

Norsk RadioNavigasjonsPlan
NRNP 2003

Januar 2003

SAMMENDRAG

Norsk Radionavigasjonsplan -NRNP 2003 beskriver planer for utbygging og bruk av radionavigasjonssystemer. Hovedlinjene i NRNP 2003 er forsøkt lagt opp slik at de er i rimelig samsvar med andre lands radionavigasjonsplaner. EU tar sikte på å legge frem en europeisk Radionavigasjonsplan i 2003 bl.a. på grunnlag av nasjonale innspill. Fiskeridepartementet vil som ansvarlig departement for radionavigasjon for sivile formål følge utvikling og vurdere behov for oppdatering av planer og andre tiltak.

Formålet med NRNP 2003 er å:

- beskrive status og planer for radionavigasjon
- klarlegge ansvarsfordelingen mellom offentlige organer
- identifisere anvendelse av og brukerkrav til navigasjonsinfrastruktur
- klarlegge grunner for etablering, opprettholdelse og utfasing av systemer
- identifisere utviklingstrekk som vil påvirke planene
-

De overordnede målene for norsk navigasjonspolitik er å bidra til:

- nasjonal sikkerhet og utvikling
- trygg trafikk til sjøs, til lands og i luften
- effektiv transport og andre samfunnsnyttige anvendelser av global og nasjonal navigasjonsinfrastruktur
- å legge forholdene til rette for norsk verdiskaping i sammenheng med ny navigasjonsinfrastruktur og nye anvendelser av denne.

Premisser for norsk radionavigasjonspolitik

Brukere av navigasjonsinfrastrukturen opererer på tvers av landegrenser. Den internasjonale utviklingen blir derfor i økende grad en viktig faktor. Det finnes i dag en rekke tilgjengelige radionavigasjonssystemer for norske brukere. Det satellittbaserte amerikanske GPS (Global Positioning System) har imidlertid, gjennom sin nøyaktighet, tilgjengelighet og verdensomspennende dekning, etablert seg som det mest brukte systemet globalt. Den planlagte etableringen av et sivil europeisk satellittnavigasjonssystem (Galileo) i regi av EU vil ytterligere forsterke den dominerende posisjon satellittnavigasjon har i dag. Det synes åpenbart at satellittbaserte navigasjonssystemer i økende grad vil være primærsystem for alle anvendelser. Andre systemer vil ha sin berettigelse i den grad de fungerer som supplement for satellittbaserte systemer.

Globale systemer og standarder har åpenbare fordeler ved at de legger til rette for utstyr som kan anvendes over store områder og på tvers av landegrenser. Andre, mer lokale, radionavigasjonssystemer bør også følge globale standarder og regelverk for navigasjonssystemer som etableres av internasjonale organisasjoner. Nasjonal infrastruktur bør derfor utformes som harmonisk del av den globale infrastrukturen. Globale, standardiserte løsninger åpner for volumproduksjon, billig brukerstyr og nye kostnadseffektive anvendelser.

Navigasjonsinfrastrukturen spiller en stadig viktigere rolle i effektivisering av en rekke samfunnssektorer. Den forventede veksten i bruken vil hovedsakelig skje innen landanvendelser og utenfor de tradisjonelle områdene for bruk av navigasjon. Videre utforming av navigasjonsinfrastrukturen kan derfor ikke skje bare på grunnlag av tradisjonelle brukeres ønsker og behov, men må også ta hensyn til nye anvendelser og de krav disse setter.

Anvendelser, brukerkrav og systemer

Operative brukerbehov, systemenes ytelse, tilgjengelig teknologi og kostnader påvirker de konkrete anvendelsene av radionavigasjonshjelpemidler. Kravene til navigasjonshjelpemidlene er derfor ikke statiske. De endres med den tekniske og økonomiske utviklingen både i de operasjonene som bruker navigasjonstjenestene, og innenfor navigasjonshjelpemidler.

NRNP 2003 gir en oversikt over dagens og, så langt mulig, morgendagens anvendelser og brukerkrav til radionavigasjon for luftfart, maritime anvendelser og landbaserte anvendelser.

Satellittbaserte systemer som GPS har brede anvendelsesområder. De fleste bakkebaserte systemer for radionavigasjon er imidlertid etablert helt eller hovedsakelig for spesifikke formål og anvendelser.

Satellittnavigasjon oppfattes nå, for de fleste praktiske formål, som ensbetydende med bruk av det amerikanske GPS (Global Positioning System). Slik vil det nok også være i alle fall de neste 8 - 10 år. GPS gir omkring 10 meters nøyaktighet over hele kloden og er tilstrekkelig for en rekke ulike anvendelser. Med regionale eller lokale differensielle støttesystemer kan nøyaktigheten forbedres vesentlig. Avhengig av utformingen av det differensielle systemet kan nøyaktigheten bringes ned på cm-nivå.

Sivil luftfart har hatt økende kapasitetsproblem i trafikkavviklingen, både i luften og ved de store flyplassene. ECAC-statene, d.v.s. de landene som deltar i European Civil Aviation Conference, har derfor godkjent en strategi som skal sikre økt kapasitet og økt sikkerhet i årene frem mot 2015. Strategien forutser en utvikling som går fra dagens fastlagte luftleder til områdenavigasjon med mulighet for friere rutevalg i alle faser av flygingen. Luftfartsverkets Flysikringsplan 2002-2011 er utarbeidet i tråd med disse internasjonale føringene.

Satellittnavigasjon antas å få en stadig mer sentral rolle i flynavigasjon, både når det gjelder underveisfasen og landingsfasen. Strategien angir videre behovet for en rasjonalisering av deler av den bakkebaserte infrastrukturen fra 2010. Med luftfartens betydning for transportinfrastrukturen i Norge, vil utviklingen mot stadig mer bruk av satellittnavigasjon være viktig for Norge.

For Norge som kystnasjon med lang kystlinje, stort nasjonalt sjøareal med stor økonomisk aktivitet og omfattende skipsfart, har maritime anvendelser av radionavigasjon større betydning enn for mange andre nasjoner. For radionavigasjon til sjøs er satellittbaserte GPS i kraft av sin nøyaktighet og globale dekning det overlegent mest brukte systemet. Nesten alle fartøyer er utstyrt med GPS og gjør utstrakt bruk av systemet. Dessuten finnes i en del områder differensielle støttesystemer for GPS, som forbedrer systemets nøyaktighet. I tillegg har Norge som deltaker i et nordvesteuropeisk samarbeid (NELS-avtalen), Loran-C, som er et selvstendige bakkebasert radionavigasjonssystem.

Etableringen av presise radionavigasjonssystemer har også økt behovet for gode og sertifiserte sjøkart, og Sjøkartverket har planer om å ha dekket hele norskekysten innen 2006/2007.

Utbredelsen av GPS har redusert betydningen av andre selvstendige systemer som for eksempel Loran-C. Loran-C har i dag begrenset utbredelse av mottakerutstyr. Loran-Cs rolle må derfor ses på bakgrunn av drivkreftene i den internasjonale utviklingen, og hvilken rolle Loran-C kan komme til å få i Europa. I og med at Loran-C er et lite brukt system, er det foreslått av Norge går ut av NELS-avtalen ved dens utløp dersom bruken av systemet ikke endres radikalt fram mot 2014. Dette er en vurdering som deles av flere

av NELS-avtalens medlemmer. En avgjørelse forventes ved behandlingen av statsbudsjettet for 2004.

Den største veksten i bruk av satellittnavigasjon finner sted innen landbaserte anvendelser, hvor andre navigasjonssystemer er lite brukt. I en rekke anvendelser brukes posisjonsinformasjonen til effektivisering av systemer og prosesser. De store volummarkedene forventes innen tjenester basert på utstyr plassert i biler og mobiltelefoner, der posisjonsinformasjon vil inngå som element i en integrert informasjonstjeneste. Satellittnavigasjon tas også i bruk for effektivisering på områder som profesjonell transport, landbruk, bygg- og anlegg og tidssynkronisering.

Norsk geografi, topografi og landets store utstrekning i forhold til folketall gjør det kostbart å vedlikeholde og fortette det geodetiske nettverk som er nødvendig for oppmåling og geografisk registrering. Med sin globale dekning er derfor satellittnavigasjon et viktig og kostnadseffektivt verktøy, både for å lage dette nettverket og for alle former for oppmåling og geografisk registrering.

Utviklingen framover

Vekst i bruk av satellittnavigasjon er sterk, og nye anvendelser vil etter hvert trolig få større betydning på viktige områder av samfunnet. Dette vil kunne forenkle operasjoner, skape samfunnsnytte og nye produkter. Innen satellittnavigasjon foregår det en rask utvikling, både for å få enda bedre ytelse fra satellittkonstellasjonen og for å få utnyttet den til enhver tid eksisterende ytelse til stadig forbedrede og nye anvendelser. Et sprang i GPS-ytelse inntraff i mai 2000 da USA fjernet den bevisste degradering (SA) av nøyaktigheten. Nøyaktigheten ble dermed forbedret fra inntil 100 m til omkring 10 m. Europa har etablert en to-trinns strategi for å hevde sine økonomiske, teknologiske og strategiske interesser innen satellittnavigasjon. Første trinn er etablering av EGNOS, som er et europeisk regionalt tilleggssystem til GPS. Andre trinn er etablering av et selvstendig satellittnavigasjonssystem i regi av EU, Galileo, som man vil søke å få interoperabelt med GPS. Galileo vil kunne være Europas bidrag til å få etablert et robust globalt satellittnavigasjonssystem (GNSS). EGNOS er under utbygging gjennom et samarbeid mellom ESA, EU og Eurocontrol, mens Galileo er under planlegging. EGNOS og Galileo har skapt et europeisk fokus på satellittnavigasjon som trolig vil bestå, uavhengig av det videre utviklingsforløp for Galileo.

Galileo og framtidige generasjoner av GPS spesifiseres for å gi vesentlig bedre nøyaktighet enn den GPS har i dag. Galileo planlegges også for å spre integritetsinformasjon (informasjon om systemets "helsetilstand") direkte fra satellittene. To uavhengige systemer gir redusert sårbarhet og øket tilgjengelighet pga. flere satellitter totalt. Dette vil kunne legge grunnlaget for å sette fart i utviklingen av planer for bruk av satellittnavigasjon for mer sikkerhetskritiske anvendelser.

Norske interesser tilsier at man fra norsk side bør ha innsikt i systemutvikling, planer og institusjonelle spørsmål, i standardisering så vel som i forholdet mellom primærsystem og støttesystemer. Utviklingen av Galileo danner en europeisk arena for denne utviklingen, hvor Norge bør søke mulighetene for å være med for å sikre viktige interesser, både som brukernasjon og som industrinasjon.

Samarbeidet i Galileo-prosjektet er en viktig arena for å sikre best mulig ytelse i våre områder. Galileo representerer samtidig en type felles europeisk infrastruktur som Norge vil kunne ha stor nytte av. Videreutvikling av nasjonal infrastruktur vil skje i lys av

satellitnavigasjonsutviklingen, og med bevisstheten om dennes tverrsektorielle natur. Nasjonale støttesystemer må videreutvikles for å gi grobunn for nye anvendelser. Det må fortløpende vurderes hvilke ledd i verdikjeden som skal være et offentlig anliggende og hva som bør overlates til private aktører.

Satellitnavigasjon representerer, som elektronisk infrastruktur ellers, sårbarhetsaspekter. Denne problemstillingen vil stort sett være den samme i alle europeiske land, men deler av løsningene vil måtte implementeres nasjonalt.

Den sikkerhetsmessige side av presis navigasjon behandles både i NATO og EU. Et europeisk kontrollregime for Galileo for å ivareta slike problemer bør vurderes utformet. For Norge er det viktig å være i inngrep med dette arbeidet, og samtidig erverve nok innsikt i beslutningsprosesser til å kunne vurdere hvilke tiltak som vil være felles europeiske og hvilke en må forberede seg på å håndtere nasjonalt.

Den tverrsektorielle rollen til satellitnavigasjon vil sette strenge krav til norsk evne til samordning på tvers av sektorer (sjø, land, luft) og etater. Dette gjelder både for organisering av det interne norske arbeidet på feltet og når en norsk instans skal representere Norge i EGNOS- og Galileo-samarbeidet. Når det skal gjøres avveininger og tas norsk stilling til spørsmål som skal behandles internasjonalt, enten de er organisatoriske, økonomiske, juridiske, tekniske eller brukermessige, må det tas hensyn til alle norske satellitnavigasjonsinteresser.

NORSK RADIONAVIGASJONSPLAN	I
NRNP 2003	I
SAMMENDRAG	I
1 INNLEDNING	1
1.1 FORMÅL	1
1.2 OMFANG	1
1.3 PLANENS OPPBYGGING	1
1.4 UTARBEIDELSEN AV PLANEN	2
1.5 BRUKEN AV NRNP 2003	2
1.6 NRNP 2003S FORHOLD TIL ANDRE LANDS NAVIGASJONSPLANER	3
2 NORSK RADIONAVIGASJONSPOLITIKK OG ANSVARFORHOLD	4
2.1 MÅL4	
2.2 OVERORDNEDE PREMISSE FOR NORSK RADIONAVIGASJONSPOLITIKK	4
2.2.1 Avhengighet av globale systemer og standarder	4
2.2.2 Satellitnavigasjon vil dominere	4
2.2.3 Anvendelsesområdene utvides	4
2.3 RADIONAVIGASJONSPOLITIKK	5
2.4 ANSVARFORHOLD	5
2.4.1 Internasjonalt	5
2.4.2 Nasjonalt	6
3 ANVENDELSER OG BRUKERKRAV	7
3.1 GENERELT	7
3.2 SIVIL LUFTFART	8
3.2.1 Føringer for radionavigasjonstjenester for sivil luftfart	8
3.2.2 Krav til navigasjonssystemene i ulike faser av flyging	9
3.2.2.1 Underveisfasen	11
3.2.2.2 Innflygingsfasen	11
3.3 MARITIME ANVENDELSER	12
3.3.1 Innledning	12
3.3.2 Havområder	12
3.3.3 Innseilinger til havner og kystområder med liten trafikk og/eller risiko ..	13
3.3.4 Innseilinger til havner og kystområder med stor trafikk og/eller risiko ..	13
3.3.5 Havner	14
3.4 NAVIGASJON OG ANDRE ANVENDELSER PÅ LAND	14
3.4.1 Veitrafikk	14
3.4.2 Stedbaserte tjenester	15
3.4.3 Geodesi, oppmåling og registrering	15
3.4.4 Anvendelser av nøyaktig tid og frekvens	15
3.4.5 Andre anvendelser	16
3.4.6 Oppsummering av krav	16
3.4.7 Hovedlinjer i fremtidig potensial for landbaserte anvendelser	17

4	INFRASTRUKTUR FOR RADIONAVIGASJON – STATUS	19
4.1	SATELLITTSYSTEMER FOR RADIONAVIGASJON	19
4.1.1	GPS	19
4.1.2	GLONASS	20
4.2	SIVIL LUFTFART	20
4.2.1	Status og utvikling for eksisterende systemer.....	21
4.2.1.1	NDB.....	21
4.2.1.2	VOR.....	21
4.2.1.3	DME.....	22
4.2.1.4	GPS	22
4.2.1.5	ILS.....	22
4.2.1.6	SCAT-I.....	23
4.3	MARITIME SYSTEMER	23
4.3.1	Systembeskrivelse.....	23
4.3.1.1	GPS.....	23
4.3.1.2	Loran-C.....	23
4.3.1.3	IALA DGPS.....	24
4.3.1.4	Elektroniske kart	25
4.3.1.5	AIS (Automatic Identification System)	25
4.3.1.6	Radarfyr (Radar Beacon “Racon”).....	25
4.3.2	Havområder.....	26
4.3.3	Innseilinger til havner og kystområder med liten trafikk og/eller risiko ..	26
4.3.4	Innseilinger til havner og kystområder med stor trafikk og/eller risiko ..	26
4.3.5	Andre anvendelser	26
4.4	SYSTEMER FOR NAVIGASJON OG ANDRE ANVENDELSER TIL LANDS	27
4.4.1	Veitrafikk	27
4.4.1.1	GPS	27
4.4.1.2	Elektronisk kartgrunnlag	27
4.4.1.3	Systemer for vei- og trafikkinformasjon	27
4.4.2	Stedbaserte tjenester.....	28
4.4.2.1	Posisjonsbestemmelse med mobiltelefonsystemer.....	28
4.4.3	Geodesi, oppmåling og registrering	28
4.4.3.1	DGPS/SATREF	28
4.4.4	Anvendelse av nøyaktig tid og frekvens	29
4.4.5	Andre anvendelser	29
5	UTVIKLINGEN FREMOVER	30
5.1	INNLEDNING.....	30
5.2	SATELLITTNavigasjon	30
5.2.1	EUs strategi innen satellittnavigasjon.....	30
5.2.2	European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS)	31
5.2.3	Galileo.....	31
5.2.4	Videre utvikling av GPS	32
5.3	SÅRBARHETSFORHOLD.....	33
5.3.1	Generelt om sårbarhet av radionavigasjonssystemer	33
5.3.2	Satellitnavigasjonssystemer og sårbarhet	33
5.3.3	Tiltak i sårbarhetssammenheng.....	34
5.4	SIVIL LUFTFART	35
5.4.1	Internasjonal utvikling	35

5.4.2	Norske navigasjonsplaner for sivil luftfart	36
5.5	RADIONAVIGASJON TIL SJØS	38
5.6	BRUK AV RADIONAVIGASJONSINFRASTRUKTUR TIL LANDS	38
5.7	PLANER FOR DRIFT AV NAVIGASJONSINFRASTRUKTUR	39
5.8	OFFENTLIGE DIFFERENSIELLE STØTTESYSTEMER	40
5.8.1	Globale og regionale systemer	40
5.8.2	Status for norske offentlige støttesystemer	41
5.8.3	Fremtidig utvikling av norske støttesystemer	41
5.8.4	Målsettinger for differensielle støttesystemer	43
5.9	SAMFUNNSGEVINSTER OG VERDISKAPING	44
5.9.1	Samfunnsgevinster	44
5.9.2	Industriell verdiskaping	45
5.9.3	Tiltak for å fremme samfunnsgevinster og verdiskaping	45
5.10	NORSKE PERSPEKTIVER	46
VEDLEGG		48
A	Definisjoner	49
B	Anvendte navn og forkortninger	51
C	GPS (Global Positioning System)	55
D	GLONASS (GLObal Navigation Satellite System)	58
E	EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service)	60
F	NDB (Non Directional Beacon)	61
G	VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range)	62
H	DME (Distance Measuring Equipment)	63
I	ILS (Instrument Landing System)	64
J	SCAT-I (Special Cat-I)	66
K	LORAN-C/EUROFIX/CHAYKA	67
L	IALA DGPS - KYSTVERKETS DGPS-TJENESTE	71
M	Elektroniske kart og integrert navigasjonsutrustning til maritim bruk	73
N	AIS (Automatic Identification System)	75
O	Maritime radarfyr (RACON)	77
P	SATREF	79
Q	Geodetisk datum	82
R	Galileo	84

1 INNLEDNING

Norsk Radionavigasjonsplan -NRNP- 2003 beskriver status og planer for utbygging og bruk av radionavigasjon i transport og andre samfunnssektorer. Planen vil bli oppdatert ved behov.

Som andre områder av informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT) er radionavigasjon i rask utvikling. Ny teknologi åpner for vesentlige forbedringer i transportsektoren, spesielt gjelder dette sikkerhet. Den nye teknologien finner også i rask rekkefølge nye anvendelser som åpner for betydelige effektivitets forbedringer på andre samfunnssektorer.

1.1 Formål

Formålet med NRNP 2003 er å:

- beskrive status og aktuelle planer for radionavigasjon
- klarlegge ansvarsfordelingen mellom offentlige organer
- identifisere anvendelser av og brukerkrav til navigasjonsinfrastruktur
- klarlegge grunner for etablering, opprettholdelse og utfasing av systemer
- identifisere utviklingstrekk som vil påvirke planene

1.2 Omfang

Nye systemer for radionavigasjon finner i økende grad anvendelser langt utover tradisjonell navigasjon og posisjonsbestemmelse. I slike nye anvendelser benyttes gjerne radionavigasjon mer indirekte og inngår som en sensor i et sammensatt system, f.eks. til synkronisering av data- og telekommunikasjonssystemer, stedsrelaterte informasjonstjenester og maskinstyring innen anleggsvirksomhet. NRNP 2003 omfatter derfor all sivil bruk av offentlige radionavigasjonssystemer og alle slike systemer, også militære, som brukes sivilt. Forsvaret har en egen militær navigasjonsplan, Forsvarets Navplan, som også omtaler sivile systemer i sin ugraderte Del I.

NRNP 2003 behandler kommersielle systemer bare i den grad de har betydning for utviklingstrekk og planer.

NRNP 2003 berører også grenseoppgangen mellom det offentliges oppgaver og hva som bør overlates til privat sektor mht. tilveiebringelse av radionavigasjonssystemer og tilhørende tjenester.

NRNP 2003 omtaler dessuten elektroniske kart som i mange sammenhenger er en nødvendig forutsetning for forsvarlig og effektiv bruk av de nye radionavigasjonssystemene.

Maritime automatiske identifikasjonssystemer er primært antikollisjonssystemer, men kan også bidra til sikker navigasjon og er derfor tatt med i NRNP.

1.3 Planens oppbygging

I kapittel 2 presenteres de overordnede målene for norsk navigasjonspolitik, de overordnede premissene for denne politikken og ansvarsområdene innen offentlig forvaltning. I tillegg beskrives nåværende ansvarsfordeling mellom departementer og underliggende etater.

Kapittel 3 beskriver anvendelser og brukerkrav, strukturert rundt områdene sivil luftfart, sjøfart og landanvendelser. Spesielt under landanvendelser er også bredden og fremtidig omfang av nye anvendelser forsøkt anskueliggjort.

Kapittel 4 beskriver status og finansierte planer for eksisterende navigasjonsinfrastruktur med en kortfattet anvendelsesorientert omtale av de enkelte systemene som er i drift eller skal settes i drift. En mer komplett beskrivelse av systemene finnes i vedleggene. Beskrivelsene er knyttet opp mot omtalen i kapittel 3 av anvendelser og brukerkrav.

Kapittel 5 tar for seg fremtidig utvikling. Her gis en oversikt over relevante systemer som er under utvikling og hvordan disse vil kunne påvirke fremtidige anvendelser og planer. Blant disse er det planlagte europeiske satellittnavigasjonssystemet Galileo og den videre utvikling av Global Positioning System (GPS).

Vedlegg A definerer sentrale begrep i navigasjonssammenheng mens vedlegg B forklarer forkortelsene i teksten. De øvrige vedleggene gir en mer komplett beskrivelse av de navigasjonssystemene som er omtalt i teksten. Vedleggene er utarbeidet av en arbeidsgruppe ledet av Norsk Romsenter.

1.4 Utarbeidelsen av planen

Som ansvarlig departement for radionavigasjon for sivile formål har Fiskeri-departementet tatt initiativet til utarbeidelse av NRNP 2003. Arbeidet er utført ved hjelp av en departementsgruppe hvor alle berørte departementer er representert, og en arbeidsgruppe under ledelse av Norsk Romsenter med ressurspersoner fra berørte forvaltninger, brukerinteresser, industri og forskning.

NRNP 2003 er veiledende for myndighetenes fremtidige beslutninger om konkrete disposisjoner som f.eks. ut- og innfasing av navigasjonsinfrastruktur. Slike beslutninger vil bli fattet i henhold til vanlig beslutningsprosess og på grunnlag av utredninger og anbefalinger etter vanlig saksforberedelse i etatene. Dette vil bli reflektert i senere versjoner av planen.

1.5 Bruken av NRNP 2003

NRNP 2003 er ment å være et felles referansedokument for berørte departementer og forvaltningsorganer. NRNP 2003 skal bidra til at navigasjonsspørsmål blir behandlet som en integrert del av de samlede nasjonale navigasjonsutfordringene og ikke sektorvis. NRNP 2003 skal også beskrive de utfordringene som synes å være mest presserende og hvordan disse kan møtes.

For brukerne og industrien skal NRNP 2003 være et referansedokument for myndighetenes syn på hvordan utviklingen i grove trekk vil gå, hva kravene til navigasjonsinfrastruktur synes å være, og gi en antydning om når og hvilke endringer som kan komme til å skje med radionavigasjonsinfrastrukturen. NRNP 2003 skal også være et grunnlag for innspill fra brukerne og industrien i det videre arbeide med å utvikle hensiktsmessig navigasjonsinfrastruktur. For brukerne bør NRNP 2003 kunne være et bidrag til deres vurderinger bl.a. om investeringer i navigasjonsutstyr. For industrien kan NRNP 2003 være et grunnlag for posisjonering med hensyn til nye muligheter for verdiskaping i forbindelse med ny infrastruktur, brukerutstyr og navigasjonstjenester.

1.6 NRNP 2003s forhold til andre lands navigasjonsplaner

Strukturen i NRNP 2003 er lagt opp slik at den er i rimelig samsvar med andre lands radionavigasjonsplaner. En slik felles struktur vil lette internasjonal harmonisering av nasjonale planer.

EU tar sikte på å legge frem en Europeisk Radionavigasjonsplan i 2003 bl.a. på grunnlag av nasjonale innspill. NRNP 2003 vil være grunnlaget for det norske innspillet til arbeidet med denne planen.

USA er i kraft av sitt langvarige engasjement i utviklingen av nye radionavigasjons-systemer og sitt engasjement i utplassering av infrastruktur en dominerende aktør på området. Til nå har andre land i liten grad kunnet påvirke USAs planer, mens disse i betydelig grad er blitt retningsgivende for andre lands planer. Arbeidet med EUs radionavigasjonsplan ser også hen til USAs Federal Radionavigation Plan (FRP). NRNP 2003 er i hovedsak bygget opp på samme måte som den amerikanske planen.

2 NORSK RADIONAVIGASJONSPOLITIKK OG ANSVARSFORHOLD

2.1 Mål

De overordnede målene for norsk radionavigasjonspolitikk er å bidra til:

- nasjonal sikkerhet og utvikling
- trygg trafikk til sjøs, til lands og i luften
- effektiv transport og andre samfunnsnyttige anvendelser av global og nasjonal navigasjonsinfrastruktur
- å legge forholdene til rette for norsk verdiskaping i sammenheng med ny navigasjonsinfrastruktur og nye anvendelser av denne.

2.2 Overordnede premisser for norsk radionavigasjonspolitikk

2.2.1 Avhengighet av globale systemer og standarder

Både transportsektoren og andre brukere av navigasjonsinfrastrukturen opererer på tvers av landegrenser. Samtidig er satellittnavigasjon med sin globale dekning i ferd med å bli det primære hjelpemidlet for de fleste navigasjonsformål. Andre mer lokale systemer bør også følge globale standarder og regelverk for navigasjonssystemer som etableres av internasjonale organisasjoner, f.eks. International Civil Aviation Organization (ICAO) for sivil luftfart og International Maritime Organization (IMO) for skipsfart. Den nasjonale infrastrukturen bør derfor utformes som harmonisk del av den globale infrastrukturen.

Globale systemer og standarder har åpenbare fordeler ved at de legger til rette for operasjon over store områder og på tvers av landegrenser. Samtidig åpner globale løsninger for volumproduksjon, billig brukerstyr og nye kostnadseffektive anvendelser.

2.2.2 Satellittnavigasjon vil dominere

Det finnes i dag en rekke tilgjengelige radionavigasjonssystemer for norske brukere. Det satellittbaserte amerikanske GPS er, med sin nøyaktighet, tilgjengelighet og globale dekning, det overlegent mest brukte systemet globalt. Den planlagte etableringen av et sivil europeisk satellittnavigasjonssystem (Galileo) vil ytterligere forsterke satellittnavigasjonens dominans.

Det synes derfor åpenbart at satellittbaserte navigasjonssystemer i økende grad vil være primærsystem for alle anvendelser. Andre systemer vil ha sin berettigelse i den grad de fungerer som nødvendig supplement for satellittbaserte systemer.

2.2.3 Anvendelsesområdene utvides

Navigasjonsinfrastrukturen spiller en stadig viktigere rolle i effektivisering av en rekke samfunnssektorer. Det ventes en kraftig vekst i bruken. Veksten vil hovedsakelig skje innen landanvendelser og utenfor de tradisjonelle områdene for bruk av navigasjon. Videre utforming av navigasjonsinfrastrukturen kan derfor ikke skje bare på grunnlag av tradisjonelle brukeres ønsker og behov, men må også ta hensyn til nye anvendelser.

2.3 Radionavigasjonspolitik

For å nå de overordnede målene er det norsk radionavigasjonspolitik å:

- bidra til utvikling av internasjonale regelverk og standarder for både systemer og signaler og for deres bruk i alle typer anvendelser
- etablere og operere hensiktsmessig offentlig infrastruktur for radionavigasjon og dennes bruk for å fremme sikkerhet og effektivitet både i transportsektoren og andre samfunnssektorer
- legge forholdene til rette for sikker og effektiv bruk av globale og nasjonale systemer uten unødig duplisering av ytelser og tjenester
- sikre best mulig felles bruk av radionavigasjonssystemer og -tjenester for sivile og militære formål
- sørge for rimelige overgangstider ved ut- og innfasing av infrastruktur i lys av utviklingen internasjonalt og av hensyn til rimelig utnyttelse av levetiden for brukerutstyr
- bidra til at autoriserte elektroniske kart er tilgjengelig for å sikre trygg bruk av satellittbaserte navigasjonssystemer
- stimulere til kunnskap om og opplæring i bruk av elektroniske navigasjonsmidler
- bidra til internasjonal utveksling av informasjon om infrastruktur, brukerutstyr og tjenester
- stimulere til bruk av navigasjonsinfrastruktur og -tjenester
- stimulere til verdiskaping i sammenheng med ny infrastruktur, nytt brukerutstyr og nye anvendelser.

2.4 Ansvarsforhold

2.4.1 Internasjonalt

International Civil Aviation Organization (ICAO) er FNs permanente organisasjon for internasjonal sivil luftfart og har som mål å fremme sikker og effektiv trafikkavvikling gjennom planlegging og standardisering. European Organization for Safety of Air Navigation (EUROCONTROL) er en sammenslutning av 32 europeiske stater som arbeider for europeisk harmonisering og integrering av systemer og prosedyrer innenfor de rammer ICAO trekker opp.

International Maritime Organization (IMO) er FNs sjøfartsorganisasjon hvor sentrale arbeidsområder er sjøsikkerhet og hindring av forurensning til sjøs. I International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA) samarbeider kyststatene for å fremme sikkerheten under navigasjon i kystområdene, blant annet gjennom anbefalinger til IMO. International Hydrographic Organization (IHO), som også er en mellomstatlig organisasjon, utformer standarder og anbefalinger for hydrografisk oppmåling, sjøkart, distribusjon av digitale kartdata og tidevannsdata, samt spredning av maritim sikkerhetsinformasjon.

Den Internasjonale Teleunionen (ITU) tildeler radiofrekvenser. De frekvenser som benyttes av radionavigasjonssystem er avsatt til dette formålet i ITUs Radioreglement. Det europeiske satellittnavigasjonsprosjektet Galileo er et EU-prosjekt som gjennomføres av EU-kommisjonen, i samarbeid med European Space Agency (ESA).

2.4.2 Nasjonalt

Fiskeridepartementet har det overordnede ansvaret for koordinering av norsk sivil navigasjonspolitikk og for navigasjonsinfrastruktur for bruk til sjøs så som trafikkssentraler, AIS, fyr og merker. Ansvaret for forvaltning av maritime radiofyr og bruk av disse for spredning av differensielle GPS-signaler er lagt til Kystverket. Kystverket representerer Norge i IALA. Fiskeridepartementet ivaretar norske interesser i North-West European Loran-C System (NELS) og er oppdragsgiver til Forsvarets Logistikkorganisasjon/Informasjons- og kommunikasjonstjenester (FLO/IKT) for driften av norske Loran-C-stasjoner. FLO/IKT er ansvarlig for forvaltning av norske Loran-C stasjoner.

Forsvarsdepartementet har i tillegg til forvaltning av militære navigasjonsspørsmål også ansvaret for militær-sivil koordinering av radionavigasjon innenfor Totalforsvaret og i relasjon til NATO og EU.

Justis- og politidepartementet er ansvarlig for redningstjenesten, politiet og sysselmannen på Svalbard og de behov disse etatene har for hjelpemidler for radionavigasjon. Miljøverndepartementet har det overordnede ansvaret for norsk kartpolitikk, felles kartreferansesystem og kartgrunnlaget (geografisk informasjonssystem, GIS). Statens Kartverk forvalter kartgrunnlaget på sjø og land, det felles kartreferansesystemet og det differensielle satellittposisjoneringssystemet SATREF.

Nærings- og handelsdepartementet har ansvaret for norsk næringspolitikk og dermed også for verdiskaping relatert til navigasjonsinfrastruktur og bruken av denne.

