou, Galileo) and G2 (GPS, GLONASS) Orbit/Clock Reference Stations (Fugro)



a. Hva er valgt distribusjonssatellitt?

b. Når utløper leietiden for Fugro G2s tjenester?

Velg «Set channel».

Se for deg følgende scenario;

Du skal foreta en overseiling fra Fosnavågen i Norge til Rio de Janeiro, Brasil.

c. Hvilke distribusjonssatellitter av korreksjonssignal vil bli benyttet?

Utfør endringen på demodulatoren.

Videre seiler du fra Rio de Janeiro til Tokyo, Japan.

d. Hvilke distribusjonssatellitter vil benyttes?

Utfør endringen på demodulatoren.

Neste etappe er fra Tokyo til Mombasa, Kenya.

e. Hvilke distribusjonssatellitter vil benyttes?

Utfør endringen på demodulatoren.

Siste etappe er fra Mombasa og hjem til Fosnavågen.

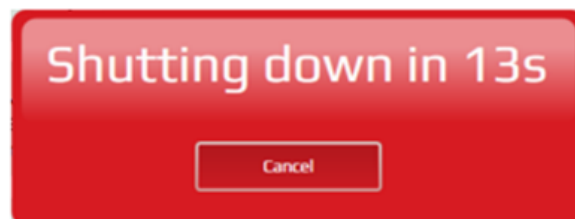
f. Hvilke distribusjonssatellitter vil benyttes?

Utfør endringen og still tilbake til opprinnelig distribusjonssatellitt.

Slå av VERIPOS LD6.



+ Shut Down



LABØVINGER



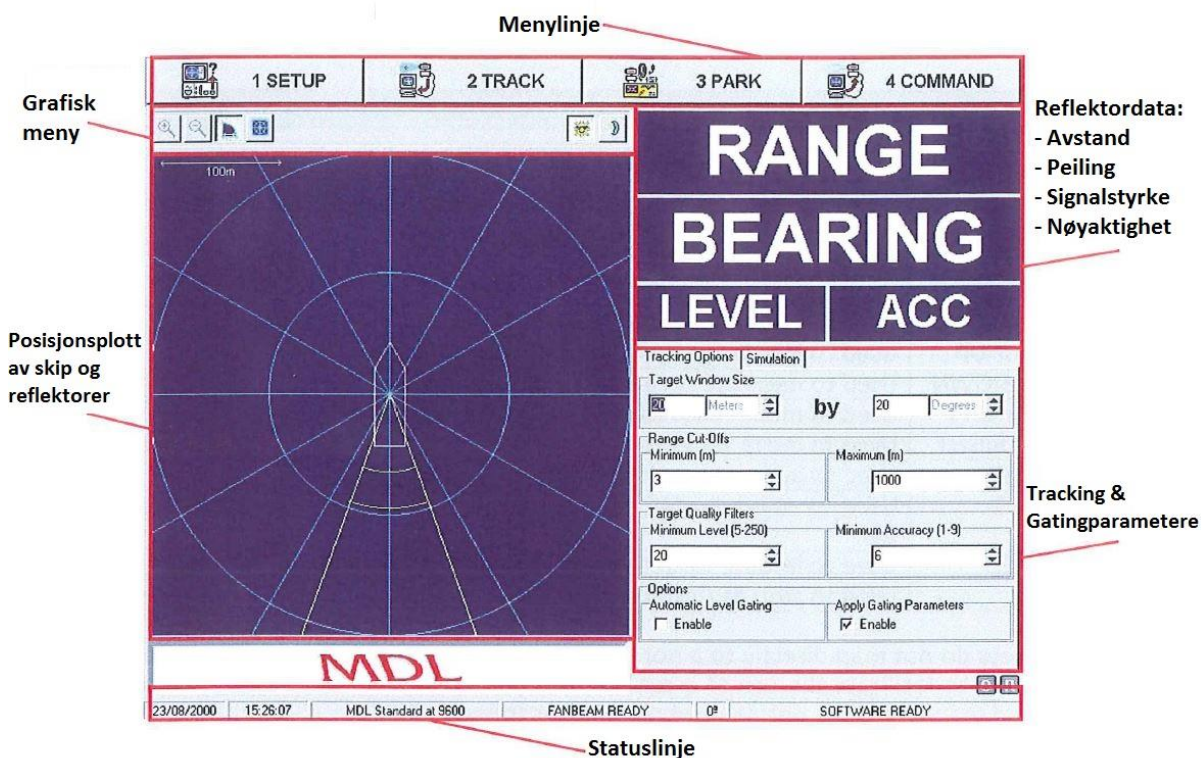
KORTDISTANSE- SYSTEMER



**MARITIME
OPERATIONS**

Aalesund University College

Fanbeam MK-IV Labøvinger



Oppgavene vil bestå av en blanding av praktiske øvinger for å gjøre seg kjent med de mest relevante funksjonene for en DPO, samt noen teoretiske spørsmål om systemet. Svarene på teoris spørsmålene vil du finne i oppgaveteksten i dette heftet, i kursheftet, eller i brukermanualen til Fanbeam.

På bildet over ser du en oversikt over hovedvinduet og vil se polarplottet på venstre side, Range/Bearing/Level (Signalstyrke)/Accuracy (Nøyaktighet) øverst til høyre, samt «Tracking Options» og «Simulation» nederst til høyre.

I øvre del av skjermen har du alle menyvalgene: «1. Setup», «2. Track», «3. Park», «4. Command»

Oppgave 1 (Oppstart og innstillinger)

Merk deg at funksjonen «Simulation» kun er tilgjengelig på dette kurset og vil ikke være tilgjengelig på programvaren om bord.

Funksjonen «Tracking Options» vil finnes på programvaren om bord og benyttes til å justere parametre for filtrering av targets.

1. Gå til «Simulation» og trykk «Target Simulation ON»
2. Observer og bekreft følgende:
 - «Range» = 100, «Variation» = 10
 - Dette forteller at simulerte targets vil ha en avstand på 100m +/- 10m
 - «Bearing» = 270°, «Variation» = 10
 - Dette forteller at simulerte targets vil ha en peiling på 270° +/- 10°
3. Gå til «Tracking Options» hvor du har følgende valg:
 - «Target Window Size» - Setter størrelsen og vinkelen på boksen som blir tegnet rundt det målet du følger, denne boksen settes for å unngå at systemet låser seg til andre targets eller refleksjoner som ligger veldig nært ditt valgte target. Størrelsen kan endres når som helst under operasjonen.

NB! Bør ikke settes for liten da det kan resultere i tap av target på grunn av forflytning.

 - «Range Cut-Offs» - Setter en minimum og en maksimum avstand target må være innenfor for å godtas av systemet. Ethvert target som havner utenfor denne grensen vil bli forkastet.
 - «Target Quality Filters» - Her kan du sette minimumsverdier for «Level» (signalstyrke) og «Accuracy» (Nøyaktighet).
 - «Level» ønsker man skal være høyest mulig. I teorien kan det gå opp til 250, men vil i praksis aldri gå over 100.
 - «Options»
 - «Automatic Level Gating» - Om dette valget er krysset av, vil systemet automatisk sette minimum level til å alltid ligge under levelnivået til det målet som følges. Det er anbefalt å alltid bruke denne funksjonen for å unngå å miste låsing til det målet som er i bruk til enhver tid.
 - «Apply Gating Parameters» - Om dette valget er krysset av, vil valgene som er gjort i feltene over bli aktivert.
4. Trykk på «1. Setup»

5. Gå til «Alarms» og aktiver følgende funksjoner:

- «Minimum Range Alarm» - Settes til ønsket minimumavstand
- «Maximum Range Alarm» - Settes til ønsket maksimumsavstand
- «Bearing Alarms» - Sett «Minimum Bearing» = 240° og «Maximum Bearing» = 300°
- Trykk «OK»
- Nå vil du se i polarplottet at det dukket opp en gul sektor. Denne sektoren tilsvarer valgene som ble gjort over.
- Den fungerer slik at om et valgt target havner utenfor denne grensen vil sektoren, samt posisjonsdata blinke rødt og det vil gå en alarm.
- Juster størrelsen på denne sektoren etter eget ønske.
- **Gå tilbake til «Alarms» og deaktiver alarmgrensene som ble satt tidligere!**

Oppgave 2 (Target tracking)

Denne oppgaven fokuserer på å bli kjent med grensesnittet for «Target Tracking», hvordan velge targets, samt bruk av «Tilt» og «Target Window Size».

1. Trykk på «2. Track»

- Du kommer nå til «target track» -vinduet og Fanbeam-sensoren vil begynne å rotere 360° og vil samtidig skanne etter targets for hver runde den tar.
- Synlige targets vil dukke opp som nummererte firkanter i polarplottet, samt vises i en liste øverst i høyre del av skjermen.

