



Luftfartstilsynet
CIVIL AVIATION AUTHORITY - NORWAY

Navigasjonsstrategi for luftfart i Norge



Sammendrag

Dette dokumentet er basert på gjeldende Performance Based Navigation (PBN) plan for Norge samt Luftfartstilsynets behovsanalyse knyttet til konvensjonell navigasjonsinfrastruktur for luftfart i Norge. Luftfartstilsynet har også vært i dialog med flyoperatører og Forsvaret underveis i arbeidet.

En norsk navigasjonsstrategi må også ta hensyn til overordnede føringer fra ICAO og EUs navigasjonsstrategi. PBN basert på GNSS er i ferd med å bli den sentrale infrastruktur for luftfart. I Europa er overgangen til PBN en forutsetning for å kunne oppnå fremtidig kapasitet, økt sikkerhet og muligheter for miljøgevinster. Samtidig er det behov for å legge til rette for fly med konvensjonell utrustning en tid framover. Tidsperspektivet i denne sammenhengen er fram til 2030.

PBN basert på GNSS er også svært viktig for norsk luftfart. Både for underveis-trafikk, inn og – utflygingsystemer og innflygingsprosedyrer. PBN med GNSS er en forutsetning for Point Merge systemene ved de største norske lufthavnene. Norge er i ferd med å fullføre ICAOs PBN-målsettinger med 100 % dekning med APV-prosedyrer til flyplasser hvor det er mulig. Det er et viktig sikkerhetsbidrag for innflyginger, spesielt på flyplasser uten ILS.

Denne typen prosedyrer har langt på vei revolusjonert instrumentflyging med ambulanshelikoptre. Disse har nå et underveis rutenettverk, og det er etablert en rekke APV-prosedyrer inn til sykehus.

GNSS-baserte prosedyrer kan være sårbare for forstyrrelser. Det finnes det forskjellige eksempler på både med tester og med erfaringer med jamming. Fjerning av konvensjonelle navigasjonshjelpemidler må gjøres med omhu og i dialog med berørte interessenter. Prosedyrer for motorbortfall og alternative flyplasser er sentrale elementer for flyoperatører i denne sammenheng.

Forsvaret kan ha behov for flyplassers tilgjengelighet på en annen måte enn sivile flyginger. I tillegg vil forskjellige flyplasser kunne være tiltenkt forskjellige roller både i forhold til Forsvarets egne behov, og i forhold til mottak av allierte forsterkninger.

Strategien beskriver bakgrunn og nåsituasjon for luftfartsnavigasjon for lufthavner, flysikringstjenester og kommunikasjonssystemer. Det samme gjelder for Forsvaret og noen operatører av både «fixed wing» og helikoptre. I siste del beskrives hvordan operatører vurderer framtidige systemer. Norsk Romsenter har utarbeidet en nasjonal PNT-strategi som sier noe om avhengighet til GNSS for luftfartsovervåkningssystemer, og enkelte implikasjoner ved forstyrrelser i GNSS-signalene. Siste del av strategien omhandler oppsummering og de viktigste områdene Luftfartstilsynet mener det bør fokuseres på:

Jamming

Kompetanse på jamming og spoofing av GPS signalet må styrkes i både NKOM (som forvalter ekomloven) hos Luftfartstilsynet og hos de sertifiserte tjenesteyterne. I tillegg bør det tas i bruk utstyr som kan identifisere og lokalisere jammere, slik at brukere kan straffes slik Lov 4.7.2003 nr.83 krever.

Dekommisjonering

Det anbefales at en plan for dekommisjonering av konvensjonelle navigasjonshjelpemidler ses i sammenheng med tilgjengeligheten av kommunikasjons- og overvåkingssystemer som ikke er avhengig av GPS signaler.

Lufthavnstruktur og grunnstruktur

Det anbefales at Avinor holder fast ved sin tiltenkte «grunnstruktur» av VOR/DME som underveis-nettverk for å understøtte underveis tjenesten. Videre anbefaler LT at Avinor i sitt nye lufthavnkonsept også holder fokus på lokale tilpasninger og behov der hvor konvensjonelle hjelpemidler vil bli fjernet.

Navigasjonssystemer og flyplassers utrustning

Basert på tilbakemeldinger fra Flyoperatører og Forsvaret, samt perspektiver knyttet til jamming, er det Luftfartstilsynets oppfatning at norske flyplasser med instrumentprosedyrer inntil videre må beholde minst en konvensjonell innflygingsprosedyre med tilhørende konvensjonell prosedyre for avbrutt innflyging. Lufthavner som pr 2018 har ILS anlegg må opprettholde disse. TACAN opprettholdes i henhold til Forsvarets behov. Når det gjelder LPV prosedyrer bør man i Norge arbeide aktivt for å gjøre EGNOS signaler tilgjengelig i hele landet med tilstrekkelig dekning og kontinuitet.

Innhold

Sammendrag	2
1. Innledning.....	6
2. Begreper og forkortelser	8
3. Bakgrunn	10
3.1. ICAO.....	10
3.2. Europa EU	10
3.2.1 EU Reguleringer.....	10
3.2.2 EU Navigasjonsstrategi for luftfart	11
3.3 Norge.....	12
4. Nåsituasjon.....	13
4.1 Forsvaret.....	13
4.2 Avinor	14
4.3 Avinor lufthavner.....	14
4.4 Private lufthavner	14
4.5 Navigasjonstjenester	15
4.6.1 Overvåkingssystemer	15
4.6.2 Kommunikasjonssystemer	16
4.7. Utrustning hos operatørene.....	16
4.7.1. FW NAV.....	17
4.7.2. Helikopter	17
4.8 Operatørenes vurdering av konvensjonelle prosedyrer	18
5.0. Fremtidige systemer.....	18
5.1. Avinor	18
5.2. <i>Private lufthavner</i>	19
5.3. Luftrom	19
5.4. GBAS	20
5.5 SCAT-I	20
5.6. Flyoperatørenes vurdering av fremtidige systemer.....	20
5.6.1 FW NAV.....	20
5.6.2. Helikopter NAV	21
6.0. Utfordringer knyttet til GNSS	22
6.1. Norsk Romsenter og PNT	22
6.2. Bevisste eller ubevisste forstyrrelser av satellittsignal innenfor norsk luftrom for en kortere periode	23

7.0.	Oppsummering og anbefalinger.....	23
7.1.	Jamming	23
7.2.	Dekommisjonering	24
7.3.	Avinors arbeid med lufthavnstruktur og grunnstruktur.....	24
7.4.	Navigasjonssystemer og flyplassers utrustning	25

1. Innledning

Luftfartstilsynet har basert utformingen av en navigasjonsstrategi på gjennomført behovsanalyse av konvensjonell navigasjonsinfrastruktur, gjeldende versjon av PBN-planen, dialog og spørsmål til flyoperatører og forsvaret.

Satellitter for navigasjon – GNSS – med tilknyttede støttesystemer vil spille en stadig større rolle i luftfarten. Tilgjengelighet og forstyrrelser av satellittsignaler må også beskrives, herunder reserveløsninger og hvilke konvensjonelle kapasiteter som skal eller bør opprettholdes.

Moderne navigasjon er i stor grad basert på signaler fra en eller flere satellittkonstellasjoner. Felles for slike signaler er at de på flere måter er sårbare, noe som tilsier behov for et minimum av reserveløsninger for å kunne understøtte et visst volum av luftfart under ulike forhold. Enkelte av dagens reserveløsninger forutsetter til en viss grad adekvate satellitt signaler. Dette gjelder både luftovervåking og kommunikasjon.

Det er derfor hensiktsmessig å belyse disse elementene i tillegg til å se overordnet på behovet for en infrastruktur av konvensjonelle navigasjonshjelpemidler.

Som strategi legger Luftfartstilsynet (LT) vekt på det som er beskrevet i ICAOs Global Air Navigation Plan (GANP), EU Air Navigation Strategy og PBN-forordningen¹. De to sistnevnte er enda ikke ferdigbehandlet i komitologi-komiteen, men hovedelementene i disse vil ikke bli endret. LT mener det er riktig å se en Norsk navigasjonsstrategi og behovet for reserveløsninger i forlengelsen av disse.

Den norske PBN-planen versjon 4.0² beskriver også kort hvilke infrastrukturer som er relevante som reserveløsninger for PBN.

Norsk Romsenter har laget et utkast til nasjonal PNT-strategi. Dokumentet tar for seg luftfartens utfordringer på flere områder innenfor navigasjon og flykontroll, med fokus på avhengighet til GNSS signaler for posisjon, navigasjon og tid.

Avinor har et særlig samfunnsansvar i norsk luftfart. Formålet og samfunnsoppdraget til Avinor er å eie, drive og utvikle et landsomfattende nett av lufthavner for den sivile luftfarten og flysikringstjenester for den sivile og militære luftfarten. Det innebærer drift av lufthavner, utforming av luftrom, og yting av lufttrafikk- og navigasjonstjenester for luftfarten. Konsernet har flere fora for formalisert dialog med luftromsbrukere/operatører. Ved alle større endringer, prosjekter eller ved nye instrumentprosedyrer gjennomføres det høringer med operatørene.