Sjøfartsdirektoratet, som representerer Norge i IMO, forvalter krav til fartøyer og deres utrustning, derunder navigasjonsutstyr. Justervesenet, som representerer Norge i Det internasjonale byrå for mål og vekt, forvalter krav til tidsstandarder. Norsk romsenter forvalter Norges engasjement i satellittnavigasjon og representerer Norge i ESAs programstyre for navigasjon. Dette programstyret styrer ESAs Galileo-aktiviteter.

Samferdselsdepartementet har det overordnede ansvaret for forvaltning av navigasjonsspørsmål for luftfart, veitransport og jernbaner og av frekvensspørsmål for all sivil navigasjon. Samferdselsdepartementet representerer Norge i Rådet (Transport/telekommunikasjon) for EU og i EU-programmet Trans European Network (TREN). Luftfartstilsynet representerer Norge i ICAO. Luftfartstilsynet og Statens jernbanetilsyn er inspeksjonsmyndighetene for sikkerhet på sine respektive områder. Post- og Teletilsynet fører tilsyn med radio- og teleterminalutstyr og forvalter frekvensspektret. Luftfartsverket forvalter også navigasjonsspørsmål for sivil luftfart, mens Vegdirektoratet og Jernbaneverket har tilsvarende ansvar for veitransport og jernbanedrift.

Utenriksdepartementet har ansvaret for sikkerhetspolitiske aspekter i tilknytning til posisjonerings- og navigasjonssystemer.

3 ANVENDELSER OG BRUKERKRAV

3.1 Generelt

Formålet med radionavigasjon er å bidra til at operasjoner og forflytninger kan gjennomføres under alle værforhold og med

- god sikkerhet for menneskeliv og verdier
- god driftsøkonomi
- tilfredsstillende kapasitet og regularitet
- akseptable miljøkonsekvenser.

Operative brukerbehov, systemenes ytelse, tilgjengelig teknologi og kostnader påvirker de konkrete anvendelsene av radionavigasjonshjelpemidler. Kravene til navigasjonshjelpemidlene er derfor ikke statiske. De endres med den tekniske og økonomiske utviklingen både i de operasjonene som bruker navigasjonstjenestene og innenfor navigasjonshjelpemidler.

Da satellittnavigasjon nådde operativ status tidlig i 90-åra, gikk utviklingen på radionavigasjonsfeltet inn i en ny fase. Satellittsystemene har global dekning og en nøyaktighet som overgår det de bakkebaserte systemene er i stand til å yte. Det har åpnet for nye operasjonsmuligheter innenfor etablerte anvendelser av radionavigasjon og for et vidt spekter av nye anvendelser.

For de ulike anvendelsene vil det kunne defineres sett av brukerkrav. Slike krav fremkommer på noe forskjellig måte avhengig av anvendelsesområde.

Det ene ytterpunktet er anvendelser regulert ved formelle krav som har bred internasjonal tilslutning. Spesielt gjelder dette for sivil luftfart der ICAO etablerer regionale planer og internasjonale standarder for organisering av flynavigasjon. Standarder for eksisterende teknologi er etablert samtidig som nye standarder for fremtidens teknologi er under utvikling.

Landbaserte anvendelser er det andre ytterpunktet. De fleste anvendelsene der er så nye at det ennå ikke er etablert nasjonale eller internasjonale organer for å fastsette prosedyrer og brukerkrav. Mindre formelle krav er resultatet av avveininger mellom hva som vil være nødvendig for å muliggjøre ønskede operasjoner, hva navigasjonstjenesten vil koste, betalingsvilligheten og størrelsen av markedet. Slike brukerbehov er ikke nødvendigvis oppfylt med eksisterende teknologi og systemer.

Maritim sektor er i en mellomstilling, der brukerkravene delvis er styrt av IMO regler, men også i stor grad er definert av brukerens behov for høyere effektivitet og sikkerhet. Dette kapitlet gir en oversikt over dagens og, så langt mulig, morgendagens anvendelser og tilhørende brukerkrav til radionavigasjon for sivil luftfart, maritime anvendelser og landbaserte anvendelser.

For brukerne er de viktigste ytelsesparametrene dekning, nøyaktighet, tilgjengelighet og integritet. I denne planen angis nøyaktighet generelt som den horisontale nøyaktigheten og med en konfidensgrense på 95% (dvs 100% nøyaktighet i 95 av 100 målte tilfeller) såfremt ikke annet er angitt (se også vedlegg A). Ytelseskravene er ulike for ulike anvendelser. I anvendelser for sivil luftfart stilles det eksempelvis svært strenge krav til integritet, mens dette aspektet er av mindre betydning i en rekke anvendelser til lands. Kravene avhenger også av hvilken situasjon brukeren befinner seg i, for eksempel om et fly er underveis eller om det er i landingsfasen eller et fartøy er i åpen sjø eller under innseiling til havn. De følgende avsnittene gir en oversikt over de mest relevante ytelseskravene i NRNP-sammenheng.

3.2 Sivil luftfart

3.2.1 Føringer for radionavigasjonstjenester for sivil luftfart

Aktørene i sivil luftfart er den brukergruppen som stiller strengest krav til radionavigasjon. For å ivareta sikkerhet og harmonisering verden over er bruken av radionavigasjon for sivil luftfart strengt regulert. Det overordnede ansvar for standarder og retningslinjer ligger hos ICAO. For Europa-regionen har sammenslutningen av de europeiske luftfartsmyndighetene, ECAC (European Civil Aviation Conference), og EUROCONTROL (European Organisation for the Safety of Air Navigation) ansvar for å videreføre ICAOs retningslinjer i arbeidet med å harmonisere flytrafikken i denne del av verden, skape felles standarder, utforme strategier osv. Norge deltar i det internasjonale samarbeidet om radionavigasjon og opererer og utvikler nasjonale radionavigasjonstjenester innenfor de rammer internasjonale avtaler og anbefalinger setter. ICAOs retningslinjer er bindende for Norge i henhold til Chicago-konvensjonen. ECAC har per dato 38 medlemsstater. Dette omfatter nesten alle europeiske stater, deriblant Norge inkludert Svalbard.

I Norge ivaretas sivil luftfarts navigasjonsinteresser av Samferdselsdepartementet gjennom Luftfartsverket og Luftfartstilsynet. Luftfartsverket har ansvaret for planlegging og drift av Flynavigasjonstjenesten i Norge. Luftfartstilsynet fører kontroll med eksisterende anlegg og godkjenner nye. Luftfartstilsynet er luftfartsmyndighet og utøvende kontroll- og tilsynsmyndighet for sivil luftfartsvirksomhet i Norge. Luftfartstilsynet skal arbeide for at luftfartsvirksomheten i Norge utøves på en sikker og formåls effektiv måte. Luftfartstilsynet skal føre tilsyn med at utøvere av luftfartsvirksomhet oppfyller de krav som er satt til virksomheten.

Navigasjon inngår som en del av Flysikringstjenesten som omfatter luftromsorganisering, lufttrafikkjeneste, trafikkflytledelse, flyværtjeneste og flynavigasjonstjenesten som inkluderer kommunikasjon, navigasjon og overvåking.

Navigasjonsinfrastrukturen planlegges ikke separat, men følger som et resultat av de overordnede planer og politiske føringer, hvor bl.a. Nasjonal Transportplan (NTP), internasjonale konvensjoner og styringer danner grunnlaget for Luftfartsverkets Flysikringsplan. Flysikringsplanen er premissgiver for Luftfartsverkets Infrastrukturplan, som Navigasjonsplanen er en del av. Flysikringsplanen og Infrastrukturplanen er rullerende og utarbeides for en periode på 10 år, hvorav de 5 første årene er mest detaljerte.

All innføring av nye navigasjonssystemer skjer alltid i samarbeid med flyselskapene og krever aktiv deltagelse fra disse.

All instrumentflyging (dvs. å benytte seg av radionavigasjonshjelpemidler) er underlagt bestemte regler og forskrifter. IFR (Instrument Flight Rules) gjelder generelt, med enkelte unntak over fjellområder, alltid i luftrom over 9 500 fot. Minimumshøyden er gitt ut fra hensynet til sikker klaring til terreng, naturgitte og konstruerte hinder.

Operatører som skal fly IFR godkjennes av Luftfartstilsynet etter bestemte kriterier. De samme regler og forskrifter gjelder for alle som bedriver instrumentflyging enten det er allmennflyging (dvs. privatflyging og kommersiell ikke-regelbunden flyging som skoleflyging, firmaflyging, taxifyging, luftambulans m.m.), charterflyging eller regulær rutetrafikk.

Stort sett foregår all allmennflyging som Visual Flight Rules (VFR), som setter krav om fri sikt og uten bruk av instrumentnavigasjon, enten fordi de ikke har IFR-godkjenning eller rett og slett for å unngå dårlig vær og isningsforhold som de vil oppleve på luftledene. Ved allmennflyging under VFR benyttes likevel satellittnavigasjon (GPS) i

stor utstrekning som sekundærhjelpemiddel, og bidrar blant annet til å muliggjøre mer direkte rutevalg. Det er også trolig at tilgang til elektronisk informasjon fra Nasjonalt Register for Luftthindre (NRL) vil kunne være et nyttig sekundærhjelpemiddel, spesielt for helikoptertrafikk ved rednings- og ambulanseoppdrag.

Luftfartsverkets navigasjonsinfrastruktur er primært etablert for avviklingen av regulær rutetrafikk.

3.2.2 Krav til navigasjonssystemene i ulike faser av flyging

I sivil luftfart brukes radionavigasjonstjenester i alle faser av flyging. Et hovedskille går mellom navigasjon i underveisfasen og innflygingsfasen. Det er radionavigasjonssystemer på bakken, satellittbaserte navigasjonssystemer og annet navigasjonsutstyr om bord i flyet som enkeltvis eller i samspill tilbyr de nødvendige navigasjonstjenestene.

For navigasjonstjenester gjelder internasjonalt standardiserte tekniske og operative kriterier, med veldefinerte sertifiseringsprosedyrer. Alle navigasjonstjenester som er i bruk i sivil luftfart må være sertifisert etter internasjonale forskrifter.

Krav til nøyaktighet angis som RNP (Required Navigation Performance). RNP fastsetter nødvendig operativ navigasjonsnøyaktighet (navigation performance accuracy) for operasjoner innenfor et definert luftrom uten å sette krav til type navigasjonsutstyr.

RNP-verdien definerer tillatt navigasjonsfeil for totalsystemet (TSE: total navigation system error) i horisontalplanet, og i enkelte tilfeller også vertikalt, innenfor et definert luftrom. TSE er altså navigasjonsfeil for totalsystemet og inkluderer feil fra navigasjonssystemet, annen avionikk, display og såkalt FTE (Flight Technical Error). TSE må ikke overskride spesifisert RNP-verdi i 95% av tiden innenfor et hvilket som helst tidsintervall innenfor en hvilket som helst flyging.

Tabell 3.1 viser RNP-verdier som er i bruk eller under vurdering for fremtidig bruk og figur 3.1 illustrerer hvordan nøyaktighetskravene knyttes til ulike faser av flyging.

RNP-verdi	Nøyaktighetskrav (TSE) Horisontalplanet [Vertikalt]	Forventet anvendelse
RNP 0.003/z	± 0.003 n.mil [$\pm z$ ft]	Planlegges for Cat III presisjonslanding. (ILS, MLS og GBAS). Kravet til vertikal nøyaktighet "Z" er foreløpig ikke spesifisert.
RNP 0.01/15	± 0.01 n.mil [± 15 ft]	Foreslått for Cat II presisjonsinnflyging til 100 ft beslutningshøyde. (ILS, MLS og GBAS)
RNP 0.02/40	± 0.02 n.mil [± 40 ft]	Foreslått for Cat I presisjonsinnflyging til 200 ft beslutningshøyde (ILS, MLS, GBAS og SBAS)
RNP 0.03/50	± 0.03 n.mil [± 50 ft]	Foreslått for ikke-presisjonsinnflyginger med SBAS.
RNP 0.3/125	± 0.3 n.mil [± 125 ft]	Foreslått for ikke-presisjonsinnflyginger med barometerhøyde eller SBAS.
RNP 0.3	± 0.3 n.mil	Støtter operasjoner i terminalområdene. Forventes å bli den vanligste i bruk.
RNP 0.5	± 0.5 n.mil	Forventet brukt i terminalområder der RNP 0.3 ikke kan oppnås grunnet svak radionavigasjonsinfrastruktur og RNP 1 er utilstrekkelig på grunn av mange lufthinder.
RNP 1	± 1.0 n.mil	Støtter en del operasjoner i terminalområdene og forventes å støtte de mest effektive ruteføringene i kontrollert luftrom.
RNP 4	± 4.0 n.mil	Støtter operasjoner i luftledene og i luftrom med begrenset avstand mellom radionavigasjonshjelpemidler. Tenkes brukt i enkelte operasjoner i terminalområdet.
RNP 5	± 5.0 n.mil	Midlertidig innført i ECAC basert på eksisterende navigasjonshjelpemidler.
RNP 10	± 10 n.mil	Støtter reduserte separasjonsminima og mer effektive operasjoner i havområder og liknende omr. med liten trafikk og begrenset tilgang på radionavigasjonshjelpemidler.
RNP 12.6	± 12.6 n.mil	Støtter begrenset optimalisering av ruteføring i områder med redusert radionavigasjonsinfrastruktur.
RNP 20	± 20.0 n.mil	Vurderes som den dårligste ytelsen som kan aksepteres for operasjoner i luftledene.

Tabell 3.1 RNP-verdier



Et typisk norsk terminalområde strekker seg i en radius av 25 n.mil omkring flyplassen.

3.2.2.1 Underveisfasen

Som vist i figur 3.1 angis underveisfasen fra det punkt hvor flyet starter stigningen (climb) til marsjhøyde (en route) og nedstigningen (descent) til det punkt hvor innflygingsfasen begynner.

RNAV (Area Navigation) eller områdenavigasjon er betegnelsen på en type flyoperasjon innenfor et gitt geografisk område for bruk i underveisfasen og litt innenfor terminalområdet. Det er mulig å legge kursen fritt innenfor dekningsområdet for utvalgte bakkebaserte radionavigasjonshjelpemidler, andre navigasjonshjelpemidler om bord eller en kombinasjon av disse. Områdenavigasjon erstatter tidligere måter å navigere på hvor en var avhengig av å følge bestemte predefinerte luftleder.

Nøyaktighetskravet til RNAV varierer fra RNP 1 ved oppstigning og nedstigning til RNP 5 i marsjhøyde (nøyaktighet mellom 1 og 5 n.mil).

3.2.2.2 Innflygingsfasen

Kravene til navigasjon er strengest i innflygingsfasen, hvor flyet befinner seg nær terrenget. Marginene er romsligere for fly som befinner seg i marsjhøyde, i underveisfasen langt fra flyplassen. I luftrommet rundt flyplassene er det definert et terminalområde. Innenfor terminalområdet er trafikk tettheten større og her stilles ofte egne krav til underveisnavigasjon.

Ikke-presisjonsinnflyging og presisjonsinnflyging er flyoperasjoner for bruk i innflygingsfasen. Ved ikke-presisjonsinnflyging brukes navigasjonshjelpemidler som bare tilbyr to-dimensjonal posisjonsinformasjon. Under presisjonsinnflyging vil luftfartøyet få tilstrekkelig navigasjonsinformasjon til å bestemme posisjon også i vertikalplanet. I tabellen nedenfor er angitt ICAOs operasjonelle begrensninger for bruk av ILS ved presisjonsinnflyginger. Begrensningene er delt inn i tre hovedkategorier: Cat I, Cat II og Cat III, og angis som laveste beslutningshøyde (minima) og minste tillatte horisontale synsrekkevidde langs første halvdel av rullebanen i fire meters høyde.

Kategori	Beslutningshøyde (minima) og synsrekkevidde *
Cat I	Beslutningshøyde 60 m (200 ft) og synsrekkevidde 800 m eller 550 m når banen har senterlinjelys.
Cat II	Beslutningshøyde 30 m (100 ft) og synsrekkevidde 350 m
Cat IIIA	Beslutningshøyde < 30 m og synsrekkevidde 200 m
Cat IIIB	Beslutningshøyde < 15 m og synsrekkevidde 50 m

* Synsrekkevidde er den avstanden en kan se banekantlysene eller senterlinjelysene fra førerplass.

Tabell 3.2 Operasjonelle begrensninger for bruk av ILS

3.3 Maritime anvendelser

3.3.1 Innledning

For Norge som kystnasjon med stort nasjonalt sjøareal, lang kystlinje og omfattende skipsfart, har maritime anvendelser av radionavigasjon stor betydning. Omfanget av spesielle operasjoner til sjøs som krever posisjonering er økende. Dette stiller stadig større krav til navigasjonstjenester.

FNs sjøfartsorganisasjon, IMO, forvalter det internasjonale arbeidet for sikkerheten for menneskeliv, miljø og verdier til sjøs. Så godt som alle sjøfartsnasjoner er medlemmer av IMO. Organisasjonen utarbeider konvensjoner og resolusjoner med krav til fartøyer og utstyr, forskrifter for seilas og krav til navigasjonssystemer. Stater som ratifiserer konvensjonene, forplikter seg til å følge de krav som følger av disse. Utkastet til revisjon av IMO resolusjon A.860(20) presenterer en omfattende liste over maritime aktiviteter som krever posisjonering og antyder brukerkrav som kan bli aktuelle fra omkring 2010 og utover.

IALA er den internasjonale organisasjonen for institusjoner/etater som yter navigasjonshjelp til sjøfarende. I samråd med det enkelte lands myndigheter arbeider IALA for å fremme navigasjonssikkerheten i kystområdene. IALA, som har konsultativ status i IMO, fremmer forslag til IMOs arbeid med resolusjoner og utgir rapporter og manualer. IHO er en mellomstatlig organisasjon som utformer standarder, anbefalinger og manualer for hydrografisk oppmåling, elektroniske kart og papirkart, distribusjon av digitale kartdata og tidevannsdata, samt spredning av maritim sikkerhetsinformasjon. IMO har i flere år arbeidet med operative krav til et World-Wide Radio Navigation System (WWRNS) som kan bestå av både satellitt- og bakkebaserte systemer. Høsten 2001 godkjente IMO utkast til revisjon av resolusjon A.815(19) som angir de operative kravene radionavigasjonssystemer for seilas må tilfredsstille for å godkjennes som komponenter av WWRNS. Dette utkastet er trukket tilbake, og nytt forslag er under behandling i IMO. Samtidig utvikler IMO sine krav til et fremtidig (omkring 2010) Global Navigation Satellite System (GNSS) hvor et forbedret GPS og Galileo ventes å inngå. Høsten 2001 vedtok IMO utkast til revisjon av resolusjon A.860(20) med foreløpige operative krav til GNSS. Kravene er noe strammere, mer detaljerte og omfatter andre maritime anvendelser enn de som nå omfattes av kravene til WWRNS.

For vanlig seilas opererer revisjonsutkastet for IMO resolusjon A.815(19) med følgende kategorier farvann: Havområder, innseilinger til havner og kystområder med liten trafikk og/eller lav risiko, og innseilinger til havner og kystområder med stor trafikk og/eller risiko. IMO overlater til kyststatene å bestemme hvilken kategori de enkelte deler av deres farvann faller inn under og dermed hvilke navigasjonsmidler som skal være tilgjengelige.

3.3.2 Havområder

I havområder er trafikktettheten beskjeden og faren for grunnstøting liten. De reelle brukerkrav til navigasjonssystemene under tradisjonell seilas er derfor moderate. For å redusere drivstofforbruket gjør skipsfarten nå i økende grad bruk av automatisk styring av fartøyet etter programmerte seilingsruter. Dette setter noe større, men likevel moderate krav til navigasjonssystemene.

IMOs brukerkrav til WWRNS-nøyaktighet for dette anvendelsesområdet, tabell 3.3, er likevel satt relativt strengt. AIS kan i framtiden bli et ytterligere hjelpemiddel i dette seilingsområdet.

3.3.3 Innseilinger til havner og kystområder med liten trafikk og/eller risiko

Hele norskekysten, unntatt de områdene med større trafikk/risiko som er omtalt i kapittel 3.3.4, hører hjemme i denne kategorien.

IMO krever her (tabell 3.3) høy kontinuitet og bedre nøyaktighet enn for havområdene. Sikker navigasjon med hurtigbåter og fart over 30 knop i trange kystfarvann forutsetter imidlertid kortere tid til alarm ved feil i navigasjonssystemet enn tabellen angir.

Anvendelses- områder	Systemparametre		Tjenesteparametre	
	Horisontal nøyaktighet (m)	Integritet tid til alarm (sek)	Tilgjengelighet %	Kontinuitet % over 3 timer
Havområder	≤ 100	< 10	$> 99,8$ over 30 dager	-
Innseilinger og kyst- områder med liten trafikk og/eller risiko	≤ 10	< 10	$> 99,5$ over 2 år	$> 99,85$
Innseilinger og kyst- områder med stor trafikk og/eller risiko	≤ 10	< 10	$> 99,8$ over 2 år	$> 99,97$

Tabell 3.3 IMO krav til systemer for radionavigasjon i WWRNS. Ref. utkast til revisjon av IMO resolusjon A.815(19).

I tillegg til kravene til navigasjonssystemets ytelser forutsetter en sikker bruk av moderne navigasjonssystemer også at posisjoner fra navigasjonssystemene, elektroniske kart og papirkart presenteres i samme koordinatsystem, og at kartene er oppdatert med nøyaktighet på samme nivå som navigasjonssystemene. Dette gjelder for all navigasjon i kystfarvann og havner.

Transittrafikken langs norskekysten er økende. Bl a er det fra russisk side tatt initiativ til utskipping av olje fra Murmansk-området. Det har oppstått et større behov for å kunne overvåke og kontrollere både denne trafikken og annen trafikk. For dette formål kreves landbaserte systemer som automatisk mottar signaler fra fartøyene med deres identitet og posisjon, kurs og fart med stor nøyaktighet. Dette omtales nærmere under 5.3.1.5.

3.3.4 Innseilinger til havner og kystområder med stor trafikk og/eller risiko

Områder defineres i denne kategorien på grunnlag av konkrete vurderinger av forhold som trafikk tetthet, i hvilken grad det fraktes farlig last og hvorvidt konsekvensene av ulykker ville være spesielt store. Innseilingene til havnene i Oslofjorden og Grenland, Rogalandskysten og innseilingen til Mongstad og Sture faller i denne kategorien. Her kreves bedre tilgjengelighet og kontinuitet enn i øvrige kystfarvann (tabell 3.3). For å forebygge ulykker med betydelige miljøkonsekvenser er det i slike områder også behov for overvåkning og kontroll av skipstrafikken fra trafikksentraler på land. Det er i dag fire trafikksentraler i operativ drift, Horten trafikksentral i Vestfold, Brevik trafikksentral i Telemark og Fedje trafikksentral i Hordaland, samt Kvitsøy trafikksentral i Rogaland som ble satt i operativ drift pr. 1. januar 2003. Det vurderes også etablert en trafikksentral for Nord-Norge, bl a av hensyn til den økende transittrafikken.

3.3.5 Havner

Tradisjonell manøvrering i havner skjer manuelt på basis av visuell navigasjon, ofte supplert med radar. På skip med stor masse (f.eks. tankskip) og/eller stort vindfang er manuell manøvrering i trange havner vanskelig. Slike fartøyer får nå i økende grad utstyr for automatisert manøvrering i disse fasene.

For havneområdene antyder forslaget til revisjon av IMO resolusjon A.860(20) krav til navigasjonsnøyaktighet på 1 m fra omkring 2010 og fremover. De øvrige kravene er som for innseilinger/kystområder med høy trafikk/risiko.

3.4 Navigasjon og andre anvendelser på land

Veksten i bruk av radionavigasjon og tilhørende infrastruktur er størst for landbaserte anvendelser og bidrar til effektivisering av viktige prosesser innenfor mange samfunnssektorer. Det er på dette området de store volummarkedene for navigasjonsutstyr og tjenester etableres. Fordi dette området er så nytt, er det ennå ikke etablert nasjonale eller internasjonale organer for samordning av brukerkrav og standardisering av grensesnitt for å sikre interoperabilitet av brukerutstyr og infrastruktur.

Satellitnavigasjon er det klart dominerende radionavigasjonssystemet til lands, og GPS har vært den utløsende faktoren i den raske utviklingen de siste 10–15 årene.

De ulike landbaserte anvendelser setter sterkt varierende krav til ytelse fra infrastrukturen for radionavigasjon. Det er derfor ikke mulig å omtale alle. Ved hjelp av eksempler på sentrale anvendelser forsøker dette kapitlet å gi et bilde av hovedtrekkene i situasjonen og den videre utvikling til lands. Omtalen av brukerkrav i det følgende bygger dels på studier som i stor grad er gjennomført i sammenheng med EUs Galileo-prosjekt, og dels på skjønn.

3.4.1 Veitrafikk

Veitrafikk er allerede et av de aller største anvendelsesområdene for satellitnavigasjon. I løpet av få år vil de fleste nye biler bli levert med mottaker for satellitnavigasjon og leseutstyr for elektroniske kart og adresseregister. I første omgang vil dette være et hjelpemiddel for å finne frem til bestemmelsesstedet. Slik bruk vil kreve en nøyaktighet i området 2–10 m. Noe senere vil posisjonsinformasjon inngå i informasjonssystemer i biler og sammen med mottatt informasjon om veistatus og trafikksituasjonen være et hjelpemiddel for trafikkstyring og dynamisk ruteoptimalisering. Overføring av posisjonsinformasjonen kan muliggjøre trafikkregulering og mer effektiv assistanse i nødsituasjoner, og vil kunne være en metode i forbindelse med veiprising.

Innen profesjonell transport er bruken av navigasjonsinfrastrukturen økende og blir allerede benyttet til automatisk lokalisering av kjøretøyer som hjelpemiddel for flåtestyring, sporing av gods, kundeinformasjon i sanntid og informasjon om trafikk-situasjonen. Slike anvendelser krever nøyaktigheter i området 10 m–100 m.

Satellitnavigasjon vil i fremtiden kunne inngå i integrerte systemer i biler for å øke trafiksikkerheten og unngå ulykker. I Europa dør hvert år omkring 50 000 personer som følge av trafikkulykker og rundt 1,5 millioner blir skadet. Studier har indikert at systemer for varsling av vei- og føreforhold, kombinert med identifisering av andre kjøretøyer og hindre i veibanen vil kunne redusere ulykkesfrekvensen med 25% til 40%. En slik anvendelse vil krave nøyaktighet bedre enn 1 m.

3.4.2 Stedbaserte tjenester

Stedbaserte tjenester forutsetter at brukeren bringer med seg en kommunikasjons-terminal, gjerne en UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) mobiltelefon. En person i nød vil kunne utløse en nødmelding fra sin mobiltelefon, hvor informasjon om telefonens posisjon benyttes for å styre redningsaksjonen. Det kan også være oppsporing av gjenstander, for eksempel containere eller stjålne biler, på grunnlag av kringkasting av objektets posisjon fra en liten radiosender eller transponder med navigasjonsmottaker. Med referanse til sin posisjon kan brukeren også be om informasjonstjenester, for eksempel om nærliggende kinoer, deres program, parkering og kollektivtilbud. Sammen med satellittnavigasjon er mobiltelefoner og Internett teknologiske hovedkomponenter i stedbaserte tjenester. Tjenestene vil antagelig være tilgjengelige mer eller mindre globalt. De setter imidlertid krav til nøyaktighet og oppdatering av de typer lokal geografisk informasjon som posisjonene skal knyttes til. I dag finnes det for eksempel oppdatert oversikt over alle offentlig tilgjengelige adresser i Norge. Elektroniske kart finnes også, men disse tilfredsstiller neppe alle krav til nøyaktighet og oppdatering. Samtidig vil det være behov for å gjøre ulike typer informasjon tilgjengelig, for eksempel ledige parkeringsplasser, tilbud fra varehandelen, museers åpningstider etc). På mange hold synes det å være store forventninger til veksten i dette anvendelsesområdet. Forventningene til vekst er i stor grad basert på at posisjonsbestemmelse etter hvert vil være mulig med alle mobiltelefoner. I USA har Kongressen vedtatt Automatic Location and Identification (ALI) programmet, som i perioden 2001–2005 skal føre til at alle nye mobiltelefoner får en funksjon som tillater automatisk posisjonsbestemmelse. Det primære formålet er at politi og redningstjeneste skal vite hvor den nødstedte er når han ringer nødnummeret. Det ventes at tilsvarende pålegg vil komme også i Europa i løpet av de nærmeste årene. Det gjenstår imidlertid å se i hvilken grad markedet er villig til å betale for slike mobiltelefoner, hvor mye av det tekniske grunnlaget for stedbaserte tjenester foreligger.

Enkle stedbaserte informasjonstjenester kan være brukbare ved nøyaktigheter omkring 200 m, mens enkelte sikkerhetskritiske anvendelser trolig vil kreve nøyaktighet ned mot et par meter. Disse tjenestene kan reise nye spørsmål i forbindelse med personvern.

3.4.3 Geodesi, oppmåling og registrering

Navigasjonssystemer benyttes allerede i stor utstrekning i geodesi og ved oppmåling for kartproduksjon, for landmåling, for registrering av naturressurser og andre objekter og for registrering av infrastrukturelementer, som kommunaltekniske anlegg, kabler, koblingspunkter og lignende. Nøyaktighetskravene varierer fra centimeter til 20 m, avhengig av hvor man er og kategori objekter. En nasjonal eller internasjonal tjeneste som gir dm-nøyaktighet vil representere en rasjonalisering av mange kartleggings- eller registreringsoppgaver.

For geodetiske målinger og vedlikehold av det geodetiske referansenettet er nøyaktigheter på cm-nivå nødvendig, mens nøyaktigheter ned mot mm-nivå er ønskelig for geofysiske målinger av bevegelser i jordskorpen. Slike anvendelser krever normalt ikke sanntids målinger.

3.4.4 Anvendelser av nøyaktig tid og frekvens

Signaler fra satellittnavigasjon inneholder meget nøyaktig tid og er med sin globale dekning godt egnet for global tidsoverføring og klokkesynkronisering. Anvendelser innen tid og frekvens omfatter blant annet:

- synkronisering og tidsreferanse i kommunikasjons- og datanettverk
- tidsmerking av transaksjoner i transaksjonssystemer
- synkronisering, feildetektering og overvåking av kraftnett
- synkronisering av klokke ved vitenskapelige observasjoner.

Nøyaktighetskravene varierer over et stort spenn fra omkring 0,1 nanosekund til 1 millisekund. De strengeste kravene stilles for synkronisering av kommunikasjonsnettverk og vitenskapelige anvendelser. Bruk av navigasjonssystemer som global tidsreferanse i annen samfunns viktig infrastruktur reiser problemstillinger knyttet til sårbarhet og sikkerhet mot avbrudd i tjenesten.

3.4.5 Andre anvendelser

Satellittnavigasjon er allerede tatt i bruk innen landbruk, både for presisjonsjordbruk og i skogbruk. Innen jordbruk er det ønskelig med nøyaktighet omkring 1 m for å kunne posisjonere såmaskin og gjødselspreder for optimalt sporvalg og som hjelpemiddel for differensiert spredning av gjødsel og sprøytemidler over jordstykker. Innen skogbruk brukes satellittnavigasjon for registreringer og driftsplanlegging. Nøyaktighetskravet er nå omkring 10 meter, men bruken og kravene ventes å øke etter hvert som sterkere fokus på spesialtømmer og strengere miljøkrav medfører behov for å identifisere enkelttrær.

Satellittnavigasjon kan bli et godt hjelpemiddel i arbeidet med øket mattrygghet, særlig for å oppfylle EUs nåværende og kommende krav til sporbarhet av fisk og fiskevarer.

Innen bygg og anlegg benyttes satellittnavigasjon, supplert med støttesystemer, for innmåling av punkter og for nøyaktig plassering av store bygningsselementer. Slike anvendelser krever nøyaktighet i underkant av 1 cm.

Navigasjonssystemer har flere potensielle anvendelser innen jernbanedrift. I Norge brukes GPS nå til logging av kjørt distanse for godslokomotiver med formål å optimalisere vedlikeholdsintervaller. For overvåking av togtrafikken og for togstyring kreves nøyaktighet omkring 2 m, fordi det må være mulig å bestemme hvilket parallellspor et tog befinner seg på. Samtidig stilles strenge krav til integritet.

Et stor sivil brukergruppe benytter GPS som orienteringshjelpemiddel i skog og mark, på tur eller på jakt. Kravet til nøyaktighet varierer mellom 3–100 m, og de viktigste behovene vil trolig være dekket med nøyaktighet omkring 10 m.

Andre nye og spesialiserte anvendelser forventes å vokse frem ettersom systemer med tilstrekkelig ytelse og pålitelighet blir tilgjengelige. Et aktuelt eksempel er automatisert styring av anleggsmaskiner, der anleggsmaskinen bearbeider landskapet i henhold til en datategning (tilsvarende maskiner for dataassistert produksjon, DAP). Anvendt for veibygging vil det kreves nøyaktighet på noen få desimeter for graving og grovplanering, og ned mot centimeter for finplanering og asfaltering.