2. Velg et target ved hjelp av 2 mulige metoder:

- Trykk på korresponderende nummertast som er synlige øverst på skjermen. (Disse tastene vil være tilsvarende for de fysiske tastene på kontrollenheten om bord.)
- Trykk på ønsket target ved å trykke på det direkte i polarplottet.
- Du vil nå se at det i displayet til høyre vil stå «FINDING TARGET»

3. Du kan nå observere at valgt target får en boks (target window) tegnet rundt seg, samt at gjeldende posisjonsdata vil vises i displayet til høyre.
4. Du vil videre legge merke til at boksen rundt target vil bevege seg rundt på polarplottet, samt skifte hyppig mellom hvit og rosa farge. Du vil også legge merke til at bakgrunnsfargen for posisjonsdata også skifter mellom blå og rosa. Dette skjer på grunn av at alle targets i denne simulatoren ligger veldig nært hverandre, samtidig som de beveger seg i nærheten av «target window». Denne funksjonen er der for å gi indikasjon på når det er andre forstyrrende targets eller refleksjoner nært ditt valgte target. Normalt sett vil posisjonsdata vises med konstant blå bakgrunnsfarge, samt at boksen rundt target vil være hvitfarget.
5. Gå til «Tracking Options» under posisjonsdata og juster «Target Window Size». Observer resultatet i polarplottet.
6. Sett «Target Window Size» tilbake til 15m x 15°
7. Trykk «Acquire» helt øverst til høyre i displayet – Du vil nå tas tilbake til target list og Fanbeam vil igjen begynne å skanne etter targets.
8. Velg ny verdi for «Tilt», maks 15° opp og trykk «Tilt»
 - Skanneren vil nå fysisk endre vinkel til å «se» 15° høyere opp.
 - Denne funksjonen bruker vi vanligvis når fartøyet ligger veldig nært plattform og reflektorene/targets ligger en del høyere enn fartøyet/fanbeam.
9. Sett tiltverdien tilbake til 0° og trykk «Tilt»
10. Trykk på «Back»
11. Trykk på «3. Park» - skannerenheten parkeres nå i 180° (utgangsposisjon)
12. Gå til «Simulation» og trykk «Target Simulation OFF»

Oppgave 3 (Teori)

1. Beskriv kort hvordan avstandsmålingen gjøres i Fanbeam.

2. Hvilken operasjonell rekkevidde kan man forvente av systemet?

3. Hvilke forhold kan bidra til redusert rekkevidde?

4. Hvilken funksjon har «Range Cut-Offs»?

5. Hvilken type reflektor gir best nøyaktighet?

6. Hvor mange targets kan Fanbeam følge samtidig?

7. Hvordan kan man utføre jevnlig vedlikehold av Fanbeam som DP-operatør?

Guidance CyScan Labøvinger

Posisjonsdata

Navigasjonsdel
Denne delen presenterer navigasjonsdata på en ren og enkel måte, så lenge navigasjonsmodus er aktivert. (I dette eksempelet er det aktivert multi-target mode)

Sensorvindu
Et stort sirkulært område som viser forholdet mellom CyScan-fartøyet og alle synlige targets.

Menylinje
En samling av ni knapper som gir kontroll over en rekke funksjoner.

Statuslinje
Viser tilbakemeldinger på viktige hendelser som oppstår i systemet og viser tid og dato for når hendelsen først ble rapportert.

Vindu for egenskaper
Viser detaljert informasjon på en rekke forskjellige egenskaper og er gruppert i faner.

Id	A Pos	B Pos	Orientation	Width
1	0.000	0.000	90.0	0.250
2	92.050	0.000	90.0	0.250
3	55.000	1.340	90.0	0.350

Oppgavene vil bestå av en blanding av praktiske øvinger for å gjøre seg kjent med de mest relevante funksjonene for en DPO, samt noen teoretiske spørsmål om systemet. Svarene på teorispørsmålene vil du finne i oppgaveteksten i dette heftet, i kursheftet, eller i brukermanualen til CyScan.

Oppgavene skal løses sammen to og to.

I denne øvingen for CyScan, vil du benytte 3 typer reflektorer: Prismecluster, Reflektorrør og flatt refleks.

På bildet over ser du en oversikt over de forskjellige delene av hovedvinduet og en kort beskrivelse av hva de inneholder. For en mer detaljert beskrivelse av menyene og menyvalgene, vennligst benytt deg av brukermanualen som finnes ved simulatorstasjonen. Denne vil være til stor hjelp underveis når du jobber med laboppgavene.

Oppgave 1 (Oppstart og innstillinger)

Denne oppgaven viser hvordan man starter systemet, setter skyggesektor, samt gir en generell oversikt over hovedelementene i brukergrensesnittet.

1. Åpne snarveien «CyScan User Console 3.16» på skrivebordet.
 - Brukergrensesnittet vil nå starte opp, samtidig som laserenheten vil begynne å rotere for å søke etter targets.

Du skal nå sette laserenhetens skyggesektor:

2. Trykk på knappen for «Sensor Operations» -  og velg deretter «Set Blanking Zone» -> «Use Presets».
 - Du vil nå få opp 9 valg som hver representerer en sektor ut fra enheten som laseren vil benytte for å søke etter targets.
 - Targets som befinner seg utenfor det blå området, vil forkastes/avvises av systemet.
 - Velg følgende sektor:  - trykk «Apply» og deretter «Close».

3. Du vil nå se den valgte sektoren i hovedvinduet. Svar på følgende:
 - Hvor mange synlige targets ser du innenfor den blå søkesektoren? _____
4. Se på oversikten over synlige targets («Reflections»), ta utgangspunkt i nærmeste target og svar på følgende:
 - Avstand: _____, Peiling: _____, Brightness: _____
5. Rundt sektorvinduet vil du se en grå pil, hva indikerer denne, og hva betyr det at den er farget grå i øyeblikket?

-
6. Hvilken tiltvinkel er indikert i displayet? _____

Oppgave 2 (Target lock, tilt og begrensninger)

Denne oppgaven fokuserer på å velge targets, endring av innstillinger for følging av targets, begrensninger, samt hvordan man bruker tilt og hvorfor.

1. Du skal nå velge et target som systemet skal låse seg til. Gjør følgende:
 - Velg nærmeste target ved å klikke på det i sektorvinduet, en rød boks rundt target markerer at det er valgt.
 - Siden dette er et prismekluster trykker du «Start Navigation» (play-knappen) og velger «Single Prism or Prism Cluster».
 - Systemet er nå låst til valgt target og du kan etter en kort stund lese av posisjonsdata i øverste del av displayet på høyre side.
 - Legg merke til at på «Heading» står det nå N/A. Hvorfor får du ikke headingdata?

2. Trykk «Stop Navigation» (stopp-knappen) og bekreft med «Yes».
3. Velg nå bakerste target -> trykk «Start Navigation» -> velg «Single Cylinder or Flat Target».
4. Vent til posisjonsdata er blitt stabil (grønn) og svar på følgende:
 - Avstand: _____, Peiling: _____, Brightness: _____

Til høyre for targetoversikten har du 2 filtreringsmuligheter: Minimum Range og Minimum Brightness. Om et target havner utenfor de valgte grensene, vil det bli avvist/forkastet av systemet.

5. Sett verdien på «Reject by Minimum Brightness» til en verdi som er over nåværende brightness på ditt valgte target. Trykk «Apply» og vent en stund.
 - Hva skjer?

- Hva kan være risikoen ved å sette grensen for brightness for høy?
-


6. Trykk «Stop Navigation» og velg target på nytt (husk å velge riktig type target!)
7. Vent til posisjonsdata er stabil og deretter vrir du simulatorstasjonen slik at valgt target havner utenfor den blå sektoren og inn i blindsektor.

- Hva skjer?
-

8. Trykk «Stop Navigation».
9. 1 person tar det lille flate reflekset og holder det opp på en rimelig avstand fra laserenheten (minimum 10m).
10. Vent til det nye reflekset dukker opp i sensorvinduet -> Trykk «Start Navigation» -> Velg «Single Cylinder or Flat Target».
11. Vent til posisjonsdata er stabil og gjør deretter følgende
 - Vri det flate reflekset sakte bort fra retningen mot sensoren.
 - Overvåk signalet.
 - Omtrent hvilken vridning tåles før sensoren mister signalet? _____
 - Bytt på å gjøre dette forsøket.


12. Trykk «Stop Navigation» og legg bort det flate reflekset.

13. Velg sylindereflektoren igjen og trykk «Start Navigation».

14. Du skal nå øve på å bruke tiltfunksjonen. Trykk på  - «Sensor Operations» -> «Select Tilt Mode» -> «Manual Tilt»

15. Trykk på  og velg «Set Manual Tilt». Gjør deretter følgende:

- Flytt markøren i retning valgt target. Du vil se at pilen rundt sektorvinduet beveger seg rundt i den retningen du velger.
- Klikk 1 gang når pilen er omtrent i retning valgt target.
- Flytt markøren mot target eller fra target og legg merke til at streken blir grønn når du beveger mot target, og rød om du beveger fra target. Grønn betyr at du tilter sensoren til å skanne oppover, og rød for å skanne nedover.
- På siden av sensorvinduet vil du se at tiltvinkelen endrer seg etter hvert som du beveger markøren frem og tilbake.

- Velg +10° (grønn) og klikk 1 gang.
 - Bekreft valget ved å trykke på  - «Apply Sensor Changes».
 - Du vil nå se at laserenheten fysisk tilter bakover (skanner oppover).
 - Hva skjer med target?
-

- Gjenta prosedyren over og sett tiltvinkel tilbake til 0°
 - Når er det vanlig å benytte tiltfunksjonen?
-

16. Sørg for at sylinderreflektoren er valgt og posisjonsdata stabil. Gjenta prosedyre for valg av target om nødvendig.

17. 1 person tar på seg refleksvesten som ligger ved stasjonen

18. Gå så fremover fra stasjonen og mot sylinderreflektor med vesten på og stopp deretter opp slik at sylinder blokkeres.