LT har i denne sammenheng i stor grad forholdt oss til Avinor ut fra konsernets samfunnsansvar. Selv om det for sertifiserte flysikringstjenester vil være regelverkskrav som regulerer både Avinor og LTs roller ved endringer, innføring av nye systemer, sertifiseringer, godkjenninger mm. LT har i

¹ EASA Opinion No 10/2016

² Tilgjengelig hos Luftfartstilsynet: <https://luftfartstilsynet.no/aktorer/flysikring/performance-based-navigation-pbn/>

møte med både Avinor Flysikring AS og moderkonsernet, og ved gjennomgang av dokumentasjon, - lagt stor vekt på de vurderinger og analyser som Avinor har lagt til grunn.

I lys av Avinors samfunnsansvar kan andre etaters behov spille inn, f.eks. fra Forsvaret eller søke og – redningstjenesten/ambulanseflyginger, og til en viss grad private lufthavner. På flere områder samarbeider Avinor tett med andre, f.eks. på lufthavner som driftes av Forsvaret og hvor Avinor yter forskjellige former for tjenester, eller hvor navigasjonsanlegg som eies av Avinor Flysikring er lokalisert på private lufthavner og benyttes til innflygingsprosedyrer hos disse.

Det er vanskelig å behandle disse temaene uten å bruke en rekke tekniske uttrykk og forkortelser. Vi har derfor valgt å ta disse inn i et eget kapittel med norsk oversettelse der dette er hensiktsmessig.

2. Begreper og forkortelser

Det er til en viss grad beholdt engelske begrep, der disse følger direkte av en forkortelse og er selvforklarende.

ADF Airborne Automatic Direction-Finding equipment. Instrumentutrustning i fly som tar inn signaler fra NDB.

ANS – Air Navigation Services. Fellesbetegnelse for flere typer flysikringstjenester; lufttrafikkjenester, kommunikasjon, navigasjon, overvåking, meteorologi og kunngjøringstjenesten.

APV - Approach procedure with vertical guidance. En instrumentprosedyre som benytter lateral og vertikal veiledning, men som ikke tilfredsstiller kravene for presisjonsinnflyging og landing

ATS Air Traffic Service, begrepene **ATS** og **ATM – Air Traffic Management**, brukes ofte om hverandre

Automatic dependent surveillance — broadcast (ADS-B). Teknologi hvorpå luftfartøyet selv beregner sin posisjon med utgangspunkt i navigasjonshjelpemidlene om bord (bakkebasert, GPS, treghtsnavigasjon etc.) og kringkaster denne posisjonen. Flyets signaler mottas av bakkestasjoner og informasjonen fra bakkestasjonen kan deretter bearbeides og presenteres som posisjonsdata.

Controller-pilot data link communications (CPDLC). Kommunikasjonsmetode mellom flygeleder og pilot, som benytter seg av datalink.

DME Distance measuring equipment

EGNOS European Geostationary Navigation Overlay Service. Europeisk system som formidler SBAS signaler. EGNOS dekningsområder er forutsetning for LPV prosedyrer ved norske flyplasser.

GNSS (Global Navigation Satellite System) Fellesbetegnelse på satellittnavigasjonssystem

GPS (Global Positioning System) Amerikansk satellittsystem som pr i dag er det eneste som er i bruk som standard satellittsystem for flynavigasjon.

IFR Instrument Flight Rules Betegnelse på instrumentflygeregulene.

ILS Instrument Landing System. Mest utbredt som CAT-I (Category). Finnes også enkelte steder som CAT-II og III. CAT-I har minstehøyde ned til 200 fot over rullebanen, mens CAT-II og III har 100 fot, 50 fot eller ned til 0. ILS CAT-II og III krever en innflygingsvinkel på 3°, tilstrekkelig utrustning i flyet og på flyplassen samt trente piloter.

LNAV/VNAV Lateral navigation/vertical navigation (Baro-VNAV) En APV prosedyre hvor den vertikale veiledningen er basert på barometriske data.

LPV Localizer Performance with Vertical guidance. Satellittbaserte innflygingsprosedyrer basert på SBAS (EGNOS).

Multilateration (MLAT) system. En gruppe bakkestasjoner konfigurert til å gi posisjon basert på sekundærradar (SSR) transponder signaler, som primært benytter seg av tidsdifferanse (TDOA) teknikker. Tilleggsinformasjon, inkludert identifisering, kan ekstraheres ut fra mottatte signaler.

NDB Non Directional Beacon Radiofyr på bakken som sender signaler som tas inn av flyets ADF

PBN Performance Based Navigation. Med ytelse forstås ytelse i form av navigasjonsnøyaktighet.

Primary radar. Radarsystem som benytter seg av reflekterte radiosignaler.

Primary surveillance radar (PSR). Radarovervåkingssystem som baserer seg på reflekterte radiosignaler.

RCF Radio Communication Failure

RNAV Area navigation – områdenavigasjon. Ofte angitt sammen med et tall, f.eks. RNAV1. Dette betyr en navigasjonsnøyaktighet innenfor 1 nautisk mil i 95 % av tiden.

RNP Required navigation performance. Som RNAV, men hvor det i tillegg kreves at systemene om bord i flyet overvåker og gir advarsler på posisjons-nøyaktighet. RNAV basert på GNSS er det samme som RNP. RNP1 vil være navigasjonsnøyaktighet på 1 nautisk mil innenfor 95 % av tiden, basert på GNSS.

Satellite-based augmentation system (SBAS). SBAS sender ut korreksjonssignaler og integritetsinformasjon til GPS-signalet via geostasjonære satellitter. Korreksjonssignalene og integritetsinformasjonen er beregnet basert på EGNOS RIMS referansestasjoner som står plassert fra Svalbard i nord til Sør-Afrika i sør.

Secondary radar. Et radarsystem der et radiosignal sendt ut fra radiostasjonen setter i gang sending av et radiosignal fra en annen stasjon

Secondary surveillance radar (SSR). Et overvåkingsradarsystem der det benyttes sendere/mottakere og transpondere.

SESAR Single European Sky ATM Research

SID Standard instrument departure. Definert fast avgangsrute for instrumentflyging (IFR) som knytter flyplassen eller en spesifikk rullebane på flyplassen, - sammen med et spesifikt punkt. Dette punktet er normalt på en definert ATS-rute (luftkorridor), og hvorfra underveis-fasen av en flyging påbegynnes.

SJU SESAR Joint Undertaking. Europeisk organ som leder utviklingsfasen av SESAR programmet.

SDM SESAR Deployment Manager

Spoofing. System som får GPS mottakere til å angi feil faktisk lokasjon. Faren er at fartøy, kjøretøy eller fly manøvreres feil fordi indikert posisjon er feil.

STAR. Standard instrument arrival. En definert ankomstrute for instrumentflyging (IFR) som knytter et spesifikt punkt, normalt på en ATS-rute, sammen med et punkt hvorfra en publisert instrument innflygings-prosedyre kan påbegynnes.

Vectoring. Navigasjonsveiledning til luftfartøyer ved å angi kurser, basert på anvendelse av ATS overvåkingsutstyr.

VOR VHF omnidirectional radio range. Tradisjonelt navigasjonssystem som i tillegg til retning til aktuelle bakkestasjon, også viser track eller trase til eller fra stasjonen som flyet er på.

3. Bakgrunn

3.1. ICAO

For sivil lufttrafikk er det ytelsesbasert navigasjon - PBN som skal ha høyeste prioritet framover. Dette framgår av ICAOs Global Air Navigation Plan (GANP) for perioden 2013 - 2028³. Dette ble konkretisert med ICAO Assembly resolusjon A37-11. For innflyging skal det etableres prosedyrer med vertikal guidance (APV) basert på hhv. Baro eller satellitt-korrigerte signaler SBAS. A37-11 beskrev konkrete milepæler med 30 % innen 2010, 70 % i 2014 og 100 % innen 2016.

For ICAO region Europa er dette beskrevet i en regional strategi; ICAO EUR PBN Regional Roadmap/Plan⁴

ICAO GANP beskriver også teknologiske reserveløsninger som skal kunne anvendes i tilfelle omfattende feil med GNSS-systemer. Selv om robustheten til GNSS styrkes ved at flere systemer kommer i drift, med forskjellige frekvenser og konstellasjoner, - vil det være nødvendig med reserveløsninger som baserer seg på andre systemer enn GNSS. ICAO beskriver ILS for innflyging, samt DME/DME og et redusert VOR-nettverk for underveis-fasen.

EU Air Navigation Strategy vil ta utgangspunkt i ICAOs Global Air Navigation Plan (Doc 9750) og European ATM Master Plan samt pågående utviklingsarbeid i SESAR.

3.2. Europa EU

3.2.1 EU Reguleringer

ICAOs PBN strategi er lagt til grunn i felles-europeisk dokumentasjon. Pr i dag er det to regelsett som er aktuelle ift PBN. EU 716/2014 «Pilot Common Project» (PCP) støtter implementeringen av ATM Master plan. Denne er tatt inn i norsk rett gjennom forskrift nr 335 av 30. mars 2015.⁵ Forordningen beskriver hvilke typer PBN applikasjoner som skal være på plass for de 25 største flyplassene i Europa. For Norges vedkommende gjelder dette Oslo lufthavn, Gardermoen med tilhørende luftrom i terminal området. Kravene til PBN skal gjelde fra 1. januar 2024 og er rettet mot ATS tjenesteyter.