3.4.6 Oppsummering av krav

Hvert av hovedbruksområdene rommer flere detaljerte anvendelser, og brukerkravene vil derfor kunne variere over til dels store spenn innen hvert hovedområde. Tabell 3.4 nedenfor er ment å anskueliggjøre relevante krav og spennet i kravene for landbaserte anvendelser basert på hva som synes å ligge i forventningene til slike anvendelser.

Anvendelse	Nøyaktighet	Tilgjengelighet	Integritet ¹ Tid-til-alarmtid
Navigasjon	2–10 m	99%	1 min
Flåtestyring	10–100 m	99%	- ²
Anti-kollisjon	1 m	99,9%	sekunder
Jernbane	2 m	99,9%	sekunder
Geodesi	1–10 cm (statisk)	99%	1 time
Oppmåling	0,1–1 m	99%	1 min
Tid- og frekvens	0,1 ns–1 ms	99,9%	- ²
Stedbaserte tjenester	2–200 m	99%	- ²
Landbruk	0,1–10 m	99%	1 min
Anleggsvirksomhet	mm – 30 cm	99%	1 min

¹ Angivelsene for integritet må oppfattes som indikative og foreløpige fordi hver linje i tabellen dekker et sett av anvendelser med varierende krav og det er sparsomt med analyser av deres integritetsbehov.

² Ikke definert

Tabell 3.4 Indikative brukerbehov for landbasert navigasjon og anvendelser utenom navigasjon.

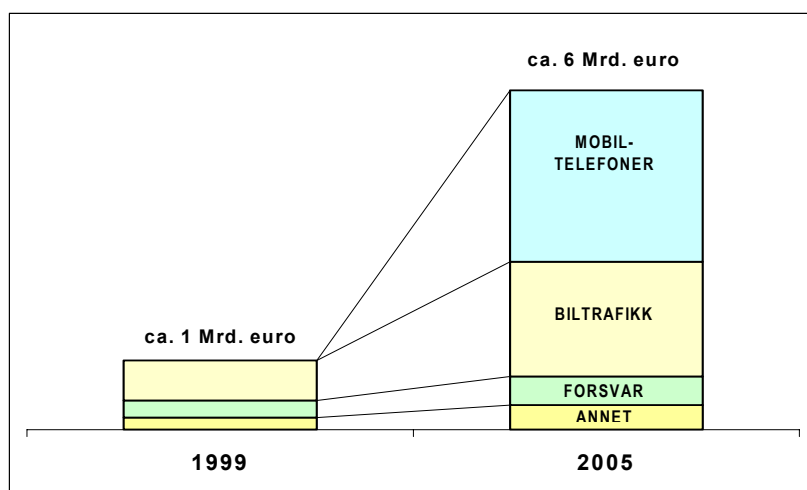
De angitte ytelseskravene er i liten grad basert på formelle krav fra myndigheter eller brukere fordi slike krav og standarder i hovedsak ikke er etablert.

Hensikten er å gi en indikasjon av størrelsesorden for krav og behov, og representerer ikke noen endelige absolutte krav knyttet til spesifikke anvendelser. Det er dessuten viktig å være klar over at behovene vil være dynamiske i den forstand at nye muligheter skapt gjennom forbedrede navigasjonssystemer vil avstedkomme nye anvendelser og skjerpede krav.

3.4.7 Hovedlinjer i fremtidig potensial for landbaserte anvendelser

Satellitnavigasjon vil dominere, og de store volummarkedene forventes innen personlige navigasjonstjenester og stedbaserte tjenester basert på utstyr integrert i biler og mobiltelefoner (figur 3.4). Karakteristisk for slike tjenester er at posisjonsinformasjon normalt vil inngå som element i en integrert informasjonstjeneste. Kravene til ytelse vil være ”moderate”, men disse volummarkedene vil være sterkt følsomme for pris. Anvendelsene innen landtransport og personbiltrafikk vil trolig gi muligheter for effektivisering av transportsektoren og biltrafikken. Samtidig vil operatørene av mobiltelefon tjenester satse på tjenestetilbud som fører til øket bruk. Teleselskapene ser for seg stedbaserte tjenester som et viktig vekstområde. I sum åpner dette for en kraftig vekst i landbasert bruk av navigasjonsinfrastrukturen.

Etter hvert som ytelsen fra navigasjonssystemene forbedres, skapes muligheter for å realisere mer nysjepregede landbaserte anvendelser med særlig strenge krav til ytelse.



Figur 3.4 Indikasjon av forventede markedsstørrelser for satellittnavigasjon i Europa.
 Kilde: Commission communication to the European parliament and the Council on Galileo, 22 November 2000.

4 INFRASTRUKTUR FOR RADIONAVIGASJON – STATUS

De fleste bakkebaserte systemer for radionavigasjon er etablert helt eller hovedsakelig for spesifikke formål og anvendelser. Satellittbaserte systemer som GPS har derimot brede anvendelsesområder. Disse beskrives derfor først generelt, mens status og ytelser i de spesifikke anvendelsene innenfor sivil luftfart, maritime og landbaserte anvendelser omtales sammen med beskrivelse, status og ytelser for relevante bakkebaserte systemer. Så vidt mulig forsøkes ytelsene holdt opp mot dagens og fremtidige krav som bidrag til grunnlaget for omtalen i kapittel 5 av utviklingen fremover.

I vurderingen av ytelser opp mot brukerkrav er det viktig å ha i minne at fly og fartøyer også har autonome navigasjonshjelpemidler ombord, som f.eks. kompass, treghetsnavigasjon og radar. Det er ikke i samme grad tilfellet for anvendelser til lands.

4.1 Satellittsystemer for radionavigasjon

4.1.1 GPS

For de fleste praktiske formål oppfattes satellittnavigasjon nå som ensbetydende med bruk av det amerikanske GPS (Global Positioning System), vedlegg C. Slik vil det nok også være i de neste 8-10 år.

GPS er et verdensomspennende presist, tredimensjonalt satellittnavigasjonssystem, som ble bygget for forsvarsformål. Det har også en åpen del for gratis sivil bruk. Gjennom sin nøyaktighet, tilgjengelighet og globale dekning er GPS nå etablert som det overlegent mest brukte navigasjonssystemet globalt.

GPS drives av USAs Forsvarsdepartement, DoD, som i denne sammenheng er underlagt et interdepartementalt styringsorgan, Interagency GPS Executive Board (IGEB), hvor DoD og det amerikanske transportdepartementet, DoT, deler formannskapet. I IGEB representerer DoD og Joint Chiefs of Staff (JCS) de militære brukerne, mens DoT og en rekke andre departementer og statlige etater representerer sivile brukere og interesser. IGEB rapporterer til USAs president.

Systemet består av minimum 24 satellitter, for tiden 28, fordelt i 6 sirkelformede baner med banehøyde omkring 20 000 km. Hver enkelt satellitt overfører kontinuerlig en melding som gjør mottakeren i stand til å beregne satellittens tid og nøyaktige posisjon. Brukerens mottaker måler tiden signalet bruker for å nå mottakeren. Ved samtidige målinger fra minst 4 satellitter kan mottakeren beregne posisjon (lengde, bredde og høyde) og tid. GPS gir omkring 10 meters nøyaktighet over hele kloden. Nøyaktigheten er bedre enn noe annet system med omfattende dekning og er tilstrekkelig for en rekke ulike anvendelser. USAs planer for oppgraderinger av GPS er omtalt i kapittel 5.2.3. Med regionale eller lokale differensielle støttesystemer kan nøyaktighet og integritet forbedres vesentlig. Med mottakere i kjente posisjoner beregner slike systemer differansen mellom beregnet avstand til hver satellitt over en minste maskevinkel og samme avstand målt på grunnlag av signalene fra satellittene. Forskjellen, dvs. avstandskorreksjonen, kringkastes sammen med dens tidsderiverte integritetsinformasjon og viss annen informasjon. Avhengig av utformingen av det differensielle systemet og tiden til rådighet for beregning av korreksjonene, kan nøyaktigheten bringes ned på cm-nivå. Slike systemer behandles under sine respektive hovedanvendelsesområder senere i dette kapitlet.

For bruk av GPS er det fortsatt utfordringer, spesielt knyttet til systemets begrensede integritet, signalskygge og sårbarhet. *Integritetsproblemet* kan løses med differensielle støttesystemer hvor referansestasjonene overvåker signalene fra satellittene og

kringkaster informasjon om eventuelle avvik. Integritet kan også oppnås med GPS mot-takere med RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring) funksjon som, når mer enn 4 satellitter er tilgjengelige, autonomt overvåker GPS' integritet og informerer brukeren. *Signalskygge* er et problem fordi GPS, i likhet med andre satellittsystemer, krever fri sikt fra brukeren til nødvendig antall satellitter. Dekningen begrenses derfor av fysiske hindringer som terreng og bygninger. Dermed virker GPS i hovedsak ikke innendørs. GPS er *sårbar* for elektronisk interferens, både tilsiktet og utilsiktet, fordi signalene fra satellittene er relativt svake. Slike interferensproblemer vil i hovedsak være lokale, men kan også ha regional virkning. Disse faktorene er av betydning, spesielt i forbindelse med sikkerhetskritiske anvendelser av systemet og omtales under de respektive anvendelsene senere i kapitlet.

Fordi GPS kontrolleres av USA har det vært reist tvil om det vil være forsvarlig å være avhengig av GPS i sivile anvendelser. Tvilen har bunnet i at USA av frykt for misbruk av systemet til våpenlevering i krig, krise eller under trussel om terroraksjoner, kunne velge å stenge den sivile delen av systemet. USA og enkelte andre nasjoner har imidlertid nå virkemidler for å hindre adgang til signalene bare i de spesielt truede områdene.

4.1.2 GLONASS

Det russiske satellittnavigasjonssystemet GLONASS (Global Navigation Satellite System), vedlegg D, har flere likhetstrekk med GPS. Det er i første rekke et militært system, som etter hvert har fått en viss sivil anvendelse. I 1996 erklærte Russland systemet operativt og tilbød ICAO og IMO fri bruk av GLONASS i 15 år.

I virkemåte og systemstruktur er de to systemene stort sett bygget opp etter de samme prinsippene. GLONASS skal nominelt ha det samme antall satellitter, 24, bruker frekvenser i nærliggende bånd og har også en banehøyde rundt 20 000 km.

Erfaringen viser at GLONASS under gunstige omstendigheter holder et høyt ytelsesnivå. GLONASS har de samme begrensningene som GPS hva angår integritetsinformasjon, fri sikt og sårbarhet som følge av svake signaler. I 1996 godkjente IMO GLONASS for maritim bruk, men forutsatte at Russland ville sørge for at systemet ville tilfredsstille de spesifikasjoner som var grunnlaget for godkjennelsen.

Tallet på operative satellitter er i dag mindre enn halvparten av det spesifiserte antallet. Dette har alvorlige konsekvenser for integritet, tilgjengelighet og pålitelighet. Våren 2001 la Russland frem for ICAO og IMO planer for oppskyting av nye satellitter slik at GLONASS i 2008 igjen vil ha full konfigurasjon med 24 satellitter og med noe forbedrede ytelser. ICAOs og IMOs anerkjennelse av GLONASS som et globalt system for radionavigasjon også for sikkerhetskritiske operasjoner forutsetter at disse planene blir gjennomført.

4.2 Sivil luftfart

Siden tidlig på 90-tallet har flytrafikken økt med 4-5% pr. år i vår del av verden.

Eksisterende planer baseres på en økning som leder til en fordobling av dagens trafikk innen 2015 og resulterer i et stadig økende kapasitetsproblem i trafikkavviklingen, både i luften og ved de store flyplassene.

Brukerne av luftrommet (flyselskapene, Forsvaret og de private operatørene) merker presset fra økende etterspørsel og opplever stadige begrensninger og forsinkelser. Derfor er det sterk interesse for alle tiltak som kan øke kapasiteten og sikkerheten. Eksempel på slike tiltak er mer effektiv flykontroll i alle flygefaser (fra parkering til parkering), mer avansert teknologi i flyene og bedre utnyttelse av luftrommet. Forventet trafikkøkning i

Europa har medført at samferdselsministrene i ECAC-statene har godkjent et program som skal sikre økt kapasitet og økt sikkerhet i årene frem mot 2015. Programmet har fått navnet European Air Traffic Management Programme (EATMP) og administreres av EUROCONTROL med EU som en stadig sterkere pådrivende aktør. EATMP baseres på strategier for lufttrafikkledelse, kommunikasjon, navigasjon og overvåking, og er i henhold til ICAOs globale plan. Luftfartsverkets Flysikringsplan 2002-2011 er utarbeidet i tråd med disse internasjonale føringene.

ECAC beskriver i dokumentet "Navigation Strategy for ECAC" (NAV.ET1.ST16-001) en navigasjonsstrategi frem mot 2015. Strategien forutser en utvikling som går mot områdenavigasjon i alle faser av flygingen med definerte krav til navigasjonsnøyaktighet. Dette gir mulighet for avansert navigasjon med tidskontroll, friere valg av ruteføringer og et mer effektivt samarbeid mellom flygekontroll og fly. Det hele skal baseres på avansert teknologi som legger til rette for mer aktiv medvirkning av piloten når det gjelder å opprettholde nødvendig atskillelse mellom flyene.

Navigasjonen, unntatt i innflygingsfasen, antas å baseres på en kombinasjon av satellittnavigasjon og bakkebasert infrastruktur av DME-anlegg. ILS antas fortsatt å være primært presisjonsinnflygingssystem på stamruteplassene. Satellittnavigasjon med GPS er i dag godkjent i underveisfasen. Innflygingsprosedyrer basert på GPS er under utvikling. Satellittnavigasjon antas å få en stadig mer sentral rolle i flynavigasjon. Strategien angir videre behovet for en rasjonalisering av den bakkebaserte infrastrukturen av navigasjonsanleggene VOR og NDB fra 2010.

4.2.1 Status og utvikling for eksisterende systemer

Nedenfor gis kun et grovt bilde av de enkelte systemene som er nærmere beskrevet i vedlegg.

4.2.1.1 NDB

NDB (Non Directional Beacon), vedlegg F, er et radiofyr som opererer i MF-området. Det har god rekkevidde (50–200 n.mil), men bølgeutbredelsen avhenger av værforhold og tid på døgnet, og nøyaktigheten er ikke spesielt høy. Fra fly kan man peile retningen til en NDB med en nøyaktighet på $\pm 5\text{--}10^\circ$. Hver NDB er identifisert med en morsekode. NDB inngår i navigasjonsprosedyrer i underveisfasen og for ikke-presisjonsinnflyging. I Norge har vi totalt 112 NDB-er plassert over hele landet. 3 av disse drives av Kystverket, men er også godkjent for sivil luftfart mens 9 er plassert på offshore-installasjoner og eies av Statoil. Det planlegges ingen utbygging av nye NDB-er. I dagens planer ligger at eksisterende NDB-er fortsatt skal drives, men intensjonen på sikt er å fase dem ut.

4.2.1.2 VOR

VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range), vedlegg G, er en annen type radiofyr som opererer i VHF-området. Som for NDB gir den bare retning. Dekning er begrenset til fri sikt. Når flyet er høyt, kan dekningsområdet utgjøre typisk 150 n.mil. Hvert VOR-anlegg er identifisert med en morsekode. VOR gir omtrent samme nøyaktighet som NDB, men bølgeutbredelsen på VHF er mindre utsatt for værphenomener. VOR er derfor mye brukt i underveisfasen av en flyging.

VOR inngår i navigasjonsprosedyrer i underveisfasen og for ikke-presisjonsinnflyging. I Norge har vi 38 VOR-er plassert. Det planlegges ingen nye VOR-anlegg. I dagens planer legges det til grunn at VOR anleggene skal drives videre, inntil VORs rolle

eventuelt blir vedtatt avløst av andre systemer.

4.2.1.3 DME

DME (Distance Measuring Equipment), vedlegg H, er utstyr som står på bakken (Transponder) og samspiller med utstyr i flyet (Interrogator). Signalet opererer på UHF-frekvens slik at dekningen blir begrenset til områder der flyet har fri sikt til bakkestasjonen. Flyet sender en strøm av spørresignaler ned mot anlegget på bakken, som sender tilsvarende svarsignaler til flyet. Tiden som går fra et spørresignal sendes og et akseptert svar er mottatt brukes for å beregne avstand mellom fly og bakkestasjon. Nøyaktigheten i avstandsbestemmelsen er rundt 1/10 nautiske mil (120-180 m) og DME er blitt tatt mer i bruk for underveisnavigasjon, blant annet fordi fly ved hjelp av signaler fra flere DME-er kan bestemme sin posisjon. Fra 1. april 1998 ble alle flyselskapene pålagt av ECAC å ha DME som del av basis RNAV. DME inngår ellers i navigasjonsprosedyrer for ikke-presisjonsinnflyging.

I Norge har vi 113 DME-anlegg plassert. Blant disse er et antall militære TACAN-stasjoner (TACTical Air Navigation) som for sivilt bruk gir samme informasjon som DME. 4 anlegg er plassert på offshoreinnstallasjoner og eies av Statoil. Antall DME-er vil øke i perioden med den hensikt å oppnå full DME/DME-dekning.

4.2.1.4 GPS

GPS (kapittel 4.1.1 og vedlegg C) er godkjent som supplement for underveisnavigasjon. Ikke-presisjonsinnflyginger baseres i dag utelukkende på bruk av NDB, VOR og DME, men det ligger i Luftfartsverkets planer å også etablere GPS-prosedyrer for ikke-presisjonsinnflyging. GPS inngår som et viktig delsystem i SCAT-I som planlegges for presisjonsinnflyging til regionale flyplasser.

4.2.1.5 ILS

ILS (Instrument Landing System), vedlegg I, består av et retningsfyr (også kalt localiser), ett glidebanesystem og to eller tre merkefyr og leder flyene inn på en kurs i forlengelsen av rullebanens senterlinje. Retningsfyret sender ut sin egen identifikasjon som morsekode på samme måte som NDB og VOR.

Glidebanesystemet leder flyet ned mot rullebanen langs et gitt glidebaneplan (normalt 3°) som skjærer over rullebanens terskel i 15 m høyde.

Merkefyr sender et signal rett opp, og vil kun mottas når flyene passerer rett over dem. De er plassert i to eller tre faste avstander til rullebanens terskel, og sender med ulike kodinger, som derved spesifikt markerer avstanden til terskel ved passasje. Som alternativ til merkefyr kan DME installeres. Dette gir kontinuerlig avstand til terskel langs hele innflygingen og foretrekkes av flygere fremfor merkefyr.

ILS-anlegg er installert på 49 flyplasser i Norge. Alle stamruteflyplassene i Norge har installert full ILS (Localiser, Glidebane og Merkefyr eller DME). På de fleste regionalplassene og enkelte private flyplasser er det kun installert retningsfyranlegg i kombinasjon med merkefyr eller DME.

Stamruteflyplassene opereres kun som operasjonell kategori 1 (ILS/Cat I), men en oppgradering av enkelte flyplasser til ILS/Cat II og III er under vurdering. På Gardermoen er to av fire ILS-anlegg prosjektert for Cat III. Pr. 31.10.2001 opereres en bane som Cat II og en som Cat III.

I henhold til Luftfartsverkets Infrastrukturplan skal ILS fylle funksjonsbehovet på stamruteflyplassene inntil satellittbaserte systemer kan overta.

4.2.1.6 SCAT-I

Mange av våre regionale flyplasser er plassert i trange områder hvor omliggende terreng på langt nær er flatt og jevnt. Dette medfører at etablering av ILS-glidebane på regionalflyplassene i Norge vil være svært kostnadskrevende. Luftfartsverket og Widerøes Flyveselskap har derfor et samarbeidsprosjekt hvor ambisjonen er å innføre elektronisk glidebane ved regionale flyplasser ved bruk av det satellittbaserte presisjons-innflygingssystemet SCAT-I (Special category I), vedlegg J. Dette er utelukkende for å øke flysikkerheten. Prosjektet er basert på amerikanske luftfartsmyndigheters spesifisering og sertifiseringsprosedyre. Widerøes Flyveselskap vil utstyre sine fly med nødvendig utstyr (avionikk) og Luftfartsverket vil utstyre flyplassene samt foreta sertifisering. Luftfartsverket har foreløpig prioritert implementering av SCAT-I på 10 regionale flyplasser.

I SCAT-I brukes teknologien DGPS hvor en nøyte innmålt basestasjon via VHF sender korreksjons- og integritetsdata sammen med glidebaneinformasjon til avionikken i flyet. Operativt virker SCAT-I på samme måte som ILS.

4.3 Maritime systemer

I tillegg til instrumenter for radionavigasjon er fartøyer utstyrt med andre hjelpemidler for navigasjon som kompass, ekkolodd, logg og radar. Instrumentering avhenger av fartsområde og fartøyets størrelse. I kystfarvann er fyr, lykter, merker, trafikksentraler med kystradarer også gode hjelpemidler.

For radionavigasjon til sjøs er GPS (kap 4.1 og vedlegg C) i kraft av sin globale dekning og nøyaktighet det overlegent mest brukte systemet. I tillegg er det i visse områder tilgjengelig andre systemer som dels bygger på andre prinsipper enn satellittnavigasjon og dels er differensielle støttesystemer for GPS. I de følgende avsnittene omtales de enkelte navigasjonsmidlene, status for tilgjengelig navigasjonsinfrastruktur for maritime operasjoner og i hvilken grad disse tilfredsstiller kravene i kap 3.3 til radionavigasjonssystemer i de respektive anvendelsesområdene.

4.3.1 Systembeskrivelse

4.3.1.1 GPS

Nesten alle fartøyer er utstyrt med GPS (kap 4.1.1) og gjør utstrakt bruk av systemet.

4.3.1.2 Loran-C

Loran-C (vedlegg K) er et sivilt hyperbolsk system med 1 000–2 000 km rekkevidde over vann. Stasjonene er knyttet sammen i kjeder. I alt er det rundt 20 slike kjeder i drift. Vel halvparten av disse dekker amerikanske områder. Norge deltar i North West European Loran-C System (NELS), og driver 4 Loran-C-stasjoner på norsk område, plassert på Værlandet, Bø i Lofoten, Berlevåg og Jan Mayen. Andre kjeder dekker USA, deler av det nordlige Stillehavet og deler av Nord-Atlanteren.

I de sentrale delene av dekningsområdet er nøyaktigheten 50-90 m. Den faller til omkring 450 m ved yttergrensen. I områder hvor radiobølgene fra Loran-C stasjonene må passere over land er nøyaktigheten dårligere. Tilgjengeligheten for signal fra en kjede som består av 3 stasjoner er 99,6%.

Loran-C brukes gjerne som et sekundært radionavigasjonssystem. Enkelte nye norske handels- og fiskefartøyer utstyres med Loran-C mottaker for det tilfellet at GPS-signalene ikke skulle være tilgjengelige. Fiskeridepartementet har iverksatt en

undersøkelse om dagens maritime bruk av Loran-C. Av mottatte svar kan det nevnes at Norges Rederiforbund viser til at systemet er lite aktuelt, og ikke i bruk hos forbundets medlemmer. Rederienes Landsforening opplyser at svært få av fartøyene i deres medlemsrederier er utstyrt med eller benytter Loran-C i seilas langs kysten eller innaskjærs. Norges Fiskarlag fremholder at en god del fartøyer har systemet, men bruker kun GPS/DGPS til navigasjons og posisjonering. Norges Fiskarlag opplyser videre at Loran-C ikke blir brukt, og at det vil fungere dårlig som alternativt system. Dette begrunnes med at systemet gir dårligere posisjonering enn GPS/DGPS, mangel på erfaring og instrumenter, samt at tilgangen og prisen på mottakere gjør at det ikke investeres i slikt utstyr.

I NELS-samarbeidet er det i løpet av de siste årene utviklet og til dels utprøvet et konsept, EUROFIX (vedlegg K) for bruk av Loran-C-stasjonene og –signalene for kringkasting av differensielle korreksjoner til GPS. Nøyaktigheten ved bruk av disse korreksjonene vil være omkring 3 m eller omtrent som for EGNOS (kap. 4.1.3). Som andre differensielle korreksjoner til GPS vil EUROFIX-korreksjonene falle ut dersom GPS-signalene ikke lenger er tilgjengelige.

I NELS-samarbeidet er det også utviklet og i noen grad utprøvet et konsept for kalibrert Loran-C (vedlegg K). Det bygger på det forhold at korttidsvariasjonene i Loran-C-signalene er små. Med kalibrering av Loran-C ved hjelp av GPS ville derfor Loran-C tillate vesentlig bedre posisjonsnøyaktighet i noen tid (minutter eller få timer) etter kalibreringen og innenfor det området hvor den sist målte korreksjonen er gyldig. På denne måten kunne Loran-C tenkes brukt som erstatning for GPS om dette skulle falle ut for en kortere periode.

NELS har også pekt på muligheten for bruk av EUROFIX og dermed Loran-C for utsending av GPS-korreksjoner til kjøretøyer og andre brukere til lands. De lave frekvensene Loran-C bruker er langt mindre utsatt for skjerming fra terreng og bygninger enn satellittnavigasjonssystemenes langt høyere frekvenser. Rent praktisk er det vanskelig å realisere denne anvendelsen uten at Loran-C/EUROFIX får en europeisk rolle. Så langt er det lite som tyder på at det vil skje.

I og med at Loran-C er et lite brukt system, er det foreslått at Norge går ut av NELS-avtalen ved dens utløp dersom bruken av systemet ikke endres radikalt frem mot 2004. Dette innebærer i så fall at driften av norske Loran-C stasjoner vil opphøre ved utgangen av 2005. Vurderingen om å tre ut av samarbeidet hvis det ikke skjer en endring i bruken fram mot 2004 deles i hovedsak av flere av NELS-avtalens medlemmer. En avgjørelse forventes i forbindelse med behandlingen av statsbudsjettet for 2004.

4.3.1.3 IALA DGPS

IALA har utarbeidet standarder og spesifikasjoner for bruk av eksisterende radiofyr som stasjoner for kontroll og kringkasting av GPS-integritet og beregning av differensielle korreksjoner. En rekke kyststater har etablert slike IALA DGPS (vedlegg L) langs sine kyster. Norge ved Kystverket har 12 slike stasjoner som dekker hele kysten og farvanene ut til omkring 300 km. Dekningen i områder med terrengskjerming, spesielt i fjorder, er imidlertid noe begrenset. Selv om systemet har vært i drift i noen år, er det ikke fullt operativt. Det ventes å skje primo 2003. I Norge er systemet likevel i utstrakt bruk og antall mottagere i Norge antas å være nær 20 000.

Kystverkets spesifiserte nøyaktighet for systemet er 10 m, men i praksis er nøyaktigheten 5 m eller bedre. Tiden til alarm er 10 sek og tilgjengeligheten 99,5%. Når systemet blir fullt operativt, ventes kontinuiteten å være 99,85%, som oppfyller IMOs krav.

4.3.1.4 Elektroniske kart

Å fremskaffe sjøkart, spesielt elektroniske sjøkart (vedlegg M), med tilstrekkelig nøyaktighet er for Norges vedkommende en viktig offentlig oppgave. Ved utgangen av 2001 har Sjøkartverket målt opp, digitalisert sjøkartgrunnlaget og utgitt autoriserte elektroniske kart for kysten fra svenskegrensen til Brønnøysund med unntak av strekningen Haugesund - Sognefjorden. Videre er enkelte områder i Nordland og Troms dekket av elektroniske kart. For alle hoved- og biledene er nøyaktigheten i kystlinjen omkring 5 m og ellers bedre enn 25 m. Kartene tilfredsstiller IHOs standarder og kravene til sikker bruk av satellittnavigasjon i kystfarvann. Elektronisk Sjøkartsenter i Stavanger har lagt forholdene til rette for god tilgjengelighet og effektiv distribusjon av både autoriserte kart og rettelser. Sjøkartverket regner med å kunne levere slike kart for hele norskekysten i 2006/2007.

For effektiv bruk av nøyaktige kart og nøyaktige navigasjonssystemer i trange farvann og områder med stor trafikk er det nødvendig med hjelpemidler for raskt og sikkert å kunne holde sammen informasjon fra kart og navigasjonssystemer. Elektroniske kartsystem er derfor allerede i utstrakt bruk. Det er imidlertid fortsatt et fåtall av disse som er av godkjent Electronic Chart Display System (ECDIS) standard. Et ECDIS-system må tilfredsstille kravene i IMO Resolution A.817(19), og være typegodkjent og sertifisert. Selv om IMO neppe vil kreve ECDIS om bord i fartøyer er det ventet at systemet vil få bred anvendelse bl.a. fordi kravet til kostbare papirkart, og oppdatering av disse da vil falle bort. Ikke IMO-godkjente elektroniske kartsystemer (ECS) brukes nå i stor utstrekning av den norske fiskeflåten og fritidsfartøyer, selv om disse uautoriserte systemene har store sikkerhetsmessige begrensninger. Elektroniske kart benyttes også i Vessel Traffic Services (VTS) stasjoner og i simulatorsystemer for opplæringsformål.

Sjøfartsdirektoratet har funnet at ECDIS under visse forutsetninger kan erstatte papirkart, jfr Sjøfartsdirektoratets rundskriv nr 25/2001. Betingelsene for at skip kan benytte ECDIS i stedet for papirkart framgår av meddelelse fra IMO; SLS.14/Circ. 174. Elektroniske sjøkart og gode navigasjonssystemer krever at prosedyrer og opplæringskrav/tilbud utvikles som grunnlag for sikker navigasjon.

4.3.1.5 AIS (Automatic Identification System)

AIS (vedlegg N) er et automatisk rapporteringssystem som på maritime VHF-frekvenser utveksler informasjon mellom skip og mellom land og skip. AIS er i første rekke et antikollisjonssystem som både identifiserer skip i nærheten med navn og kallesignal, og overfører deres nøyaktige GPS posisjon, kurs og fart.

I tillegg vil AIS være et verdifullt hjelpemiddel for å gi kystnasjoner oversikt over trafikken langs kysten. Hver AIS stasjon vil kunne motta AIS-signaler fra trafikken ut til ca. 25 n.mil fra stasjonen.

Etableringen av AIS-stasjoner startet i 2002, og omfatter deler av kysten i Sør-Norge. Fiskeridepartementet har planlagt og avsatt midler til dekning av resten av kysten i løpet av 2003.

4.3.1.6 Radarfyr (Radar Beacon "Racon")

Radar er i dag og vil i overskuelig fremtid fortsatt være et viktig navigasjonshjelpemiddel for å unngå grunnstøtinger og kollisjoner.

Radarfyr (vedlegg O) er automatiske transpondere som når de fanger opp signaler fra en skipsradar i 3 cm og 10 cm båndene omgående svarer med å returnere en kodet puls som

umiddelbart vises på skjermen bak det aktuelle radarmålet. Dermed kan navigatøren med sikkerhet identifisere radarfyret og bestemme sin egen posisjon.

I Norge fins det i dag rundt 60 radarfyr langs kysten. De fleste er plassert på fyr og lykter. Systemet har høy tilgjengelighet og nøyaktighet på omkring 75 m.

I en eventuell videre utbygning av radarfyr vil Racon-transpondere sannsynligvis bli erstattet med AIS-transpondere.

4.3.2 Havområder

Med moderne GPS-mottakere tilfredsstiller dagens GPS nøyaktighets- og tilgjengelighetskravene til navigasjon over åpne havområder (kap 3.3.2). GPS gir imidlertid begrenset integritet.

Kystverkets IALA DGPS-kjede (kap 4.3.3.2) dekker havområdene ut til omkring 300 km fra kysten. Den gir integritetsinformasjon og tilfredsstiller tid til alarm kravet. Systemets differensielle korreksjoner til GPS forbedrer posisjonsnøyaktigheten til 5 m eller bedre.

Med sin rekkevidde på 1 000–2 000 km over vann dekker Loran-C store deler av norsk interesseområde til sjøs, men systemet tilfredsstiller ikke IMO's krav til WWRNS.

Systemet brukes ofte som et sekundært radionavigasjonssystem for det tilfellet at GPS ikke skulle være tilgjengelig.

4.3.3 Innseilinger til havner og kystområder med liten trafikk og/eller risiko

Samtidig bruk av GPS og Kystverkets IALA DGPS vil, når systemet er fullt operativt primo 2002, tilfredsstille system- og tjenestekravene. Dekningen er imidlertid noe begrenset i indre farvann med kraftig terrengskjerming. Sikker navigasjon der vil være avhengig av bruk også av visuelle midler og radar.

4.3.4 Innseilinger til havner og kystområder med stor trafikk og/eller risiko

Samtidig bruk av GPS og IALA DGPS tilfredsstiller IMO's krav til nøyaktighet og tid til alarm for vanlig fart i disse områdene.

Hurtigbåter med fart over 30 knop krever likevel vesentlig kortere tid til alarm. I dag er det derfor ingen offentlige radionavigasjonssystemer som tilfredsstiller de behov for ytelse som slike fartøy vil ha, selv ikke i tradisjonelle fartsområder. Sikker navigasjon forutsetter bruk også av visuelle midler, radar og gode kart.