- Hva skjer og hva ble observert underveis?
-
-

- Bytt på å gjøre dette forsøket.

19. Skru av systemet ved å trykke «CyScan» nederst til venstre og deretter velger du «Suspend & Exit».

Oppgave 3 (Teori)

1. Beskriv kort hvordan avstandsmålingen gjøres i CyScan.

2. Hva betyr de forskjellige lysdiodene på selve laserenheten?

3. Hva er oppgitt rekkevidde på CyScan?

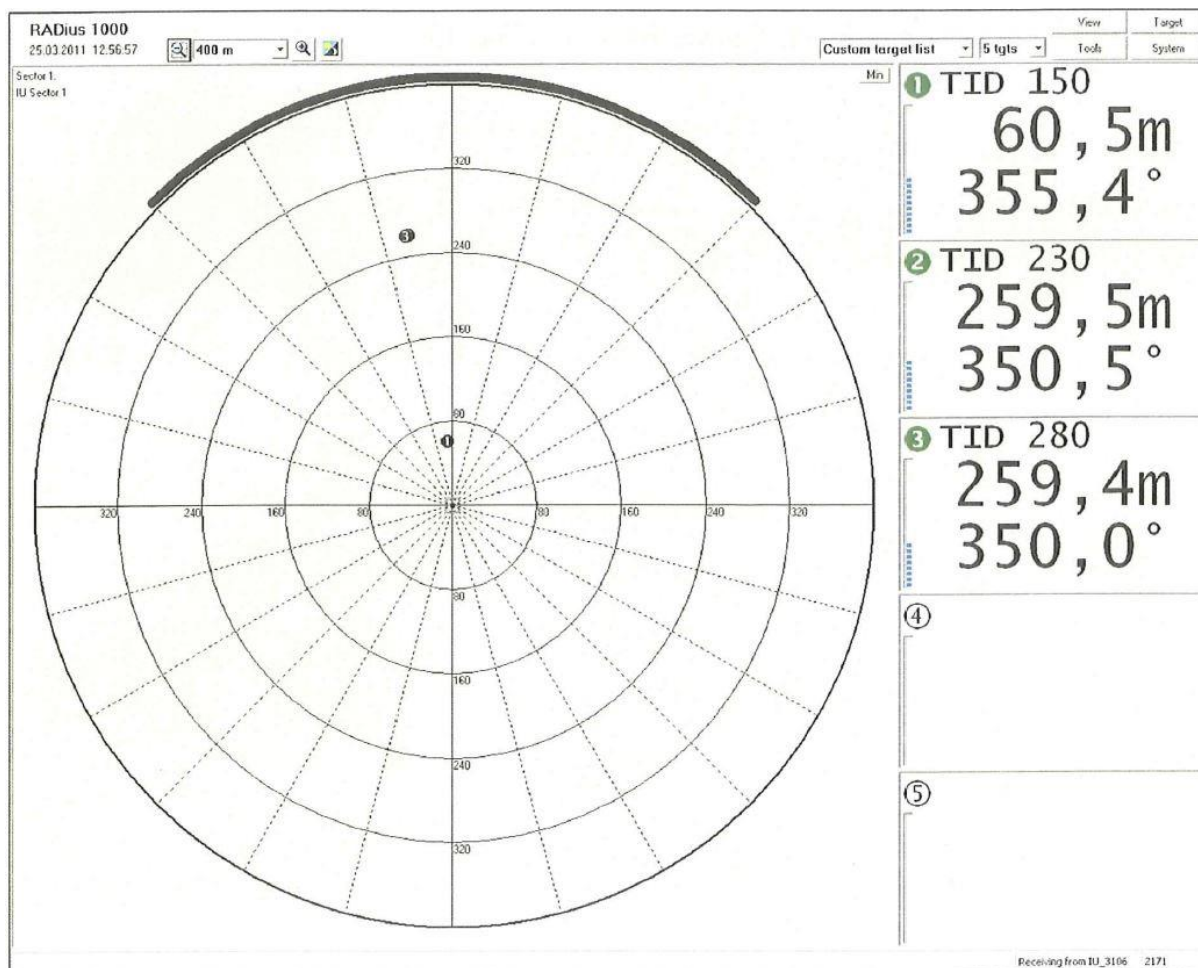
4. Hvilken vertikal strålebredde har CyScan?

5. Hva kan være mulige årsaker om du opplever dårlig refleksjonssignal?

6. Hvor mange targets kan CyScan følge samtidig?

7. Hvordan kan man utføre jevnlig vedlikehold av CyScan som DP-operatør?

Kongsberg RADius Labøvinger



Oppgavene vil bestå av en blanding av praktiske øvinger for å gjøre seg kjent med de mest relevante funksjonene for en DPO, samt noen teoretiske spørsmål om systemet. Svarene på teorispørsmålene vil du finne i oppgaveteksten i dette heftet, i kursheftet, eller i brukermanualen til RADius.

Oppgavene skal løses sammen to og to.

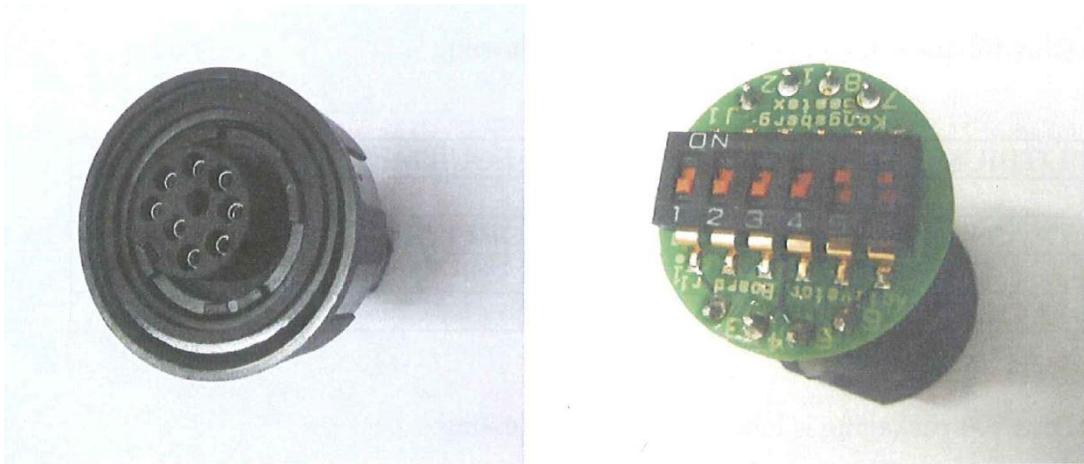
På bildet over ser du et oversiktsbilde av brukergrensesnittet til RADius. Du vil gjennom de kommende oppgavene bli bedre kjent med de forskjellige delene av grensesnittet og relevante undermenyer.

Oppgave 1 (Kodeplugg og transponder)

Denne oppgaven vil ta for seg plassering av transponder og en beskrivelse av kodeplugg og hvordan den fungerer.

Kodepluggen er montert på baksiden av transponder og det er denne enheten som bestemmer hvilken Target ID transponderen sender til interrogator. Siden den er montert på transponder, vil du som DPO normalt ikke forholde deg til denne i det daglige, men det er viktig å ha kjennskap til hvordan den fungerer for å forstå hvordan systemet henger sammen og hvorfor du på fartøyet vil ha forskjellige Target ID å forholde deg til.

Kodepluggen ser slik ut etter den er skrudd løs fra transponder (venstre bilde) og når den er åpnet og tatt ut (høyre bilde):



Etter at du har skrudd løs kodepluggen fra transponder gjør du følgende:

1. Skru løs selve «pluggen» fra enheten. Dette gjør du ved å skru i den indre ringen rundt pluggen. (Du kan benytte plastthetten som er fastmontert på transponder til å skru med)
2. Når ringen er løs kan du ta ut «pluggen» og du vil se at den i andre enden ser ut som på bildet til høyre over.
3. Her har du 6 brytere som hver kan settes enten ON eller OFF. Alt etter sammensetningen av brytere ON/OFF, vil pluggen få en unik ID.

4. Bruk følgende tabell og noter deg «TID». 1 Betyr at bryteren skal være ON, 0 betyr at bryteren skal være OFF. (Tabellen finnes også i «Installation Manual»):

TID	Switch setting					
	1	2	3	4	5	6
150	0	0	0	0	0	0
152	0	0	0	0	0	1
154	0	0	0	0	1	0
156	0	0	0	0	1	1
158	0	0	0	1	0	0
160	0	0	0	1	0	1
162	0	0	0	1	1	0
164	0	0	0	1	1	1
166	0	0	1	0	0	0
168	0	0	1	0	0	1
170	0	0	1	0	1	0
172	0	0	1	0	1	1
174	0	0	1	1	0	0
176	0	0	1	1	0	1
178	0	0	1	1	1	0

TID	Switch setting					
	1	2	3	4	5	6
180	0	0	1	1	1	1
182	0	1	0	0	0	0
184	0	1	0	0	0	1
186	0	1	0	0	1	0
188	0	1	0	0	1	1
190	0	1	0	1	0	0
192	0	1	0	1	0	1
194	0	1	0	1	1	0
196	0	1	0	1	1	1
198	0	1	1	0	0	0
200	0	1	1	0	0	1
202	0	1	1	0	1	0
204	0	1	1	0	1	1
206	0	1	1	1	0	0
208	0	1	1	1	0	1

5. Transponder kode: _____ = Transponder ID: _____
6. Så snart du har notert «TID», kan du montere pluggen igjen og skru den fast i transponder.
7. Sjekk at transponder er plassert i passelig avstand fra interrogator (minst 10-15m) og at den har fri sikt til stasjonen.