³ ICAO Doc 9750, 4th Edition

⁴ ICAO Doc 7754 EUR eANP

⁵ BSL G 1-2a

Det andre regelsettet som spesifikt omhandler PBN er nylig vedtatt av EU ⁶Regelsettet beskriver RNAV 5 for underveis-fasen, og RNAV1/RNP1 for SID/STAR i terminalområdene. For innflyging er det APV, basert på Baro-VNAV eller SBAS, som legges til grunn. Det skisseres to tidslinjer. En for rullebaner med presisjonsinnflyging (PA), og en for baner med ikke-presisjonsinnflyginger. For den siste gruppen skal kravene gjelde fra 3. desember 2020, og for presisjonsrullebaner fra 25. januar 2024.

SESAR legger til grunn europeiske reserveløsninger som samsvarer med det som er beskrevet av ICAO. I tillegg nevnes andre nye teknologier som kan bli introdusert i et lengre tidsperspektiv. Noen av disse kan tenkes å erstatte DME og VOR på lang sikt. EU-kommisjonen har dog vektlagt at primære reserveløsninger fram til ca. 2030 vil være DME/DME, ILS og VOR MON.⁷

3.2.2 EU Navigasjonsstrategi for luftfart

Pr d.d. foreligger EUs Navigasjonsstrategi for luftfart som et utkast. Denne vil vedtas i nær fremtid. Formålet med strategien er å bringe klarhet i hva som vil være det fremtidige overordnede operasjonelle infrastruktur-nettverket for navigasjon. Selv om det er bred enighet blant europeiske land om at den fremtidige infrastrukturen vil være basert på full implementering av PBN, er det flere aspekter som vil kreve en harmonisert tilnærming. Blant annet gjelder dette tidsperspektivet for PBN implementering, behov for reguleringer og behov for reserveløsninger (Back-up).

Strategien påpeker at rasjonaliseringsgevinster ved overgang til GNSS-basert PBN ved å fjerne bakkebasert infrastruktur, også medfører å beholde infrastruktur for noen av disse tradisjonelle systemene som reserveløsninger. GNSS-tjenester kan være sårbare for enkelte typer trusler eller feil, slik at det vil være et behov for back-up også for å kunne opprettholde et tilfredsstillende sikkerhetsnivå.

I likhet med ICAO mener også EU at reserveløsninger i første rekke bør være basert på tradisjonell teknologi for flynavigasjon. Dette gjelder i et 15-års perspektiv. Strategidokumentet påpeker at reserveløsninger for navigasjon henger tett sammen med systemer for flysikringstjenester. Dvs. at det må avklares hvorvidt systemer for overvåking av luftrom og kommunikasjon er avhengig av fungerende GNSS-tjenester.

EUs navigasjonsstrategi beskriver tre scenarier som kan oppstå

- Feil i en flymaskin, eller noe som kun berører ett fly av gangen
- Lokal eller regional (f.eks. bevisst eller ubevisst jamming av signaler) svikt i GNSS signaler, som fører til tap av PBN kapasitet på et begrenset rutenettverk og rullebaner
- Total GNSS feil, hvor GNSS signaler blir bort i det meste av Europa

Siden GNSS anvendes i flykontrollsystemer som ADS-B, datalink etc., vil det derfor være ekstra viktig at flykontrollsystemer er i stand til å operere uavhengig av GNSS for å kunne fungere som back-up.

Strategien beskriver punktvis systemer som vil utgjøre reserveløsninger.

⁶ (EU) 2018/1048, av 18. juli 2018

⁷ Jf. Summary Report fra EC Workshop Nav Strategy og PBN 20. mars 2017

- DME/DME
- redusert nettverk av VOR-stasjoner
- ILS for innflyging for flyplasser som har dette
- Radar-vektorering basert på ikke-GNSS avhengig teknologi, til flyplasser som har ILS eller forhold for visuell innflyging

En total svikt i GNSS-systemer vil i praksis få store samfunnsmessige konsekvenser. I første rekke vil målet være å få alle aktive flyginger til å lande. Luftrommet vil raskt få begrenset kapasitet, med fokus på de mest essensielle flyginger. Få nye flyginger vil finne sted, og de fleste av disse vil være «State Aircraft».

Når det gjelder utrustning hos flyoperatører vil ILS, DME og VOR fortsatt inntil videre være standard instrumentering hos operatører som opererer iht. instrumentflygereglene. I tillegg til valgt utrustning for PBN. ADF vil fases mer og mer ut.

EUs navigasjonsstrategi viser også til den nylig vedtatte forordningen om PBN. Denne inneholder en bestemmelse om nasjonale planer og koordinering. Det er beskrevet hvilke grupper av interessenter som skal konsulteres om de foreliggende planer. Planer og resultater fra konsultasjoner skal oversendes til luftfartsmyndigheter som er ansvarlig for aktuelt luftrom, for godkjenning.

3.3 Norge

Norge har (i likhet med Sverige) tatt PBN kravene inn i norsk rett gjennom Forskrift nr. 523 av 15. mai 2009 (Luftromsforskriften)⁸. Det betyr at vi har gjennomført kravene fra ICAOs Assembly resolusjon i norsk regelverk, der full implementering skulle vært på plass innen 31.12.2016.

Strategien knyttet til selve gjennomføringen er utarbeidet i plan for implementering av PBN i Norge. ICAOs opprinnelige resolusjon oppfordret statene til å ha på plass en slik plan innen 2009. Norge hadde første versjon av planen på plass i desember 2009. PBN-planen er nå oppdatert til versjon 4.0. I tillegg til at planen beskriver et «veikart» for implementering av PBN er det også utarbeidet et vedlegg som beskriver konkret hvilke rullebaner som har mulighet for APV. Pr i dag er dekningen 97 %. LT har vært i kontinuerlig dialog med Avinor i forhold til framdrift og prioriteringer i dette arbeidet.

Selv om man i Norge er kommet langt i etableringen av APV-prosedyrer, og alle de norske terminalområdene legger til grunn RNAV1 basert på GNSS, har luftfarten også i Norge behov for et veikart som trekker opp retning og mål for utviklingen. Teknologisk er flere forskjellige navigasjons-applikasjoner i bruk. Det er derfor viktig å klargjøre hvilke av disse som det bør satses på. Flyoperatørene har behov for forutsigbarhet når det gjelder hvilke applikasjoner som vil bli gjeldende i fremtiden, inkludert levetid for konvensjonelle systemer. Utrustning av flyene er kostbart, og valg av system og tidsperspektiv er viktig i denne sammenheng.

ICAO har fastslått at PBN er fremtiden og det samme vil legges til grunn i Europa. PBN er også et viktig element for å oppnå Single Sky (SES) målsettingene med øket kapasitet, sikkerhet, reduserte kostnader og miljøutslipp. Pga luftfartens internasjonale karakter er Norge selvsagt i stor grad avhengig av å følge Europa på dette området. I tillegg til at EU-regelverk på området

⁸ BSL G 4-1 § 7a.

også gjennomføres i Norge, er vi tilknyttet Eurocontrols Network Manager som prosesserer alle flygeplaner og styrer luftromskapasitet i hele Europa.

En av de økonomiske gevinstene med PBN er å redusere konvensjonell navigasjonsinfrastruktur på bakken. I Norge er det viktig at reduksjon av konvensjonelle hjelpemidler skjer koordinert med berørte aktører. Faktorer som lufttrafikkjenestens sensorsystem for flykontroll, Forsvarets behov og sikkerhet knyttet til GNSS-signalenes dekning og kontinuitet er viktige. Forsvaret er avhengig av sivile flysikringstjenester, da de ikke har etablert militær flysikringstjeneste.

4 Nåsituasjon

Norge vil høsten 2018 ha oppnådd 100 prosent APV-dekning ift måltall⁹. Det er resultatet av et godt gjennomført og målrettet arbeide av Avinor. Norge er dermed blant de fremste i Europa når det gjelder fullførelsen av ICAOs målsetninger om APV prosedyrer. Norge har i denne sammenheng hatt fordelene av å ha én tjenesteyter som eier og driver de aller fleste flyplasser med instrument-rullebaner. Avinor AS driver også prosedyre tjenester (PANS-OPS) for alle norske AIP-prosedyrer.

APV-prosedyrene er publisert med LNAV/VNAV (Baro-VNAV) og LPV(SBAS) – minstehøyder. SBAS-prosedyrer kan designes med brattere innflygingsvinkel enn LNAV/VNAV. SBAS har heller ikke temperatur-kritikalitet på samme måte som LNAV/VNAV. Hinderflatene her også lik ILS, slik at man ofte får lavere minima.

Utfordringen i Norge er imidlertid SBAS –signaler fra EGNOS på nordlig breddegrad. Problemene er knyttet til signal tilgjengelighet og kontinuitet. Det offisielle dekningsområdet for EGNOS er opp til 70° N. Test-flyginger indikerer at utfordringer med signalene kan oppstå noe lengre sør i landet. Dette er avhengig av antenneplassering på flyet og terreng. Pr i dag er det etablert 62 LNAV/VNAV (Baro) prosedyrer, og 40 LPV(SBAS) prosedyrer i Norge

SCAT-I systemet var det første GNSS baserte innflygingssystemet som ble etablert i Norge med vertikal-navigasjon (VNAV). Systemet ble etablert på lokale flyplasser som et sikkerhetsfremmende tiltak etter ulykker. Det er nå 30 SCAT-I prosedyrer i Norge. Utfordringene ligger på utstyrssiden. Systemet og deler til dette produseres ikke lengre. Alle mottakere til fly tilhører Widerøes Flyveselskap AS, og Widerøe er følgelig den eneste operatøren som kan fly disse prosedyrene.