I områder hvor det er stor trafikk tetthet og/eller risiko, er etableringen av trafikksentraler et godt forebyggende hjelpemiddel for sikker navigasjon. Etableringen av trafikksentralen i Oslofjorden og for Rogaland er særlig myntet på stor trafikk tetthet, men sentralen for Grenland og Sture/Mongstad er etablert pga fartøy som fører farlig og/eller forurensende last.

4.3.5 Andre anvendelser

Ingen offentlige radionavigasjonssystemer tilfredsstiller kravene innen offshorevirksomhet, kabel- og rørlegging, hydrografi, mudring og maritime konstruksjons- og anleggsarbeider. Disse aktivitetene bruker derfor GPS og kommersielt tilgjengelige støttesystemer. Dette er systemer med nøyaktighet i meter- og desimeter-området og som typisk kringkastes via geostasjonære satellitter.

4.4 Systemer for navigasjon og andre anvendelser til lands

Det er identifisert en rekke behov og muligheter for anvendelser av systemer for satellittnavigasjon på land. Landbaserte anvendelser er allerede det største markedet for satellittnavigasjon. I forhold til de mange mulige anvendelsene er bruken foreløpig likevel forholdsvis beskjeden. Utvikling av nye anvendelser tar nødvendigvis tid.

4.4.1 Veitrafikk

4.4.1.1 GPS

GPS (vedlegg C) er det enerådende systemet for navigasjon i veitrafikk. Kjøretøyet utstyres med GPS-mottaker, elektroniske kart og bildeskjerm som viser gate-/veinettet og bilens posisjon og kjøreretning. I tunneler og områder med tett og høy bebyggelse eller bratt terreng er det begrensninger i GPS-dekningen. For å tilfredsstille nøyaktighetskravene og gi kontinuerlig dekning benytter slike systemer i tillegg kartkorrelasjon, innebygget gyro og informasjon fra bilens distansemåler for beregning og visning av egen posisjon. Kartkorrelasjon (map-matching) innebærer å utnytte det faktum at en bil normalt befinner seg på en vei og holder seg til en og samme vei mellom veikryss. De fleste større bilfabrikanter tilbyr nå flere modeller utstyrt for satellittnavigasjon med GPS.

GPS tilfredsstiller også kravene til bruk for flåtestyring, sporing av gods og kundeinformasjon i sann tid.

4.4.1.2 Elektronisk kartgrunnlag

Gode elektroniske kart og annen geografisk informasjon er en forutsetning for satellittbasert navigasjon i veitrafikken. Slike kart foreligger i stor grad for Sentral-Europa. Hele den norske kartserien N50 (Norge i målestokk 1:50 000) og bykart (i varierende målestokk) foreligger elektronisk både som vektor- og rasterkart. På grunnlag av disse kartene og digitale primærserier over geografisk informasjon utarbeidet Statens Kartverk og Statens vegvesen i 90-årene et elektronisk veinett for Norge som dekker alle veier/gater som er mer enn 50 m lange og kjørbare med bil. Elektronisk veinett oppdateres minst en gang årlig. Til veinettet er knyttet alle adresser. Kartserien N5 (målestokk 1:5 000) dekker omkring 60% av landområdet i Norge og foreligger som elektroniske rasterkart for hele dette området. Datagrunnlag for å produsere vektorkart på bestilling foreligger for ca. en tredel av N5-området. Alle de norske kartdataene følger den europeiske standarden EUREF89 for datum (vedlegg Q).

Til tross for dette gode utgangspunktet har tilgangen på elektroniske kart tilpasset systemer for bilnavigasjon foreløpig vært meget begrenset i Norge. Årsaken er antagelig den beskjedne størrelsen på det norske markedet.

4.4.1.3 Systemer for vei- og trafikkinformasjon

I en rekke europeiske land, deriblant Tyskland, Danmark og Sverige, er det innført automatiske systemer for kringkasting av elektroniske vei- og trafikkmeldinger over FM-radio. Meldingene kan mottas med en bilradio som er utstyrt for å motta RDS-TMC meldinger (Radio Data System–Traffic Message Channel). Meldinger om stengte veier eller forsinkelser som følge av veiarbeid eller ulykker kan benyttes av bilens navigasjonssystem for automatisk beregning av optimal alternativ kjørerute. Slike systemer er ikke innført i Norge.

4.4.2 Stedbaserte tjenester

GPS tilfredsstiller kravene for de aller fleste stedbaserte tjenester utendørs, kanskje unntatt visse sikkerhetskritiske tjenester. Stedbaserte tjenester tilbys foreløpig bare i begrenset omfang i vårt land.

4.4.2.1 Posisjonsbestemmelse med mobiltelefonsystemer

Selv om mobiltelefonsystemene først og fremst er utviklet for overføring av tale og data, kan de i prinsippet benyttes til mer eller mindre nøyaktig bestemmelse av posisjon. Forskjellige teknikker er tilgjengelige, men alle krever en viss modifisering av basestasjonene og funksjoner i apparatene som ikke er standard i dag.

Posisjonsbestemmelse ved hjelp av mobiltelefonsystemer har fordeler i forhold til satellittbaserte systemer, ved at de også vil fungere innendørs eller i områder der satellittsignalene er blokkert. Nøyaktigheten vil trolig kunne være mellom omkring 50 m og 200 m, avhengig av tetthet og plassering av basestasjoner og hvilken teknikk som benyttes. Ulemper er bl.a. kostnader ved utbygging av basestasjoner, begrenset tilgjengelighet i tynt befolkede områder og variabel nøyaktighet.

Avhengig av anvendelsene vil slike systemer dels kunne være et supplement og dels et alternativ til GPS-mottaker (med omkring 10 meters nøyaktighet) innebygget i mobiltelefoner.

Det er i Norge i dag bare i svært begrenset grad implementert løsninger for posisjonsbestemmelse ved hjelp av mobiltelefoner. Det er imidlertid mulig at private mobiloperatører vil bygge ut slike tjenester i sine nett.

4.4.3 Geodesi, oppmåling og registrering

Geodesi og de aller fleste oppmålings- og registreringsarbeidene forutsetter bedre nøyaktighet enn GPS gir og krever differensielle støttesystemer. For geodesi- og oppmålingsarbeid i Statens Kartverk er nå GPS kjernesystemet.

Det finnes også kommersielle systemer for anvendelser på land. Dette er systemer som kringkaster via geostasjonære satellitter (meter- og desimeter-tjenester), eller lokale/regionale tjenester som benytter radiokringkasting eller mobiltelefon (cm-tjenester).

4.4.3.1 DGPS/SATREF

SATREF (vedlegg P) er Statens Kartverks differensielle støttesystem for GPS som har vært i drift i flere år. Etter oppgradering har systemet ved utgangen av 2001 12 monitor- og referansestasjoner i fastlands-Norge og 1 på Svalbard. Nettet utveksler data med tilsvarende nett i Sverige og Danmark.

SATREFs landsdekkende infrastruktur for posisjonsbestemmelse vil operere to tjenester

- MPOS med nøyaktighet på meters nivå (0,5–2 m)
- DPOS med nøyaktighet mellom 3 desimeter og 1 meter

MPOS er basert på åpne standarder og løsninger, mens DPOS – fordi standarder for slike tjenester ennå ikke er etablert – er et lukket system, som også krever spesielt brukerstyr. Statens Kartverk har som policy å gå over til å basere tjenestene på åpne løsninger etter hvert som standarder etableres.

Korreksjonssignalene distribueres til brukerne over mobiltelefon etter oppringning, og over radio. Radiodistribusjon tillater ubegrenset antall brukere og skjer over en datakanal i det riksdekkende FM-nettverket som er under utbygging. Ved utgangen av 2001 var datakanalen ferdig utbygd i hele Sør-Norge til og med Sør-Trøndelag. SATREF

kringkaster også korreksjonssignalene for MPOS på langbølge og mellombølge fra fire radiostasjoner. Senderne dekker norske kyst- og havområder, områder inkludert store deler av Svalbard og Barentshavet. Oppdateringsfrekvensen er 5–6 sek.

MPOS og DPOS tilfredsstiller kravene for de fleste registreringsoppgavene og i tillegg enkelte oppmålingsoppgaver utenfor tettbygde strøk. Nøyaktighetskravene for geodesi og oppmålingsoppgaver i tettbygde strøk oppfylles ved målinger over tid og etterbehandling.

SATREF har tidligere tilbudt sine tjenester gratis. Tjenesten ble i løpet av 2002 delt i flere segmenter, som er priset etter den nøyaktighet som leveres.

4.4.4 Anvendelse av nøyaktig tid og frekvens

GPS gir en global tidsreferanse med en nøyaktighet på 100 ns. Fordi signalene er tilgjengelige globalt og kan benyttes med enkelt og billig utstyr egner de seg godt for synkronisering av nettverk.

I norske telenett brukes i hovedsak sentrale Cesium-klokker som tidsreferanse, mens GPS brukes som et sekundærsystem. GPS har også fått en viss anvendelse for synkronisering av datamaskiner i datanett. Kravene til nøyaktighet for slike formål ligger i området fra noen millisekunder til 10 mikrosekunder.

I norsk kraftforsyning brukes GPS som tidsreferanse både i kontrollsentraler for styring av inn- og utkobling av deler av nettet og ved lokalisering av feil på nettet ved måling av ankomsttider av transienter etter feil. For slike formål er kravet til nøyaktighet 10–100 millisekunder (ms).

Årsaken til bruken av GPS for disse formålene er den gode tilgjengeligheten av signalene og den lave prisen på GPS mottakere.

4.4.5 Andre anvendelser

I norsk jernbanedrift brukes foreløpig GPS kun til logging av kjørt distanse for godslokomotiver med formål å optimalisere vedlikeholdsintervaller og for sporing av gods. I Tyskland er det startet forsøksdrift med togstyring basert på GPS. Posisjonsangivelse ved hjelp av satellitt har ikke vært anvendt i forbindelse med signalanlegg i Norge. Etter hvert som den teknologiske utviklingen gir en tilfredsstillende nøyaktighet, og lav nok responstid, vil slik anvendelse bli vurdert i forhold til eksisterende posisjoneringssystem. Innen bygg og anlegg benyttes GPS i kombinasjon med lokale RTK (Real Time Kinematics) differensielle støttesystemer.

Innen jord- og skogbruk tilfredsstilles nøyaktighetskravene med differensiell GPS med nøyaktighet i desimeter- til meter-området, avhengig av anvendelsen. Omfanget av slik bruk i Norge er fortsatt relativt beskjeden.

GPS tilfredsstiller kravene til de aller fleste fritidsanvendelsene til lands og har allerede en viss utbredelse.

5 UTVIKLINGEN FREMOVER

5.1 Innledning

Radionavigasjon er et område under stadig utvikling. Drivkreftene er først og fremst den teknologiske utviklingen og de mulighetene den åpner for sikrere navigasjon og for anvendelser på nye områder. Realiseringen av mulighetene avhenger i stor grad av brukernes vurderinger av nytteverdien i forhold til kostnader forbundet med nytt utstyr og bruksavgifter.

Dette kapitlet beskriver ikke alle utviklingsmulighetene, men fokuserer på de mulighetene som synes å ligge i den forholdsvis nære fremtid eller ventes å få stor betydning for utviklingen fremover. For hver enkelt av de mulighetene som omtales, identifiserer de følgende avsnittene de hovedfaktorene som vil påvirke utviklingen. Videre antydes det når eventuelle beslutninger om og realisering av mulighetene i form av innfasing av ny og utfasing av eksisterende infrastruktur kan komme til å skje. Kapitlet antyder også de prosessene som kan bli satt i verk for å legge grunnlag for slike beslutninger. Målet er å gi relevante myndighetsorganer, brukere og industri et forvarsel om hvilke og når endringer i navigasjonsinfrastrukturen kan komme til å skje, og dermed legge grunnlag både for egne vurderinger og for innspill i den videre prosessen.

5.2 Satellittnavigasjon

Satellittnavigasjon vil utvikle seg raskt i årene fremover. GPS er allerede blitt det dominerende systemet for de fleste anvendelser som ikke er sikkerhetskritiske. Den sterkt økende bruken innen mange samfunnssektorer vil skape et økende sårbarhetsproblem, som taler for minst to uavhengige, men for brukeren interoperable, systemer. To uavhengige systemer er også sterkt ønskelig for å kunne utnytte satellittnavigasjon til sitt fulle potensiale også i sikkerhetskritiske anvendelser. Muligheten for tilsiktede forstyrrelser av satellittnavigasjonssignaler kan få innvirkning på hvordan og hvor raskt satellittnavigasjon får innpass i sikkerhetskritiske anvendelser. Det er likevel klart at satellittnavigasjon vil bli det primære system for stedfesting og distribusjon av nøyaktig tid. Andre systemer vil på sikt bare ha en rolle i den grad de utfyller satellittsystemene.

5.2.1 EUs strategi innen satellittnavigasjon

Bruken av GPS er i rask vekst også i Europa. Systemet har fått økende betydning i en rekke viktige samfunnssektorer, også utenfor tradisjonelle anvendelser av navigasjon. GPS åpner for betydelige effektiviseringsgevinster både på bedrifts- og samfunnsplan, og verdiskapning i form av nytt brukerutstyr og verdiøkende tjenester er i sterk vekst. EU har lenge sett det som viktig å gjøre Europa til en aktiv og uavhengig aktør på det viktige teknologiområdet som satellittnavigasjon nå er og dermed legge forholdene til rette for at Europa kan høste størst mulig fordeler av denne utviklingen. EU har derfor, i samarbeid med ESA, planlagt og iverksatt en to-trinns strategi for å nå dette målet. Gjennomføringen av første trinn er allerede i gang med utvikling og etablering av EGNOS, som skal bli et regionalt støttesystem til GPS (og GLONASS). Andre trinn er etablering av et selvstendig europeisk satellittnavigasjonssystem, Galileo.

5.2.2 European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS)

EGNOS, vedlegg E, som utvikles i ESAs regi, blir ikke et selvstendig satellitt-navigasjonssystem, men et europeisk, regionalt, satellittbasert støttesystem for GPS og GLONASS. Med det primære mål å dekke behov innenfor luftfart, samarbeider EU, ESA og Eurocontrol om å utvikle og etablere systemet. Planen er at det skal være fullt operativt og sertifisert i 2004.

EGNOS skal, ved hjelp av kontrollsentra og referansestasjoner på bakken og navigasjonstranspondere på kommersielle, geostasjonære satellitter, forbedre nøyaktigheten, tilgjengeligheten og integriteten til GPS og GLONASS. Transponderne vil kringkaste differensielle korreksjoner for GPS og GLONASS. Disse signalene ventes å tillate posisjonsbestemmelse med nøyaktighet rundt 3 m. Tilgjengeligheten skal være 99%.

Transponderne vil også fungere som ekstra GPS-satellitter og dermed øke tilgjengeligheten. EGNOS vil i tillegg overvåke signalene fra GPS og GLONASS og sende integritetsinformasjon for systemene.

Planen er å ha EGNOS-transpondere på 3 geostasjonære satellitter. Det åpner i prinsippet for dekning fra og med det indiske hav til østkysten av USA, og fra 75° syd til 75° nord. Bakkeinfrastrukturen begrenser imidlertid den reelle dekningen til det europeiske luftrommet. I vanskelig terreng vil dekningen være begrenset allerede i sørlige deler av Norge.

EGNOS utvikles i parallell med tilsvarende systemer i USA, WAAS, og Japan, MSAS. Under forutsetning av utbygging av tilstrekkelig bakkeinfrastruktur vil de tre systemene til sammen kunne gi global dekning mellom 75° syd og 75° nord.

5.2.3 Galileo

I 1999 besluttet EU og ESA å iverksette trinn 2 av Europas strategi for satellitt-navigasjon. Som et første skritt i utviklingen og etableringen av et europeisk satellitt-basert navigasjonssystem, ble definisjonsfasen av Galileo (vedlegg R) satt i gang. Med sin resolusjon av april 2001 godkjente EUs Ministerråd (Transport) en foreløpig videreføring av Galileo-programmet under en del forutsetninger og mot det overordnede målet å gjøre Galileo operativt fra 2008. Den gjeldende planen for gjennomføring av Galileo er som følger:

- | | |
|-----------------------------------|-------------|
| • Fase 2, Utvikling og validering | 2002 - 2005 |
| • Fase 3, Utplassering | 2006 – 2007 |
| • Fase 4, Operativ drift | 2008 -> |

Den 21. mai 2002 vedtok EU's ministerråd en forordning om etablering av Galileo Joint Undertaking, som skal administrere utviklingsfasen (2002-2005) i Galileo-programmet.

Etter planen skal Galileo ha 30 satellitter i ca 24 000 km høyde (Medium Earth Orbit – MEO) fordelt på 3 baneplan med 56° inklinaasje. Dette vil gi forholdsvis like ytelser på alle breddegrader, også i norsk terreng, og med nøyaktighet på 3–5 m. I motsetning til nåværende GPS vil Galileo ha en egen bakkeinfrastruktur for overvåking av sin egen status. Integritetsinformasjonen vil bli sendt til brukerne som en del av signalet fra satellittene.

Åpne tjenester vil være gratis for alle brukere. Målet er at Galileo skal kunne tilby tilsvarende ytelse som et modernisert GPS.

Kommersielle tjenester tilbys brukere som er villig til å betale for høyere ytelse enn det man kan oppnå gjennom den allment tilgjengelige tjenesten. Dette kan for eksempel

være ved profesjonell bruk eller nøyaktig oppmåling. Adgang til disse signalene, enten det er sluttbrukere eller formidlere av verdiøkende tjenester, vil begrenses ved hjelp av en eller annen form for kryptering av signaler og/eller data.

Sikkerhetskritiske tjenester skiller seg fra de åpne tjenestene ved at man har tilgang til integritetsdata fra systemet. Det vil si at det blir gitt en alarm innen en bestemt tidsperiode dersom ytelsen faller under gitte grenseverdier.

Offentlige tjenester tilbys brukere som setter høye krav til nøyaktighet, signalkvalitet, pålitelighet og integritet. Brukerne av disse tjenestene vil være autorisert i overensstemmelse med de regler som gjelder for ulike former for transport. Brukerne kan være luftfartsmyndigheter, flyselskaper, rednings- og katastrofetjenester, myndigheter som kontrollerer offentlige nettverk, jernbaneselskaper, politi, tollvesen, etc. Kontroll med adgang til denne tjenesten vil skje gjennom spesielle mottakere og kan kreve autorisasjon. I budsjettet for Galileo er også inkludert krypterte signaler for eventuelle brukere med spesielle krav til sikkerhet, f.eks. politi.

Det er videre planen at Galileo skal være interoperabel med GPS på brukernivå slik at brukerne kan utnytte signalene fra alle synlige satellitter. Dette vil i første rekke øke tilgjengeligheten av tjenestene. Det forhold at man samtidig bruker to systemer som hver for seg skal gi spesifiserte ytelser, øker også tilliten til satellittnavigasjon som navigasjonssystem og forsterker ytterligere utviklingen mot satellittnavigasjon som det klart dominerende hjelpemiddel for posisjonsbestemmelse, navigasjon og tidsbestemmelse.

Før Galileo etter planen blir operativt i 2008 vil systemet ikke få direkte konkrete konsekvenser for norsk navigasjonsinfrastruktur. Galileo vil likevel påvirke planene til andre systemer og må i høy grad tas med i tenkningen rundt utviklingen av nasjonal navigasjonsinfrastruktur.

I tiden frem til operativ drift er det en del hensyn som påkaller norsk oppmerksomhet og engasjement. Fra norsk side er man positiv til deltakelse i den fremtidige utviklingen, men EUs standpunkt til deltakelse for tredjeland må avklares. Fra norsk side er følgende momenter viktige i det videre arbeid:

- øke mulighetene for å påvirke systemutformingen slik at man unngår redusert ytelse på våre breddegrader og i vårt terreng. Dette er viktig for å ivare sterke brukerkrav.
- styrke norsk industriell verdiskaping gjennom tidlig innsikt i teknologi og systemløsninger for Galileo
- øke mulighetene for deltagelse i styringsgrupper og kontrollregimet for Galileo
- synliggjøre Norges vilje til å delta i finansieringen av en europeisk infrastruktur som vi selv vil bli en storbruker av
- styrke mulighetene for at Norge så tidlig som mulig utløser potensialet for effektiviseringsgevinster som denne teknologien muliggjør
- styrke norske offentlige aktørers inngrep med den europeiske utviklingen av Galileo og eventuelt utbygging av lokale støttesystemer for Galileo.

5.2.4 Videre utvikling av GPS

USA planlegger en modernisering av GPS som omfatter oppgradering av både den militære og sivile delen av systemet. For sivile brukere vil oppgraderingen gi større nøyaktighet og etter hvert også bedre beskyttelse mot forstyrrelser. Forbedringene skjer gradvis ved at satellitter som skytes opp fra og med 2003 får et nytt sivilt signal. Videre planlegges enda et nytt (tredje) sivilt signal på satellitter som skytes opp fra og med 2006. I tillegg har GPS/JPO (Joint Program Office) startet arbeidet med definisjon av en helt ny generasjon satellitter, kalt GPS III, med forventet oppskyting fra 2010 og utover.

I følge planene for nye GPS-satellitter vil oppgraderingen innebære posisjonsnøyaktighet på omkring 5 m innen 2009, og ned mot 1 m innen 2013. Tilgang på flere sivile signaler vil også bidra til bedre, enklere og billigere differensielle støttesystemer for nøyaktigheter ned mot cm-nivå. Denne videreutviklingen av GPS vil også få konsekvenser for våre nasjonale differensielle støttesystemer.

De planlagte oppgraderingene vil gi GPS nøyaktighet tilsvarende det som planlegges for Galileo. For brukere med mottakere som kan ta imot både GPS og Galileo vil totalt antall navigasjonssatellitter bli stort og tilgjengeligheten av høy nøyaktighet dermed bli forbedret. I tillegg bør denne utviklingen i høy grad stimulere tiltak for øket verdiskaping og effektiviseringsgevinster gjennom bruk på tradisjonelle og nye områder.

5.3 Sårbarhetsforhold

5.3.1 Generelt om sårbarhet av radionavigasjonssystemer

Fordi radionavigasjonssystemer er avhengige av transmisjon av signaler ved hjelp av radiobølger, er de sårbare for elektromagnetiske forstyrrelser. Det kan være ikke-tilsiktet interferens fra f.eks. radio- og TV-sendere, og det kan være tilsiktet interferens iverksatt av "hackere" eller uvennlige/fiendtlige organisasjoner eller stater. Den siste gruppen kan også tenkes å se sine interesser tjent med beskadigelse eller ødeleggelse av navigasjonsinfrastruktur. Virkningen kan være at det utsatte systemet gir villedende signaler til brukerne eller at systemet blir satt ut av spill for kortere eller lengre periode.

Denne sårbarheten har til nå ikke representert nevneverdige problemer i forbindelse med bruken av tradisjonelle radionavigasjonssystemer. Relevante myndighetsorganer har sørget for å løse eksisterende interferensproblemer gjennom frekvensallokering før ny navigasjonsinfrastruktur er satt i drift og tatt seg av nye ikke-tilsiktete interferensproblemer når de har dukket opp. Tilsiktet interferens har så vidt vites bare vært tatt i bruk i forbindelse med militære aktiviteter.

Til tross for sårbarhetsproblemene er alle former for trafikk som bruker radionavigasjonssystemer, tryggere enn før. Fordi disse systemene ofte er enklere å bruke, er det fare for at kunnskapene om bruk av andre systemer forfaller. Fordi det ikke kan utelukkes at også radionavigasjonssystemer kan svikte, er det viktig å opprettholde nødvendige kunnskaper om alternative hjelpemidler, som for eksempel fyr og merker. I anvendelser med høye krav til sikker navigasjon må det totale navigasjonssystemet bestå av flere typer navigasjonsutstyr for å sikre en viss navigasjonsevne selv om noen av enhetene svikter.

5.3.2 Satellitnavigasjonssystemer og sårbarhet

Satellitnavigasjon med GPS, og senere Galileo, får en stadig mer dominerende rolle ikke bare i navigasjon, men også i en rekke andre viktige samfunnssektorer. Sårbarheten av disse systemene for tilsiktete og ikke-tilsiktete forstyrrelser og tiltak mot dem er derfor sentrale spørsmål, og tiltak spesielt mot tilsiktete forstyrrelse vil kreve særlig oppmerksomhet. Satellitnavigasjonssystemer er sårbare fordi signalene fra satellittene er svært svake når de når brukernes mottakere. Selv svake forstyrrende signaler kan derfor vanskeliggjøre mottakernes bruk av signalene eller sette systemet ut av spill. Fordi systemene arbeider med så høye frekvenser, må det være fri sikt fra støykilden til mottakeren. Terreng og bygninger vil derfor i betydelig grad begrense rekkevidden av forstyrrende signaler, spesielt når både støykilde og mottaker befinner seg på bakkenivå. Under forutsetning av fri sikt vil en liten og billig støysender på et par kilo kunne forstyrre en mottaker på flere titalls km avstand.

Beskadigelse eller ødeleggelse av satellittsystemenes bakkeinfrastruktur (som for eksempel kontrollstasjoner) vil derimot kreve større ressurser fordi slikt utstyr normal er plassert på beskyttede områder. GPS-satellittene har også innebygget autonomitet slik at systemet kan operere i uker uten kontakt med bakkesegmentet. Sannsynligheten for angrep på og ødeleggelse av navigasjonssatellittene anses små fordi det ville kreve store ressurser og fordi flere satellitter måtte rammes for at virkningen skulle bli effektiv. Det kan neppe utelukkes at tilsiktede og ikke-tilsiktede forstyrrelse av GPS kan få de samfunnsmessige største virkningene på de kommunikasjons- og økonomiske transaksjonssystemene som bruker GPS som tidsreferanse, og dermed på de viktigste tjenestene de yter. Det kan heller ikke utelukkes at slike forstyrrelser i betydelig grad kan vanskeliggjøre drift og samkjøring av de deler av kraftnettet som bruker GPS som slik referanse. Robusthet mot slike forstyrrelser må bygges inn i systemene.

Flynavigasjon i Norge baseres primært på bakkebaserte hjelpemidler. Forstyrrelser på GPS-informasjonen vil således ikke ha nevneverdig betydning for norsk luftfart. Sjøtrafikk i spesielt trange farvann er kanskje mer sårbar for forstyrrelser av GPS fordi andre radionavigasjonssystemer har vesentlig mindre nøyaktighet enn GPS, og fordi det neppe vil være mulig å opprettholde den samme beredskap mot forstyrrende signaler langs en lang kyst som i nærområdene rundt en flyplass.

GPS brukes i økende grad på en rekke områder til lands hvor forstyrrelse av GPS-signalene kan skape forsinkelser og få økonomiske konsekvenser. Selv om rekkevidden av forstyrrende signaler begrenses av topografiske forhold og bygninger slik at forstyrrelser blir forholdsvis lokale, kan likevel de praktiske og økonomiske konsekvensene bli betydelige.

5.3.3 Tiltak i sårbarhetssammenheng

Økningen av signalstyrken og bruken av flere frekvenser vil ikke umuliggjøre forstyrrelser, men vil øke nødvendig innsats for å forstyrre hvert enkelt system. Samtidig forstyrrelse av begge systemene vil ytterligere øke nødvendig innsats. Samtidig bruk av GPS og Galileo vil også bidra til at forstyrrelser oppdages hurtigere.

Det kan neppe være tvil om at satellittnavigasjon er på god vei til å bli en like viktig del av IKT-infrastruktur som andre kritiske områder, med tilsvarende sårbarhetsproblemer og konsekvenser for vitale samfunnsinteresser om systemene skulle bli satt ut av spill. Arbeidet med å redusere samfunnets sårbarhet som følge av avhengighet av satellittnavigasjon vil være en del av arbeidet med å redusere samfunnets IKT-sårbarhet.

I 2000 ble det lagt frem to utredninger om risikobildet for vital infrastruktur og veier som bør forfølges for å finne frem til hensiktsmessige tiltak. Den ene er Sårbarhetsutvalgets innstilling, NOU 2000:24, "Et sårbart samfunn" og den andre NHDs rapport "Samfunnets sårbarhet som følge av avhengighet til IT". Begge anbefaler at det utvikles en helhetlig strategi for å redusere samfunnets IKT-sårbarhet.

Dette vil åpenbart være en langsiktig, krevende og høyst tverrfaglig oppgave hvor det vil være viktig å kunne trekke på tilsvarende arbeidere i andre land. Andre land er også opptatt av disse viktige problemene og har utredningsarbeider i gang for å klarlegge både problemenes karakter og alvor og hvordan disse utfordringene bør møtes. På området satellittnavigasjon er det spesielt viktig å få USA og EU, som eiere av GPS og det fremtidige Galileo, i tale om de aspekter av systemene som er viktig i denne sammenheng.

5.4 Sivil luftfart

5.4.1 Internasjonal utvikling

Kommisjonen i EU har som mål å være pådriver for å sikre fremdriften i utvikling og implementering av effektiv lufttrafikkledelse i Europa. En særlig utfordring er etablering av en luftromsorganisasjon som gir effektiv trafikkavvikling uavhengig av eksisterende soner for lufttrafikkledelse og landegrenser. Kommisjonen har derfor opprettet en "Single European Sky Unit" og er i forhandlinger med EUROCONTROL om medlemskap. Gjennom EØS-avtalen vil krav- og plandokumenter for EU bli bindende for Norge.

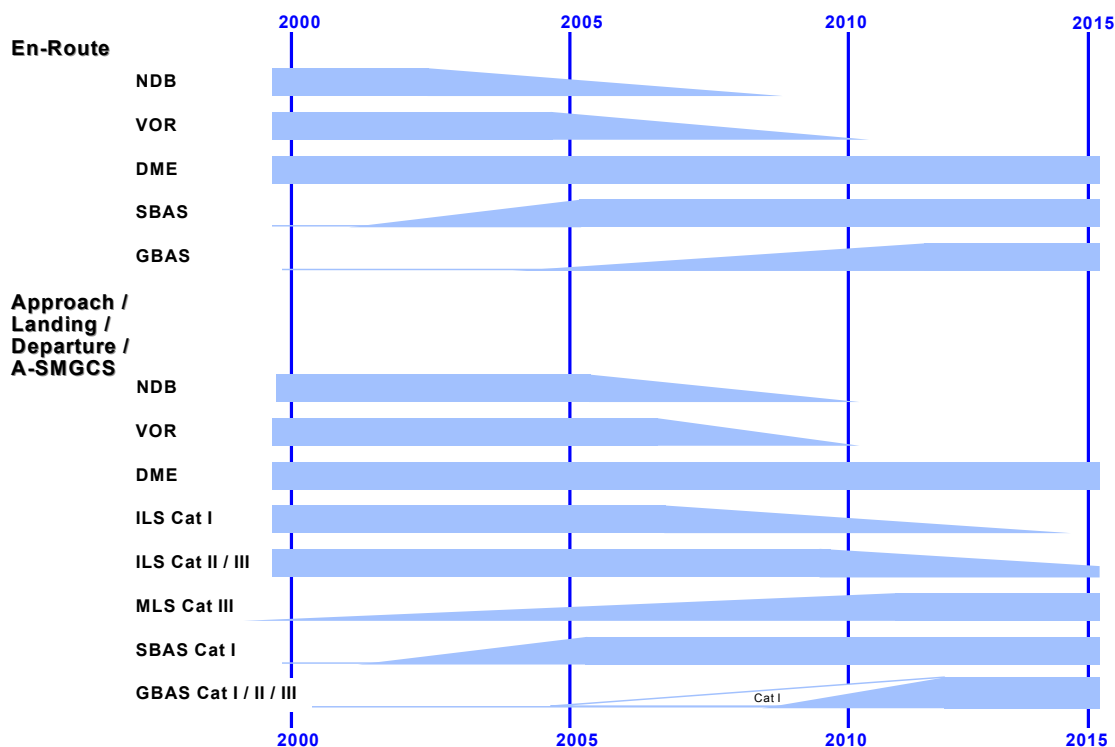
ICAOs plandokument for global flynavigasjon, Doc 9750 som har en tidshorisont frem mot 2010, fokuserer på:

- overgang til en rutestruktur basert på områdenavigasjon i alle flygefaser
- økt kapasitet gjennom reduserte atskillelsesminima og mer fleksibel bruk av luftrommet for navigasjon
- navigasjon basert på satellittsystemer.

ICAO-dokumentet Doc 7754 som er en plan for flynavigasjon i Europa, er utarbeidet av EUROCONTROL på vegne av ECAC-statene. Dokumentet *NAV.ETI.ST16-001* beskriver ECAC-statenes strategi for flynavigasjon i perioden 2000–2015, se fig 5.1. Hovedpunktene i strategien er:

- områdenavigasjon skal være etablert i visse terminalområder i 2005+ og i alle områder i 2010. Områdenavigasjon med navigasjonsnøyaktighet 1 n.mil (RNP 1) i underveisfasen skal være etablert i 2010+
- navigasjonsdekning basert på DME i underveisfasen og i terminalområder skal etableres i perioden 2000 – 2010
- navigasjonshjelpemidlene NDB, VOR og merkefyr skal utfases fra 2005 til 2015
- satellittbasert innflyging til stamruteflyplassene skal vurderes
- satellittbasert landing og MLS som erstatning for Cat I landing med ILS skal vurderes innen 2010+.