Oppgave 2 (Target Setup)

Denne oppgaven vil ta for seg hvordan man setter opp kommunikasjon på 1 target, forklare relevante menyer, samt demonstrere systemets begrensninger.

1. Øverst på skjermen ser du forskjellige valg:
- «Zoom»: Her kan du zoome polarplottet inn og ut alt etter hvor stor avstand det er til transpondere.
 - «Dag/Nattmodus»: Bytt mellom dag- og nattmodus
 - «Site Selection»: Her kan du velge blant egendefinerte «sites» som er satt opp på forhånd. Dette er veldig nyttig å gjøre for eksempel for oljeplattformer fartøyet opererer ved ofte.
 - «Antall targets i oversikten»: Her velger du hvor mange targets som skal være synlige i oversikten på høyre side av skjermen (fra 2-5).
 - «Menyvalg»: Her finner du de forskjellige undermenyene i systemet.

2. Du er nå klar til å sette opp target. Gjør følgende:

- Gå til «Target» og velg «Target Setup»
- Her vil du få følgende valg:
 - «Sector»: Bestemmer hvilken sektor det skal søkes i. Dette brukes om fartøyet har installert flere interrogatorer. I vårt tilfelle har vi bare 1 i bruk. **Sett derfor dette valget til «1».**
 - «Target»: Velger hvilket nummer i targetlisten som skal benyttes (1-5). **Sett denne til «1».**
 - «Transponder ID»: Her skriver du inn Transponder ID som du ønsker å benytte. **Skriv inn «TID» som du fant i Oppgave 1.**
 - «Range Limits»: Her velger du minimum og maksimum avstand som systemet skal godta targets. Alt utenfor denne grensen vil bli forkastet.
 - «Forward target data to DP system»: Ikke relevant i denne øvingen.
 - «Group Transponders»: Brukes for å gruppere flere targets sammen til 1, ikke relevant i denne øvingen, siden vi bare benytter 1 target.
- Trykk «OK»

Du har nå satt opp kommunikasjon med transponder og du vil se transponderen i polarplottet samt at du vil se posisjonsdata, ID, signalstyrke i listen til høyre i vinduet.

3. Hva er målt avstand og peiling til transponder?

4. Hvordan vises signalstyrken?

5. Hvordan vises eventuell alarm for dårlig signal?

6. Vri interrogator sakte bort fra transponder. Hvor stor er dekningsvinkelen? _____

7. 1 person går og stiller seg midt mellom interrogator og transponder

- Hvilke observasjoner gjorde du?

Oppgave 3 (Site Setup)

Denne oppgaven vil kort forklare hvordan man setter opp en forhåndsprogrammert «Site», som brukes for ofte besøkte lokasjoner. Siden vi bare bruker 1 target i denne øvingen, vil vi ikke få muligheten til å prøve dette i praksis.

1. Gå til «System» -> «Site Setup»
2. «Site»: Her vil du se en nedtrekksmeny som inneholder allerede programmerte «Sites», slik at man senere kan gå inn og gjøre nødvendige endringer om det skulle bli behov for det. For å opprette en ny «Site» så velger man «Add» og setter et ønsket navn som er lett å kjenne igjen, for eksempel «Snorre B East».
3. «Sector»: Her velger man hvilke(n) sektor(er) som man ønsker å ta i bruk. Om det benyttes flere enn 1 interrogator, så legger man til flere ved å trykke «Add». Her kan man også sette navn på de forskjellige sektorene for å kjenne de igjen. For eksempel «Styrbord», «Babord», etc.
4. «Target»: Her vil du få mye av de samme valgene som i «Target Setup», men med tilleggsfunksjonen at man kan sette navn på et spesifikt target. Du legger til flere targets ved å trykke «Add». Det finnes også to tilleggsvalg kalt «DP» og «Group». Se i brukermanualen for en utdypning av disse.
5. Når man har satt opp alle targets man ønsker å legge til, velger man «Save» og denne gruppen av targets kan nå enkelt tas i bruk ved en senere anledning.

Oppgave 4 (Teori)

1. Beskriv kort hvordan avstandsmålingen fungerer for RADius.

2. Hvilke frekvensområder benytter RADius?

3. Hva er forventet rekkevidde på RADius?

4. Hvilken strømkilde benyttes i RADius 700 transponderen?

5. Hvor stor er utsendt effekt fra RADius 1000 interrogator?

6. Hvilke forhold kan redusere ytelsen på RADius?

7. Hvordan kan man utføre jevnlig vedlikehold av RADius interrogator som DP-operatør?

LABØVINGER



HYDROAKUSTIKK



MARITIME
OPERATIONS

Aalesund University College

Oppgave 3

Sett ut en SSBL transponder ved hjelp av SSBL wizard.

Gå til Positioning → New SSBL positioning wizard

- I vinduet du nå får opp fyller du inn serienummer. (Vil stå på transponder)
- Velg kanal, bruk kanal B21 i dette tilfellet.
- Velg transpondertype 400MPT, med release funksjon og dybdesensor. Trykk neste.
- Velg HiPAP som transducer, trykk neste.
- Sett maksimal avstand til 2000m
- Velg interrogation intervall
- Velg DP modus (fixed). Trykk fullfør
- Du får nå en forespørsel om du vil aktivere sensoren ved hjelp av telemetri, trykk ja.
- Transponderen bli nå konfigurert med telemetri og blir klar til bruk for posisjonering.

Oppgave 4

En ROV skal ut, bruk SSBL wizard til å sette opp en 400MST transponder i mobile modus. Bruk kanal B61.

Ingen ekstra sensorer.

Oppgave 5

Du bruker nå kanal B21 og B61, hvorfor er dette et dårlig valg av kanaler?

Høyreklikk på transponderen B21

→ Transponder

Gå til fanen Transponder functions

Switch channel, velg en ny kanal, bruk kanal B27

Trykk sett med telemetri.

Oppgave 6

Deaktiver transponder B27 ved å trykke på den i verktøylinja. Du har nå ingen transpondere som kan brukes til posisjonering, du ber ROV operatøren om å sette ROVen på bunn.

Gjør om transponderen på ROV sin operasjonsmodus fra mobile til fixed.

Høyreklikk på B61 i verktøylinjen

Properties → Huk av Fixed, under operation → Apply → OK

ROVen sin transponder blir nå brukt til posisjonering.

Oppgave 7

Aktiver B27 og gjør B61 mobile igjen.

Zoom inn på B61 og skru på History Track

- Høyreklikk på B61
- Huk av History Track
- Høyreklikk igjen og velg History Track settings
 - Sett maks tid til 1 min
 - Huk av for Draw lines between
 - Trykk OK

Trykk på system i verktøylinja → Sound Velocity → Skru av lydshastighetsprofilen → OK

Observer og forklar hva som skjer med transponder B61

Når du er ferdig skurr du på igjen lydshastighetsprofilen og zoomer ut igjen.

Oppgave 8

Høyreklikk i vinduet med numerisk data for transponderne, huk av «show sensor values».

Hva slags tilleggsinformasjon får du nå?

Oppgave 9

Høyreklikk på transponderen B27 i verktøylinjen

→ Transponder

Her kan du konfigurere transponderen, blant annet stille inn kildenivå og TAD

Trykk på Read under Battery.

Les av antall ping transponderen har sendt.

Gå til fanen Transponder functions

Her kan du bytte kanalen til transponder, aktivere og deaktivere transponderen og aktivere fjernutløsningsmekanismen.

Fjernutløsning

Trykk Releaseknappen → OK

Du vil da få opp en melding om at Transponder release er confirmed.