Samtlige norske flyplasser med instrument-rullebaner har konvensjonelle instrumentprosedyrer, - til en eller flere rullebaner. Disse prosedyrene er enten ILS, LOC, VOR, DME eller NDB. DME brukes i kombinasjon med ILS, LOC eller VOR. I det siste har flere VOR-prosedyrer blitt fjernet til fordel for GPS-prosedyrer. Noen lokale flyplasser har NDB innflygingsprosedyrer, ellers brukes disse mest ifm prosedyrer for avbrutt innflyging.

4.1 Forsvaret

Forsvaret har uttalt seg på generell basis når det gjelder flytyper. Det er TACAN og ILS som utgjør «grunnstammen» når det gjelder presisjonsinnflyging. Samtidig benytter også mange av Luftforsvarets fartøy VOR, DME og NDB. Forsvaret understreker at deres behov for

⁹ Måltall: er å regne flyplasser hvor det er mulig å etablere APV prosedyrer i forhold til topografi

innflygingsprosedyrer framkommer både av egne nasjonale behov, men også behov for å kunne motta allierte forsterkningsstyrker. Når det gjelder nasjonale behov påpekes Luftforsvarets daglige støtte til det sivile samfunn med redningstjeneste, søk og redning med Luftforsvarets fartøy og oppdrag relatert til anti-terror. Forsvaret understreker at det er avgjørende for liv og helse at disse operasjonene kan gjennomføres uavhengig av tilgjengeligheten på GNSS-signaler.

Forsvaret påpeker også at det sivile rasjonale for fjerning av konvensjonelle navigasjonshjelpemidler ikke er tilpasset Forsvarets behov. Det betyr bla. at militære behov ved bortfall av GNSS, kan være annerledes enn de sivile.

Dersom struktur på konvensjonelle navigasjonshjelpemidler ikke er tilstrekkelig, kan det få store konsekvenser for løsning av Luftforsvarets oppdrag. Herunder oppdrag som militær redningstjeneste, søk og redning og støtte til anti-terror operasjoner. Der hvor sivile fly kan kansellere flyginger, vil det ikke være et alternativ på samme måte for Luftforsvaret, gitt militære oppdrags natur.

Ut fra dette er det for Luftforsvaret nødvendig å ha konvensjonelle prosedyrer som tillater selvstendig navigering fra *enroute*, *intermediate* og *final approach* til landing. Dersom radarveiledning er tilgjengelig med SSR eller andre kilder kan dette være et alternativ for å ta seg til *final approach*, men denne må uansett være av den konvensjonelle typen.

4.2 Avinor

Avinor er organisatorisk delt i selskapene Avinor AS og Avinor Flysikring AS. Avinors lufthavner er en del av Avinor AS. Avinor eier og driver navigasjonssystemer lokalisert på lufthavnene, eller tilknyttet SID, STAR og/eller instrument-innflygingsprosedyrer for den enkelte lufthavn.

Når det gjelder navigasjonstjeneste-underveis drives dette som CNS -tjenester (Communication, Navigation, Surveillance) av Avinor Flysikring AS organisert under avdeling Systemdrift.

4.3 Avinor lufthavner

Pr i dag har Oslo TMA og nesten hele Farris TMA tilstrekkelig DME/DME dekning. For Vestlandet planlegges DME/DME dekning som vil gi TMA luftrom for Bergen og Stavanger denne ytelsen.

Dersom enkelte lufthavner beholder VOR og enkelte NDB vil fly i TMA være i stand til navigere konvensjonelt eller ved radar-vektorer fram til en konvensjonell innflyging, eller for å kunne forlate det aktuelle luftrommet. SID og STAR vil imidlertid ikke kunne følges i luftrom uten tilfredsstillende DME/DME dekning. Kapasiteten i det aktuelle luftrom i slike situasjoner vil imidlertid bli kraftig redusert.

4.4 Private lufthavner

Sandefjord, Torp lufthavn har ingen planer om å fjerne konvensjonelle navigasjonsanlegg. Lufthavnen har ILS til begge rullebaner i tillegg til GNSS-prosedyrer. Torp har i 2018 fått ILS CAT-II til den ene rullebanen. Torp VOR/DME eies av Avinor men det foreligger ikke planer om å fjerne denne.

Stord lufthavn har LOC for en av rullebanene, i tillegg til GNSS-prosedyrer til begge baner. Lufthavnen har også en VOR/DME som eies av Stord lufthavn, og benyttes til

innflygingsprosedyrer for en rullebane. Stord har vært i dialog med Avinor ift gevinst med å fjerne VOR, men velger inntil videre å beholde denne.

4.5 Navigasjonstjenester

Avinor Flysikring AS (AFS) eier og driver et underveis-nettverk av VOR-stasjoner, for å understøtte underveis-tjenesten. Man har i dag 31 operative VOR/DME anlegg. AFS har definert et behov og har listet 15 VOR-stasjoner langs hele landet som vil gi tilstrekkelig underveis dekning, i det som kan kalles en grunnstruktur. VOR-Stasjoner som ikke inngår i grunnstruktur er i stor grad lokalisert på eller nær en lufthavn og benyttes i stor grad til innflygingsprosedyrer. Ofte som «sekundære» prosedyrer til f.eks. ILS. Også enkelte av de 15 VOR for underveis-formål benyttes til innflygingsprosedyrer.

Samtlige norske terminalområder har inn og utflygingssystemer (SID/STAR) basert på GNSS. Reserveløsningen er radar-veiledning, bortsett fra Oslo TMA som har DME/DME dekning. I disse områdene er det navigasjonsytelse på RNAV1 som legges til grunn. Tidligere benyttet man NDB i overgangen (transitions) mellom enden av STAR og ILS/LOC. Disse «transitions» er nå erstattet av GNSS prosedyrer fram til ILS/LOC. Radar-vektorering benyttes også ofte i denne fasen etter behov. Mange lokale flyplasser har ikke SID/STAR eller har kun SID. Der benyttes i stedet GNSS prosedyrer fram til LOC eller vektorering i overliggende kontrollert luftrom.

Avinor har også publisert SID/STAR for helikoptre på flyplasser som har offshore trafikk. Dette er enten basert på GNSS helt inn til ILS/LOC¹⁰, eller til et punkt hvorfra helikopteret fortsetter visuelt til flyplassen. Trafikk til installasjoner offshore er basert på egne selskapsspesifikke prosedyrer (Company Procedures).

Det er også utviklet underveis-prosedyrer i det meste av landet for helikoptre basert på GNSS. Dette er ruter i lavere høyder som disponeres av Luftambulansetjenesten helseforetak. Som sådan er de å betrakte som selskapsspesifikke prosedyrer. Reserveløsning for disse er å fortsette visuelt. Radar-veiledning for disse er mindre aktuelt fordi det meste av disse går i ukontrollert luftrom og flygingen utføres i tillegg ofte lavere enn dekningsområdet for radar. Instrumentprosedyrer inn til sykehus er selskapsspesifikke prosedyrer som for det meste tilhører Norsk Luftambulanse.

For underveis-trafikk i Norge er det RNAV5 som legges til grunn, tilsvarende som i øvrig europeisk luftrom. Reserveløsninger for dette er 15 VOR/DME stasjoner (konvensjonelle), definert av Avinor Flysikring til formålet.

Når det gjelder hvilke applikasjoner, infrastruktur med reserveløsninger som legges til grunn i de forskjellige faser av flyging er dette beskrevet i PBN-planen. For oversjøisk trafikk er det IRS/IRU, underveis over land er det VOR/DME. I terminalområdene er det DME/DME (foreløpig kun Oslo), eller radar-veiledning. For GNSS-baserte innflygingsprosedyrer er det pr i dag konvensjonelle prosedyrer som utgjør reserveløsninger.

4.6.1 Overvåkingssystemer

Radarsystemer er fremdeles det primære hjelpemiddelet for overvåking og radarveiledning (vektorering) for luftrafikk-tjenesten. Det forventes at tradisjonell radarteknologi vil spille

¹⁰ Det er designet egne ILS/LOC prosedyrer for helikoptre

hovedrollen innenfor overvåking i perioden frem til rundt 2025. Radar har imidlertid den svakheten at rekkevidden begrenses av fjell og jordkrumning og lavdekning over havområder er vanskelig å oppnå. Radar innebærer også store anleggsinvesteringer. Dette har medført økende interesse for alternative overvåkingssystemer som Wide Area Multi Lateration (WAM) og Automatic Dependant Surveillance – Broadcast (ADS-B).

WAM bruker flere stasjonære bakkestasjoner som samvirker med utstyr i luftfartøyet. WAM-systemene beregner luftfartøyets posisjon gjennom triangulering og posisjonen sendes til lufttrafikkjenesten. Løsningen er mindre investeringskrevende enn radar og er spesielt aktuell i områder der topografien gjør det vanskelig å installere tradisjonell radarteknologi. WAM har en ytelse som er sammenlignbar med tradisjonell radarteknologi både når det gjelder nøyaktighet, oppdateringshastighet, tilgjengelighet osv.