Disse planene ser inn i fremtiden og ligger foran den teknologiske utviklingen. Det ligger dermed usikkerhet i tidspunktene for ut- og innfasing reflektert i strategien. Strategien må baseres på en antakelse om når de nye satellittnavigasjonssystemenes teknisk og operativt er spesifisert, industrialisert, produsert, sertifisert og verifisert.



Figur 5.1 Gjeldende strategi for inn- og utfasing av navigasjonsinfrastruktur i ECAC-området.

Satellittnavigasjon og -posisjonsbestemmelse blir et stadig mer integrert element i arbeidet med å imøtekomme brukerbehovene i sivil luftfart så som fleksibilitet, høyest mulig sikkerhetsnivå, kosteffektivitet og miljøhensyn.

ICAO tok tidlig konsekvensene av dette og inngikk avtaler med USA og Russland om sivil bruk av GPS og GLONASS og ga retningslinjer for hvordan medlemsstatene tidligst mulig kan ta ut gevinsten ved satellittnavigasjon. I dag foreligger tilstrekkelige standarder for sertifisering og bruk av GPS for navigasjon i alle faser av flygning. Både FAA og ECAC har strategiske planer for et skifte fra konvensjonelle navigasjonshjelpemidler til satellittnavigasjon i løpet av 10-15 år. ICAO arbeider med å ferdigstille SARPs (Standards and Recommended Practices) for satellittnavigasjon.

ICAO grupperer spesifikasjonene på denne måten:

- GBAS (Ground-Based Augmentation Systems), dvs. bakkebasert differensiell GPS/GLONASS, som for eksempel SCAT-1 (en tidlig generasjon) og LAAS
- SBAS (Satellite-Based Augmentation Systems), dvs. satellittbasert differensiell GPS/GLONASS, som EGNOS, WAAS, MSAS
- ABAS (Aircraft-Based Augmentation Systems), dvs. satellittnavigasjon uten differensielle korreksjoner, men støttet med systemer om bord i flyet, som RAIM og AAIM

5.4.2 Norske navigasjonsplaner for sivil luftfart

European Civil Aviation Conference (ECAC) har utarbeidet flysikringsstrategier for perioden 2000-2015, herunder en navigasjonsstrategi. Strategiene er i henhold til ICAOs globale plan og danner basis for European Convergence and Implementation Plan

(ECIP). ECAC-statene forplikter seg til å følge ECIP gjennom utarbeidelse av nasjonale implementeringsprogrammer (Local CIP) St.meld.nr. 46 (1999-2000) Nasjonal Transportplan 2002-2011 og øvrige nasjonale rammer (nasjonalt regelverk og kriterier, strategiske planer og trafikk-prognoser) danner sammen med internasjonale planføringer (ICAO og EUROCONTROL) grunnlaget for Luftfartsverkets Flysikringsplan. Flysikringsplanen, som blant annet angir forventet utvikling av navigasjonsinfrastrukturen, er et av grunnlagsdokumentene til Luftfartsverkets Infrastrukturplan (langtidsbudsjett for investeringer). Flysikringsplanen og Infrastrukturplanen utarbeides for en periode på 10 år, hvorav de 4 første årene er mest detaljerte og begge planene rulleres hvert 4. år i takt med Nasjonal Transportplan.

For sivil luftfart i Norge er nytteverdien av satellittnavigasjon spesielt stor. I Norge er det et høyt antall flyplasser med stor geografisk spredning og vanskelige terreng- og værforhold. Her er behovet for nøyaktige navigasjonshjelpemidler stort, men muligheten til å tilby dette med konvensjonell teknologi er begrenset. Vi har også helikoptertrafikk spredt over store havområder hvor det ikke finnes reelle alternativer til satellittnavigasjon.

I dag er det begrensningene i satellittdekningen fra GPS som setter grenser for hvilke satellittbaserte flynavigasjonstjenester som kan tilbys i Norge. GPS gir høy ytelse, men samtidig begrenses bruksområdet av at satellittdekningen ikke er optimal på våre breddegrader. Størst krav til satellittkonstellasjonen stilles ved bruk av systemer for presisjonslanding. Årsaken er kravene til vertikal nøyaktighet og problemer med skygging fra terreng og bygninger.

Satellitnavigasjon har så store fortrinn i operativ bruk at operatører på regionalnettet ønsker å ta i bruk satellittbasert innflyging innenfor dagens begrensninger. Galileo og modernisering av GPS vil føre til bedre satellittdekning og dermed færre begrensninger i bruk.

Med tilstrekkelig satellitt-tilgjengelighet vil satellittnavigasjonstjenestene i Norge kunne utvides betraktelig i forhold til hva som er mulig i dag. Det vil kunne tilbys et navigasjonshjelpemiddel med større navigasjonsnøyaktighet som kan brukes i hele landet. Systemet vil kunne brukes i lavere høyder; og det vil kunne øke kapasiteten og sikkerheten. Det vil kunne gi nye muligheter for innflygingstraseer. Mulighet til å bruke satellittnavigasjon som navigasjonshjelpemiddel ved avbrutt landing vil også kunne bringe beslutningshøydene ned og gi økt regularitet.

I henhold til Flysikringsplanen vil underveisnavigasjon (i økende grad også innenfor terminalområdene) baseres på områdenavigasjon med RNP5 støttet av en bakkebasert infrastruktur (VOR/DME, DME/DME) og GPS frem mot 2010. Samtidig planlegges en økende etablering av ruteføringer basert på områdenavigasjon med RNP1. Etter 2010 forutsettes all navigasjon basert på områdenavigasjon med RNP1 støttet av en bakkebasert infrastruktur (DME/DME) og satellittnavigasjon.

Ikke-presisjonsinnflyginger vil baseres på NDB, VOR, DME samt GPS med integritetsmonitorering av satellitter (RAIM) og konvensjonell navigasjonsstøtte frem mot 2010, deretter forutsettes ikke-presisjonsinnflyginger med "vertical guidance" (NPV) basert på satellittnavigasjon og DME/DME. ILS vil fortsatt være primært presisjonslandingssystem i planperioden på stamruteplassene med en tidligst mulig utfasing av merkefyrr som erstattes av DME. I Norge antas det at ILS vil fylle funksjonsbehovet inntil satellittnavigasjon overtar og at innføring av MLS dermed ikke er nødvendig. SCAT-I etableres som presisjonslandingssystem ved de regionale flyplassene.

Dette innebærer at Norge, for å være i takt med internasjonale krav, må foreta oppgradering av noen DME-anlegg for å øke nøyaktigheten, samt etablere et program for å øke antall DME-stasjoner vesentlig for å få fullt overlappende DME/DME-dekning innen

2010. Slik DME-strukturen er i dag vil dette medføre en betydelig investering og midlene til denne er avhengig av utviklingen i norsk sivil luftfart.

Utfasing av NDB og VOR, i henhold til fig. 5.1, er planlagt å begynne først for NDB og senere for VOR for underveisfasen, noen år senere for innflygingsfasen. Utfasingen kan imidlertid ikke starte før erfaring viser at kombinasjonen DME/DME og GPS er riktig løsning for erstatning av de andre bakkebaserte navigasjonssystemene.

Det er også usikkerhet omkring utfasing av ILS, spesielt på stamruteplasser. Mange elementer skal på plass før satellittbaserte systemer for Cat II/III-landing er ferdig uttestet og verifisert. Foreløpig er disse systemene knapt kommet til spesifikasjonsfasen. Det foreligger for tiden ingen konkrete planer om utskifting av ILS.

5.5 Radionavigasjon til sjøs

Med forslagene til revisjon av resolusjon A.815(19) høsten 2001 og resolusjon A.860(20) sommeren 2002 synes det klart at IMO anser satellittnavigasjon for å være hovedprinsippet for radionavigasjon for maritime anvendelser.

GPS vil i praksis være det eneste systemet for satellittnavigasjon inntil Galileo har nådd full operativ status og/eller GLONASS eventuelt igjen er brakt opp til samme nivå.

Ifølge EUs og Russlands planer skal disse målene nås i 2008. Hvis så skjer, vil minst to uavhengige, men for brukerne interoperable, systemer være tilgjengelige.

Når EGNOS etter planen blir operativt i 2004 vil samtidig bruk av GPS og EGNOS opp til omkring 75° N tilfredsstille IMOs krav for havområder. I havområdene mindre enn omkring 300 km fra kysten og i innseilinger og kystområder med lav trafikk og/eller risiko tilfredsstilles kravene fra primo 2003 når Kystverkets IALA DGPS er fullt operativt. Kravene til radionavigasjonssystemer for bruk i innseilinger og kystområder med stor trafikk og/eller risiko vil imidlertid ikke kunne tilfredsstilles før Galileo og/eller GLONASS etter planene blir fullt operativ(e) i 2008.

GPS støttet av EGNOS vil allerede fra 2004 tilfredsstille IMOs krav til et fremtidig GNSS for redningsoperasjoner, posisjonering i forbindelse med fiske, oseanografi og fritidsaktiviteter i kystområder og åpne havområder. I innseilinger og farvann med begrensninger tilfredsstilles kravene når både EGNOS og IALA DGPS brukes som støttesystemer for GPS.

Den økte nøyaktigheten som etter hvert blir tilgjengelig med forbedringene i GPS, innføringen av Galileo og samtidig bruk av disse to uavhengige systemene, vil tilby brukerne et offentlig alternativ for mange spesielle operasjoner som i dag bare kommersielle tjenester kan gjøre.

Etter gjeldende planer skal Norge ved Sjøkartverket i løpet av 2006/2007 ha målt opp og digitalisert sjøkartgrunnlaget for hele kysten. IMO vil neppe kreve ECDIS ombord i fartøyer. Alt tyder likevel på at ECDIS vil få bred anvendelse ombord. Elektroniske sjøkart, gode navigasjonssystemer og ECDIS krever at prosedyrer, opplæringskrav og opplæringstilbud utvikles som grunnlag for sikker navigasjon.

I følge SOLAS-konvensjonen skal alle passasjerskip og andre skip over 300 BT som bygges etter 1. juli 2002, være utstyrt med AIS. For eldre skip skal AIS innføres gradvis, avhengig av kategori, frem til 1. juli 2008. I henhold til norsk planer skal mottaksstasjoner for AIS være ferdig etablert ved utgangen av 2003.

5.6 Bruk av radionavigasjonsinfrastruktur til lands

Som beskrevet i kapittel 3.4 er forventningene store til veksten i bruken av satellittbaserte navigasjonssystemer til lands, både for navigasjon i tradisjonell forstand og for en

rekke nye anvendelser. Tilgjengelig og ny teknologi og infrastruktur synes å legge forholdene vel til rette for slik vekst. Likevel er det brukerne og markedet som vil bestemme hvor rask og hvor stor veksten blir.

Veitrafikk vil trolig være blant de største anvendelsesområdene for satellittnavigasjon. Anvendelsesområdet er sterkt prisfølsomt og vil benytte systemer og teknologier som er globalt tilgjengelige. Frem til Galileo skal være operativt i 2008 innebærer det i hovedsak GPS uten differensielle støttesystemer. Problemer med skjerming av GPS-signalene fra bygninger, kupert terreng, broer og tunneler løses tilfredsstillende med kartkorrelasjon, gyro og distansemåling.

EGNOS vil fra 2004 kunne bedre nøyaktigheten til omkring 3 m, men har begrenset verdi til lands på grunn av skjerming av signalene, og spesielt på høye breddegrader. EGNOS vil trolig likevel bli benyttet fordi det kan gi en viss tilleggsverdi uten å påføre ekstra kostnader.

I Norge har tilgangen på elektroniske kart tilpasset systemer for bilnavigasjon vært utilfredsstillende. Når disse blir tilgjengelige vil bilnavigasjon tas i bruk i stor utstrekning også i vårt land.

I likhet med veitrafikk forventes stedbaserte tjenester å bli et stort anvendelsesområde, som vil være sterkt prisfølsomt og i hovedsak benytte globalt tilgjengelig teknologi. I tillegg til kravet om lite og billig brukerutstyr vil det være ønskelig også å kunne bestemme posisjon innendørs, blant annet for å formidle posisjon sammen med nødmeldinger. Det samme gjelder utendørs i urbane områder, der skjerming av satellittsignalene også er et problem. I forbindelse med oppgradering av GPS vurderes det å innføre ny signalstruktur som vil bedre mulighetene for bruk av GPS innendørs. Posisjonsbestemmelse av mobiltelefoner ved hjelp av basestasjonene i mobiltelefonsystemet vil også kunne fungere innendørs.

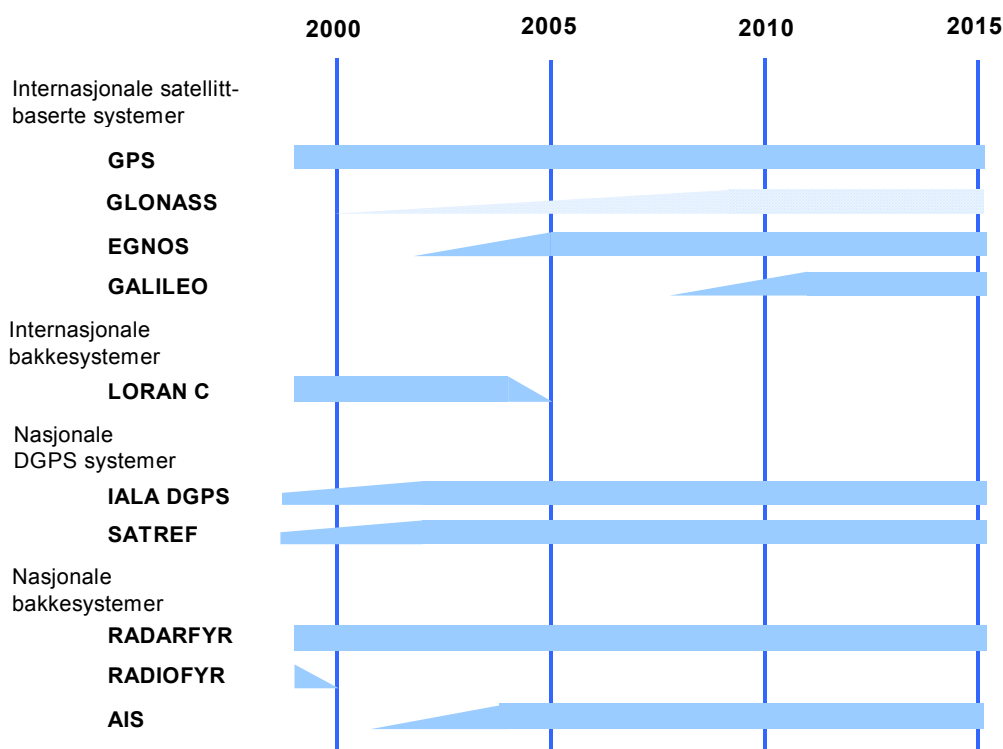
Lokale differensielle støttesystemer med cm-nøyaktighet etableres i økende grad for anvendelser innen oppmåling og maskinstyring. Slike systemer etableres tidsbestemt for en spesiell operasjon eller som en fast lokal infrastruktur.

Slike systemer vil i økende grad bli sammenkoblet i nettverk som dekker større tett befolkede områder, som for eksempel det sentrale østlandsområdet. I løpet av 10–15 år vil ny teknologi, som introduseres med det planlagte Galileo og videreutvikling av GPS, kunne redusere kostnadene ved etablering av slike nettverk og dermed muliggjøre deking av større regioner eller til og med et landsdekkende nett som gir cm-nøyaktighet.

5.7 Planer for drift av navigasjonsinfrastruktur

Globale satellittbaserte systemer er i ferd med å bli dominerende basissystemer innen de fleste anvendelsesområder. Navigasjonssystemer og bruk av disse er dessuten i stor grad regulert gjennom internasjonale regler og standarder. Driftsplaner for norske systemer vil derfor måtte være sterkt påvirket av planer for tilsvarende systemer i andre nasjoner. Etter hvert som det treffes beslutninger om nye planer for etablering og drift av navigasjonsinfrastruktur vil disse bli reflektert i reviderte utgaver av NRNP. Foreløpig foreligger i liten grad formelle norske vedtak om langsiktige planer for endringer knyttet til systemer for radionavigasjon.

Figur 5.2 viser eksisterende planer for drift, inn- og utfasing av navigasjonsinfrastruktur som ikke er øremerket for luftfartsanvendelser. Tilsvarende oversikt for luftfartssystemer er vist i kapittel 5.4.



Figur 5.2 Eksisterende planer for drift, inn- og utfasing av navigasjonsinfrastruktur som ikke er eksklusivt øremerket for luftfartsanvendelser.

5.8 Offentlige differensielle støttesystemer

Satellittbaserte navigasjonssystemer vil trolig i økende grad bli benyttet for de fleste anvendelser. Bakkebaserte systemer vil fortsatt ha sin berettigelse i den grad de fungerer og brukes som supplement eller støttesystemer for satellittbaserte systemer.

5.8.1 Globale og regionale systemer

GPS gir i dag omkring 10 m nøyaktighet globalt selv uten differensielle systemer, og ytelsen vil øke i årene som kommer. Samtidig planlegges det globalt dekkende europeiske Galileo-systemet å være operativt omkring 2008. Innen 2010 vil nøyaktigheten fra satellittnavigasjon, uten bruk av tilleggssystemer, trolig være under 3 m og vil på enda lengre sikt kunne komme ned mot 1 m eller bedre.

I tillegg bygges regionale satellittbaserte GPS støttesystemer (WAAS, MSAS og EGNOS), hvorav det europeiske EGNOS planlegges operativt fra 2004. Disse systemene forbedrer GPS' nøyaktighet til omkring 3 meter i tillegg til å gi integritet. Tilgangen på rimelig mottakerutstyr som benytter disse dataene vil være god, men utstyret vil ha

noe begrenset nytteverdi i Norge pga. større problemer med terrengskygge enn i mer sørlige land.

5.8.2 Status for norske offentlige støttesystemer

De norske differensielle støttesystemene til GPS ble alle etablert mens nøyaktigheten til GPS ennå var begrenset til omkring 100 meter. Hvert system ble hovedsakelig bygget for å dekke spesialiserte brukere eller brukersektorer og deres særskilte behov.

Systemene er derfor i liten grad samordnet med sikte på å skape en optimalt enhetlig og rasjonell nasjonal infrastruktur.

De offentlige systemene som Norge har for spredning av korreksjoner for DGPS er Kystverkets maritime DGPS-tjeneste med spredning over radiofyr og Kartverkets SATREF. Dessuten ser NELS-organisasjonen på muligheten for at den europeiske Loran-C-kjeden også kan sende ut GPS-korreksjoner som en del av Loran-C-signalet. Luftfartsverket er i ferd med å etablere landingssystemer basert på DGPS (se kap. 4.2.1.6).

Kystverkets maritime DGPS er etablert for å distribuere differensielle GPS-korreksjoner og integritet til brukere langs kysten. Nøyaktigheten er omkring 5 m eller bedre.

Systemet er basert på internasjonale standarder (IALA) og er etablert i mange land. I USA bygges systemet også ut for å dekke hele innlandet. Samtidig arbeides det med nye meldingsstandards, blant annet for å kunne realisere høyere nøyaktigheter.

Kartverkets SATREF dekker fastlands-Norge, Svalbard og mellomliggende havområder med differensielle GPS-korreksjoner på meter-nivå. Tjenesten har tidligere vært gratis, men Kartverket innførte i 2002 brukerbetaling. I tillegg har Statens Kartverk etablert en betalingstjeneste med nøyaktighet på dm-nivå, hovedsakelig for oppmåling og geografisk registrering. Infrastruktur for høyere nøyaktigheter, ned til cm-nivå, for landmåling og andre spesielle anvendelser vil bli etablert lokalt på initiativ av kommuner eller andre aktører etter behov. Kartverket samarbeider med Sverige og Danmark om datainnsamling fra referansestasjoner. MPOS-tjenesten i SATREF, som ble operativ fra høsten 2001, gir posisjoner med nøyaktighet 0,5-2 m. Korreksjonsdataene distribueres i standard meldingsformat (RTCM) og kan tas imot av mobiltelefon eller radiomottaker som er i vanlig handel. En tjeneste som gir nøyaktighet på 0,3-1 m ble operativ sommeren 2002 og krever en spesiell mottaker.

Disse støttesystemene er nærmere beskrevet i kapittel 4 og i vedleggene J, K, L og P.

5.8.3 Fremtidig utvikling av norske støttesystemer

Utviklingen innen internasjonale systemer og standarder vil være sterkt retningsgivende for den videre utvikling av norske offentlige systemer. Denne utviklingen i rammebetingelsene er foreløpig såpass usikker at det har vært vanskelig å konkretisere spesifikke langsiktige planer for de norske støttesystemene. Vesentlige prinsipper og hovedretninger for fremtidige beslutninger kan imidlertid trekkes opp. De norske planene bør baseres på:

- langsiktige behov for ytelse
- tilgjengelig ytelse fra globale eller regionale systemer
- hvor grenselinjen bør gå mellom offentlige og private systemer
- rasjonalisering og optimalisering av norsk infrastruktur
- etablering av internasjonale standarder og åpne systemer.

Behovet for ytelse endres både som følge av utvikling på tilgrensende teknologiområder og gjennom hva som er realistisk og realiserbart til akseptabel kostnad. I inneværende ti-år vil det trolig være behov for nøyaktighet på dm-nivå over store områder. For spesielle anvendelser, som maskinstyring og oppmåling, og i mer lokale områder vil det være behov for nøyaktighet på cm-nivå, eller bedre. I tillegg er behovet for integritetsinformasjon økende, og mange anvendelser krever integritet med alarmtider omkring 10 sekunder.

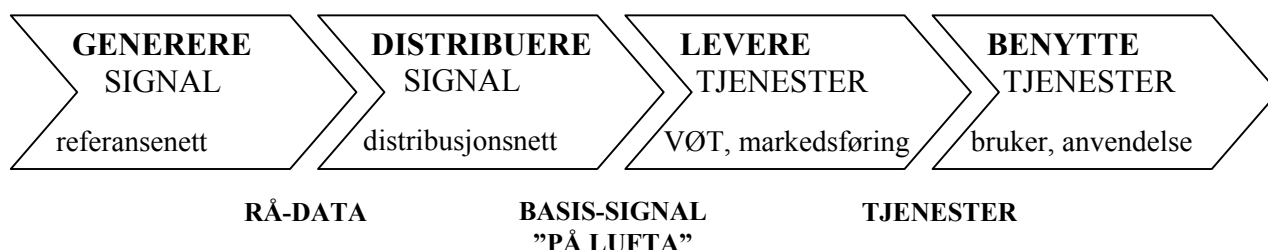
Ytelsen fra globale og regionale systemer vil være premissgiver for hvilke behov nasjonale støttesystemer skal dekke. Generelt må nasjonale og lokale systemer dekke de behovene som ikke tilfredsstilles gjennom globale eller regionale systemer. Det kan også være aktuelt å etablere nasjonal infrastruktur for å forbedre ytelsen til globale eller regionale systemer som ikke har tilfredsstillende dekning i Norge (EGNOS). Som nevnt tidligere vil trolig Galileo og modernisering av GPS kunne gi nøyaktighet omkring 1-3 m direkte fra satellittsystemene i løpet av 10-15 år. Dermed vil mange av dagens DGPS systemer bli overflødige. Forbedringen av de globale satellittnavigasjonssystemene vil imidlertid også gjøre det enklere og billigere å etablere DGPS systemer som dekker store områder med nøyaktighet på cm-nivå. Dagens nasjonale DGPS infrastruktur vil derfor gradvis kunne videreutvikles til slik høyere nøyaktighet.

Grenselinjen mellom offentlige og private systemer er gjenstand for internasjonal debatt, og noen norm synes ikke å være etablert. Det synes imidlertid naturlig at det offentlige bidrar til at det tilbys systemer hvor følgende elementer dekkes:

- offentlig virksomhet har betydelige egne behov
- samfunnsinteressene er spesielt store, blant annet knyttet til sikkerhet
- dekker behov hos store og ulike brukergrupper
- behov for nasjonalt enhetlig system.

Områder der man trenger enda bedre ytelse eller tilpasning til spesialiserte applikasjoner er det naturlig å overlate til private aktører. Videre behøver ikke et offentlig ansvar innebære at det offentlige selv står for systemutbygging og –drift, men kan også innebære kjøp av tjenester fra private aktører.

Det offentliges ansvar i verdikjeden (figur 5.3) vil kunne være forskjellig for ulike ytelsesnivåer. Det er naturlig at det offentliges ansvar ikke går lengre enn til å vurdere distribusjon av basissignalene og sikring av nødvendig standardisering, mens utvikling og omsetning av brukerutstyr og verdiøkende tjenester overlates til private aktører i et fritt marked. Et offentlig referansenett vil kunne ha en viktig rolle som leverandør av rådata til kommersielle distributører av korreksjonssignaler og relaterte verdiøkende tjenester. En slik offentlig rolle er særlig aktuell i spredt befolkede land som Norge, der markedet vil være for lite for konkurrerende kommersielle referansenett, muligens med unntak av enkelte tettbygde områder. Det er imidlertid ikke åpenbart at det bør være en langsiktig offentlig oppgave å drive slike betalingstjenester, dersom det skjer i konkurranse med private aktører.



Figur 5.3 Verdikjede for differensielle støttesystemer

Det er neppe naturlig at tilgangen til åpne, offentlige systemer i Norge på sikt skulle avvike vesentlig fra det som utvikler seg som en norm i andre nasjoner.

En rasjonalisering og optimalisering av norsk infrastruktur bør tilstrebes der det kan forventes å gi gevinst. De viktigste bidragene til rasjonalisering og samordning vil være å sikre rasjonelle løsninger for drift og utnyttelse av den nasjonale kompetansebasen. Av åpne systemer har Norge per i dag Kystverkets maritime DGPS og Kartverkets SATREF, mens Luftfartsverket er i ferd med å etablere landingssystemer basert på DGPS (se kap. 4.2.1.6). Rasjonaliseringseffekten ved å samordne dette landingssystemet med de ovennevnte åpne systemer er svært begrenset. De øvrige systemene har flere fellestrekk, selv om de opprinnelig er etablert med noe forskjellig utgangspunkt og med hovedfokus på ulike anvendelser. Den internasjonale utviklingen og etablering av formelle eller de facto standarder for slike systemer vil ha avgjørende betydning for norske beslutninger.

Internasjonale standarder vil være vesentlig, både for å muliggjøre sømløs bruk på tvers av landegrensene og for å skape tilgang på billig mottakerutstyr. Spesielt for Norge, som representerer et lite marked, vil det være avgjørende å tilpasse seg det som blir en internasjonal standard. Foreløpig er det kun innen systemer for spesielle anvendelser, slik som maritim DGPS, det finnes noen komplett systemstandard. I tillegg finnes en delstandard for signalformat for enkelte typer DGPS korreksjoner. USA bygger nå ut sitt maritime DGPS til også å dekke hele innlandet, noe som kan bidra til å etablere systemet som en internasjonal standard også for landanvendelser. Norge vil ha nytte av aktivt å medvirke til internasjonal standardisering innen støttesystemer. Samtidig er det ønskelig å påvirke standarder i norsk retning på områder der utviklingen i Norge ligger i forkant. For øvrig må det være viktig å følge med på utviklingen av standarder og raskt styre utviklingen av norske systemer inn mot det som etablerer seg som en internasjonal standard. Det vil bli arbeidet for å vil posisjonere de norske aktørene for aktiv deltakelse på dette området i Galileo, slik at de dermed kan påvirke standardiseringsarbeidet.

5.8.4 Målsettinger for differensielle støttesystemer

Målsettingene for differensielle støttesystemer er:

- arbeide for at norske brukere skal få tilgang til samme tjenester og ytelsesnivåer som i resten av Europa
- sikre tilbud av systemer for å dekke anvendelser der samfunnsinteressene er spesielt store

- stimulere til samordning og effektivisering av infrastruktur for norske støttesystemer der dette er teknisk mulig og rasjonelt for brukerne.

5.9 Samfunnsgevinster og verdiskaping

Satellittnavigasjon tas i bruk for et bredt sett av anvendelser i integrerte informasjonssystemer og er dermed i ferd med å bli et infrastrukturelement av stor samfunnsmessig betydning.

I kapittel 3 beskrives både tradisjonelle og nye anvendelser av radionavigasjon. De nye anvendelsene drives frem gjennom kombinasjoner av at brukermiljøene modnes, integrerte tjensteløsninger blir tilgjengelige, navigasjonssystemene får tilstrekkelig ytelse og sikkerhet og at utstyr og tjenester blir tilgjengelig til en stadig mer akseptabel kostnad. Felles for de nye anvendelsene er at de i hovedsak baserer seg på satellittnavigasjon, eventuelt i kombinasjon med differensielle støttesystemer og andre sensorer. Nye anvendelser og utvidet bruk skaper grunnlag for samfunnsgevinster og muligheter for industriell verdiskaping. Tiltak med formål å realisere potensialet for samfunnsgevinster og å stimulere til industriell verdiskaping vil kunne ha sterke fellestrekk.

5.9.1 Samfunnsgevinster

Bruk av satellittnavigasjon åpner for en mulig effektivisering og rasjonalisering på en rekke samfunnssektorer. Samtidig er satellittnavigasjon, med sin globale dekning, et rasjonelt og kostnadseffektivt middel for å fremskaffe god radionavigasjonsdekning og -ytelse over et spredt befolket land som Norge.

I transportsektoren forventes effektiviseringsgevinstene å være spesielt store der bruk av satellittnavigasjon vil kunne gi redusert reisetid og bedre trafikkstyring. Bare innen veibasert yrkestransport i Norge har mulige direkte og indirekte besparelser vært anslått til mellom 1 og 3 milliarder kroner årlig sammen med omkring 30% bedre utnyttelse av transportflåten. Samfunnsgevinstene ved effektivisering av persontransport med privatbil vil trolig være større. Til sjøs vil innføring av AIS (kapittel 5.3.1.5) bidra til økt effektivitet og sikkerhet i trafikkerte farvann. Effektiviseringen av transportsektoren kan innebære:

- reduserte køer på veiene og i lufta
- innsparing i drivstoffutgifter og mer effektiv utnyttelse av arbeidsinnsats
- færre ulykker og personskader
- redusert miljøbelastning.

Alle former for oppmåling, kartlegging og GIS-registrering har betydelig effektiviseringsgevinst utløst ved bruk av tilstrekkelig nøyaktig radionavigasjon.

Gevinsten skapes både gjennom reduserte kostnader ved å utføre målinger og registreringer og ved at registreringsdata finnes og holder tilstrekkelig kvalitet.

Innen ressursutnyttelse, herunder jord- og skogbruk, forventes at økt bruk av satellittnavigasjon vil gi effektiviseringsgevinster. I tillegg forventes effektivisering innen bygg- og anleggsvirksomhet. I Nordsjøen er allerede satellittnavigasjon viktig både i forbindelse med oljeleting og produksjon.

Nød- og redningstjeneste kan effektiviseres ved at posisjonsinformasjon gjør det raskere og enklere å lokalisere nødstedte.

Realisering av potensialet for samfunnsgevinster fordrer tilrettelegging av nasjonal infrastruktur i tillegg til de globale satellittnavigasjonssystemene. Slik nasjonal infrastruktur er blant annet digitale kart, GIS databaser, DGPS støttesystemer og landbaserte AIS-stasjoner. Tidlig etablering av den nasjonale infrastrukturen vil ofte være en forutsetning for å komme raskt i gang med nye anvendelser og dermed kunne realisere samfunnsgevinstene.

5.9.2 Industriell verdiskaping

Markedet for utstyr og tjenester i forbindelse med radionavigasjon, og spesielt knyttet til satellittnavigasjon, er betydelig og i sterk vekst. Dette skaper et stort potensiale for høyteknologisk industriell verdiskaping. Samtidig skapes verdier hos brukerindustrien gjennom effektivisering av deres operasjoner. En viktig sideeffekt av EUs Galileo-initiativ er at det har skapt en forståelse av disse forhold.

EU- og ESA-studier i forbindelse med Galileo har anslått forventet fremtidig akkumulert europeiske omsetning av utstyr og tjenester for satellittnavigasjon fram til år 2020 til omkring 300 milliarder euro. Markeder for satellittnavigasjon er i liten grad nasjonale, og industriell verdiskaping vil derfor i hovedsak måtte skje gjennom suksess på et globalt marked.

Den største veksten forventes å komme på nye volummarkeder, spesielt innen stedbaser-te tjenester, biltrafikk og landtransport. Norsk industri har tradisjonelt ikke hatt sin styrke på slike volummarkeder. Norge har imidlertid vært tidlig ute med å ta i bruk satellittnavigasjon, spesielt innen maritim sektor på grunn av stor norsk aktivitet innen fiske, skipsfart og oljeutvinning, og innen sivil luftfart på grunn av behovet for nye landings-systemer på regionale flyplasser. Dette har bidratt til at Norge i dag har en etablert industri som er langt fremme og til dels ledende i Europa på flere områder innen satellittnavigasjon. Innen integrerte løsninger og spesialsystemer for krevende brukere har norsk industri hevdet seg godt, og da særlig i tilknytning til maritim virksomhet. Norsk industri har dermed et godt utgangspunkt for å bli blant markedslederne innen spesifikke segmenter.