Oppgave 10

Gå inn på Configure → Transceiver → Velg HiPAP → Setup under fanen Data Aquisition

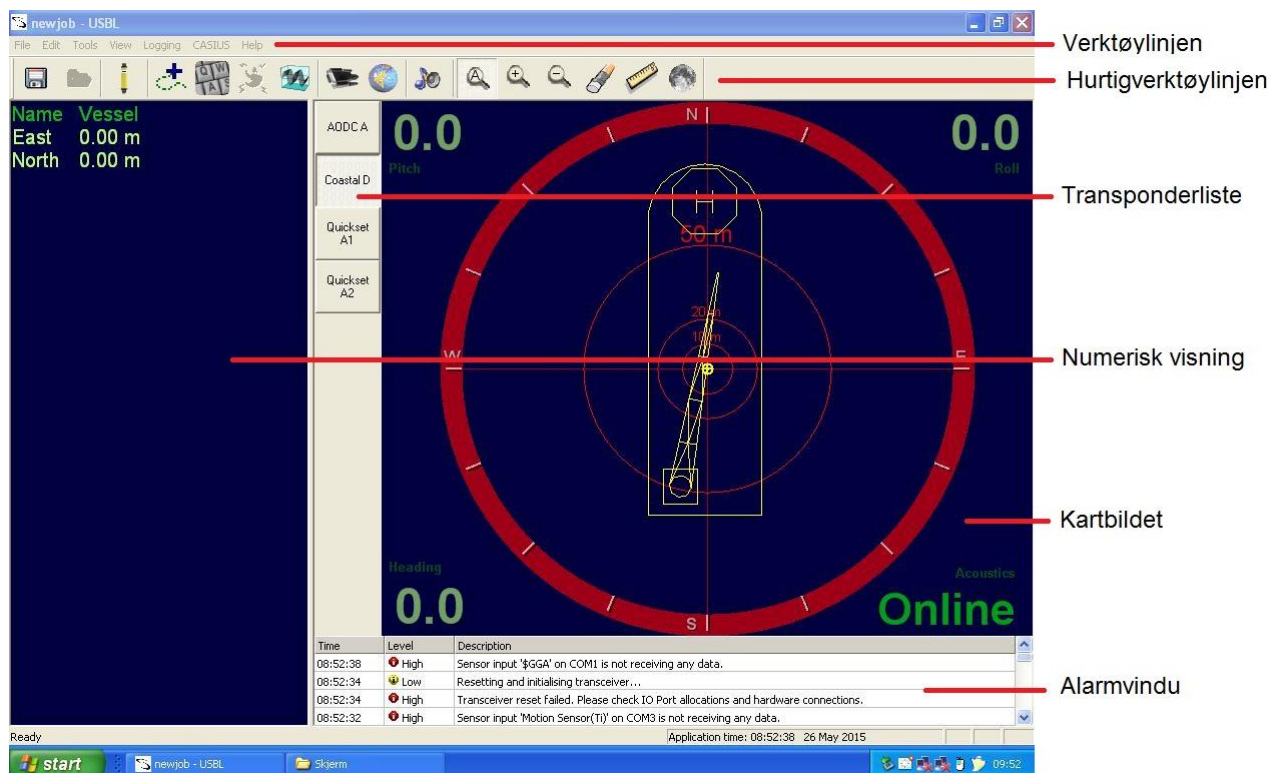
Her kan søkesektoren som du ønsker å bruke stilles inn.

Oppgave 11

Gjør deg kjent med APOS GUI, trykk deg rundt i systemet og prøv forskjellige funksjoner, for eksempel å sette opp et LBL array med LBL wizard. (Da må du først sette ut minst tre 400MPT transpondere.)

Ved spørsmål, bruk Help funksjonen, her er det mye god informasjon.

Sonardyne



Øvelsen vil foregå på an Sonardyne Scout USBL, dette er et bærbart HPR system ment for «over side» dykke- og ROV jobber.

Brukergrensesnittet vil være ganske likt det du vil finne på en Ranger eller Ranger 2. Vi skal derfor se på denne enheten for å gjøre oss litt kjent med brukergrensesnittet.

Name	Vessel
East	0.00 m
North	0.00 m
Name	Quickset A1 (Good 2s)
East	100.00 m
North	100.00 m
Depth	500.00 m
Name	Quickset A2 (Good 2s)
East	100.00 m
North	-100.00 m
Depth	500.00 m

Grønt - Indikerer at du jevnlig mottar signal og at kvaliteten er god

Grått - Du mottar signal, men med en forsinkelse utenfor alarmgrensen

Rødt - Mistet signalet fra transponder.

Oransje - Systemet har målt avstand til målet, men kvaliteten er for dårlig til å brukes
"BAD SIGNAL"

Oppgave 1

Start en ny fil å jobbe i:

Gå til File → New

Kall filen testkurs → trykk ja når du får spørsmål om du vil overskrive denne filen.

(I en situasjon der du skulle brukt Scout, måtte du har gått inn på Edit → IO og konfigurert enheten med de instrumentene du ønsker å koble til, i denne labøvingen ser vi bort fra det da vi skal bruke simulator-settingen til enheten. Hvordan dette gjøres er nøye forklart i enhetens brukermanual.)

Oppgave 2

I fanen Edit på verktøylinjen klikk på Chart Properties. I vinduet du nå får opp kan du bytte mellom kartesisk og polart kartbilde. Velg det du liker best. I fanen colours kan du velge hva slags farger du ønsker i bildet, ikke gjør noe med disse innstillingene nå.

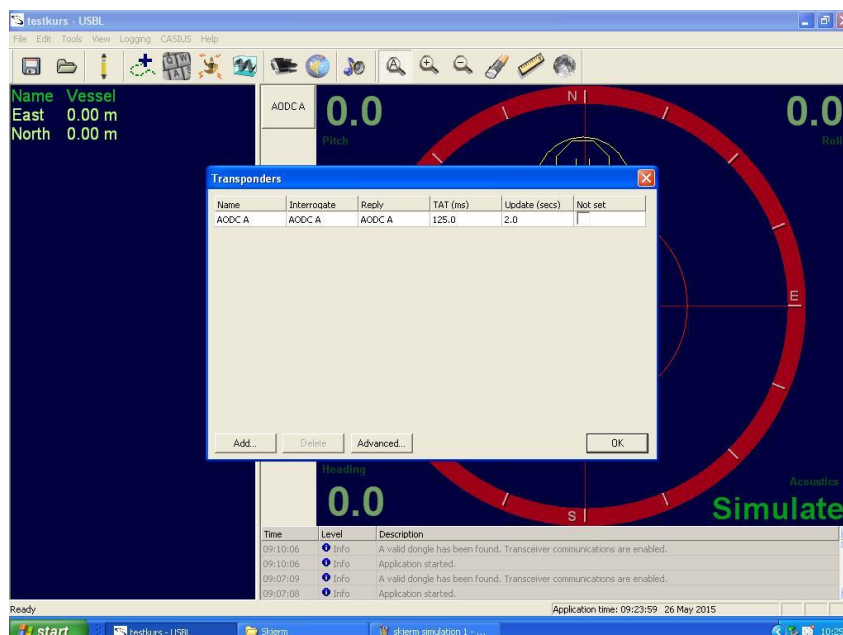
Oppgave 3

Gå til Tools → Trykk på Simulate.

Enheden går nå i simulatormodus.

Trykk på bildet av en transponder i hurtigverktøylinjen

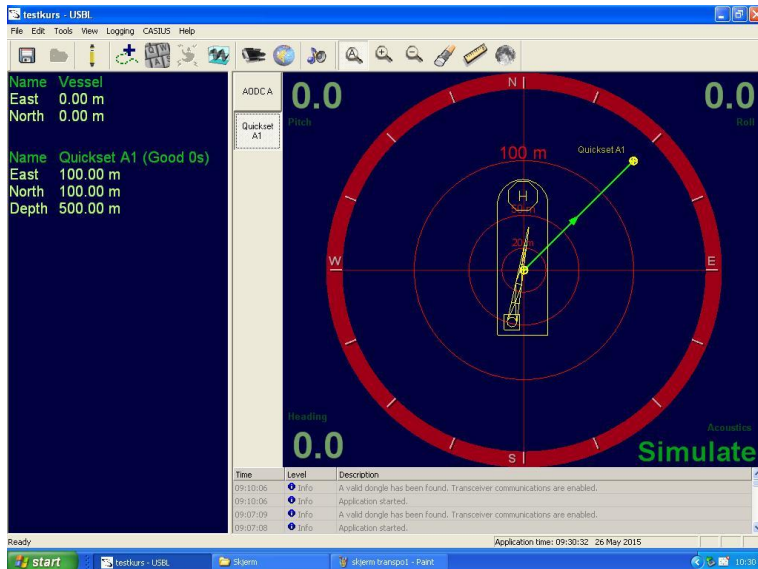
Du får nå opp en dialogboks som heter Transponders:



Trykk på Add → Velg Wideband Sub Mini → Velg Quickset Channel A1 → Trykk OK
Klikk OK i transpondervindu.

Aktiver denne transponderen ved å klikke på Quickset A1 i verktøylinjen for innstilte transpondere.

Du vil nå se den i kartbildet, og i det numeriske bildet som forteller deg relativ avstand, oppdateringsrate og dybde:

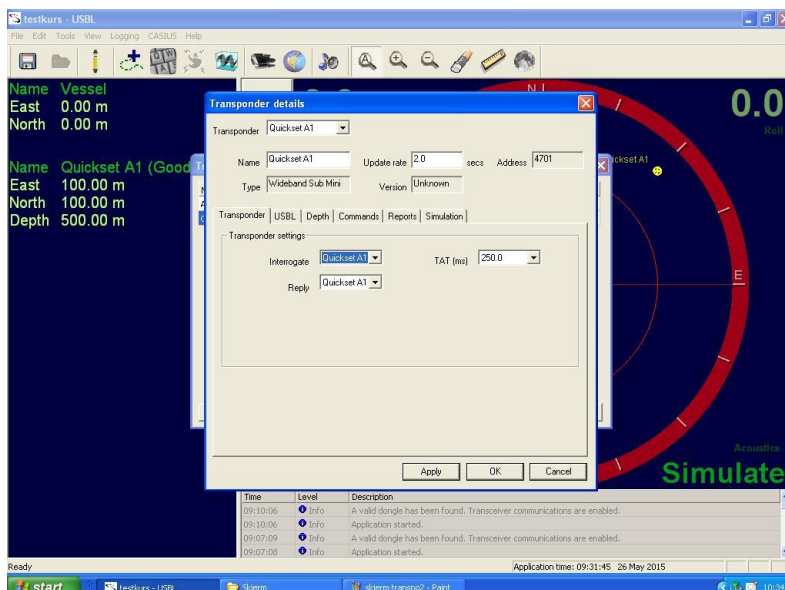


Oppgave 4

Åpne transpondervinduet igjen

Marker Quickset A1 transponderen og trykk Advanced

Her kan Transponderen konfigureres etter utsetting, for eksempel TAT (turn around time), kanalnummer, navn og kildenivå.