ADS-B består i en løsning der luftfartøyet får sin posisjon fra flyets GNSS-mottaker og kringkaster denne posisjonen. Flyets signaler mottas av bakkestasjoner og informasjonen fra bakkestasjonen kan deretter bearbeides og presenteres som posisjonsdata hos lufttrafikkjenesten.

I dag har Norge i overkant av 20 sivile radarer som gir radardekning i store deler av landet. En stor del av disse radarene er helt på slutten av sin levetid og Avinor har besluttet at i stedet for å erstatte alle disse radarene med nye radarsensorer så skal noen av dem erstattes med en kombinasjon av WAM og ADS-B. Det betyr at fra ca. 2020 så vil antallet tradisjonelle radarer halveres, men overvåkingsdekningen vil bli like god og sannsynligvis bedre enn i dag. Årsaken er at WAM og ADS-B er bedre egnet til å gi dekning i områder med utfordrende topografi.

Ulempen med WAM og ADS-B er at begge systemene er avhengige av GNSS og vil påvirkes ved en eventuell jamming/spoofing.

4.6.2 Kommunikasjonssystemer

Kommunikasjonen i luftfarten foregår i dag i all hovedsak på VHF-radio. VHF radiosignaler er i utgangspunktet «line-of-sight», noe som betyr at flyet må «se» en VHF-sender på bakken for å kunne kommunisere. Resultatet er at en stor del av trafikken som befinner seg over havområdene må bruke alternative kommunikasjonshjelpemidler. Et alternativ er såkalt High Frequency radiokommunikasjon (HF) der bruk av andre frekvenser gir en langt bedre rekkevidde. Ulempen er bl.a. følsomhet for enkelte atmosfæriske forhold. Kontrollsentralen i Bodø leverer en HF-tjeneste i likhet med tilsvarende radiostasjoner på Island, Irland og Azorene.

Kommunikasjon mellom luftfartøy og bakken vil i økende grad bli supplert med datalink. Datalink er allerede tatt i bruk over havområdene. Dette reduserer behovet for bruk av radio og bidrar til redusert arbeidsbelastning både for kontrollsentralen og flybesetningene. Problemet med dårlig lesbarhet blir også redusert, noe som høyner sikkerhetsnivået. Innføring av datalink i Europa har av ulike grunner tatt tid og i Norge antas det en forsinkelse til ca. 2022.

Datalink synkroniseres ved hjelp av GNSS og vil påvirkes ved en eventuell jamming/spoofing.

4.7. Utrustning hos operatørene

Det som her er beskrevet når det gjelder flyoperatører er basert på henvendelser til noen operatører med likelydende spørsmål om temaet, samt generell kjennskap til utrustningen hos norske flyoperatører. Operatører og flytyper kan deles i flere kategorier. Først og fremst mellom

helikopter og “Fixed Wing” (FW). Avsender hos operatører som har svart er Flight Operation Manager eller navigasjon sjef. Når det gjelder operatør for Luftambulansetjenesten har operativ rådgiver hos Luftambulansetjenesten HF vært konsultert. Navigasjons-kapasiteter hos operatør i denne tjenesten gjelder ny operatør for FW-operasjoner som starter kontraktperiode fra 2019.¹¹

Det etterfølgende gjelder normale operasjoner og gjelder ikke operatørens OEI-prosedyrer¹².

Blant FW vil det være riktig å dele inn mellom middels store jetfly (typisk Boeing 737) og mindre turboprop fly som betjener lokale flyplasser.

4.7.1. FW NAV

Operatører av middels store jetfly kan fly GNSS baserte RNAV operasjoner med RNP AR og LNAV/VNAV (BaroVNAV) innflyginger. De har også INS/IRS backup system. Norwegian har i tillegg GBAS kapasitet. (Gjelder både Boeing 737 og 787). Det er ikke kjent at disse planlegger andre kapasiteter utover dette. Operatører av nyere regionale jetfly har samme kapasiteter unntatt GBAS, med IRS som backup. Alle operatører av FW har RNAV1/RNP1 kapasitet.

For turbo-prop operatører på lokale flyplasser vil utrustningen være noe forskjellig. Det vil også være noen turboprop flytyper som ikke kan operere på lokale flyplasser. Widerøes Dash 8 serie 100/200 kan fly SCAT-I prosedyrer i tillegg til LNAV/VNAV kapasitet. De har ikke INS/IRS og kan ikke fly RNP AR prosedyrer. Widerøe har heller ikke LPV(SBAS) kapasitet.

Luftambulansetjenesten opplyser at ny operatør vil ha full PBN utrustning med LPV(SBAS) kapasitet. Turbo-prop flyene vil ikke ha INS/IRS og ikke kunne fly RNP AR prosedyrer. Det vil bli operert ett eller to jetfly i tillegg for ambulansetjenesten. Disse vil ha IRS og kunne fly RNP AR prosedyrer i tillegg til LNAV/VNAV og LPV.

4.7.2. Helikopter

Basert på tilbakemelding fra operatører er det i denne sammenheng naturlig å dele helikopteroperasjoner i to grupper. Innenlands flyging for Luftambulansetjenesten, og offshore flyging med tyngre helikoptre.

For innenlands helikoptre er status mottatt fra Norsk luftambulans, NLA. NLA opererer på alle flyplasser bortsett fra de som ligger øst for Hammerfest. De har en rekke selskaps-spesifikke instrumentprosedyrer inn til sykehus og baser, - basert på GNSS. Mange er disse er LPV prosedyrer. Mellom sykehus og baser flyr NLA IFR på det såkalte EILAT¹³, som er landsdekkende områdenavigasjons-ruter (RNP1) i lav høyde for Luftambulansetjenesten i Norge.

NLA opplyser at for dagens operasjoner har de behov for minst en (helst to) konvensjonelle prosedyrer til flyplasser. NLA har i tillegg til konvensjonell utrustning dual GNSS i sine helikoptre og LPV(SBAS) kapasitet, men har ikke INS. De har også godkjenning til å fly RNP 0.3 i underveisfasen.

Når det gjelder offshore helikopter har LT mottatt status fra en flyoperatør. Selskapet opererer pr i dag på flyplassene ENZV, ENBR, ENFL og ENHF. Helikoptrene har standard konvensjonell kapasitet med ILS/LOC, VOR/DME samt ADF. Selskapet har full RNAV utrustning med dual FMS

¹¹ Babcock Scandinavia Air Ambulance

¹² OEI = One Engine Inoperative, flyoperatørene må selv utarbeide slike prosedyrer i samarbeide med fabrikanten.

¹³ EILAT = Enroute IFR LuftAmbulansetjenesten

med både LNAV/VNAV og LPV kapasitet for innflyging. Det er krav om at enten destinasjon eller alternativ landingsplass skal ha konvensjonelle prosedyrer i tilfelle bortfall av RNP.

4.8 Operatørenes vurdering av konvensjonelle prosedyrer

Flyoperatører som har vært kontaktet er også bedt om å vurdere konsekvenser ved en fremtidig reduksjon av konvensjonelle instrumentprosedyrer. Dette gjelder Fixed Wing og helikopter operatører samt Forsvaret. Både FW og helikopter-operatører har behov for alternativ landingsplass med minst en konvensjonell prosedyre. Begge FW-operatørene (Widerøe og Luftambulansetjenesten) understreket behovet for at de lokale flyplasser de flyr på (både destinasjon og alternativ flyplass) må ha minst en konvensjonell prosedyre, med fortrinnsvis ILS/LOC og DME tilgjengelig. Det samme gjelder Sundt Air som driver oppdragsflyging for næringsliv og andre, men flyr ikke på lokale flyplasser.

For fly som ikke har INS/IRS spiller konvensjonelle prosedyrer en særskilt rolle. Disse legges til grunn når operatørene utarbeider prosedyrer for motorbortfall under avgang. Dersom prosedyrer for motorbortfall er basert på GNSS, vil det uten IRS ikke være backup ved tap av GNSS signaler.

5.0. Fremtidige systemer

Luftfartstilsynet har tatt utgangspunkt i at fremtidige systemer i denne sammenheng retter seg mot tidsperspektivet fram mot 2030. Presisjonsinnflyginger vil fortsatt i stor grad være basert på ILS. Omfanget av VOR og NDB vil bli redusert. PBN-prosedyrer er allerede i stor grad etablert i Norge, men fortsatt er noen applikasjoner lite brukt, og mangler tilfredsstillende dekning over hele landet. Større tilgjengelighet på systemer som LPV/SBAS forventes.

Anvendelse av GNSS multi-konstellasjoner forventes å tilta med tiden. Det er imidlertid fortsatt usikkert når et system som f.eks. Galileo er i operativ drift. Det samme gjelder til en viss grad standarder og utrustning som tilbys fra avionikk-produsenter til flyene. Det er grunn til å forvente at det for det meste vil være de applikasjoner og infrastrukturer som man kjenner til i dag, som vil råde grunnen de neste fem – ti årene. Forbedret dekning og signalkontinuitet for EGNOS signaler i nord og øst kan forventes. Noen få flyplasser kan få GBAS, mens APV basert på LNAV/VNAV vil være rådende. Det forventes også flere RNP AR prosedyrer i Norge. Det bemerkes at det foreløpig ikke ligger an til at operatører som betjener lokale lufthavner vil kunne benytte slike.