5.9.3 Tiltak for å fremme samfunnsgevinster og verdiskaping

Det er et mål å realisere mulighetene for samfunnsgevinster og økt industriell verdiskaping innen satellittnavigasjon. I denne sammenheng er følgende momenter viktige:

- videreutvikle og oppdatere NRNP 2003 i nær kontakt med brukere, industri og andre interessenter i navigasjonsmiljøet
- arbeide for tilfredsstillende ytelse i Norge fra globale og regionale navigasjonssystemer
- arbeide for tidlig etablering av nasjonal navigasjonsinfrastruktur og gode digitale kart for å stimulere bruk og industriell utvikling av navigasjonsrelaterte produkter og tjenester
- arbeide for at norsk industri kan ta del i utvikling og bygging av nasjonal og internasjonal navigasjonsrelatert infrastruktur
- delta i internasjonale fora, herunder i prosesser knyttet til utviklingen av Galileo, og norsk industrielt engasjement i disse.

5.10 Norske perspektiver

Samarbeidet i Galileo-prosjektet er en viktig arena for å sikre best mulig ytelse i våre områder. Galileo representerer samtidig en type felles europeisk infrastruktur som Norge vil kunne ha stor nytte av. Videreutvikling av nasjonal infrastruktur vil skje i lys av satellittnavigasjonsutviklingen. Nasjonale støttesystemer må videreutvikles for å gi grobunn for nye anvendelser. Det må fortløpende vurderes hvilke oppgaver som skal være et offentlig anliggende og hva som bør overlates til private aktører.

Satellitnavigasjon representerer, som elektronisk infrastruktur ellers, sårbarhetsaspekter. Denne problemstillingen vil stort sett være den samme i alle europeiske land, men deler av løsningene vil måtte implementeres nasjonalt. Blant annet gjennom EGNOS- og Galileo-arbeidet vil norske myndigheter få innsikt i andre lands tenking på dette feltet. Den sikkerhetsmessige side av presis navigasjon behandles både i NATO og EU. Et europeisk kontrollregime for Galileo bør vurderes utformet for å ivareta slike problemer. For Norge er det viktig å være i inngrep med dette arbeidet, og samtidig erverve nok innsikt i beslutningsprosesser til å kunne vurdere hvilke tiltak som vil være felles europeiske og hvilke en må forberede seg på å håndtere nasjonalt. Norge ble høsten 2002, sammen med Sveits og ESA, invitert til å delta som observatør i Galileo Security Board hvor slike spørsmål blir diskutert.

Den tverrsektorielle rollen til satellittnavigasjon vil sette strenge krav til norsk evne til samordning på tvers av sektorer (sjø, land, luft) og etater. Dette gjelder både for organisering av det interne norske arbeidet på feltet og når en norsk instans skal representere Norge i EGNOS- og Galileo-samarbeidet. Når det skal gjøres avveininger og tas norsk stilling til spørsmål som skal behandles internasjonalt, enten de er organisatoriske, økonomiske, juridiske, tekniske eller brukermessige, må det tas hensyn til alle norske satellittnavigasjonsinteresser.

Vedlegg

Vedlegg A

Definisjoner

Nøyaktighet:

Et systems nøyaktighet er et statistisk kvalitetsmål som angir i hvilken grad systemets målinger samsvarer med sanne verdier. Der intet annet er angitt spesifiseres nøyaktighet i dette dokumentet som horisontal (to-dimensjonal) absolutt nøyaktighet med konfidensgrense (sannsynlighetsnivå) 95%.

Nøyaktighet kan grupperes i tre hovedtyper:

Absolutt nøyaktighet. En posisjons nøyaktighet med hensyn til jordas geografiske eller geodetiske koordinater. Vedkommende datum må oppgis.

Gjentagelsesnøyaktighet. Den nøyaktighet med hvilken en bruker kan returnere til en posisjon tidligere avlest i det samme navigasjonssystemet.

Relativ nøyaktighet. Den nøyaktighet med hvilken en bruker kan måle sin posisjon relativt til en annen bruker med samme navigasjonssystem til samme tid.

Nøyaktighet kan også grupperes med hensyn på dimensjoner:

En-dimensjonal (lineær) nøyaktighet gjelder for målinger i én dimensjon, f.eks. avstandsmåling, retningsmåling, høydeangivelse, hastighet og tidsmåling.

To-dimensjonal nøyaktighet benyttes for posisjoner på en flate. Nøyaktigheten angis som radien i en sirkel sentrert om “sann” posisjon og som inneholder minst 95% av observasjonene.

Tre-dimensjonal nøyaktighet benyttes for posisjoner i et tre-dimensjonalt koordinatsystem. Nøyaktigheten angis som radien i en kule sentrert om “sann” posisjon og som inneholder minst 95% av observasjonene.

En omregning fra en-dimensjonal nøyaktighet til fler-dimensjonal nøyaktighet er mulig. Dette skjer ved å multiplisere den en-dimensjonale nøyaktigheten med en geometrifaktor. Geometri-faktoren gjenspeiler strukturen i sendernet.

Integritet:

Systemets evne til å varsle brukerne innen et spesifisert tidsrom dersom systemets ytelser skulle falle utenfor angitte grenser og således være ubrukelige for navigasjon. Systemintegritet beskrives ved følgende tre parametre:

Alarmgrense (terskelverdi): den maksimale feil som kan tillates i den målte posisjon før alarmen aktiveres, vanligvis uttrykt som alarmgrensen ved et konfidensnivå på $(1-10^{-7})$, dvs. 99,99999%.

Tid-til-alarm: tiden som medgår fra en systemfeil inntreffer til feilmeldingen er tilgjengelig på brua, i cockpit etc.

Risiko for integritetsbrudd (integritetsrisiko): sannsynligheten for at en bruker vil oppleve en posisjonsfeil som overstiger alarmgrensen, *uten* at alarmen aktiveres innen den spesifiserte maksimumstid (maksimalverdi for tid-til-alarm).

Kontinuitet:

Sannsynligheten for at systemets ytelser, antatt feilfri mottaker, ligger innenfor spesifiserte grenser i et gitt tidsintervall, f.eks. den tida en operasjon vil vare.

Tilgjengelighet:

Sannsynlighet for at systemet ved et gitt tidspunkt oppfyller spesifiserte krav til integritet, kontinuitet og nøyaktighet.

Dekning:

Det geografisk området hvor radiosignalene oppfyller alle spesifiserte krav.

Pålitelighet:

Påliteligheten til en tjeneste er definert som sannsynligheten for at tjenesten, når den er tilgjengelig, feilfritt utfører en spesifisert funksjon under gitte betingelser i et gitt tidsintervall. For satellittnavigasjon vil ”spesifisert funksjon” bety at tjenesten tilveiebringer en navigasjonsmelding med så vel posisjons- som integritetsinformasjon.

Vedlegg B

Anvendte navn og forkortninger

2D	2-dimensjonalt
3D	3-dimensjonalt
4D	4-dimensjonalt
AAIM	Aircraft Autonomous Integrity Monitor
ABAS	Aircraft Based Augmentation System
AIS	Automatic Identification System
AIMS	Association Internationale de Signalisation Maritime
ALI	Automatic Location Identification
AM	Amplitude Modulation
AMDS	Amplitude Modulated Data System
AOC	Advanced Operational Capability
AORE	Atlantic Ocean Region East
ARCS	Admiralty Raster Chart System
ARNS	Aeronautical Radionavigation Service
ARPA	Automatic Radar Plotting Aid
ASF	Additional Secondary Phase Factor
A-SMGCS	Advanced Surface Movement Guidance and Control System
ATM	Air Traffic Management
ATS	Air Traffic Services
BA	British Admiralty
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures
C/A	Coarse/Acquisition Code
CAS	Controlled Access Service
CFSP	Common Foreign & Security Policy
Chayka	Russisk navigasjonssystem, nærmest identisk med Loran-C
CIM	Central Integrity Monitoring
COSPAS	Space System for the Search of Vessels in Distress
DAP	Data Assisted Production
DARC	Data Radio Channel
DARP	Damage Assessment and Restoration Program
DGPS	Differential Global Positioning system
DH	Decision Height
DME	Distance Measuring Equipment
DoD	Department of Defence (USA)
DoT	Department of Transportation (USA)
DP	Dynamic Positioning
DPOS	System for posisjonsbestemmelse på desimeter-nivå
DSC	Digital Selective Calling
EATMP	European Air Traffic Management Programme
ECAC	European Civil Aviation Conference
ECDIS	Electronic Chart Display Information System
ECS	Electronic Chart System
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay System
ENC	Electronic Navigation Chart
EOIG	EGNOS Operator Infrastructure Group

ESA	European Space Agency
ESTB	EGNOS System Test Bed
ETRF	European Terrestrial Reference Frame
EU	European Union
EUREF	European Reference Frame for Geodetic Measurements
EUROCONTROL	European Organisation for the Safety of Air Navigation
EUROFIX	Et system for distribusjon av DGPS-signal via Loran-C
FAA	Federal Aviation Administration
FAF	Final Approach Fix
FAS	Final Approach System
FCC	Federal Communication Commission
FD	Forsvarsdepartementet
FERNS	Far East Radionavigation System
FID	Fiskeridepartementet
FM	Frequency Modulation
FOC	Full Operational Capability
FTD	Forsvarets Tele- og Datatjeneste
FTE	Flight Technical Error
GA	General Aviation
Galileo	Planlagt europeisk satellittnavigasjonssystem
GBAS	Ground Based Augmentation System
GEO	Geostationary Earth Orbit
GIS	Geographical Information System
GLONASS	Global Navigation Satellite System (Russian)
GLUKOS	State Departement of Space Means (Russia)
GMDSS	Global Maritime Distress and Safety System
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
GRT	Gross Registered Tonnage
GSM	Global System for Mobile (cellular) Communication
HPR	Hydroacoustic Position Reference
HUD	Head Up Display
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities
ICAO	International Civil Aviation Organization
IEC	International Electric Commission
IFR	Instrument Flight Rules
IGEB	Interagency GPS Executive Board
IGS	International GPS Services for Geodynamics
IHO	International Hydrographic Organization
IKT	Informasjons- og kommunikasjonsteknologi
ILS	Instrument Landing System
IMO	International Maritime Organization
IMU	Inertial Reference Unit
IOC	Initial Operational Capability
IOR	Indian Ocean Region
ITOFAR	Interrogated Time Offset Frequency Agile Racon
ITRF	International Terrestrial Reference Freme
ITU	International Telecommunication Union
JAA	Joint Aviation Authorities

JAR OPS	Joint Aviation Requirements Operations
JAR AWO	Joint Aviation Requirements All Weather Operations
JCS	Joint Chief of Staff
JD	Justisdepartementet
JLOC	GPS Jammer Locator
JPO	Joint Program Office
LCIP	Local Conversion and Implementation Plan
LIM	Local Integrity Monitoring
Loran	Long Range Navigation System
LOREG	Loran/Eurofix/EGNOS Test & Validation Programme
LAAS	Local Area Augmentation System
MCC	Mission Control Centres
MCS	Master Control Station
MD	Miljødepartementet
MEO	Medium Earth Orbit
MF	Medium Frequency
MLS	Microwave Landing System
MMR	Multi Mode Receiver
MPOS	System for posisjonsbestemmelse på meter-nivå
MSAS	Multi Purpose Satellite Augmentation System
MSC	Maritime Safety Committee
MTBF	Mean Time Between Failures
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NDB	Non Directional Beacon
NELS	North West European Loran-C System
NHD	Nærings- og handelsdepartementet
NIMA	National Imagery and Mapping Agency
NRL	Nasjonalt Register for Lufthindre
NRNP	Nasjonal Radionavigasjonsplan
NTP	Nasjonal Transportplan
n.mil	nautisk mil
OAS	Open Access Services
PPS	Precise Positioning System
RACON	Radar Transponder Beacon
RAIM	Receiver Autonomous Integrity Monitoring
RCDS	Raster Chart Display System
RDS	Radio Data System
RIMS	Ranging and Integrity Monitoring System
RINEX	Receiver Independent Exchange Format
RKA	Russian Space Agency
RNAV	Area Navigation
RNP	Required Navigation Performance
RTCM	Radio Technical Commission for Maritime Services
RTK	Real Time Kinematic
SA	Selective Availability
SAR	Search And Rescue
SARSAT	Search And Rescue Satellite
SATREF	DGPS-system drevet av Statens kartverk
SBAS	Satellite Based Augmentation System
SCAT-I	Special Category 1

SD	Samferdselsdepartementet
SIS	Spatial Information System
SMGCS	Surface Movement Guidance and Control System
SOLAS	Safety Of Life At Sea
SPS	Standard Positioning Service
TACAN	Tactical Air Navigation
TDMA	Time Division Multiple Access
TGL	Temporary Guidance Leaflet
TMC	Traffic Message Channel
TREN	EUs Trans European Network
TSE	Total System navigation Error
UAIS	Universal Automatic Identification System
UD	Utenriksdepartementet
UHF	Ultra High Frequency
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System
USCG	United States Coast Guard
UTC-SU	Universal Time Coordinated - Soviet Union
VEU	Vestunionen, EUs sikkerhets/forsvars-organ
VFR	Visual Flight Regulations
VHF	Very High Frequency
VMC	Visual Meteorological Conditions
VOR	VHF Omnidirectional Radio Range
VRS	Virtuelle Referansestasjoner
VTs	Vessel Traffic Services
WGS	World Geodetic System
WRC	World Radio Conference
WAAS	Wide Area Augmentation System
Wp	Spisseffekt (peak)
WWRNS	World Wide Radio Navigation System

Vedlegg C

GPS (Global Positioning System)

GPS er et verdensomspennende presist, tredimensjonalt satellittnavigasjonssystem, som drives av USAs forsvarsdepartement, DoD og nyttes for både militære og sivile formål. Styringsfunksjonene er tillagt et eget organ, IGEB, med et formannskap delt mellom DoD og DoT, og med representanter for en rekke andre departement og statlige organ (NASA, JCS). Organet ivaretar også amerikanske industriinteresser.

Posisjonsmålingene i GPS er basert på det globale geodetiske referansesystemet WGS-84.

1. Tekniske data

GPS består av tre segment: (i) romsegment, (ii) kontrollsegment og (iii) brukersegment.

1.1 Romsegmentet

Dette består av 24 satellitter fordelt på i seks sirkelformede baner i en høyde av 20 200 km, med en inklinasjon på 55°. Omløpstiden er 12 timer. Fordelingen av satellitter er slik at brukerne til enhver tid skal kunne se minst fire satellitter, uansett hvor de befinner seg på kloden.

Satellittene sender kontinuerlig på to frekvenser:

$$L_1 = 1575,42 \text{ MHz}$$

$$L_2 = 1227,60 \text{ MHz}$$

Den første frekvensen, L_1 , benyttes til utsending av to sett kodede signal som benyttes for avstandsmåling til satellittene: (i) en presisjonskode, P-kode, med stor nøyaktighet og (ii) en grovere "Coarse/Acquisition Code" (C/A). Den andre frekvensen, L_2 , benyttes kun til å sende P-kode. P-kodesignalet blir normalt kryptert og benevnes da P(Y)-kode. L_2 benyttes primært for militære formål, til overføring av data som bare kan tas imot ved hjelp av spesielt militært mottakerutstyr og til nøyaktigere avstandsmåling enn C/A-koden. For sivile formål benyttes C/A-koden som er fritt tilgjengelig for alle på global basis.

GPS vil gjennomgå omfattende oppdateringer og moderniseringer i årene som kommer. I de moderniseringsplanene som foreligger, inngår anvendelse av frekvensen L_2 også for sivile formål samt innføring av et nytt sivil signal på en tredje frekvens, L_5 .

USAs policy har vært å tilby GPS uten brukeravgifter. Etter orienteringer gitt i USAs ambassade i Oslo 2001, og gjennom NATO, vil dette være USAs policy også i de neste år.

1.2 Kontrollsegmentet

Kontrollsegmentet består av Master Control Station (MCS) i Colorado Springs, USA, med et reserve kontrollsenter i Vandenburg AFB, California, USA. Seks overvåkingsstasjoner og fire antenner for sending av data til satellittene er distribuert rundt jorden, de fleste i ekvatorområdet. En rekke NIMA (National Imagery and Mapping Agency) bakkestasjoner vil bli tatt i bruk for å forbedre monitoreringen av satellittene.

Monitorstasjonene mottar signaler fra alle de synbare satellittene. Data fra disse stasjonene sendes til MCS i Colorado Springs, hvor de blant annet brukes til å beregne presise klokke- og baneparametre for satellittene. Disse – og andre typer data – sendes til satellittene og inkorporeres i det signalet som brukerne mottar.

1.3 Brukersegmentet

Dette består av mottakere, inkludert prosessorer og antenner, som tillater brukerne på land, hav og i luften (til dels også i rommet) å motta GPS-signalene og omsette disse til presis angivelse av tid, posisjon og hastighet.

2. Systembeskrivelse

GPS-konseptet er basert på kontinuerlig og presist kjennskap til den romlige posisjon til hver enkelt satellitt og en meget nøyaktig tidsreferanse.

Hver enkelt satellitt overfører kontinuerlig en melding som gjør mottakeren i stand til å beregne satellittens tid og nøyaktige posisjon. Brukerens mottaker måler den tid som signalet bruker for å nå mottakeren, og ved hjelp denne utledes tilsynelatende avstand (pseudoavstand). Ved samtidige målinger fra minst 4 satellitter kan mottakerens posisjon (lengde, bredde og høyde), samt tid, beregnes.

Ved bruk av samtidige målinger på en stasjon med en kjent posisjon (referansestasjon) kan korreksjoner til avstanden mellom mottakeren og satellittene beregnes (pseudo-avstandskorreksjoner, forskjeller mellom målte og beregnede avstander). Disse kan deretter overføres via radiolink til den mobile mottakeren, og på den måten gjøre det mulig for ham å oppnå enda bedre nøyaktighet i målingene. Fremgangsmåten omtales som differensiell GPS, DGPS.

3. Nøyaktighet

GPS-signalene er utsatt for flere feilkilder, som til sammen bestemmer den nøyaktighet som kan oppnås ved avstandsmålinger uten noen form for DGPS. Resulterende posisjonsfeil fås ved å multiplisere avstandsfeilen med en geometrifaktor (Dilution of Precision) hvis størrelse avhenger av mottakerens og satellittenes geometriske stilling innbyrdes.

Feilkildene er klokkefeil i satellittene, feil i banebestemmelsene, avvik forårsaket av forplantningsmediene (ionosfære, troposfære), flerveiseeffekter (multipath), forstyrrelser fra andre sendere og støy i mottakerne. De alvorligste av disse feilene er vanligvis de som skyldes signalgangen i ionosfæren og troposfæren. Ionosfærefeilen kan reduseres eller elimineres ved målinger utført på mer enn én frekvens.

Systemet har to operasjonsmodi: PPS (Precise Positioning Service) primært beregnet for militær bruk og SPS (Standard Positioning Service) som benyttes sivilt. Adgangen til PPS er regulert med kryptografiske teknikker og innebærer at brukeren må være autorisert. Forsvaret og noen sivile statsetater er autorisert for bruk av PPS. Inntil 2. mai 2000 var SPS underlagt en degradering av nøyaktigheten, Selective Availability (SA), som ga horisontal nøyaktighet omkring 100 m. Etter fjerning av SA er spesifisert ytelse for GPS SPS 13 m og 22 m i horisontal hhv. vertikal nøyaktighet. I praksis ligger ytelsene rundt 10 m horisontalt.

Hensikten med bruk av differensielle system er å forbedre nøyaktighet og integritet. Nøyaktigheten kan forbedres ved midling av gjentatte målinger fra bakkestasjoner. Integritet og nøyaktighet kan forbedres ved bruk av nettverk av bakkestasjoner. For distribusjon av differensielle korreksjoner og eventuelt integritetsdata kan det benyttes både bakkebaserte og rombaserte kommunikasjonssystem.

Local Area Augmentation Systems (LAAS) omfatter bakkebaserte system, mens Wide Area Augmentation system (WAAS) benytter satellittbaserte støttesystem. Det samme gjør EGNOS, som vil dekke Europa. WAAS og EGNOS skal benytte navigasjonstranspondere i satellitter i Inmarsat-systemet (og andre satellitter) til distribusjon av data fra et nett av referansestasjoner på bakken, og er konstruert for å gi GPS-signalene tilstrekkelig nøyaktighet, tilgjengelighet og integritet til at systemet kan benyttes for alle flyfaser fra underveisfasen til presisjonslanding i Cat I, for alle autoriserte flyhavner innen dekningsområdene for WAAS og EGNOS. Landbasert og maritim transport innen de samme dekningsområdene vil selvsagt også nyte godt av de to støttesystemene.

4. Støttesystem for GPS i Norge

I dag finnes det fire offentlige tjenester for distribusjon av differensielle korreksjons-signal for GPS: (i) IALA, (ii) Eurofix, (iii) EGNOS og (iv) SATREF, med ulik operativ status. I tillegg finnes flere leverandører av private DGPS-tjenester.

5. Modernisering av GPS

De satellittene som så langt har vært benyttet i GPS-systemet, har hatt betegnelsene Blokk II/IIA/IIR, og ble oppskutt i tidsrommet februar 1989 til i dag. USAs DoD planlegger en modernisering som omfatter oppgradering av både de militære og sivile delene av GPS. For sivile brukere vil dette omfatte et nytt sivilt signal på de siste Blokk IIR-satellittene og etterfølgende satellitter. Det sivile signalet vil operere på samme frekvens som det militære L_2 -signalet. Første oppskyting planlegges i 2003. IOC (Initial Operational Capability), som nås når 18 satellitter er i bane, planlegges til 2008 for det sivile signalet på L_2 . Neste generasjon satellitter, Blokk IIF, vil for sivile brukere også gi en tredje frekvens, L_5 , på 1176,45 MHz. Første oppskyting planlegges i 2006, med IOC i 2012. L_5 , såvel som frekvensen som benyttes i dag, L_1 , befinner seg i det beskyttede frekvensbåndet for aeronautiske radionavigasjonstjenester, ARNS (Aeronautical Radionavigation Service). L_2 vil ikke være beskyttet på samme måte. L_5 vil bli 6 dB sterkere enn L_1 og dermed mindre følsom for interferens. GPS/JPO (Joint Program Office) arbeider med endelig signalspesifikasjon for SPS. Moderniseringen av GPS omfatter foruten satellittene også bakkesegmentet.

Arbeidet med definisjonen av GPS III-satellittene som skal følge etter IIF har begynt ved GPS/JPO. Disse vil for sivile brukere tilby tre frekvenser, L_1 , L_2 og L_5 . Forventet oppskyting vil være fra 2010 og utover.

Ved samtidig bruk av flere frekvenser, gjennom kombinert mottaking av L_1 og L_2 eller L_5 , kan *avstandsfeil* ("range errors" opp til 20 m) som skyldes tidsforsinkelser i ionosfæren, så godt som elimineres. Andre ionosfæreeffekter som hurtige amplitude- og fasevariasjoner (scintillasjoner) vil kunne påvirke såvel L_1 som L_2 og forårsake feil (loss of tracking loop capability) i spesielt utsatte områder på kloden, som ekvatorial-områdene og områdene på høye breddegrader ("nordlyssonen" på den nordlige halvkule), særlig i perioder med maksimal solaktivitet.

Den planlagte økning av effekten i GPS-signalet samt nye sivile signaler på L_2 og L_5 vil øke GPS' evne til å motstå interferens. Avstanden mellom L_2 og L_5 (1227,60 og 1176,45 MHz) og L_1 (1575,42 MHz) er tilstrekkelig stor til at det anses som usannsynlig at en interferenskilde skal blokkere alle de tre frekvensene samtidig.

Vedlegg D

GLONASS (GLObal Navigation Satellite System)

GLONASS er et verdensomspennende, presist tredimensjonalt satellittnavigasjonssystem, med det russiske Forsvarsdepartementet som formell bruker og eier. State Department of Space Means (GLUKOS) er ansvarlig for vedlikehold og drift av systemet. Den sivile delen av navigasjonssystemet overvåkes av RKA (Russian Space Agency).

1. Tekniske data

GLONASS er russernes motstykke til GPS og er i store trekk oppbygd etter de samme prinsipp som benyttes i GPS for dataoverføring og posisjonsbestemmelser.

Nominelt omfatter GLONASS 24 satellitter, fordelt på tre baneplan med 64.8° inklina-sjon. Banene er tilnærmet sirkulære med høyde 19200 km og satellittene har en omløpstid på 11 timer og 15 minutter.

Hver satellitt sender kontinuerlig på to frekvenser, L_1' og L_2' . (Den russiske betegnelsen er annerledes, men for å markere relasjonen til GPS' frekvenser brukes her L_1' og L_2' .)

Til forskjell fra GPS er hver satellitt tildelt sin egen frekvens, opprinnelig:

$L_1' = 1602,0 \text{ MHz} + k \cdot (9/16) \text{ MHz}$ der k angir kanalnummer (1-24)

$L_2' = 1246,0 \text{ MHz} + k \cdot (7/16) \text{ MHz}$

De angitte frekvensområdene er i ferd med å forandres, og etter 2005 vil frekvens-området for L_1' være 1598,0625 - 1605,3750 MHz, med tilsvarende forandring for L_2' (forholdet 9/7 beholdes).

Bærebølgen er dels overlagret med navigasjonsinformasjon dels med "spredt-spektrum"-signaler av noenlunde samme type som hos GPS. Alle satellitter bruker identiske koder, i motsetning til GPS. (GLONASS er altså et frekvensdelt system, mens GPS er kodedelt). I prinsippet er det bare den kode som tilsvare C/A-kodene i GPS som er tilgjengelige for sivile anvendelser, mens den som tilsvare P-koden er reservert for militær bruk. Men siden den sistnevnte koden ikke er kryptert (hittil), er også den i praksis tilgjengelig for sivile formål.

Alle elementene i GLONASS' kontrollsegment befinner seg i dag innen grensene for det tidligere Sovjetsamveldet (USSR), med anlegg for systemkontroll og tidsstandard i Moskva-området og telemetri- og trackingstasjoner i St Petersburg, Ternopol, Eniseisk og Kosmomolsk-na-Amure. I kontrollsegmentet blir alle navigasjons- og tidsangivelsesdata samlet, bearbeidet og distribuert til satellittene

2. Systembeskrivelse

Siden GLONASS og GPS i teknisk/operativ henseende stort sett er bygget opp på samme måte, viser vi her til beskrivelsen av GPS i vedlegg A.

Posisjoner i GLONASS baseres på det russiske referansesystemet PZ-90, hvilket angis å avvike maksimalt ca. 15 m fra WGS 84, som benyttes av GPS. Tidsreferansen for GLONASS er UTC-RU (Universal Time Coordinated – Russland), som i begynnelsen av 1999 avvek med mindre enn 0,2 μs fra internasjonal UTC.

Nøyaktigheten som er oppnådd i GLONASS fullt utbygget (dvs. med 24 satellitter) har vist seg å være betydelig bedre enn de tidligere oppgitte spesifikasjonene, som kan synes å bygge på en tilpasning til GPS med SA (GLONASS har aldri hatt SA eller noe tilsvarende), og ligger typisk i området 20 m. En ytterligere forbedring kan oppnås om forplantningsfeil som forårsakes av ionosfæregjennomgangen, korrigeres ved bruk av begge frekvensene.

3. Integritet og tilgjengelighet

Hver GLONASS-satellitt formidler informasjon om satellittens "helsetilstand". Men siden de enkelte satellittene i lange tidsrom (opp til 16 timer) befinner seg utenfor

rekkevidde av GLONASS' geografisk begrensede monitorsystem, kan det gå lang tid før eventuelle feil blir registrert. Dette medfører at GLONASS bare kan benyttes i sikkerhetskritiske situasjoner, f.eks. i luftfart, så fremt alternative egnede navigasjons-system er tilgjengelige og kan sikre nødvendig systemintegritet.

Som ved GPS kan integriteten forbedres ved bruk av RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring), hvor en gjør bruk av redundant informasjon som måtte være tilgjengelig. Fullt utbygd skulle GLONASS ha en tilgjengelighet tilnærmet den som gjelder for GPS.

4. Status og fremtidig utvikling

Den politisk/økonomiske utviklingen i Russland i løpet av siste halvdel av 90-årene har skapt usikkerhet om den fremtidige utvikling av GLONASS-systemet. Mens GLONASS i begynnelsen av 1996 utgjorde et fullt utbygd system, med 24 satellitter, er systemet nå redusert til langt færre operative satellitter. Ett av problemene er at noen av kontroll- og kommandostasjonene i dag befinner seg utenfor russisk territorium, i republikker som nå er uavhengige, men som tidligere var en del av Sovjetunionen.

Rent praktisk har utviklingen vært hemmet av en begrenset tilgang på russiskproduserte mottakere. Utviklingen av kombinerte GPS/GLONASS-mottakere har pågått i flere år. Slike mottakere finnes i dag, men til en relativt høy pris.

Russland deltar i det løpende samarbeid i ICAO og IMO og har arbeidet aktivt for å få GLONASS godkjent som en internasjonal standard ved siden av GPS. Det russiske systemet er blitt ansett å være en viktig delkomponent i det europeiske støttesystemet EGNOS. Men EU har ingen jurisdiksjon over et militært system og det finnes i realiteten ingen internasjonal organisasjon i dag som kan håndtere GLONASS-relaterte saker på regjeringnivå. Situasjonen i så måte er altså den samme som for GPS.

GLONASS fremtid synes i stor utstrekning å avhenge av i hvilken utstrekning en lykkes med å finne en akseptabel og stabil styringsstruktur for systemet, som kan sikre systemet nødvendig finansiering og få GLONASS anerkjent som en global standard for navigasjon og presis tids- og stedsangivelse, klarert for bruk i sikkerhetskritiske anvendelser.

Vedlegg E

EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service)

GNSS-1 er et førstegenerasjons Globalt Navigasjons-Satellitt-System bygget opp som en kombinasjon av GPS, GLONASS og tre interoperable satellittbaserte støttesystem utviklet av USA (WAAS), Japan (MSAS) og Europa (EGNOS). Bak det europeiske systemet står EU, ESA og EUROCONTROL. Hensikten med EGNOS er at systemet på en ekspeditiv måte skal høyne integritets- og nøyaktighetsnivået på GPS- og GLONASS-anvendelsene i Europa.

EGNOS benytter navigasjonstranspondere på to av de geostasjonære satellittene i INMARSAT-3-serien, stasjonert over det Indiske Hav (IOR) og det østlige Atlanterhav (AOR-E). ESAs Artemis-satellitt vil være den tredje satellitten i systemet. De tre GEO-satellittene vil fungere som "pseudosatellitter", dvs. satellitter som benyttes for avstandsmåling og som effektivt utgjør en økning av antall satellitter i GPS- og GLONASS. I tillegg vil EGNOS samle informasjon fra et nett av referansestasjoner på bakken og tilby differensielle korreksjoner til GPS- og GLONASS-signalene og gi tilleggsopplysninger (integritetsinformasjon) i tilfelle svikt skulle forekomme i noen av GPS- eller GLONASS-satellittene. Anvendergruppen vil være multimodale brukere på land, til sjøs og i luften. Nøyaktigheter på ca. 3 m ventes.

EGNOS' bakkestruktur vil ha installasjoner i mer enn 40 land, de fleste i Europa, omfattende rundt 30 Ranging and Integrity Monitoring Stations (RIMSs), 4 Mission Control Centres (MCCs) og 6 Navigation Land Earth Stations (NLESs).

For luftfarten er målet at EGNOS og de to andre systemene, WAAS og MSAS, skal oppfylle kravene til innflyging og landing i Cat I.

Idriftsettingen av EGNOS ventes å skje etter følgende plan:

- AOC (Advanced Operational Capability) i 2003
- FOC (Full Operational Capability) i 2005

Prosjektet er nå inne i en preoperasjonell fase hvor systemet er under utprøving ved hjelp av et eget system, ESTB (EGNOS System Test Bed), utviklet hovedsakelig av ESA. Resultatene blir bearbeidet på Hønefoss og i CNES-/ESA-Toulouse.

Vedlegg F

NDB (Non Directional Beacon)

1. Tekniske data

Frekvenser:	283-526,5 kHz
Nøyaktighet:	$\pm 5^\circ$
Rekkevidde:	50-200 n.mil
Tilgjengelighet:	Større enn 99%

2. Systembeskrivelse

NDB (Non Directional Beacon) er det eldste radionavigasjonshjelpemiddel for luftfart. Teknisk består systemet av en radiosender som sender en rundstrålende bærebølge. Signalet moduleres med stasjonens identifikasjonssignal (IDENT), som består av to eller tre morsetegn. I flyet brukes en enkel mottaker (antenne) som detekterer signalretningen. Systemet er identisk med tilsvarende system for sjøfart. Uteffekten er typisk fra 25 Watt til 100 Watt.