Gå inn i Commands-fanen, her ligger release-funksjonen til transpondere satt ut med fjernutløsning og flytekrage.

Oppgave 5

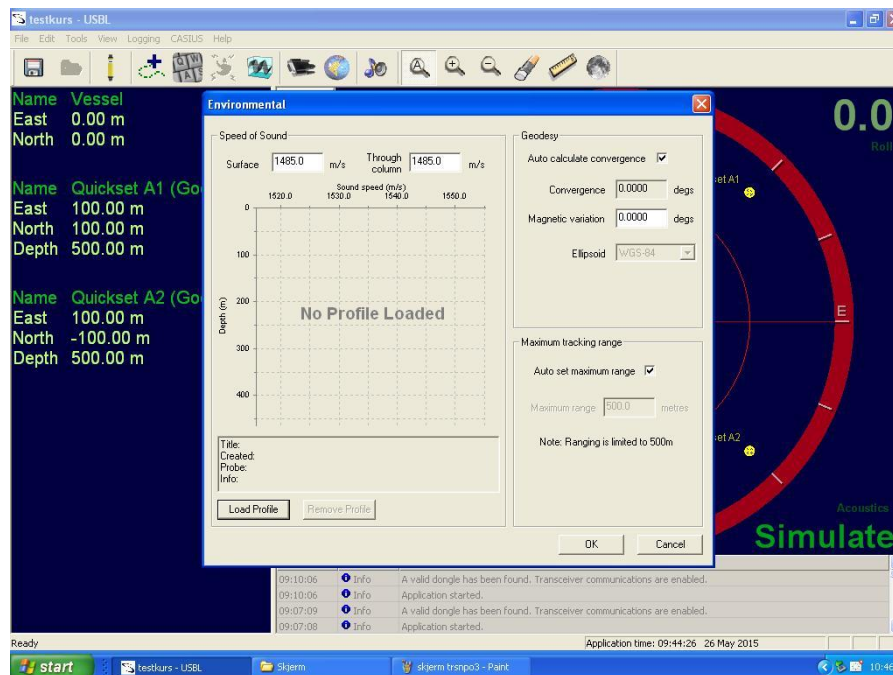
Sett ut en ekstra Wideband Sub Mini transponder.

Husk å velge en annen kanal enn A1

Oppgave 6

Trykk på Jordkloden (Environmental)-knappen i hurtigverktøylinjen.

Du får nå opp dette bildet:



Her kan du laste opp en lydshastighetsprofil

Trykk Load Profile → Velg Demo1 → Trykk Open

Lydshastighetsprofilen lastes nå automatisk inn.

Se i det numeriske bildet og noter deg avstandene og dybden til transponderne

Trykk på Remove Profile

Hva skjer med avstandene til transponderne og hvorfor?

Lukk Environmental vinduet når du er ferdig.

Oppgave 7

Trykk deg rundt i systemet og prøv forskjellige innstillinger, under fanen Help → Manual i verktøylinjen finnes manualen hvis du lurere på noe.

Vedlegg 1 Spørreundersøkelse DPO

(Anonymisert etter ønske fra de spurte)

	Føler du behov for å øke din forståelse av posisjonsreferanse-systemer?	Hva slags type kurs kunne du tenkt deg, praktisk eller teoretisk rettet?	Hvilke(t) system(er) finner du mest utfordrende i bruk - HPR, DGNSS eller Kortdistanse-systemer?
DPO1	Ja	Ønsker mer teoretisk kunnskap	Kortdistansesystemer
DPO2	Ja	Støtter praktisk kurs, men ønsker mer teoretisk kunnskap	DGNSS, spesielt demodulatorer
DPO3	Ja	Ønsker kurs med god blanding av teori og praktisk øving	Ikke relevant svar
DPO4	Nei	Støtter et mer praktisk rettet kurs	Delvis urelevant svar, men ønsker fokus på kortdistanse-systemer
DPO5	Nei, men ser behovet for kurset	Ønsker praktisk fartøyspesifikt kurs	CyScan og SpotTrack
DPO6	Ja	Ønsker mer av praktiske øvelser	Ikke relevant svar
DPO7	Ja	Ønsker praktisk kurs	HPR
DPO8	Ja, men mest ved bytte av fartøy	Ønsker praktisk tilnærming til teori	HPR/HiPAP
DPO9	Ja	Praktisk	Kortdistansesystemer
DPO10	Ja	God blanding av teori og praksis	Kortdistansesystemer pga. nye innstillinger ved hver rigg.

Vedlegg 2 Spørreundersøkelse rederier

Anonymisert etter ønske fra de spurte

	Opplever dere økende krav fra oppdragsgivere om kompetanse innenfor posisjonsreferansesystemer?	Ønskes et altomfattende kurs eller et kurs rettet mot systemene som brukes i flåten i deres rederi?
Rederi 1	Ja	Spesifikt for flåten
Rederi 2	Ikke noe vi opplever	Altomfattende, pga. mange systemer i flåten
Rederi 3	Ikke noe spesielt i kontraktene enda	Kurs tilpasset systemene i flåten
Rederi 4	Nei	Ikke svart
Rederi 5	Økende krav, stilles generelt krav til kurs fra oppdragsgiver	Kjører kurs hos leverandør. Krav fra kunder om systemspesifikke kurs
Rederi 6	Ja	Ikke svart
Rederi 7	Ja	Ikke svart

Vedlegg 3 Spørreundersøkelse oppdragsgivere

Oppdragsgiver anonymisert som «NN» etter ønske fra de spurte

Blir det satt krav til kompetanse innenfor posisjonsreferansesystemer i kontraktene NN har med offshore rederiene?

- «Ja. De fleste kontrakter er detaljerte og spesifikke med tanke på operasjons område. NN har også krav for PSV på NCS at det skal brukes 3 PRS for DP II og III. Det godtas ikke å bruke 2 DGPS og et relativt, det skal derimot være basert på ulike prinsipper.»

Er det krav til kurskompetanse eller erfaringskompetanse?

- «Dette varierer fra kontrakt til kontrakt. Men ofte dekkes dette av rederi og drilling operatører.»

Dersom det kreves, kreves det lik kompetanse på alle kontrakter eller varierer kravene til kompetanse ut i fra typen operasjon som skal gjennomføres? (Supply operasjoner, ankerhåndteringsoperasjoner, subsea, etc.)

- «Kompetansekrav varierer selvsagt i forhold til operasjoner. På UKCS spesifiserer NN dette for typen operasjon.»

Anser du det som nyttig for DPO'er å ha gjennomført et kurs i posisjonsreferansesystemer, slik at de har en god systemforståelse som grunnlag ved bruk av de forskjellige operatørstasjonene?

- «Absolutt. Vi ser ofte problemer med liten systemforståelse.»

Vedlegg 4 Figurliste PowerPoint-presentasjoner

Geodesi-GNSS-DGNSS

- Slide 4 <https://hallnjean.files.wordpress.com/2010/05/sea-chart.jpg>
(Lastet ned: 06.04.2015)
- Slide 6 http://priede.bf.lu.lv/grozs/BotnikasEkologijas/Flora_Europa/www/www.helsinki.fi/kmus/afe/mgrszones_europe.jpg (Lastet ned: 06.04.2015)
- Slide 10 <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/82/Orbitalaltitudes.jpg>
(Lastet ned: 07.04.2015)
- Slide 14 <http://www.coloradospacenews.com/wp-content/uploads/2015/01/140306-F-VS625-001.jpg> (Lastet ned: 07.04.2015)
- Slide 20 <http://www.noaanews.noaa.gov/stories2006/images/goes-over-earth.jpg>
(Lastet ned: 06.04.2015)
- Slide 22 <http://cdn.arstechnica.net/wp-content/uploads/2010/09/earth-upper-atmosphere-ars.jpg> (Lastet ned: 06.04.2015)
- Slide 25 <https://www.geodetic.gov.hk/smo/gsi/programs/images/iono1.jpg>
(Lastet ned: 04.04.2015)
- Slide 26 http://standsure.net/wp-content/uploads/2014/04/atmosphere_and_climate.jpg
(Lastet ned: 04.04.2015)
- Slide 30 <http://www.asimindia.com/trimble/img/11.jpg> (Lastet ned: 04.04.2015)
- Slide 40 <http://infohost.nmt.edu/~mreece/gps/segments.gif> (Lastet ned: 05.05.2015)
- Slide 42 <http://gfx.dagbladet.no/pub/artikkel/4/46/467/467778/nansen858.jpg>
(Lastet ned: 05.05.2015)
- Slide 43 <http://www.truthinsideofyou.org/wp-content/uploads/2014/05/Stars-Space1.jpg>
(Lastet ned: 04.04.2015)
- Slide 46 <http://www.corporatecomplianceinsights.com/wp-content/uploads/2014/05/binary-code.jpg> (Lastet ned: 04.04.2015)
- Slide 48 <http://www.learningaboutelectronics.com/images/signoiseratio2.jpg>
(Lastet ned: 03.04.2015)
- Slide 49 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*,
<http://trymax.com.au/wp-content/uploads/2010/12/Furuno-GP320B.jpg>
(Lastet ned: 03.04.2015) og