Avanserte RNP funksjoner som RF svinger i innflyging - og avgangsprosedyrer vil bli etablert, og kan være viktige bidrag både for kapasitetsøkninger samt for å samle fly-traseer i forhold til støy.

5.1. Avinor

Avinor er i ferd med å definere sine lufthavn-konsepter ut fra en overordnet beskrivelse av hvilke tjenestenivåer de forskjellige lufthavnene skal ha. Dette gjelder også for navigasjon. Flyplassene er foreslått gruppert i bokstavgrupper A tom E.

Prinsippene Avinor vurderer sett i forhold til navigasjons-systemene er at lufthavner i kategori E kan tillates å være in-operative i lengre tid, - og tillates mindre duplisering av navigasjonshjelpemidler, enn kategoriene A, B og C. Lufthavner tilhørende kategori B, C og delvis D vil utgjøre alternativ landingsplass for kategori E. Her må det tas hensyn til geografi, avstander

og hva som er praktisk og økonomisk mulig. Innflygingsprosedyrer for lufthavner som tilhører kategori E er i utgangspunktet tenkt kun å være basert på PBN. Navigasjons-applikasjonene vil da være LNAV/VNAV og LPV der SBAS-signaler er tilgjengelig. I tillegg til SCAT-I, der disse finnes. Eventuelt supplert med RNP AR dersom aktuelle operatører kan nyttiggjøre seg av dette.

Avinor erkjenner at det kan være argumenter som taler for å beholde konvensjonelle innflyginger i noen spesielle tilfeller. Eksempler som beskrives er hvor minima for LNAV/VNAV slår ugunstig ut, eller for lufthavner som ligger nord for EGNOS dekningsområde og det generelt gir mening i å beholde en ILS/LOC-prosedyre. Avinor leverer også tjenester til Forsvaret. Det medfører sannsynligvis at f.eks. Lakselv (Kategori E) beholder ILS inntil videre. Flyplassene Andøya (Kat. E) og Bardufoss (Kat D), og Ørland driftes av Forsvaret, og status for konvensjonelle navigasjonsanlegg på flyplassen vil derfor være Forsvarets ansvar.

Mange av lufthavnene i kategori E har SCAT-I anlegg. Avinor vurderer tilgangen på reservedeler til bakkestasjonene som en tiltagende utfordring. Essensielle deler er allerede gått ut av produksjon, og lageret er begrenset. Avinor anslår forventet drift av SCAT-I bakkestasjonene til og med ca 2024.

Avinor beskriver lufthavner i kategori C og D som «sikker havn». Disse planlegges å ha konvensjonell ILS til minst en rullebane, eventuelt til flere baner der det vil være hensiktsmessig. Enkelte VOR og NDB anlegg kan bli opprettholdt for konvensjonelle RCF og «contingency – prosedyrer». Disse lufthavnene skal også kunne tilby flysikringstjenester uten nettverkstilknøytning.

Lufthavner i kategori A og B vil også fungere som «sikker havn», men vil i tillegg fungere som nasjonale knutepunkt. Avinor ønsker å ha konvensjonell ILS-utrustning på disse for ILS CAT-II og CAT-III (OSL). Av miljøhensyn vil noen av disse lufthavnene også ha RNP AR innflyginger. VOR vil bli opprettholdt for konvensjonell RCF og «contingency – prosedyrer». Avinor har i skrivende stund etablert et prosjekt som vurderer mulighetene for å etablere ILS CAT-II på lufthavnene: Bergen, Trondheim, Ålesund, Tromsø og Kristiansand.

Avinor har selv påpekt at dette konseptet med kategorisering av lufthavner ikke er ferdig utredet. Det gjenstår derfor en del vurderinger av enkelte sider ved en slik tilnærming. Konkret ligger det i dette at man for en rekke lokale flyplasser forlater en tidligere etablert strategi, med at alle Avinor flyplasser skal ha minst en konvensjonell innflygingsprosedyre tilgjengelig. Avinor har påpekt at framdriften i en slik utvikling på lufthavnsiden skal foregå i dialog med flyoperatørene.

5.2. Private lufthavner

For private lufthavner er Luftfartstilsynet ikke kjent med andre systemer eller strategier enn de som er beskrevet under punkt 4.3.

5.3. Luftrom

Fremtidige operasjoner i norske TMA-områder vil være SID/STAR med RNAV1 basert på GNSS. Dette er det samme som RNP1. For å kunne opprettholde RNAV1 navigasjonsytelser uten GNSS vil DME være en aktuell løsning. Pr i dag har Oslo TMA og nesten hele Farris TMA tilstrekkelig DME/DME dekning. For Vestlandet planlegges DME/DME dekning som vil gi TMA luftrom for Bergen og Stavanger denne ytelsen.

Dersom enkelte lufthavner beholder VOR og enkelte NDB vil fly i andre TMA'er ved bortfall av GNSS være i stand til navigere konvensjonelt eller ved radar-vektorering fram til en

konvensjonell innflyging, eller for å kunne forlate det aktuelle luftrommet. SID og STAR vil dog ikke kunne følges i luftrom uten tilfredsstillende DME/DME dekning. Kapasiteten i det aktuelle luftrom i slike situasjoner vil imidlertid bli kraftig redusert.

5.4. GBAS

GBAS er så langt ikke sertifisert i Norge, men det er grunn til å tro at systemet etter hvert vil bli det selv om tidsperspektivet er usikkert. Så langt har GBAS kun vært implementert på noen få store flyplasser i Europa. EU Navigasjonsstrategi beskriver at GBAS vil komme på noen flyplasser som har ILS, men pga backup behov kan GBAS ikke bli den eneste løsning. Samtidig kan man se fordeler med systemet i Norge. Det gjelder antenneanlegg som betjener flere rullebaner, og kanskje mindre brøytebehov om vinteren enn til ILS anlegg.

5.5 SCAT-I

Systemet vil de nærmeste årene gå mot slutten av sin levetid. Avinor forventer at tilgjengeligheten på deler til systemet vil begrense dets oppe-tid til anslagsvis 2025. Det kan likevel være at levetiden til et fåtall installasjoner kan forlenges. EGNOS (LPV/SBAS) kan være en mulig erstatte til SCAT, forutsatt at signal-tilgjengelighet og kontinuitet blir tilfredsstillende for hele Norge. SCAT-I er et bakkebasert system og inngår derfor ikke i PBN baserte måltall når det gjelder andelen av APV. Jf. ICAO og PBN-planens målsetninger.

5.6. Flyoperatørenes vurdering av fremtidige systemer

De tre viktigste faktorene for flyoperatørene når det gjelder valg av utrustning utover standard instrumenteringskrav ser ut til å være drevet av faktorene; - sikkerhet, - kost/nytte verdi og – pålagt utrustning. Norge har som kjent enkelte begrensninger i anvendelsen av noen systemer. Enten pga topografi rundt flyplasser eller breddegrad når det gjelder Geostasjonære systemer. Det er ICAOs konstruksjons-kriterier til de forskjellige applikasjonene som avgjør hvorvidt de kan anvendes på en flyplass. Gitt den norske topografien er det åpenbare positive sikkerhetsgevinster å hente ved f.eks. å implementere APV, der det er mulig. Kost/nytte vurderinger sees fra flere sider. Her gjelder bl.a. hvor skal operatøren fly, nyere eller eldre fly i flåten, forhold tilknyttet avionikk-leverandør til aktuelle flytyper mm. Det er generelt mere kostbart å oppgradere eldre fly med nye systemer, enn å velge en applikasjon der produsenten har lagt til rette for det i nyere.

Luftfartstilsynet har rettet spørsmål til noen operatører om framtidig utrustning i tidsperspektivet fram mot 2030.

5.6.1 FW NAV

De største norske innenlands operatørene av middels store jetfly har full PBN kapasitet, men har ikke LPV/SBAS kapasitet. Ingen av disse har konkrete planer om det. Den ene av disse operatørene har i tillegg GBAS kapasitet. Begge er godkjente for RNP AR operasjoner.

En mindre operatør som driver oppdragsflyging for næringsliv og flyr på regionale flyplasser, har vel utstyrte jet og turbo-prop fly men oppgir pr i dag ingen konkrete planer utover dagens utrustning.

Når det gjelder Luftambulansetjenesten vil den fremtidige operatøren ha den utrustning som i dag allerede er spesifisert. Dvs. PBN utrustning med APV basert på LNAV/VNAV og LPV kapasitet for turbo-prop fly, mens jetfly vil ha RNP AR med IRS som backup. Samtlige fly til denne operatøren som skal fly i Norge vil ha ADS-B for overvåking.