3. Status/anvendelse

NDB brukes hovedsakelig som navigasjonshjelpemiddel ved innflyging og landing. En del hendig plasserte fyr anvendes også for sjøfarten. I Norge fins 112 fyr som i hovedsak er plassert i nærheten av flyplassene samt på offshoreinstallasjoner.

NDB brukes både i sivil og militær luftfart. Stasjonene eies av Luftfartsverket, Kystdirektoratet og Statoil.

4. Utviklingstendenser

NDBs rolle som hjelpemiddel for underveisnavigasjon kommer til å avta i tiden fremover. Det samme gjelder for NDBs rolle som innflygingshjelpemiddel. Men med NDBs forholdsvis lave driftskostnader kommer de trolig til å finnes ved flyplassene ennå i lang tid.

Vedlegg G

VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range)

1. Tekniske data

Frekvenser:	108-118 MHz
Nøyaktighet:	Bakkeustrustningens nøyaktighet $\pm 3^\circ$. Total systemnøyaktighet $\pm 5^\circ$ (95%), inklusiv feil i mottakerutstyr og pilotfeil
Rekkevidde:	Ca. 100 n.mil ved flyhøyder over 3 000 m
Tilgjengelighet:	Større enn 99%

2. Systembeskrivelse

Teknisk består systemet av en bakkebasert sender som sender ut to modulerte signal med en retningsavhengig faseforskjell. Mottakeren i flyet avleser faseforskjellen og omsetter denne til ønsket retningsinformasjon. Signalet moduleres med stasjonens identifikasjonssignal (IDENT), som består av to eller tre morsetegn. Uteffekten er typisk 50Watt – 100 Watt

3. Status/anvendelse

Hjelpemidlet anvendes i hovedsak for å definere luftleder ved underveisnavigasjon. Det anvendes også for å definere inn- og utflygingstraseer til/fra flyplasser, og i enkelte tilfeller som innflygingshjelpemiddel. VOR-stasjonene er plassert ved flyplasser eller langs luftledene.

I Norge finnes det totalt 38 VOR-stasjoner. Stasjonene eies av Luftfartsverket og anvendes i hovedsak for sivil luftfart.

4. Utviklingstendenser

VOR er i bruk nå og kommer i større utstrekning til å anvendes for såkalt områdenavigasjon ("Area Navigation" vanligvis forkortet til RNAV) som er en ny metode for flyoperasjoner innenfor et gitt geografisk område. Flygeren kan fritt velge en ønsket kurs innenfor dekningsområdet for utvalgte radionavigasjonshjelpemidler eller innenfor grensen av medbrakte selvforsynte navigasjonshjelpemidler eller en kombinasjon av disse. RNAV erstatter tidligere måter å navigere på hvor en var avhengig av å følge bestemte predefinerte luftleder.

Bruken av VOR for RNAV kommer til å bli redusert med innføringen av "precision RNAV". Dette vil etter planen skje tidligst i 2005 og vil da være basert på DME/DME. Utviklingen av satellittnavigasjon kan komme til å medføre redusert bruk av VOR.

Vedlegg H

DME (Distance Measuring Equipment)

1. Tekniske data

Frekvenser:	960-1215 MHz
Nøyaktighet:	Feilmargin i avstandsmåling for utrustningen på bakken mindre enn ± 200 m. Total systemnøyaktighet, innbefattet feilmarginer i den flybårne utrustningen, er ± 370 m. På moderne utstyr oppnås høyere nøyaktighet.
Rekkevidde:	Mer enn 100 n.mil ved flyhøyder over 3 000 m
Tilgjengelighet:	Større enn 99%

2. Systembeskrivelse

DME er et hjelpemiddel som kontinuerlig angir avstanden fra flyet til bakkestasjonen. Teknisk består systemet av en flybåren sender/mottaker (Interrogator) samt en stasjon (Transponder) på bakken. I korthet fungerer systemet slik at interrogatoren sender et spørresignal ned mot anlegget på bakken, som sender et svarsignal til flyet. Tiden som går fra et spørresignal sendes og et akseptert svar er mottatt brukes for å beregne avstand mellom fly og bakkestasjon. Signalet moduleres med stasjonens identifikasjonssignal (IDENT), som består av to eller tre morsetegn. Uteffekten på Transponderen er typisk 100 Wp for innflygings-DME og 1 kWp for underveis-DME.

3. Status/anvendelse

Hjelpemidlet anvendes i hovedsak i terminalområdet for å definere inn- og utflygingstraseer. Koplet til instrumentlandingssystemet ILS anvendes DME også som avstandsindikator. Bruksområdet for DME utvides betydelig ved at det tas i bruk for områdenavigasjon (RNAV).

I Norge har vi 113 DME-anlegg plassert. Blant disse er et antall militære TACAN-stasjoner (Tactical Air Navigation) som for sivilt bruk gir samme informasjon som DME. 4 anlegg er plassert på offshoreinstallasjoner og eies av Statoil.

4. Utviklingstendenser

Antall DME-er vil øke i perioden da DME-nettet skal bygges ut til full dekning for såkalt områdenavigasjon (se VOR). DME vil etter all sannsynlighet i overskuelig fremtid fungere som bakkebasert supplement til satellittbasert navigasjon.

Vedlegg I

ILS (Instrument Landing System)

1. Tekniske data

Frekvenser:	75 MHz, 108-112 MHz samt 328,6-335,4 MHz
Nøyaktighet:	Avhengig av klassifisering av hjelpemiddelet (Cat I, Cat II, Cat III). Typisk er nøyaktigheten i den siste del av flygingen noen få meter
Rekkevidde:	Ca. 25 n.mil
Tilgjengelighet:	Cat I MTBO>1 000 timer Cat II MTBO>2 000 timer Cat III MTBO>4 000 timer (MTBO: Mean Time Between Outages)

2. Systembeskrivelse

For presisjonsflyging anvendes et standardisert system ILS. Avhengig av den tekniske utforming og flybanens utforming kan systemet anvendes for ulike kategorier av såkalte landingsminima som stiller ulike krav til vertikal og horisontal siktbarhet. Det høyest kvalifiserte systemet (Cat. III) kan anvendes ned til tilnærmet null siktbarhet. Teknisk består systemet av tre delsystemer. Retningsfyret (ligger i VHF-området i et smalt bånd omkring 110MHz,) er plassert i banens forlengning og gir flyet kursen mot banen. Signalet moduleres med stasjonens identifikasjons-signal (IDENT), som består av to eller tre morsetegn. Glidebanesenderen (ligger i UHF-området i et smalt bånd omkring 330MHz) er plassert ved landingspunktet og gir flyet informasjon om rett innflygingsvinkel mot horisontalplanet. Dessuten finnes to merkefyr (sender på nøyaktig 75 MHz) plassert i bestemte avstander fra landingsterskelen. Disse merkefyrene gir flyet informasjon om gjenværende avstand under innflygingen.

I oppstillingen nedenfor er angitt ICAOs kriterier for ILS-innflygingens horisontale og vertikale tillatte driftsavvik i det punktet hvor innflygingen passerer i 15 m høyde over terskelen for de tre etablerte klassene av presisjonsinnflyging kategori I, II og III.

	horisontal/vertikal nøyaktighet	
Kategori I	± 10,5 m	± 1,1 m
Kategori II	± 7,5 m	± 1,1 m
Kategori III	± 3,0 m	± 0,6 m

Nøyaktighetskriterier for ILS

Tabellen nedenfor viser ICAOs krav til et ILS system for de ulike kategoriene presisjonslanding. Kravene til operasjonell nøyaktighet er basert på tillatt avdrift og struktur på kurssignalene. De er de samme for Cat II og III, mens derimot kravene til integritet er forskjellige for alle tre kategorier, noe som utgjør ulike landingsminima.

Kategori presisjonslanding	Horisontal nøyaktighet (m, 2σ)	Vertikal nøyaktighet (m, 2σ)
Cat I	± 10 m *	± 3 m *
Cat II og III	± 5 m **	$\pm 1,2$ m ***

- Referert fra den rettlinjede nominelle innflygingslinjen i 30 m høyde over det planet terskelen ligger.

** Referert fra den rettlinjede nominelle innflygingslinjen langs hele strekningen fra 1050 m før terskelen og helt inn til et punkt 15 m over terskelen.

*** Referert fra den rettlinjede nominelle innflygingslinjen i 15 m høyde over terskelen.

3. Status/anvendelse

ICAO her bestemt at ILS er det primære hjelpemiddelet for presisjonsflyging for sivil luftfart frem til år 2010. I Norge finnes det i dag 65 ILS-anlegg i bruk. Anleggene eies av flyplassoperatørene som er Luftfartsverket og private flyplassiere samt i enkelte tilfelle av Forsvaret.

4. Utviklingstendenser

ILS som system er ikke blitt prinsipielt forandret siden det opprinnelig ble tatt i bruk i begynnelsen av 40-tallet. Den utvikling som fant sted frem til 70- og 80-tallet, gikk i retning av større og mer kompliserte systemer, slik at en kunne oppnå bedre signalkvalitet. I dag søker en å oppnå bedre nøyaktighet og tilgjengelighet, samt lavere driftskostnader, ved mer utstrakt bruk av datamaskiner i utstyret.

Parallelt med ILS kommer det også i fremtiden til å finnes flere systemer for presisjonsflyging, først og fremst MLS og satellittbaserte systemer. En utvikling er også i gang mot mer komplekse flymottakere som alternativt kan benyttes for flere systemer som ILS, MLS og GPS, såkalte Multi Mode Receivers, som kan gi en enhetlig presentasjon ombord i flyet.

Vedlegg J

SCAT-I (Special Cat-I)

1. Tekniske data

Frekvenser:	108-118 MHz
Nøyaktighet:	Typisk er nøyaktigheten i den siste del av flygingen noen få meter
Rekkevidde:	Ca. 25 n.mil
Tilgjengelighet:	Avhengig av GPS-dekningen på stedet

2. Systembeskrivelse

Differensiell GPS (DGPS) er en alternativ teknologi for navigasjonssystemer for landing. SCAT-I er et slikt DGPS instrumentlandingssystem som kan brukes for landing i Kategori I. SCAT-I består av fire funksjonelle delsegmenter:

- 1) GPS
- 2) Avionikk
- 3) Bakkestasjon
- 4) Datalink mellom avionikk og bakkestasjon

GPS-satellittene gir posisjonsinformasjon til avionikk og bakkestasjon i form av pseudorangemålinger og satellittbaneparametre. Bakkestasjonen produserer pseudorangekorreksjoner og integritetsinformasjon som transmitteres til avionikken sammen med FAS-data (Final Approach Segment). Avionikken korrigerer egne pseudorangemålinger med de mottatte korreksjonene og beregner posisjon og hastighet. Den differensielt korrigerte posisjonen brukes sammen med FAS-data til å forsyne autopilot, display etc. med nødvendig navigasjonsinformasjon.

3. Status/anvendelse

Luftfartsverket og Widerøes Flyveselskap har et samarbeidsprosjekt hvor ambisjonen er å innføre elektronisk glidebane ved regionale flyplasser ved bruk av det satellittbaserte presisjonsinnflygingssystemet SCAT-I. Dette er hovedsakelig for å øke flysikkerheten. Prosjektet er basert på amerikansk (FAA; USAs luftfartsmyndigheters) spesifikasjon og sertifiseringsprosedyre. Widerøes Flyveselskap vil utstyre sine fly med nødvendig utstyr (avionikk) og Luftfartsverket vil utstyre flyplassene samt foreta sertifisering. Luftfartsverket har foreløpig prioritert implementering av SCAT-I på 10 regionale flyplasser.

4. Utviklingstendenser

Etter hvert som satellittdekningen bedres, slik man kan forvente etter modernisering av GPS og introduksjonen av Galileo, vil bruken av satellittlandingssystemer i Norge kunne utvides. Systemet vil kunne brukes i lavere høyder; vi vil kunne øke kapasiteten og øke sikkerheten. Vi vil få nye muligheter for innflygingstraseer. Mulighet til å bruke satellittnavigasjon som navigasjonshjelpemiddel ved avbrutt landing, vil også kunne bringe beslutningshøydene ned og gi økt regularitet.

Vedlegg K

LORAN-C/EUROFIX/CHAYKA

1. Tekniske data for Loran-C

Signaldata:	Fasekodete pulsgrupper med bærefrekvens 100 kHz. Pulslengde ca. 250 μ s. Tidsnøyaktighet bedre enn 0.1 μ s. Utsendt effekt 200-1000 kW. Primært benyttes jordbølgen. I enkelte tilfelle, og for spesielle formål, benyttes rombølgen (signalet reflektert i ionosfæren).
Dekning:	Defineres tradisjonelt som området innenfor hvilket den <i>absolutte 95% nøyaktigheten</i> er bedre enn $\frac{1}{4}$ nautisk mil (463 m).
Nøyaktighet:	I sentrale deler av dekningsområdet er den <i>absolutte nøyaktigheten</i> bedre enn 0,1 n.mil (180 m) og kan være bedre enn 100 m. <i>Repetierbar nøyaktighet</i> ligger i området 20-100 m.
Rekkevidde:	Over åpent hav 1000-1200 km. Vesentlig mindre hvis signalene må passere over land.
Tilgjengelighet:	Ifølge spesifikasjonene for NELS (North European Loran-C System) bedre enn 99,6% for en kjede som består av 3 stasjoner. Hver stasjon overvåkes kontinuerlig for å oppdage eventuelle avvik. Ved feil settes senderen i "blinke-modus".
Tidsreferanse:	Alle Loran-C-stasjoner i NELS tidsstyres fra en sentral i Brest (Frankrike) med referanse til UTC. I forhold til UTC tillates et standardavvik på maksimalt 100 ns for Master i en kjede, mens sekundærstasjonene kan ha et standardavvik på inntil 30 ns fra Master.

2. Systembeskrivelse

Loran-C er et hyperbolsk navigasjonssystem hvor posisjonen i horisontalplanet bestemmes ved å måle tidsdifferensen mellom ankomsten av pulsede radiosignaler fra normalt 3 - 5 synkroniserte sendere (en kjede har en master- og to - fire sekundærstasjoner) med innbyrdes avstand på mange hundre km.

På norsk område er det i dag fire Loran-C-stasjoner: Berlevåg, Bø, Jan Mayen og Værlandet. Etter avtale mellom Danmark, Frankrike, Irland, Nederland, Norge og Tyskland inngår disse nå i NELS, som i tillegg har stasjoner på Færøyene (Ejde), i Tyskland (Sylt) og i Frankrike (Lessay og Soustons) og kontrollsenter i Brest.

Ytterligere én stasjon har vært planlagt i Irland, men det er tvilsomt om denne stasjonen blir bygget. Den kontinentale delen av USA, omfattende også det meste av Alaska, er dekket av Loran-C. Over 20 amerikanske Loran-C-stasjoner arbeider i partnerskap med kanadiske og russiske stasjoner for å dekke de kanadiske kystområdene og Beringstredet. Kystområdene og tilstøtende havområder fra Sør-Kina-havet til Beringstredet er dekket i et samarbeid mellom Russland, Japan, Kina og Sør-Korea (FERNS: Far East Radio Navigation System). Kjeder av Loran-C-stasjoner finnes også i Midt-Østen og i noen områder i India.

For NELS samlet anslås de årlige driftsomkostningene å være ca 30 mill. kr. Av dette beløpet utgjør de norske kostnadene ca 14 mill kr. I tillegg bruker Norge ca 14 mill til lønn og kostnader ved drift av Jan Mayen.

Totalkostnad for en ny Loran-C-stasjon oppgis å være rundt 50 mill. kr.

3. Status for bruk av Loran-C

Enkelte nye norske handels- og fiskefartøyer utstyres med Loran-C-mottakere. Det samme gjelder også en del andre land. Men det er uklart hvilken rolle Loran-C spiller i praktisk navigasjon til sjøs, i en tid hvor GPS vinner stadig større innpass som det primære navigasjonssystem. I Europa brukes Loran-C innen meteorologi (vindmåling) og som ett backup system ved tid/frekvensmålinger. Innen navigasjon brukes Loran-C praktisk talt ikke. I USA benyttes systemet i småfly, men ikke i kommersiell luftfart. Både USCG og FAA vurderer økt fremtidig bruk av Loran-C.

Mye av eksisterende brukerutstyr for Loran-C er basert på 1980-tallets teknologi med tilhørende begrensninger i brukervennlighet. Antagelig som følge av at USA i 1992 signaliserte at drift av amerikanske Loran-C-stasjoner etter 2000 var lite sannsynlig, og at GPS fikk så stor brukeraksept, stoppet flere av leverandørene utviklingen av konkurransedyktig brukerutstyr. Den tekniske utvikling som har foregått i mellomtida åpner i dag flere muligheter for modernisering og mer utstrakt automatisering av Loran-C, beskrevet nærmere i følgende avsnitt.

4. Videre teknisk utvikling

ASF: Additional Secondary Phase Factor: Systematiske avvik i utbredelseshastigheten, som begrenser nøyaktigheten, oppstår når jordbølgen passerer over land eller is med annen ledningsevne enn sjøvann. Denne effekten (ASF) er relativt stabil, og kan korrigeres ved bruk av egnede modeller og legges inn i tabeller og/eller modeller i Loran-C-mottakerne. Under gunstige forhold kan slike foranstaltninger lede til en meget betydelig forbedring i nøyaktigheten.

Kalibrert Loran-C: Korttidsvariasjonene i ankomstidene for Loran-C-signalene er ganske små. En bruker med f.eks. GPS kan derfor benytte GPS til å kalibrere Loran-C. Skulle GPS falle ut for kortere tid (minutter eller noen få timer), kan Loran-C brukes som et sekundært system i GPS-sammenheng så lenge brukeren oppholder seg i det området hvor den sist målte korreksjonen er gyldig.

EUROFIX: Dette er navnet på et system som gjør bruk av Loran-C for spredning av *differensielle korreksjonssignaler for GPS*, generert på Loran-C stasjonene. Spredningen skjer uten konsekvenser for Loran-C-signalene brukt for navigasjon. Denne spesielle bruken av Loran-C tillegges betydning i planleggingen av det fremtidige bruksmønster for Loran-C og er nærmere omtalt i kapittel 5 i dette vedlegget.

Mottakerutvikling: Ny teknologi i forbindelse med Loran-C-mottakere vil først og fremst være bedre antenner og digitalteknikk med forbedret signalbehandling og datakraft som gjør mottakeren raskere, øker følsomheten og forbedrer nøyaktigheten.

Magnetfeltantennener (H-felt) er langt mindre enn tradisjonelle piskantennener (E-felt) og integrerte Loran-C(H-felt)/GPS antenner er utviklet. Magnetfelt antenner kan i motsetning til E-feltantennener motta Loran-C signal under broer, under høyspentanlegg og det er også demonstrert mottak i parkeringsgarasjer. Mottakerutvikling og produksjon foregår både i USA og i Europa. Med støtte fra EU har et nederlandsk firma utviklet prototyper for integrerte GPS/EUROFIX/Loran-C mottakere. I tillegg er det ett tysk og ett fransk firma som utvikler integrerte Loran-C/GPS mottakere. De nye integrerte mottakerne som utvikles er på størrelse med et kredittkort. Det tyske firmaet som driver med mottakerutvikling har som mål å utvikle en Loran-C "chip" som kan integreres i mobiltelefoner eller lignende. Utviklingen er fullfinansiert av private investorer og gjøres i samarbeid med Siemens. Mottakere forventes å være tilgjengelige i løpet av 2003. Alle europeiske Loran-C mottakere utvikles med mulighet for å dekode Eurofix signaler.

5. EUROFIX

Konseptet for EUROFIX er bruk av Loran-C-senderne for distribusjon av integritetsinformasjon og differensielle korreksjonssignaler for GPS og andre satellittnavigasjonssystemer. I dette systemet har hver Loran-C-stasjon en referansestasjon for GPS. Det differensielle korreksjonssignalet blir modulert på Loran-C-signalet uten å degradere navigasjonssignalet.

Fordi EUROFIX også kan bruke bølgene som reflekteres fra ionosfæren, vil *rekkevidden* for EUROFIX være større enn rekkevidden for jordbølgen (over åpent hav 1000–1200 km). Pga. den lave frekvensen (100 kHz) som Loran-C bruker, vil EUROFIX ikke være utsatt for terrengskygge og dermed gi god dekning også i urbane områder. For å kunne dra nytte av det differensielle korreksjonssignalet er det dog en forutsetning at brukeren er i stand til å motta signaler fra et tilstrekkelig antall navigasjonssatellitter. 95 % *nøyaktighet* for EUROFIX brukt på denne måten ventes å bli bedre enn 3 m.

Et eget program, kjent under navnet LOREG (Loran/Eurofix/EGNOS Test & Validation Programme), er nå i gang for å demonstrere de potensielle fordelene av en kombinert bruk av Loran-C/Eurofix og EGNOS for ulike anvendelser. Fire referansestasjoner tar del i dette programmet i dag: Lessay, Sylt, Værlandet og Bø. Som for andre navigasjonssystemer vil rollen til EUROFIX i årene som kommer være sterkt avhengig av brukernes oppslutning om systemet og tilgang på rimelig mottakerutstyr

6. CHAYKA.

Chayka (Måken) er det russiske motstykket til Loran-C. Chayka er på det nærmeste identisk med Loran-C.

Det finnes 5 Chayka-kjeder som dekker mesteparten av det europeiske Russland, inkludert området nord og øst for Kola, Hviterussland og Ukraina samt den russiske Stillehavskysten. Hver kjede består av 3-5 stasjoner. Den nordligste delen av Stillehavet med Beringstredet dekkes etter avtale mellom Russland og USA av en kombinert Loran-C – Chayka kjede med stasjoner såvel i Nordøst-Russland som i Alaska.

Den russiske bruken av Chayka er ukjent. Andre nasjoners bruk av Chayka er meget beskjeden. Russiske mottakere er tilgjengelige fra forhandlere utenfor Russland. De fleste Loran-C-mottakere kan også ta imot Chayka-signaler. Russlands vanskelige politiske og økonomiske situasjon kan i overskuelig fremtid gjøre videre utbygning av Chayka vanskelig. Den videre utvikling av GLONASS og andre satellittnavigasjonssystemer, såvel som russisk syn på behovet for backup-systemer og differensielle støtte-systemer av typen Chayka og EUROFIX, vil nok også påvirke Chaykas videre skjebne. Norge har en samarbeidsavtale med Russland med sikte på et samarbeid mellom Loran-C og Chayka for dekning nord og øst for Norge. Avtalen har til nå ikke gitt konkrete resultater.

7. Fremtidig bruk av Loran-C/Eurofix

Den amerikanske regjering vil fortsette med å drive Loran-C i det korte tidsperspektivet, men er samtidig bestemt på å fortsette arbeidet med å vurdere den langsiktige bruken av systemet. Regjeringen vil gi brukerne rimelig tid til å overgå til andre system, i fall konklusjonen skulle bli at Loran-C er unødvendig eller finner at systemet ikke er tilstrekkelig kostnadseffektivt.

I Europa er det blitt vanlig i en vurdering av fremtidsperspektivene å operere med kombinasjonen Loran-C/Eurofix. Det ventes at neste fase i Galileo-programmet vil omfatte interoperabilitet av Galileo med andre system, og herunder også fastleggingen av en mulige rolle for Loran-C/Eurofix. Videre er det ventet at arbeidet med en europeisk radionavigasjonsplan vil bli tatt opp igjen. Men realistisk må vi regne med at det vil ta to-tre år før det foreligger en *europeisk politikk* for den fremtidige bruk av Loran-C/Eurofix. Det er tvilsomt derfor om en europeisk avklaring vil kunne finne sted

tidsnok til å påvirke avgjørelsene som må tas i den gjenværende del av NELS' første avtaleperiode.

Vedlegg L

IALA DGPS - KYSTVERKETS DGPS-TJENESTE

1. Tekniske data

Frekvenser:	284,5 – 315 kHz
Nøyaktighet:	Spesifisert 10 m, i praksis 5 m eller bedre
Rekkevidde:	Ca. 300 km over sjø, betydelig dårligere innover land
Tilgjengelighet:	99,5%
Integritet:	Tid-til-alarm er 10 sek.

2. Systembeskrivelse

DGPS-systemer forbedrer nøyaktigheten til GPS gjennom bruk av differensielle korreksjoner til basismålingene fra GPS-satellittene. Videre forbedrer systemene integriteten til GPS gjennom å monitorere de mottatte GPS-signalene. DGPS er basert på referansestasjoner i nøyaktig kjente posisjoner som benyttes til å beregne korreksjoner til GPS-målingene. Korreksjonene sendes ut til brukerne som ved hjelp av disse korrigerer sine egne GPS-målinger og oppnår en forbedret posisjonsnøyaktighet. Kystverkets DGPS-tjeneste er basert på internasjonale standarder og spesifikasjoner for maritim DGPS: RTCM SC104 og ITU-R M.823. Disse er brakt frem av IALA og USCG. Maritim DGPS baseres på bruk av maritime radiofyr for å distribuere differensielle GPS korreksjoner til brukere langs kysten. DGPS korreksjonene kringkastes i båndet mellom 283,5 og 315 kHz, og brukernes mottakere benytter korreksjoner fra en enkelt stasjon ad gangen. Signalene er gratis og åpent tilgjengelige, uten noen form for kryptering eller tilgangskontroll.

Hver stasjon i Kystverkets kjede har dublerede referansestasjoner, en integritetsmonitor, en modulator enhet og to radiofyr (sendere). Utstrålt effekt over antenneanlegget er omkring 5 W.

Dekningen bestemmes av radiofyrenes sendereffekt, type signalvei (sjø, fjell, snø, is, etc.), årstid, tid på døgnet og støyforholdene i området ved mottakeren. Kystverkets DGPS stasjoner har en beregnet rekkevidde på 300 km over sjø (utover havet), mens rekkevidden er betydelig dårligere innover land. Tjenesten dekker kysten av fastland Norge med unntak av enkelte fjorder og noen deler av kystleden (Øst-Finnmark).

Nøyaktigheten innenfor dekningsområdet er spesifisert som bedre enn 10 m (95% sannsynlighet), men i praksis oppnås normalt en nøyaktighet omkring 5 m og bedre.

Kravet til tilgjengelighet for en operativ maritim DGPS-tjeneste er gitt av IMO Resolution A.815(19). En foreløpig, revidert versjon av denne er behandlet i IMOs organer, men er ennå ikke sluttbehandlet. Denne angir krav til tilgjengelighet på 99,5% over to år for områder med lav risiko, og 99,8% for områder med høy risiko. I praksis vil det være mulig å møte kravet for områder med lav risiko innenfor dekningsområdet for bare en stasjon mens man behøver minst to stasjoner for å møte kravet for områder med høy risiko.

Integritet ivaretas ved kvalitetskontroll både av basismålingene fra de mottatte GPS satellitter og av de utsendte korreksjonene. Grense for posisjonsfeil målt lokalt er av Kystverket satt til 10 m med en varighet lengre enn 20 sekunder.

3. Status og brukere

Maritim DGPS er etablert for å distribuere differensielle GPS-korreksjoner til brukere langs kysten. Tjenesten er etablert i 27 land med til sammen 209 stasjoner¹, og ytterligere 44 stasjoner er under planlegging. Tjenesten er etablert i alle verdensdeler, men er lite utbygget i Afrika og Sør-Amerika. Omkring 25% av stasjonene er i USA og her ble systemet erklært operativt i mars 1999.

Kystverkets norske DGPS-kjede omfatter 12 stasjoner². Kostnadene ved etablering og drift av systemet dekkes ved bevilgninger fra Fiskeridepartementet. Kystverkets DGPS-tjeneste vil bli erklært operativ primo 2003.

Investeringer for å etablere en ny maritim DGPS-stasjon er omkring 2,4 mill. kr (eksklusive strømforsyning og telekommunikasjon), og årlige driftskostnader er omkring 1 mill. kr.

På tross av manglende operativ status er systemet i utstrakt bruk og antall mottakere i Norge anslås til å være oppunder 20 000. Det antas at omkring 50 % av den havgående fiskeflåten og samtlige passasjerbåter i kysttrafikk har installert mottakerutstyr for maritim DGPS. Systemet brukes også i fritidsflåten.

Av mottakerutstyr finnes både integrerte GPS/DGPS-mottakere og separate DGPS-mottakere som tilkobles en GPS-mottaker. Maritime DGPS-mottakere kan kjøpes av sluttbrukere til priser fra omkring 5 000 kr.

4. Videre utvikling

Maritim DGPS er fortsatt under utbygging globalt, og planlegges å være en del av den operative navigasjonsinfrastrukturen til etter år 2015³.

Det foreligger ikke konkrete planer for videre utbygging. For å oppnå tilfredsstillende dekning av denne tjenesten på norskekysten og i norske farvann vil det imidlertid være nødvendig å etablere ytterligere sendestasjoner i Øst-Finnmark og på Jan Mayen, Bjørnøya, Svalbard og Ekofisk.

Kystverket vil søke å vurdere om den maritime DGPS-infrastrukturen kan være til nytte for tjenester i Galileo-systemet.

Det finnes også internasjonale planer for å øke nøyaktigheten på IALA DGPS tjenesten ved å benytte GPS fasemålingskorreksjoner i tillegg til kodemålingskorreksjoner.

¹Pr. januar 2000

²Færder, Lista, Utsira, Utvær, Svinøy, Halten, Sklinna, Skomvær, Andenes, Torsvåg, Fruholmen, Vardø.

³USA Federal Radionavigation Plan (FRP) 1999.

Vedlegg M

Elektroniske kart og integrert navigasjonsutrustning til maritim bruk

1. Systembeskrivelse og funksjonalitet

Elektroniske kart er et relativt nytt navigasjonshjelpemiddel som kan komme sjøfartsinteressene til gode på flere vis: i maritim navigasjon, i arbeidet med å øke sikkerheten om bord i fartøyene og effektivisere driften av fartøyene. Mens de tradisjonelle papirkartenes rolle stort sett er å presentere fargelagt grafikk, kan de *elektroniske* kartene fungere som hendige navigasjonssystem som i sann tid kombinerer elementer som ruteplanlegging (charting), posisjonsbestemmelse og tekstinformasjon og gir navigatøren på brua et løpende og oppdatert helhetsbilde. I sin mest avanserte form fremstår de elektroniske kartsystemene som en helt ny metode for maritim navigasjon. Etter systemkomponenter og funksjonalitet kan en skille mellom *to typer* av elektroniske kart. Den mest avanserte formen for elektroniske kart er den som går under navnet "Electronic Chart Display and Information System" (ECDIS). Alle andre typer av elektroniske kart kan betraktes *generelt* som Elektroniske Kartsystem, ECS (Electronic Chart systems). I det maritime miljø brukes betegnelsen ENC (Electronic Nautical Charts).

For at et system skal kunne godkjennes som et ECDIS, må det tilfredsstillende IMO's Performance Standard, slik denne er gitt i IMO Resolution A.817(19), og i Appendix 6 til denne resolusjonen. Andre relevante kartrelaterte standarder er IHO Special Publications (IHO S-52) og (S-57). Den Internasjonale Elektrotekniske Kommissjonen, IEC, har utviklet sine egen standard for testing, typegodkjenning og sertifisering av utstyr for IMO-godkjente ECDIS-system, IEC 61174.

Kartgrunnlaget vil foreligge som en *digital database*, som kan lastes ned og oppdateres via CD-rom eller datatransmisjon. Databasen er organisert i celler tilpasset ulike navigasjonsformål. Kartinformasjonen som skal brukes i ECDIS må være *siste autoriserte* versjon for de områdene det gjelder.

ECDIS-systemets hardware vil typisk bestå av en avansert PC, med grafikkapabilitet, installert i et konsoll med linker til forskjellige typer målesystem som finnes om bord: posisjonssensorer for GPS og Loran-C, gyrokompass, rotasjonshastighetsmåler (turn indicator), skipslogg, dybdemåler, AIS og Radar/ARPA.

Viktige funksjoner vil være:

- Ruteplanlegging (primære og alternative ruter, endring av waypoints)
 - Ruteovervåking (bl.a. skipets posisjon, orientering og hastighet)
 - Alarmfunksjoner (indikasjon av tilstander som krever omgående tiltak)
 - Ruteregistrering (for rekonstruksjon av ruten de siste 12 timer)
- Backup (for sikring av trygg navigasjon i tilfelle ECDIS faller ut)

Elektroniske sjøkart foreligger i to varianter, spesifisert av IHO: (i) *rasterkopier* og (ii) *vektoriserte kart*. Rasterkopiene oppnås ved digital skanning av eksisterende papirkart. I et vektorbasert system kombineres digitaliserte kartdata med andre relaterte datasett, lagret i linjer (vektorer) i flere nivå. Rasterkopiene inneholder ikke den samme "intelligens" som vektordataene, men kan være enklere å produsere fra gamle (ikke-digitaliserte) originaler.