- [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/DPS110-500x202.jpg/\\$File/DPS110-500x202.jpg?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/DPS110-500x202.jpg/$File/DPS110-500x202.jpg?OpenElement) (Lastet ned: 04.04.2015)
- Slide 54 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/56/Russian_Navigation_Spacecraft_Glonass_K1_at_CeBIT.jpg (Lastet ned: 26.05.2015)
- Slide 55 <https://www.glonass-iac.ru/en/> (Lastet ned: 28.04.2015)
- Slide 56 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/thumb/b/bf/Galileo_logo.svg/1024px-Galileo_logo.svg.png (Lastet ned: 04.04.2015)
- Slide 58 Kongsberg. (2011) *DPS 132 Differential Positioning System User Manual, rev. 2.0.*
- Slide 64 http://bkradio.com/_images/rbcm4.jpg (Lastet ned: 01.04.2015)
- Slide 65 http://s3.amazonaws.com/rapgenius/3894463470_4f190abb05.jpg
(Lastet ned: 05.04.2015)
- Slide 66 https://www.gdiving.com/sites/default/files/global/project-photos/p1010977_tms_being_lowered_over_side.jpg (Lastet ned: 26.05.2015)
- Slide 67 http://mb.cision.com/Public/1500/9275660/ac8e8d363f5b0d4b_org.jpg
(Lastet ned: 05.04.2015)
- Slide 70 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b4/EGNOS_map.svg
(Lastet ned: 01.04.2015)
- Slide 72 http://www.ttvms.com/sitecore/content/www,-d-,thrane,-d-,com/About/Markets%20Products/~/_media/Corporate/I4%20jpg.ashx
(Lastet ned: 26.05.2015)
- Slide 75 http://www.fugroseastar.com/content/brochures/seastar_dp_products_and_services.pdf (Lastet ned: 26.05.2015)
- Slide 77 www.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2000/10/galileo_satellite_system2/9235760-5-eng-GB/Galileo_satellite_system.jpg
(Lastet ned: 03.04.2015)
- Slide 78 <http://www.fugroseastar.com/images/9205-gnss-imagejpg-283023-07000402.jpg>
(Lastet ned: 05.04.2015)
- Slide 79 http://www.fugroseastar.com/content/brochures/seastar_dp_products_and_services.pdf (Lastet ned: 26.05.2015)

Slide 80 <http://www.veripos.com/files/images/gallery/LD6-02.jpg> (Lastet ned: 06.04.2015) og
[www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/221462FCDDA3E21AC12574A50035521A/\\$file/Datasheet_DPS132NAV_aug08.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/221462FCDDA3E21AC12574A50035521A/$file/Datasheet_DPS132NAV_aug08.pdf?OpenElement)
(Lastet ned: 06.04.2015)

Kortdistansesystemer

Slide 2 Tilpasset fra:
[http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/\\$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement) (Lastet ned 29.04.2015)

<http://www.guidance.eu.com/RadaScan> (Lastet ned 29.04.2015)

[http://www.guidance.eu.com/assets/_managed/cms/files/Guidance%20RadaScan%20A4%204pp%20AW%202015%20\(singles-LR\).pdf](http://www.guidance.eu.com/assets/_managed/cms/files/Guidance%20RadaScan%20A4%204pp%20AW%202015%20(singles-LR).pdf) (Lastet ned 29.04.2015)

Tilpasset fra:

http://i150.photobucket.com/albums/s108/barcarra/Marine/cyscan_unit_gnl.jpg
(Lastet ned 30.04.2015)

<http://www.renishaw.com/media/img/gen/43ab13509633443f960b533b3221016b.png> (Lastet ned 29.04.2015)

<http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/DA020AE36CADDEE97C1257BE400499329?OpenDocument> (Lastet ned 06.05.2015)

Slide 3 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/\\$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement) (Lastet ned 29.04.2015)

Slide 9 Tilpasset fra:
[http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/\\$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement) (Lastet ned 13.04.2015)

Slide 13 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/\\$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement) (Lastet ned 29.04.2015)

- Slide 14 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/\\$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement) (Lastet ned 29.04.2015)
- Slide 15 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/\\$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/DD5597E3D4A1D779C1256F540034A762/$file/RADius_product_paper_aug10.pdf?OpenElement) (Lastet ned 15.04.2015)
- Slide 17 Tilpasset fra:
http://www.guidance.eu.com/assets/_managed/cms/files/Guidance%20RadaScan%20A4%204pp%20AW%202015%20%28singles-LR%29.pdf (Lastet ned 10.05.2015)
http://www.guidance.eu.com/assets/_managed/cms/files/Guidance%20RadaScan%20A4%204pp%20AW%202015%20%28singles-LR%29.pdf (Lastet ned 29.04.2015)
[http://www.guidance.eu.com/assets/_managed/cms/files/Guidance%20Responders%20A4%202pp%20AW%202015%20\(singles-LR\).pdf](http://www.guidance.eu.com/assets/_managed/cms/files/Guidance%20Responders%20A4%202pp%20AW%202015%20(singles-LR).pdf) (Lastet ned 10.05.2015)
- Slide 19 http://www.guidance.eu.com/assets/_managed/cms/files/Guidance%20RadaScan%20A4%204pp%20AW%202015%20%28singles-LR%29.pdf (Lastet ned 10.05.2015)
- Slide 22 http://www.guidance.eu.com/assets/_managed/cms/files/Guidance%20RadaScan%20A4%204pp%20AW%202015%20%28singles-LR%29.pdf (Lastet ned 10.05.2015)
- Slide 23 http://www.guidance.eu.com/assets/_managed/cms/files/Guidance%20RadaScan%20A4%204pp%20AW%202015%20%28singles-LR%29.pdf (Lastet ned 10.05.2015)
- Slide 24 [http://www.guidance.eu.com/assets/_managed/cms/files/Guidance%20Responders%20A4%202pp%20AW%202015%20\(singles-LR\).pdf](http://www.guidance.eu.com/assets/_managed/cms/files/Guidance%20Responders%20A4%202pp%20AW%202015%20(singles-LR).pdf) (Lastet ned 10.05.2015)
- Slide 25 <http://www.guidance.eu.com/Mini-RadaScan> (Lastet ned 10.05.2015)
- Slide 26 Tilpasset fra:
<http://www.renishaw.com/media/img/gen/43ab13509633443f960b533b3221016b.png> (Lastet ned 29.04.2015)
MDL. (2001) *MDL Fanbeam Training Software V1.03*

- Slide 29 <http://www.renishaw.com/media/img/gen/cd65f7993980444ea662152752fa3a06.jpg> (Lastet ned 10.05.2015)
- Slide 31 <http://i.imgur.com/sVvWPR1.jpg> (Lastet ned 16.05.2015)
[http://static3.crated.com/42MZ6OlvLyuf9SKXqoQN9NFIS4k=/fit-in/960x960/filters:quality\(90\)/crated/thumbs/art/2014/07/04/29c6535d4d31708ee998a32f76cf89a/960.jpg](http://static3.crated.com/42MZ6OlvLyuf9SKXqoQN9NFIS4k=/fit-in/960x960/filters:quality(90)/crated/thumbs/art/2014/07/04/29c6535d4d31708ee998a32f76cf89a/960.jpg) (Lastet ned 16.05.2015)
- Slide 32 Tilpasset fra: MDL. (2001) *MDL Fanbeam Training Software V1.03*
- Slide 33 <http://www.renishaw.com/media/pdf/en/0cd67f80aca04d8d98c12a3a240ebfef.pdf> (Lastet ned 16.05.2015)
- Slide 34 <http://www.renishaw.com/en/fanbeam-accessories--27277> (Lastet ned 15.04.2015)
- Slide 35 <http://www.renishaw.com/media/img/gen/e0f2efb8c9bf4302a5853f05921fc9a3.png> (Lastet ned 16.05.2015)
- Slide 36 Tilpasset fra: <http://www.guidance.eu.com/cyscan> (Lastet ned 30.04.2015)
http://i150.photobucket.com/albums/s108/barcarra/Marine/cyscan_unit_gnl.jpg (Lastet ned 30.04.2015)
http://www.guidance.eu.com/assets/_managed/cms/files/94-0094-4-H%20CyScan%20Brochure.pdf (Lastet ned 30.04.2015)
- Slide 41 <http://i.imgur.com/sVvWPR1.jpg> (Lastet ned 16.05.2015)
[http://static3.crated.com/42MZ6OlvLyuf9SKXqoQN9NFIS4k=/fit-in/960x960/filters:quality\(90\)/crated/thumbs/art/2014/07/04/29c6535d4d31708ee998a32f76cf89a/960.jpg](http://static3.crated.com/42MZ6OlvLyuf9SKXqoQN9NFIS4k=/fit-in/960x960/filters:quality(90)/crated/thumbs/art/2014/07/04/29c6535d4d31708ee998a32f76cf89a/960.jpg) (Lastet ned 16.05.2015)
- Slide 42 Tilpasset fra: <http://www.ctxd.com/items/cyscan-operator.pdf> (Lastet ned 05.05.2015)
- Slide 43 Tilpasset fra: <http://www.ctxd.com/items/cyscan-operator.pdf> (Lastet ned 05.05.2015)
- Slide 44 <http://www.guidance.eu.com/cyscan> (Lastet ned 30.04.2015)
http://i150.photobucket.com/albums/s108/barcarra/Marine/cyscan_unit_gnl.jpg (Lastet ned 30.04.2015)
- Slide 45 <http://www.renishaw.com/en/fanbeam-accessories--27277> (Lastet ned 15.04.2015)
- Slide 46 <http://doga.no/nyhet/spottrack-1> (Lastet ned 06.05.2015)
<http://doga.no/nyhet/spottrack> (Lastet ned 06.05.2015)