Den største norske operatøren på lokale flyplasser anvender SCAT-I systemet på mange av destinasjonene. I tillegg har flyene LNAV/VNAV kapasitet. Man erkjenner at livssyklusen til SCAT-I systemet sannsynligvis vil terminere i løpet av de neste ti årene, siden systemet ikke produseres lengre og det er begrenset med deletilgang. LPV/SBAS kan langt på vei være en erstatning for SCAT-I, men det forutsetter at LPV-signalene er tilgjengelige på alle lokale flyplasser, med tilstrekkelig kontinuitet. ESSP forsøker å forbedre signaltilgjengeligheten nord til 72 °N, men hvor vidt man vil lykkes med dette i tilstrekkelig grad er noe usikkert. Siste opplysninger fra GSA tilsier at «Extension of service to 72 dg North» Q1 – 2019. For overvåking vil operatøren ha ADS-B installert i hele flåten fra juni 2019.

Forsvaret har ikke gitt uttrykk for noen umiddelbar endring i strategi, utrustning og kapasiteter for de neste 10 årene, ut over det som her er beskrevet under nå-situasjonen. Her påpekes at dette gjelder det sivile grensesnittet og innfallsvinkelen knyttet til de problemstillinger som er lagt til grunn i denne sammenheng.

5.6.2. Helikopter NAV

Heller ikke helikopteroperatørene som LT har vært i kontakt med forventer større endringer de neste årene. Offshore operatøren innretter seg også etter etablerte standarder fra Norsk Olje og Gass. Operatøren forventer å ha full LPV kapasitet innen 2025. De arbeider også for å få helikoptrene sine sertifisert for RNP AR operasjoner.

NLA vurderer å få INS installert som backup for kunne ta seg ut fra kritisk område ved bortfall av FMS eller tap av GPS. Begge operatørene har allerede ADS-B for overvåking, i tillegg til at Offshore operatøren har et internt system for *flight tracking*. På COM-siden får NLA sannsynligvis CPDLC, og begge operatørene har SATCOM.

6.0. utfordringer knyttet til GNSS

Satellittsignaler er svake og derfor forholdsvis enkle å forstyrre, både av naturlige fenomener eller ved bevisste forsøk av enkeltpersoner eller fremmede stater. Sistnevnte kan enklest gjøres gjennom utsending av radiostøy («jamming») på samme frekvens som drukner satellittsignal, eller mer avansert gjennom såkalt «spoofing» som innebærer modifisering av signalet slik at resultatet hos mottaker ser normalt ut men viser feil posisjon/fart/høyde.

GPS mottakere i fly vil kunne påvirkes av forskjellige typer jammere som kan kjøpes via internett. Flere studier tyder på at både utilsiktet og tilsiktet GNSS interferens, er et økende problem. Utstyr for å jamme satellittnavigasjonssignaler har blitt både lett tilgjengelig og billige, og terskelen for å skaffe og ta i bruk slikt utstyr er dermed blitt lavere. Flere aktører i samfunnet benytter GNSS til økende grad av kontroll og overvåking. Dette kan skape et potensiale for bruk av slike jammere for å unngå selv å bli overvåket. Det kan indikere at bruken av jammere vil øke i tiden fremover. Alternative navigasjonssystemer som helt eller delvis kan ta over dersom satellittnavigasjonssignaler faller ut vil være viktig. Det er også viktig at flygere er forberedt og trent på situasjoner med interferens, og er klar over når en situasjon oppstår.

Naturfenomen som solstormer vil også kunne forstyrre signalene.

Det kan også naturlig oppstå temporære tekniske feil på en eller flere satellitter slik at signaldekningen over et gitt område blir utilstrekkelig. Det bemerkes at for kritiske applikasjoner kreves utstyr om bord i luftfartøyet som overvåker signalkvalitet og integritet. Dermed varsler systemet når signalintegriteten er utilfredsstillende, det vil si at man ikke kan stole på posisjonsinformasjonen og må verifisere denne med andre midler.

6.1. Norsk Romsenter og PNT

Norsk Romsenter har utarbeidet et utkast til nasjonal PNT-strategi. Med PNT forstås posisjons, navigasjons og tids-bestemmelse. PNT-systemer vil være bakke og – rombaserte systemer. Slike systemer vil også være en viktig kilde til å fastsette nøyaktig tid og for å synkronisere digital informasjonsutveksling. Romsenteret påpeker at sikker tilgang til PNT vil være sentralt for samfunnssikkerheten.

Økt digitalisering innen luftfartsovervåking gir økt avhengighet av nøyaktig tid. Systemer som WAM og ADS-B vil være avhengig av nøyaktig tid og digitale nett for å overføre informasjon til Lufttrafikkjenesten. Det samme gjelder kommunikasjon fra bakken til fly via datalink (CPDLC).

Norsk Romsenteret påpeker at fremtidens luftfart vil være PBN basert på GNSS. Multi - GNSS konstellasjoner vil være viktig for robustheten. Forskjellige satellittbaserte systemer vil anvendes samtidig for innflyging og landing. Nøyaktig tid vil være kritisk for tidsmåling av radiosignaler og synkronisering av digitale nett. Forstyrrelser i GNSS-signalene kan gjøre det nødvendig å stenge kontrollert luftrom, og WAM-systemet vil få problemer i løpet av kort tid. Reserverløsninger basert på bakkebaserte PNT-systemer og økt fokus på dekommisjoneringsplaner vil være viktige.

6.2. Bevisste eller ubevisste forstyrrelser av satellittsignal innenfor norsk luftrom for en kortere periode

I dette scenariet vil det for nærmere definerte områder også kunne medføre at lufttrafikkjenestens mulighet for vektorering og eventuelt kommunikasjon innen berørt område reduseres eller bortfaller, der disse er avhengig av luftfartøyers satellittbaserte posisjon eller tidssignalene fra satellitt. Under disse forholdene faller forstyrrelser av GNSS signaler som skyldes forskjellige former for jamme-utstyr.

Med ubeviste forstyrrelser forstås at brukere av slikt utstyr ikke er seg bevist hvordan dette kan ramme luftfart. I denne kategorien faller enklere typer jamme-utstyr som f.eks. brukes i kjøretøy som passerer en flyplass. I slike tilfeller vil konsekvensene være mer temporære, og det er usikkert hvor mye lufttrafikkjenesten vil rammes. Ubevist bruk av jamme-utstyr om bord i fly kan ha stor effekt for det aktuelle flyet.

Bruk av jamme-utstyr som ubevist rammer luftfart vil kunne være en type situasjon som inntreffer oftest når det gjelder GNSS-forstyrrelser. Forsøk med målinger fra andre land indikerer at denne type forstyrrelser fra bl.a. kjøretøy vil være forholdsvis kortvarige og kunne forstyrre fly i forholdsvis lav høyde. Et viktig preventivt tiltak kan være å promotere forbud mot GNSS jammere.

Beviste forstyrrelser av satellittsignaler rettet mot luftfart, vil kunne skje med utstyr om bord i fly, eller med kraftigere sendeutstyr fra bakkenivå. På denne måten kan fly og til en viss grad lufttrafikkjenesten rammes på en måte som kan være sikkerhetskritisk. Avbrutt inn eller – utflyging med overgang til konvensjonell navigasjon og radar-vektorering vil være nødvendig.

7.0. Oppsummering og anbefalinger

7.1. Jamming

Det innføres flere og flere applikasjoner og bruksområder for GPS. Samtidig registrerer vi økende bruk av jamming i samfunnet generelt. Jammere er billige, lett tilgjengelige i markedet og enkle i bruk. De fleste av dem som bruker jammere er sannsynligvis ikke klar over de konsekvensene bruken av en jammer kan ha utover det de selv ønsker å oppnå med den.

Det er gjennomført tester, også i Norge, som viser at jamming vil ha store konsekvenser for luftfarten, dersom en skulle velge å basere innflyging kun på satellittbaserte navigasjonshjelpemidler (GNSS). I praksis vil jamming gjøre en eller flere lufthavner utilgjengelige. Dedikerte tester av hvordan spoofing av GPS navigasjons- og/eller klokkesignalet vil påvirke luftfarten i Norge er ikke gjennomført, men det er grunn til å anta at vi i Norge også må være forberedt på at spoofing av GPS signaler kan ramme luftfarten. Spoofing kan føre til at brukeren av navigasjonssystemet tror han er en helt annen plass enn der han virkelig befinner seg, med de konsekvenser det kan få for en innflyging.

Det er forbud mot bruk av jammere i Norge, ref. Lov 4.7.2003 nr. 83 om elektronisk kommunikasjon (ekomloven) § 8-1 første ledd. Fokus på jamming må balanseres forsiktig. Det er alltid en risiko for at økt fokus i media osv. kan stimulere til ytterligere bruk. Samtidig er det viktig at «folk flest» er klar over at det er forbudt både å omsette og å bruke jammere i Norge, og at det kan resultere i uønskede hensikter.

Det er på det rene at jamming og i verste fall «Spoofing» kan forekomme. Jamming av flytrafikk har forekommet flere ganger i forholdsvis lange perioder fra et av våre naboland i nord. Det synes ikke klart hvorvidt dette har kommet fra militære kilder, eller har vært varslet eller ikke. NKOM har lokalisert kilder utenfor Norges grenser. I tillegg til at norske myndigheter må arbeide i dertil egnede kanaler for å hindre at dette forekommer mot sivil luftfart, må luftfarten i Norge ta virkningen på alvor. Det er vanskelig å se for seg at denne type jamming vil kunne ramme luftfart i hele landet, men sammen med den den type jamming fra enklere utstyr som beskrevet ovenfor, belyser dette en sårbarhet som kan være alvorlig sett i forhold til GNSS rolle som navigasjons-infrastruktur i fremtidig luftfart.