Et Raster Chart Display System (RCDS) har vært foreslått som en alternativ operasjonsmodus for ECDIS (Appendix 7 til IMO's ECDIS-resolusjon). RCDS muliggjør flere av ECDIS' funksjoner, men gir ikke *full* ECDIS-funksjonalitet. Alternativet kan være rimelig som en *interimsløsning* inntil det vektoriserte kartgrunnlaget er tilstrekkelig utbygd.

Som utgiver av det eneste *verdensomspennende* papirkartsystem som finnes, har the British Admiralty (BA) vedtatt å skanne alle papirkart og publisere dem som *Admiralty raster chart system* (ARCS) med oppdateringer.

2. Status for ECDIS

Det ventes at ECDIS, fullt utbygd, vil øve avgjørende innflytelse på alle sider ved marin navigasjon. Men det kan være grunn til å skille mellom ECDIS' *nominelle* funksjonelle kapabilitet (ECDIS' fremtidige posisjon) og ECDIS' funksjonelle status *i dag*. Det vil være behov for et system som kan holde navigatørene à jour med hvilke funksjonelle muligheter som ligger i ECDIS-systemet til enhver tid.

I arbeidet med å implementere den nye teknologien finnes det ennå flere store utfordringer:

- Mangelen på konsistente og uniforme ENC-system, som harmonerer med internasjonale standarder, er påtakelig og må fremheves som en *kraftig utfordring* til de nasjonale kartverksinstitusjonene om å øke produksjonen/utviklingen av elektroniske kart
- De nasjonale myndighetene (National Maritime Safety Administrations) må ta stilling til en rekke regulatoriske og policyorienterte spørsmål, relatert til ytelsesstandarder, typegodkjenning, klassifisering, "carriage requirements", opplæring/sertifisering, nødvendige radionavigasjonssystem for skipsfarten og midler/prosesser for oppdatering av elektroniske kart

3. Elektroniske kart for norskekysten

Sjøkartverket er nå i gang med digitalisering av nyere eksisterende papirkart som bygger på tilstrekkelig god oppmåling (nøyaktighet bedre enn 20 m) og oppmåling og fremstilling av nye kart for de områdene hvor tidligere oppmåling ikke holder mål. Så langt er kystområdet fra svenskegrensen til Brønnøysund, med unntak av strekningen Haugesund-Sognefjorden ferdig oppmålt, og måleresultatene foreligger som autoriserte digitale elektroniske kart. Enkelte deler av Nordland og Troms er også dekket av slike kart. For hoved- og biledene er kystlinjen angitt med en nøyaktighet av 5 m, mens nøyaktigheten ellers er 25 m. Det gjenstående kystområdet er inndelt i soner med et tidfestet program for de planlagte målingene frem til 2006-2007, da Sjøkartverket regner med å kunne levere sertifiserte elektroniske kart for *hele* norskekysten

4. Utviklingstendenser og økt sikkerhet

Med den tekniske utvikling vi er vitne til, kan vi se et stort potensial for tiltak som kan øke så vel *sikkerheten* som *effektiviteten* i skipsoperasjonene. Ikke minst ventes det at bruken av elektroniske kart som sanntids navigasjonssystem, vil bidra til å trygge virksomheten til sjøs og redusere driftskostnadene. Muligheten er til stede for *nye anvendelser* som kan gi navigatørene nyttige opplysninger, f.eks. opplysninger om tidevannsbevegelser, is- og strømforhold.

Det norske Veritas har fastslått at opp til 65 prosent av grunnstøtinger og kollisjoner langs norskekysten skyldes menneskelig svikt. Årlig koster dette minimum 35 mill. kr i form av personskade og skade på materiell og miljø. Ved bruk av godkjente elektroniske sjøkart kombinert med satellittbasert navigasjon i de elektroniske støttesystemene (ECDIS), kan antall ulykker reduseres med inntil 40 prosent. Dette kan spare samfunnet for store kostnader.

En analyse fra Canadian Coastguard konkluderer enda mer positivt. For fartøy med ECDIS og DGPS ble ulykkene med større båter i kanadiske farvann i 1998 redusert med 75 prosent i forhold til tidligere år.

Vedlegg N

AIS (Automatic Identification System)

1. Tekniske data

Frekvenser 161,975 MHz (AIS 1), 162,025 MHz (AIS 2),
alternative frekvenser kan tildeles i geografiske områder hvor de allokerede frekvensene ikke kan benyttes

Rekkevidde	Ca. 40 n.mil
Nøyaktighet	Posisjonsbestemmelse er ikke en primær funksjon for AIS. Den innebygde GPS mottakeren er først og fremst ment for bestemmelse av nøyaktig tid. Posisjon med ~10 meters nøyaktighet vil likevel være mulig med de fleste AIS transpondere.
Tilgjengelighet	Bedre enn 99,9%
Oppdateringsrate	Ned mot 2 sekunder, i samsvar med det som kan oppnås med en moderne ARPA-radar
Kapasitet	Mer enn 2000 rapporter pr. minutt

2. Systembeskrivelse og funksjonalitet

AIS (eller UAIS, hvor U står for "Universal") er et automatisk rapporteringssystem som benytter to frekvenser i det maritime VHF-båndet for utveksling av datasignal mellom skip og mellom skip og land. En AIS-transponder består typisk av en sender, to mottakere (begge frekvensene benyttes samtidig), en VHF DSC (digital selective calling)-mottaker, et standardisert grensesnitt for håndtering av tilknyttede navigasjons-sensorer og et displaysystem (radardisplay, elektroniske kart (ECS) eller informasjonssystem (ECDIS)). AIS transponderen benytter seg av en spesiell protokoll (SOTDMA – Self Organising Time Division Multiple Access), slik at et stort antall enheter kan benytte samme kanal. Kjernen i denne teknologien bygger på nøyaktig tidsbestemmelse ved hjelp av GPS. AIS transponderen inneholder av denne grunn en GPS mottaker som også vil kunne gi posisjon. Posisjon til AIS er imidlertid primært ment å komme fra allerede tilgjengelige sensorer (for eksempel GPS eller DGPS). På mange fartøyer vil det være egne typegodkjenningsskrav til slikt utstyr som AIS transponderen ikke nødvendigvis vil oppfylle.

Ved bruk av DSC opererer systemet i en transpondermodus, hvor systemet aktiveres og foretar en dataoverføring etter *oppkall* (interrogation, polling). I streng forstand gjelder ikke transponderbetegnelsen for AIS, som i det vesentlige fungerer som et *kontinuerlig kringkastingssystem*.

Ved bruk av begge kanaler har AIS en kapasitet på inntil 2250 meldinger pr. minutt.

Dette forutsetter tidsbestemmelse i μ s området.

Etter gjeldende standard må AIS kunne fungere som et hjelpemiddel i ulike situasjoner:

- i *skip-skip modus* som et kollisjonsforebyggende system
- som et hjelpemiddel til å skaffe kyststatene opplysninger om fartøyer som befinner seg innenfor territorialgrensen og den last de fører
- i *land-skip-konfigurasjon* som ett av flere hjelpemidler for overvåking av områder med stor trafikk, VTS (Vessel Traffic Management)

AIS er bygget opp som et selvorganiserende system, hvor stasjonene automatisk synkroniserer seg til hverandre. I VTS-områder opererer de to modiene, *skip-skip* og *land-skip*, simultant og uavhengig av hverandre, på forskjellige frekvenser.

3. Anvendelse

Informasjonen som formidles via AIS, kan inndeles i flere kategorier:

- *statisk informasjon*, f.eks. skipets navn, kallesignal, skipstype
- *variabel informasjon*, også kalt ruterelatert (voyage related) informasjon: omfattende f.eks. skipets dybde (draught), last og bestemmelsessted, alternative seilingsruter
- *dynamisk informasjon*, så som posisjon med integritetsstatus, tid i UTC, skipets kurs og hastighet

I VTS-områder kan AIS supplere og styrke den radarbaserte overvåkingen ved å gi skipsidentifikasjon og annen form for informasjon som vanskelig kan oppnås uten talekommunikasjon i VHF-området. AIS har større rekkevidde enn radar og vil kunne fungere uforstyrret under værforhold og i områder, f.eks. i øyrike soner, elvemunninger etc., hvor radaroperasjonen forstyrres av uønskede ekko (clutter). Det er ikke sannsynlig at AIS generelt vil fortrenge radar som overvåkingshjelpemiddel. Men i enkelte situasjoner kan AIS være et alternativ til VTS. Et landbasert AIS-system vil kunne anskaffes til en brøkdel av kostnaden av et VTS-system.

4. Rekommendasjoner, standarder og retningslinjer

AIS må tilfredsstille flere internasjonale standarder:

- **IMO** Recommendations of Performance Standard for a Universal Shipborne Automatic Identification System (AIS), MSC.74(69), godkjent av IMO Maritime Safety Committee i mai 1998
- **ITU** Recommendation on the Technical Characteristics for a Universal Shipborne Automatic Identification System (AIS) Using Time Division Multiple Access in the Maritime Mobile Band, ITU-R M.1377
- **IEC** Standard 61993 Part 2: Universal Shipborne Automatic Identification System (AIS) Operational and Performance Requirements, Methods of testing and required results. Standarden som ventes godkjent i løpet av 2001, vil bli brukt av administrasjonene til å "typegodkjenne" AIS-utstyr som installeres på skip under SOLAS-konvensjonen.

I tillegg til de standardene som er nevnt, er IALA i ferd med å utforme retningslinjer som beskriver funksjon og drift av utstyret og *hvordan* det kan benyttes i *skip-land-* og *skip-skip-modus*, og ellers som et hjelpemiddel for navigasjon. Arbeidet utføres av de tekniske komitéene i IALA og ventes ferdig, og godkjent av IMO, i 2001.

5. Krav i SOLAS-konvensjonen (Carriage requirements)

I paragraf 20 i den reviderte utgaven av kapittel V i SOLAS-konvensjonen slås det fast at:

- Skip på eller over 300 GRT i internasjonal fart, lasteskip på eller over 500 GRT som ikke er engasjert i internasjonal fart, samt passasjerskip i alle tonnasje-klasser, *som er bygget etter 1. juli 2002*, skal alle utstyres med AIS.
- For skip som er bygget *før* denne datoen, skal AIS fases inn i tidsrommet 1. juli 2002 til 1. juli 2008, etter retningslinjer som er angitt i kapittel V i Konvensjonen.

Vedlegg O

Maritime radarfyr (RACON)

1. Tekniske data

Frekvenser:	2900-3100 MHz og 9230-9500 MHz
Nøyaktighet:	Normalt har signalet en tidsforsinkelse på ca. 0,5 μ s, hvilket svarer til en avstandsfeil på ca. 75 m.
Dekningsområde:	Radarfyrene er først og fremst utplassert i områder langs kysten hvor navigasjon og posisjonering blir vanskeliggjort som følge av en utydelig kystlinje, mangel på særskilte kjennemerker, midlertidige navigasjonsfarer osv. Rekkevidden bestemmes av radarfyrets og egen antennehøyde, samt radarens utgangseffekt. Maksimal rekkevidde vil således variere fra ca. 9 km (5 n.mil) til 37 km (20 n.mil).
Pålitelighet:	Meget høy
Tilgjengelighet:	Tilnærmet 100%
Oppdaterings-hastighet:	Det er vanlig å programmere radarfyret slik at det svarer i bestemte tidsintervall.
Dimensjonsbestemmelse:	Kan benyttes til todimensjonal posisjonering ved peiling og avstandsmåling til installasjonen ved hjelp av skipsradar.
Kapasitet:	Ubegrenset
Tvetydighet:	I praksis entydig
Integritet:	Systemet overvåkes og uregelmessigheter kunngjøres som navigasjonsvarsel og i ”Etterretninger for Sjøfarende”.

2. Systembeskrivelse

Radarfyr (RACON) er et maritimt POS/NAV-hjelpemiddel som arbeider i det maritime radarbåndet. Ved mottak av en aktiviserende puls returnerer den automatisk et kodet svar som vises på radarskjermen umiddelbart bak ekkoet av fyret. I norske farvann finnes det for tiden to typer radarfyr:

- ”Frequency agile RACON”: Dette er et bredbåndet radarfyr som kontinuerlig lytter i hele det aktuelle frekvensbåndet. Når radarfyret aktiviseres av en radar, svarer det øyeblikkelig på samme frekvens som det aktiviserende signalet har.
- ”Swept frequency RACON”: Denne typen radarfyr søker gjennom det aktuelle frekvensbåndet i løpet av en viss tidsperiode (1-2 minutter). Når radarfyret mottar en radarpuls av en bestemt frekvens, svarer den øyeblikkelig på samme frekvens. Det kreves ingen spesialutrustning ut over vanlig skipsradar hos brukeren. Radarfyrene fungerer utmerket uavhengig av hverandre, men benyttes ofte i en systematisk oppmerking av bestemte områder.

Ved bruk av ordinære radiofyr er svaret en del av det vanlige radarbildet, med det som finnes av ekko og støy. Landekko og støy, eksempelvis fra sjø eller regn, kan redusere og i verste fall skjule svaret. Kystverket har en del steder installert spesielle radarfyr, ITOFAR (Interrogated Time Offset Frequency Agile Racon), som svarer på den aktiviserte frekvens med en tidsforsinkelse og en opsjon som gjør det mulig å skille mellom svaret fra radarfyret og andre ekko.

3. Status/anvendelse

Radarfyrene er tilgjengelige for alle maritime brukere med skipsradar i de vanlige frekvensbåndene. De har global utbredelse.

Radarfyrene benyttes av så vel sivile som militære fartøyer. Systemet har fått stadig større utbredelse og har en meget høy utnyttelsesgrad blant de aktuelle brukerne.

Oversikt over norske radarfyr med kjenningsbokstaver, finnes i ”Norsk fyrliste”.

4. Utviklingstendenser

Siden systemet ble introdusert har det undergått tekniske forbedringer som har øket brukervennligheten betydelig.

Det ventes at systemet fortsatt vil bli benyttet så vel av sivile som av militære fartøyer.

Vedlegg P

SATREF

DGPS som del av den geodetiske infrastrukturen

1. Systembeskrivelse

Navigasjon og stedbaserte tjenester med høy presisjon og annen moderne bruk av geodata forutsetter at brukerne av data har tilgang til nøyaktig posisjon i sann tid. Grunnlaget for dette er en felles geodetisk referanseramme for alle produsenter av geodata og brukere av disse dataene.

Det er etablert en global geodetisk referanseramme, kalt ITRF (International Terrestrial Reference Frame). Det offisielle datum for posisjonsbestemmelse i Norge, EUREF89, er knyttet til ITRF slik at posisjonsbestemmelse lokalt inngår i det globale systemet (se vedlegg Q, avsnitt 2).

De satellittbaserte systemene for posisjonsbestemmelse er basert på data fra ITRF. Det meste av dagens operative posisjonsbestemmelse er igjen basert på satellittsystemene. Derfor er satellittsystemene og deres bakkebaserte støttesystemer nå en integrert del av infrastrukturen for nøyaktig posisjonsbestemmelse fra det globale til det lokale nivå. Den nasjonale infrastrukturen i Norge består av geodetiske målepunkter organisert i permanente geodetiske stasjoner, stamnett, landsnett, høydenett og tyngdenett og støttesystemet SATREF som er den nasjonale infrastrukturens operative tilknytning til de internasjonale satellittsystemene.

SATREF består av følgende hovedkomponenter:

- Faste referanse- og monitorstasjoner som mottar data fra navigasjonssatellittene for videre bearbeiding
- Kontrollsenter på Hønefoss for de permanente geodetiske stasjonene og SATREF. Senteret overvåker SATREF-systemet og utnytter nettverket av stasjoner til å gi så gode posisjonskorreksjoner og integritetsmeldinger som mulig
- Kommunikasjonsnettverk som binder de ulike delene sammen
- Distribusjonssystem for data fra SATREF kontrollsenter til brukerne.

Det er tolv referanse- og monitorstasjoner på fastlands-Norge og én på Svalbard plassert i et utvalg av de permanente geodetiske stasjonene. Nettet forsterkes ytterligere ved at SATREF blir koplet sammen med tilsvarende tjenester i Sverige og Danmark.

Utrustningen i SATREF-stasjonene er en spesialdesignet satellittmottaker Trimble MS 750, en HP-UX arbeidsstasjon for lokal lagring, monitorering og konvertering av data, kommunikasjons- og sikkerhetsutstyr. Alt utstyr ble oppgradert høsten 1999.

Dessuten er det installert ny programvare.

2. Funksjonalitet

SATREF som del av den landsdekkende infrastrukturen for posisjonsbestemmelse vil operere to tjenester med ulik datanøyaktighet:

- MPOS er rettet mot posisjonsbestemmelse på meters nivå (0,5 - 2 m),
 - DPOS vil gi brukeren en posisjonsbestemmelse med en nøyaktighet på 3 dm – 1 m ved bruk av en tilstrekkelig god GPS-mottaker, bl.a. med faseglattingsfunksjon,
- MPOS er i operativ drift, mens DPOS planlegges satt i drift sommeren 2002. For begge tjenestene mottar SATREF kontrollsenter observasjoner fra de norske og utenlandske stasjonene i nettverket og kalkulerer følgende parametre for hver enkelt satellitt:
- Satellittens klokkefeil
 - Satellittens banefeil
 - Modell for forsinkelser i ionosfæren
 - Modell for troposfære
 - Flerveisinterferens på referansestasjonene

Parameterberegningene er kodebaserte. Denne løsningen gjør de to tjenestene mindre følsomme for hindringer som vegetasjon og lignende, og det er lettere å oppnå stabil nøyaktighet.

På grunnlag av parameterne for hver satellitt kan en beregne DGPS korreksjonsdata for fritt valgte punkter som ligger innenfor området som nettverket av referansestasjoner dekker. Slike punkter betegnes virtuelle referansestasjoner (VRS).

For **MPOS** beregner kontrollsenteret flere sett DGPS korreksjonsdata for virtuelle referansestasjoner rundt om i landet. Brukere får data på standard RTCM-format for den virtuelle stasjonen som ligger nærmest.

Til **DPOS**-brukerne sendes ikke ferdige korreksjonsdata, men parameterne som er beregnet for hver satellitt. Brukerne har en spesiell mottaker for radio og mobiltelefoni. Den er koplet til GPS-mottakeren og utrustet med en datamaskin som beregner korreksjonsdata. Med denne fremgangsmåten vil korreksjonene være som om de kom fra en virtuell referansestasjon like i nærheten. Derved oppnår man en jevn nøyaktighet innenfor hele området som nettverket av referansestasjoner dekker.

Det foreligger for tiden ikke noen internasjonal standard for overføring av parametre basert på data fra flere stasjoner i nettverk. Kartverket ser det som sin oppgave å medvirke til at slik standardisering kommer i stand. Det vil redusere brukernes utstyrs kostnader vesentlig.

På landsbygda og i ubebodde strøk vil MPOS og DPOS dekke de aller fleste stedfestingsoppgaver. I områder med høyere befolkningstetthet vil landmålingsoppgaver ha behov for infrastruktur som gir presisjon på cm-nivå, CPOS. Infrastruktur på dette nivået vil bli etablert på initiativ av kommuner eller andre offentlige eller private aktører. Kartverket vil tilby samarbeid som innebærer at slike lokale infrastrukturer blir knyttet til den nasjonale infrastrukturen.

Alle SATREF-data sendes fra kontrollsenteret til MPOS- og DPOS-brukerne via mobiltelefon (GSM) og radio. Når brukeren benytter GSM, må han ringe opp et telefonnummer på SATREF kontrollsenter. Han blir så autorisert og kan motta SATREF-data med en hastighet på 9600 bit/s.

Radiodistribusjon tillater et ubegrenset antall samtidige brukere. De aktuelle radiokanalene er FM-DARC (Frekvens Modulert DATA Radio Channel) og AM-AMDS (Amplitude Modulert Data System). FM-DARC er en datakanal i det riksdekkende FM nettverket, med en total overføringskapasitet på inntil ca. 7000 bit/s. Når FM-DARC er ferdig utbygd, skal det aller meste av Norges befolkede arealer samt kommunikasjonsårer være dekket. FM-DARC er utbygd sør for Nord-Trøndelag. Lenger nord blir GSM eneste kommunikasjonsløsning inntil FM-DARC er ferdig utbygd.

AM-AMDS er en datakanal som dekker våre maritime områder inkludert store deler av Svalbard og Barentshavet ved hjelp av fire AM-sendere. Frekvensområdet er langbølge (153-279kHz) og mellombølge (531-1602 kHz). Reservert kapasitet for utsendelse av SATREF-data er ca. 136 bit/s med en oppdateringsfrekvens på 5-6 sek. Inntil videre vil AM bare bli brukt til å distribuere MPOS-data.

Oppetiden for SATREF-systemet inklusive distribusjon vil være bedre enn 99,8%.

3. Anvendelse

MPOS og DPOS vil dekke behovet for posisjonsbestemmelse for en lang rekke forskjellige brukere. Noen eksempler på bruksområder: Oppmåling av eiendomsgrenser utenfor tettbygde strøk. Kartlegging av alle objekter som skal inn på våre vanlige kartserier. Registrering av kulturminner, naturressurser, ledningsnett, forurensingskilder osv. MPOS/DPOS vil tilfredsstille de navigatører på sjø og land som har behov for mer nøyaktig posisjon enn de får direkte fra satellittene.

Tidligere har ikke brukere betalt for sanntids SATREF-data, men i 2002 ble tjenesten delt i flere segmenter, og det er innført brukerbetaling .

Kartverket vil utnytte SATREF til å monitorere de tilgjengelige systemene for posisjonsbestemmelse i sann tid og gi brukerne informasjon om hva de yter.

4. Videre utvikling

Kartverket vil bidra til bedre internasjonal standardisering av formater og utstyr. Det kan føre til betydelig fall i utstyrsprisene og medfølgende økning i antall brukere. Etablering av støtteinfrastruktur som dekker store internasjonale regioner vil bidra i samme retning. Nasjonale og lokale støttesystemer må kontinuerlig tilpasse seg en slik utvikling.

SATREF deltar i testdrift av EGNOS. Det har tilført økt kompetanse på drift av DGPS-systemer. SATREF er dessuten medlem av EOIG (EGNOS Operator Infrastructure Group), som gir medvirkning i et operativt EGNOS og etter hvert det europeiske satellittsystemet Galileo. Korreksjonsdata fra EGNOS vil kunne distribueres over SATREFs distribusjonsnett slik at signalene kan mottas der data fra de stasjonære kommunikasjonssatellittene ikke når frem.

Vedlegg Q

Geodetisk datum

1. Noen grunnleggende termer

1.1 Datum

Et geodetisk datum omfatter størrelse og form på en ellipsoide (jordmodell) som benyttes i kart- og oppmålingsvirksomhet, foruten denne ellipsoides plassering i forhold til den fysiske jord. I et geodetisk datum inngår også høyder over ellipsoiden.

Vertikalt datum er utgangsnivå i et høydesystem knyttet til loddlinjen på den fysiske jord (det vil si høyder av typen høyder over havet, i motsetning til ellipsoidiske høyder).

1.2 Koordinater

Jordsentriske koordinater er gitt i forhold til tre rettvinklede akser med utgangspunkt i jordens massemidtpunkt. Den ene akse er parallell med jordens rotasjonsakse, den andre går gjennom nullmeridianens skjæring med ekvator og den tredje står vinkelrett på disse to.

Geodetiske koordinater er bredde og lengde gitt i grader (eventuelt også bueminutter og buesekunder) med referanse til en ellipsoide som er tilpasset jorden.

Geografiske koordinater er en samlebetegnelse for geodetiske koordinater (på ellipsoiden) og astronomisk bestemte koordinater (beregnet i forhold til loddlinjen).

Kartplankoordinater er de koordinater man kan ta fra rutenett på selve kartet eller fra rammemerker i kartrammen.

1.3 Høyder

Ortometrisk høyde er det vi i dagligtalen i Norge forstår med høyden over havet.

Ellipsoidisk høyde er høyden over ellipsoiden.

Geoidehøyde er høydedifferensen mellom geoiden, som er tilnærmet identisk med et tenkt rolig hav, og ellipsoiden.

1.4 Endring av koordinater

Transformasjon er tilpasning av punkters koordinater i et koordinatsystem til deres tilsvarende koordinater i et annet koordinatsystem med et annet datum (kravet om at koordinatene er knyttet til to *datumer* gjelder innen geodesi).

Konvertering er omregning basert på eksakt formelverk, uten spesiell tilpasning som i transformasjon.

Avbildning i denne sammenheng er tilordning av punkter på ellipsoiden (med geodetiske koordinater) til tilsvarende punkter i kartplanet, ved matematiske formler eller geometrisk projeksjon.

2. Geodetiske system og deres anvendelse i Norge

For et geodetisk datum i tradisjonell geodesi var plasseringen av ellipsoiden gjerne knyttet til et fundamentalpunkt i et observatorium. Her ble bredde og lengde funnet ut fra astronomiske observasjoner. I satellittbasert geodesi opererer man gjerne med jordsenteret som utgangspunkt og da blir plasseringen av en ellipsoide enklere.

GPS-satellittene oppgir sine koordinater i det geodetiske datum WGS84. Satellittene har sine egne følgestasjoner rundt om på jorden. Data fra disse følgestasjonene ligger til grunn for de predikerte satellittbanedataene som GPS-satellittene sender ut. Fra 29. januar 1997 ble WGS84 "justert" slik at det faller sammen med det internasjonale nettet ITRF som datumet EUREF89 beregningsmessig ble knyttet til. ITRF står for International Terrestrial Reference Frame, og dette er en referanseramme som beregnes med den største nøyaktighet for geodetiske og geofysiske formål. Beregningen foregår i International Earth Rotation Service i Paris.

For de fleste praktiske formål kan WGS84 og EUREF89 sies å være sammenfallende.

Noe forenklet kan man si at WGS84 endrer seg med jordsenteret som stadig er i små bevegelser, mens EUREF89 er fastlåst til koordinater på fastmerker slik fastmerkene lå i

forhold til hverandre i 1989. Norge var først ute med å ta i bruk det nye geodetiske grunnlaget i Europa, og vi kalte det EUREF89 som anbefalt den gangen. Men senere har andre land beregnet koordinater for fastmerker i samme geodetiske datum, men gitt det sine nasjonale navn. Dermed er det blitt antydning til navneforvirring i Europa, og det ser ut til at de europeiske landene går i terning av å bruke en felles betegnelse European Terrestrial Reference System 1989 (ETRS89). Tallet angir tidspunktet for referansen. ETRS består av et utvalg av punkter som inngår i ITRF. På denne måten kan koordinater som oppgis i ETRS89 sammenlignes på ca. 1 cm-nivå for hele Europa.

Anvendelsen og ulikheten i geodetiske datumer i Norge fremgår av følgende tabell:

Datum betegnelse	Anvendelse i norske kart- og geodaserier	Ellipsoidens store halvakse (a) i meter	Ellipsoidens flattrykning (f)
EUREF89	Sjøkart, topografiske kart, andre kart- og dataserier er under konvertering	6 378 137,0	1/298,257 222 101
NGO1948	ØK og tekniske kart som enda ikke er konvertert	6 377 492,0176	1/299,15281285
ED50	Topografiske kart før 1993	6 378 388,0	1/297,0

Tabell 1. Ellipsoidens store halvakse og flattrykning for de ulike offisielle datumer i Norge.

Vedlegg R

Galileo

1. Tidligere beslutninger og utviklingsprogram

Galileo er EUs og ESAs initiativ for å utvikle og idriftsette et avansert globalt - satellittnavigasjonssystem under sivil kontroll. I en meddelelse i februar 1999 la EU-kommisjonen frem et selvstendig program for prosjektet, med en utvikling i fire faser: Det ble antatt at den første fasen, *definisjonsfasen*, ville bli avsluttet ved utgangen av 2000, og bli etterfulgt av de tre neste programfasene:

- Utvikling og evaluering, 2002-2005
- Etablering og idriftsetting, 2006-2007
- Driftsfasen, fra 2008

En stor del av europeisk romindustri og potensielle tjenesteleverandører ble trukket med av ESA og Kommisjonen i definisjonsfasen, i det bredt anlagte arbeidet med å fastlegge rammene for prosjektet.

3. Beskrivelse av tjenestene

Nedenfor følger en kort systembeskrivelse av Galileo slik det i dag foreligger. Det understrekes at på nåværende tidspunkt er systemspesifikasjonene ikke endelig besluttet og godkjent.

3.1 Åpen tjeneste (OS: Open Service)

- generelle tjenester for brede brukergrupper:
- interoperable med eksisterende tjenester (GPS/GLONASS).
- leveres *uten* integritetsinformasjon
- tilbyr standard "dual-frequency" og "mono-frequency"
- *gratis* tilgjengelige
- dual-frequency nøyaktighet på 4 meter horisontalt og 8 meter vertikalt
- single-frequency nøyaktighet på 15 m horisontalt og 30 m vertikalt
- tilgjengelighet 99% - 99,9%

¹GALILEO Mission, High Level Definition, April 3rd, 2001.

3.2 En kommersiell tjeneste (CS: Commercial Service)

- beregnet på profesjonelle brukere, som er villige til å betale avgift til Galileo-operatøren for tilleggsytelser og garantier
- begrenset adgang
- leveres *med* integritetsinformasjon
- global komponent gir samme nøyaktighet som OAS
- lokal komponent gir 10 cm – 1 m nøyaktighet avhengig av tjeneste-nivå og utstyr
- tilgjengelighet 99% - 99,9%

3.3 Sikkerhetskritiske tjenester (SAS: Safety of Life Service)

- integritetsinformasjon (feilmelding innen 6 sekund)
- tilgjengelighet 99%-99,9%
- begrenset tilgang
- dual-frequency nøyaktighet på 4 m horisontalt og 8 m vertikalt

3.4 Offentlig regulerte tjenester (PRS: Public Regulated Service)

- robuste tjenester med meget høy kvalitet for offentlige myndigheter med ansvar innen beskyttelse av det sivile samfunn og nasjonal sikkerhet
- tilsvarende yteevne som foregående kategori
- garanterte og sertifiserte tjenester med kontrollert tilgang via spesialmottakere

3.5 Ettersøknings- og redningstjenester (Search and Rescue Service)

- aktiveres i nødsituasjoner
- den nødstedte får bekreftelse på at nødsignalet er oppfanget
- tilgjengelighet >99%

Denne tjenesten bygger på COSPAS-SARSAT og vil gi bestemmelse av posisjon med nøyaktighet på 5 km for dagens ”beacon” til ned mot 10 m for utstyr med Galileo-mottaker.

3.6 Navigasjonsrelaterte kommunikasjonstjenester

- distribuert via eksisterende jordbundne og/eller satellittbaserte kommunikasjonsnett
- ”on-board”-kapasitet for korte meldinger vurderes

Det er uvisst om denne tjenesten vil bli implementert, siden det kommersielle potensialet er usikkert og ettersom tjenesten vil øke utbyggingskostnadene.

4. Beskrivelse av systemet

Galileos systemarkitektur er basert på et sett komponenter som beskrevet under.

4.1 Global komponent

En konstellasjon av inntil 30 satellitter, fordelt på tre baneplan med 56° inklinasjon, i en høyde på ca. 23 000 km.

Bakkesegmentet vil bli strukturert til å ta seg av en lang rekke oppgaver:

- drift og kontroll av satellittkonstellasjonen
- monitorering av navigasjonssignalene for presis bestemmelse av banekonfigurasjon og beregning av integritet
- opplinking av kommandosignal, navigasjons- og integritetsdata
- infrastruktur for et operativt samvirke med COSPAS-SARSAT
- infrastruktur for overføring innen rammen av Galileos signalstruktur av eksternt bestemt integritetsinformasjon
- service sentra for *åpne tjenester* (sentra for *kommersielle tjenester* antas å være et ansvar for private investorer)

De viktige elementene (core elements) i bakkesegmentet vil bli plassert i Europa, samlokalisert med EGNOS-installasjoner hvor dette er mulig. Øvrige deler av bakkesegmentet vil bli plassert i land som deltar i Galileo-programmet.

4.2 Regionale element

Galileo-systemet dekker hele verden og integritetsinformasjonen distribueres globalt. Men systemet vil bli utformet på en slik måte at det kan etableres regionale element som gir mulighet for å ”individualisere” integriteten, etter partnerskapsavtaler med vedkommende land. Det antas at omkostningene ved dette elementet finansieres av de enkelte regionene.

4.3 Lokale elementer

Dette er element som etableres hvor lokale tjenester kan bibringe basistjenestene merverdi, og i tillegg støttesystem i områder hvor sikten til satellittene er hindret (under bruer, i tunneler, i skyggen av bygningskonstruksjoner etc.). Kommisjonen er interessert i å kartlegge områder hvor det kan være realistisk og ønskelig for Kommisjonen å støtte utbygging av slike lokale system (det antas at slike system i mange tilfelle vil bli bygd og drevet av private aktører).

5. Frekvenser

Galileo vil sende på eksisterende L-bånd (E1, E2) og på nye allokeringer (E5, E6). Flere scenarioer er under vurdering inkludert et ”European Stand Alone” scenario og et hvor frekvenser vil bli delt med GPS. Bruken av C-bånd er blitt vurdert, men er foreløpig utsatt til eventuelt neste generasjon Galileo.