Hydroakustikk

- Slide 2 <http://www.intoceansys.co.uk/uploads/img4d10c3c388fb0.jpg> (Lastet ned 06.05.2015)
- Slide 4 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/470EB0C3705CC4A4C125787000276AC5/\\$file/343339aa_cnode_tp_prod_specification.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/470EB0C3705CC4A4C125787000276AC5/$file/343339aa_cnode_tp_prod_specification.pdf?OpenElement) (Lastet ned: 07.05.2015)
- Slide 5 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/SBLbig.jpg/\\$File/SBLbig.jpg?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/SBLbig.jpg/$File/SBLbig.jpg?OpenElement) (Lastet ned: 07.05.2015)
- Slide 6 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Slide 7 http://www.raytheon-anschuetz.com/fileadmin/content/News/132_Standard22_GyroCompass.jpg og <https://portalmaritimo.files.wordpress.com/2010/08/mru.gif?w=213&h=300> (Lastet ned 06.05.2015)
- Slide 8 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/LBLbig.jpg/\\$File/LBLbig.jpg?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/LBLbig.jpg/$File/LBLbig.jpg?OpenElement) (Lastet ned: 13.04.2015)
- Slide 11 Tabellutdrag fra: Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Slide 12 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Slide 14 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*
- Slide 15 <http://images.marinetechologynews.com/images/mtblog/w800h500/subsea-construction-activities-2-700517.png> (Lastet ned: 07.05.2015)
- Slide 16 <http://www.offshore-mag.com/content/dam/offshore/print-articles/Volume%2072/may/arctic1-1205off.jpg> og <http://images.marinetechologynews.com/images/mtblog/w800h500/subsea-construction-activities-2-700517.png> (Lastet ned 07.05.2015)
- Slide 17 <http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/60AC4A05E0B5B624C12571B6003E5464?OpenDocument>, [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/HiPAP_500_Transducer_150pxl.jpg/\\$File/HiPAP_500_Transducer_150pxl.jpg?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/HiPAP_500_Transducer_150pxl.jpg/$File/HiPAP_500_Transducer_150pxl.jpg?OpenElement) og <http://www.sg.all.biz/img/sg/catalog/13337.jpeg> (Lastet ned 07.05.2015)
- Slide 18 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/ED6A3519C8F72C78C12579410054906C/\\$file/319957_apos_for_hipap_complete_manual.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/ED6A3519C8F72C78C12579410054906C/$file/319957_apos_for_hipap_complete_manual.pdf?OpenElement) (Lastet ned 08.05.2015)

Slide 20 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*

Kongsberg HiPAP

Slide 3 Kjerstad, N. (2010) *Elektroniske og akustiske navigasjonssystemer 4. utg.*

Slide 4 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/E134315CB7752D3AC1256D18004A9D8F/\\$file/164085ac_APOSTrainer_Product_specification.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/E134315CB7752D3AC1256D18004A9D8F/$file/164085ac_APOSTrainer_Product_specification.pdf?OpenElement) (Lastet ned 16.05.2015)

Slide 5 <http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/60AC4A05E0B5B624C12571B6003E5464?OpenDocument> og [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/HiPAP_500_Transducer_150pxl.jpg/\\$File/HiPAP_500_Transducer_150pxl.jpg?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0239.nsf/obj/HiPAP_500_Transducer_150pxl.jpg/$File/HiPAP_500_Transducer_150pxl.jpg?OpenElement) (Lastet ned 07.05.2015)

Slide 6 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/D3F9B693E19302BBC12571B6003DD0AE/\\$file/HiPAP_Family_brochure_v3_lowres.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/D3F9B693E19302BBC12571B6003DD0AE/$file/HiPAP_Family_brochure_v3_lowres.pdf?OpenElement) (Lastet ned: 06.05.2015)

Slide 7 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/9308C12E9266BDEAC12575C200389298/\\$file/HAIN-Reference-Brochure_LR.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/9308C12E9266BDEAC12575C200389298/$file/HAIN-Reference-Brochure_LR.pdf?OpenElement) (Lastet ned: 14.05.2015)

Slide 8 <http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0240.nsf/AllWeb/A822F5034D89D189C1257DD2002C3FB6?OpenDocument> (Lastet ned: 14.05.2015)

Slide 9 [http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/D3F9B693E19302BBC12571B6003DD0AE/\\$file/HiPAP_Family_brochure_v3_lowres.pdf?OpenElement](http://www.km.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/D3F9B693E19302BBC12571B6003DD0AE/$file/HiPAP_Family_brochure_v3_lowres.pdf?OpenElement) (Lastet ned: 14.05.2015)

Sonardyne Ranger 2

Slide 3 Tilpasset fra:

http://www.sonardyne.com/images/stories/system_sheets/sonardyne_ranger_2.pdf

(Lastet ned 22.05.2015)

Slide 4 http://www.sonardyne.com/images/stories/datasheets/Sonardyne_8142_hpt.pdf

(Lastet ned: 22.05.2015)

Slide 5 http://www.sonardyne.com/images/stories/datasheets/Sonardyne_8142_hpt.pdf

(Lastet ned: 22.05.2015)

Slide 6 http://www.sonardyne.com/images/stories/datasheets/Sonardyne_8084_lodestar_surface_aains.pdf

(Lastet ned: 23.05.2015)

Slide 7 <http://www.sonardyne.com/products/positioning/ranger2.html>

(Lastet ned: 24.05.2015)

Slide 8 http://www.sonardyne.com/images/stories/datasheets/Sonardyne_8300_compatt6.pdf (Lastet ned: 23.05.2015)

DPS132

Alle slides [www.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/221462FCDDA3E21AC12574A50035521A/\\$file/Datasheet_DPS132NAV_aug08.pdf?OpenElement](http://www.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/221462FCDDA3E21AC12574A50035521A/$file/Datasheet_DPS132NAV_aug08.pdf?OpenElement) (Lastet

ned: 15.05.2015), Kongsberg. (2011) *DPS 132 Differential Positioning System User Manual, rev. 2.0. og*

http://www.fugroeastar.com/home/support/B31005200PMBRA0_3510_LR_User_Manual.pdf

DPS232

Alle slides [http://www.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/89A58D4071036793C1257405004B0F8F/\\$file/Datasheet_DPS232_may14.pdf?OpenElement](http://www.kongsberg.com/ks/web/nokbg0397.nsf/AllWeb/89A58D4071036793C1257405004B0F8F/$file/Datasheet_DPS232_may14.pdf?OpenElement) (Lastet

ned: 10.05.2015), Kongsberg. (2011) *DPS 232 Differential Positioning System User Manual, rev 2.0 og*

http://www.fugroeastar.com/home/support/B31005200PMBRA0_3510_LR_User_Manual.pdf

Veripos LD6

- Slide 3 http://www.veripos.com/files/images/gallery/LD6_angle.jpg (Lastet ned: 05.05.2015), http://gpsworld.com/wp-content/uploads/2013/09/veripos_ld7_gnss_receiver-W.jpg (Lastet ned: 05.05.2015) og http://www.veripos.com/files/images/gallery/ld5_mainimage.jpg (Lastet ned: 05.05.2015)
- Slide 4 <http://www.veripos.com/files/images/gallery/LD6-02.jpg> (Lastet ned: 05.05.2015) og Veripos. (2012) *Veripos LD6 Operation Manual, rev. A*
- Slide 5 http://www.veripos.com/files/images/gallery/LD6_angle.jpg (Lastet ned: 05.05.2015)
- Slide 6 Veripos. (2012) *Veripos LD6 Operation Manual, rev. A*
- Slide 7 Veripos. (2012) *Veripos LD6 Operation Manual, rev. A*
- Slide 8 Veripos. (2012) *Veripos LD6 Operation Manual, rev. A*
- Slide 9 Veripos. (2012) *Veripos LD6 Operation Manual, rev. A*
- Slide 10 Veripos. (2012) *Veripos LD6 Operation Manual, rev. A*
- Slide 11 Veripos. (2012) *Veripos LD6 Operation Manual, rev. A*
- Slide 12 Veripos. (2012) *Veripos LD6 Operation Manual, rev. A*
- Slide 13 Veripos. (2012) *Veripos LD6 Operation Manual, rev. A*
- Slide 14 Veripos. (2012) *Veripos LD6 Operation Manual, rev. A*
- Slide 15 Veripos. (2012) *Orion Manual rev. C*
- Slide 16 Veripos. (2012) *Orion Manual rev. C*
- Slide 17 Veripos. (2012) *Orion Manual rev. C*
- Slide 19 Veripos. (2012) *Orion Manual rev. C*