Kompetanse på jamming og spoofing av GPS signalet må styrkes både i NKOM (som forvalter ekomloven) og hos Luftfartstilsynet og hos de sertifiserte tjenesteyterne. I tillegg bør det tas i bruk utstyr som kan identifisere og lokalisere jammere, slik at brukere kan straffes slik Lov 4.7.2003 nr.83 krever.

7.2. Dekommisjonering

En viktig reserveløsning ved bortfall av GNSS er vektorering av fly i terminalområder, inn mot siste del av innflygingen. Dette gjelder spesielt for de deler av landet som ikke har tilstrekkelig DME/DME dekning til å gi påkrevet navigasjonsytelser i terminalområdene. Som Norsk Romsenter har beskrevet i PNT strategidokumentet kan overvåkingssystemer være sårbare for tap av GNSS signaler. Dette gjelder bruk av ADS-B, WAM og tidssignal, CPDLC og styring av radioutstyr. Avinor har lagt til grunn i sine kommende konsepter for lufthavner at lufthavner til og med kategori D skal kunne tilby flysikkerhetstjenester uten «nettverkstilknytning».

Det anbefales at en plan for dekomisjonering av konvensjonelle navigasjonshjelpemidler ses i sammenheng med tilgjengeligheten av kommunikasjons- og overvåkingssystemer som ikke er avhengig av GPS signaler.

7.3. Avinors arbeid med lufthavnstruktur og grunnstruktur

Avinor har videre definert 15 VOR/DME som en grunnstruktur for å gi tilstrekkelig underveisdekning og tilfredsstillende kravene til RNAV5. Avinor planlegger videre å bygge ut DME/DME dekning i Oslo TMA samt i luftrommet rundt Stavanger og Bergen. Øvrige norske terminalområder vil ha reserveløsning/bakkestruktur basert på VOR/DME og radar-vektorering.

Avinor har en tid jobbet med nye lufthavn-konsepter som er basert på definerte tjenestenivåer på forskjellige områder som en gitt lufthavn skal ha. Dette gjelder også for navigasjon. Konseptene innbefatter gruppering av lufthavnene fra A til E. Hvor de fleste lokale flyplasser er i kategori E og Gardermoen er den eneste i kategori A. Avinor vil tillate at lufthavner i kategori E er inoperative i lengre tid enn A, B og C. Det betyr at navigasjonsapplikasjoner for lufthavner i kategori E vil i stor grad kun være basert på GNSS. Lufthavner i kategoriene B, C og D vil utgjøre alternative landingsplasser for kategori E, og ha konvensjonelle innflygingshjelpemidler. For enkelte kategori E-lufthavner ser Avinor for seg å beholde konvensjonelle prosedyrer basert på særskilte behov. Slike behov kan f.eks. komme fra Forsvaret. SCAT-I systemet (GNSS-basert) som er i drift på flere kategori E – lufthavner, forventer Avinor å drifte til og med ca. 2024. Dette skyldes tilgang på reservedeler.

Det anbefales at Avinor holder fast ved sin tiltenkte «grunnstruktur» av VOR/DME som underveis-nettverk for å understøtte underveis tjenesten. Videre anbefaler LT at Avinor i

sitt nye lufthavnskonsept også holder fokus på lokale tilpasninger og behov der hvor konvensjonelle hjelpemidler vil bli fjernet.

7.4. Navigasjonssystemer og flyplassers utrustning

Basert på den utviklingen innen flynavigasjon som skjer i et europeisk perspektiv forventer Luftfartstilsynet at i tiden frem mot 2030 vil navigasjonsinfrastruktur bestå av å etablere og videreutvikle eksisterende applikasjoner. LNAV/VNAV(BaroVNAV) er etablert der dette er mulig i Norge. I tillegg forventes det at Avinor vil utvikle flere RNP AR prosedyrer der dette er mulig, etterspurt og gir operativ gevinst.

Kurvede prosedyrer langs såkalte RF-legger, både for ankomst og avganger vil etter hvert innføres flere steder i tiden fremover. I tillegg til å kunne gi kortere ut-fløyet distanse kan slike prosedyrer være et bidrag når det gjelder flystøy. Som et tillegg til rettlinjede prosedyrer, vil de også kunne bidra kapasitetsmessig i et luftrom.

LPV-prosedyrer er etablert på flyplasser så langt nord som til Andøya. Med unntak av enkelte selskaps-spesifikke LPV-prosedyrer for ambulanshelikopter. Luftfartstilsynet forventer at ESSP vil fortsette arbeidet med å gjøre signaler fra EGNOS tilgjengelig i hele landet, med tilstrekkelig signal- kontinuitet og dekning. Norsk Romsenter spiller en aktiv rolle også for satellittbasert flynavigasjon, og jobber med alternative bidrag til signal-tilgjengelighet fra EGNOS i nord. På en del lokale flyplasser kan LPV etter hvert få større betydning enn LNAV/VNAV.

Flyoperatørens utrustning når det gjelder LPV er fortsatt begrenset. Med unntak av helikoptre som flyr innenlands ambulanse og offshore. Det forventes at flere flyoperatører på lokale flyplasser etter hvert vil få utstyr for å kunne fly disse. Men EGNOS-systemets dekningsområde vil være sentralt for om operatører vil utruste flyene med LPV. LPV framstår som den sannsynlige erstatter for SCAT-I. Både for de som i dag kan fly SCAT-I, og andre. Først og fremst på lokale flyplasser.

SCAT-I er i dag installert på 30 rullebaner på lokale flyplasser. Som beskrevet ovenfor har Avinor skissert en levetid til ca 2025 ut fra tilgang til reservedeler. Systemet har stor sikkerhetsverdi for den ene operatøren som flyr på regionale flyruter. Om SCAT-I vil terminere på en dato eller man vil samle noe av utstyret på færre flyplasser for å forlenge perioden er ikke avklart.

GBAS er et navigasjonssystem som i prinsippet ligner på SCAT-I. GBAS er fortsatt ikke sertifisert for bruk i Norge. Blant de større operatørene i Norge er det kun Norwegian som har utrustningen. GBAS vil etter hvert støtte Cat II/ III presisjonsinnflyginger. GBAS har en viss utbredelse på større flyplasser i Europa, og LT forventer at det etter hvert blir implementert i Norge. Tidslinje og utbredelse er usikkert.

Multi-konstellasjoner som består av GPS og GALILEO vil gi økt robusthet for GNSS basert navigasjon og signaltilgjengelighet. Det er fortsatt knyttet en del usikkerhet til når Galileo vil være fullt operativt som system, og når avionikkutrustning som håndterer begge systemene er ferdig standardisert og utbredt hos operatørene.

Forsvaret har krav til flyplassers tilgjengelighet i flere perspektiver. For forskjellige typer militære oppdrag herunder transport av personell, for å motta allierte forsterkninger og for å løse oppdrag til støtte for det sivile samfunn. Dette gjelder militær redningstjeneste, søk og redning med Luftforsvarets fly og oppdrag relatert til anti-terror. TACAN og ILS er de viktigste typer presisjonsinnflyging for forsvaret, som de ønsker å beholde i overskuelig framtid. Forsvaret

understreker behovet for at det finnes konvensjonelle prosedyrer som tillater selvstendig navigering fra underveis-fasen, via nedstigning til innflyging med landing. I denne sammenheng kan mange av Luftforsvaret fly også benytte VOR, DME og NDB.

Også flyoperatørene har uttrykt behov i tiden fremover for minst en konvensjonell prosedyre tilgjengelig. I tillegg til reserveløsning er det behov for å kunne utforme prosedyrer for motorbortfall samt flyplassers funksjon som alternativ landingsplass som er sentralt. Hvis prosedyrer for motorbortfall skal utformes basert på GNSS trengs reserveløsning som IRS, noe de færreste regionale operatører har.

Analysen Luftfartstilsynet har gjort i forbindelse med arbeidet med navigasjonsstrategi for luftfarten, har identifisert konsekvenser av en slik karakter at det ikke synes forsvarlig å stole på en infrastruktur for navigasjon, kommunikasjon og luftovervåking utelukkende basert på satellitt signaler. Luftfartstilsynet vurderer det som nødvendig at reserveløsninger baseres på konvensjonelle hjelpemidler.

Luftfartstilsynet er av den oppfatning at dekommisjonering av konvensjonell navigasjonsutrustning på lufthavner generelt må gjennomføres etter grundige vurderinger og koordinert med flyoperatører og Forsvaret.

Basert på tilbakemeldinger fra flyoperatører og Forsvaret, samt perspektiver knyttet til jamming, er det Luftfartstilsynets oppfatning at norske flyplasser med instrumentprosedyrer inntil videre må beholde minst en konvensjonell innflygingsprosedyre med tilhørende konvensjonell prosedyre for avbrutt innflyging. Lufthavner som pr 2018 har ILS anlegg må opprettholde disse. TACAN opprettholdes i henhold til Forsvarets behov. Når det gjelder LPV prosedyrer bør man i Norge arbeide aktivt for å gjøre EGNOS signaler tilgjengelig i hele landet med tilstrekkelig dekning og kontinuitet.