



TOPOMETRICS

by Nordic Unmanned

01 Prosjektrapport

Hommersåk 2020

FoU-prosjekt, laserskanning med drone
for Geovekstforum

| | |
|----------------|------------|
| Jobbnummer: | 10393 |
| Revisjon 2: | 18.05.2020 |
| Original dato: | 06.05.2020 |

Innhold

| | |
|---|-----------|
| 1 Innledning | 2 |
| 1.1 Prosjektbeskrivelse..... | 2 |
| 1.2 Kravspesifikasjon..... | 2 |
| 1.3 Utført arbeid | 3 |
| 2 Om Nordic Unmanned | 3 |
| 2.1 Topometrics..... | 4 |
| 3 Laserdata fra droner | 4 |
| 4 Kartleggingen ved Hommersåk | 5 |
| 4.1 Planlegging og innsamling..... | 5 |
| 4.2 Erfaringer | 5 |
| 5 Datafangst «beyond visual line of sight» (BVLOS) | 8 |
| 5.1 Begreper | 8 |
| 5.2 NOTAM (Notice to airmen) | 8 |
| 5.3 Utførelse Hommersåk..... | 9 |
| 5.4 Radiokommunikasjon | 9 |
| 5.5 Risiko | 9 |
| 5.6 Lenger flytid og BRLOS (Beyond Radio Line of Sight)..... | 10 |
| 5.7 Videre utvikling | 10 |
| 6 Effektivitetsanalyse | 11 |
| 6.1 Benyttede systemer for sammenligning | 11 |
| 6.2 Sammenligningstabell | 11 |
| 6.3 Faktorer benyttet i analysen | 12 |
| 6.4 Skalerbarhet og begrensninger i effektivitetsanalysen | 12 |
| 6.5 Konklusjon..... | 14 |
| 7 Anskaffelsesmetoder for dronelaser | 16 |
| 8 Nytt EU-regelverk for droner | 17 |
| 8.1 Introduksjon..... | 17 |
| 8.2 Dagens regelverk frem til januar 2021 | 17 |
| 8.3 Nytt regelverk fra januar 2021 | 17 |
| 8.4 Hommersåk..... | 21 |
| 8.5 Fremtiden | 24 |
| 8.6 Oppsummering..... | 25 |
| Revisjonslogg | 25 |

1 Innledning

Oppdraget

| | |
|---------------------|--|
| Oppdrag: | FOU-prosjekt – Effektivitetstest av laserdrone og evaluering av nytt regelverk og BVLOS flyvning for droner. |
| Prosjektnummer: | 10393 |
| Tildeling/oppstart: | 15. oktober 2019 |
| Leveranse del 1: | 28. februar 2020 |
| Leveranse del 2: | 1. mai 2020 |

Oppdragsgiver

| | |
|----------------------|------------------|
| Selskap: | Statens Kartverk |
| Deres kontaktperson: | Ivar Oveland |

Oppdragstaker

| | |
|------------------------------|--|
| Selskap: | Topometrics, et konsept under Nordic Unmanned AS |
| Prosjektleder: | Ole Benjamin Wike |
| Faglig ansvarlig, geomatikk: | José Luis Gil Yepes, PhD |
| Operations Manager: | Heidi Gåskjenn |

1.1 Prosjektbeskrivelse

Dette er et FoU-prosjekt for Geovekstforum hvor det skal gjennomføres en effektivitetstest av laserdrone ved «beyond visual line of sight» (BVLOS) flyvning, samt evaluering av nytt regelverk for dronebruk.

I Geovekstforum sitt droneprosjekt ble det tidligere testet å benytte laserdrone ved å fly VLOS. En del av dette prosjektet vil være å se på effektivitetsforbedringene ved å benytte BVLOS flyvning og fortsatt følge standarden for FKB-laser leveranse. Samtidig vil det lages en utredning for det nye regelverket for dronebruk.

1.2 Kravspesifikasjon

Under er utdrag fra kravspesifikasjonen i avtalens bilag.

Prosjektet er delt i 3 ulike momenter:

1. Effektivitetstest av laser drone. Standardkravene til FKB laser v 3.0 følges.
2. Teste ut kartlegging med ubemannet luftfartøy utenfor synsrekkevidde for pilot og/eller observatør (BVLOS). Utføre kartleggingen på en sikker og effektiv måte med de nødvendige godkjenninger for flyvningen.
3. Utarbeide nødvendig dokumentasjon som belyser nye sider ved nytt regelverk. Dette arbeidet er viktig for utarbeidelser av nye produktspesifikasjoner for dronekartlegging ved bruk av ulike risikoklasser.

Det utarbeides en sluttrapport som minimum skal inneholde følgende hovedtemaer:

- Rapport med beskrivelse av datainnsamling i henhold til FKB-laser v 3.0 samt kost/nytte evaluering for laserskanning av større områder.
- Rapport fra innsamling med BVLOS.
- Rapport som belyser nye sider ved nytt regelverk.

Prosjektområdet legges til området Hommersåk og innenfor dekningsområdet for det eksisterende prosjektet NDH Strandlandet 5 pkt 2018.

1.3 Utført arbeid

Det er gjennomført BVLOS laserskanning med drone. Rapport fra datainnsamling og bearbeiding i henhold til FKB-laser v 3.0 er utarbeidet i egen laserrapport sammen med laserleveransen.

De resterende temaer er dekket i denne prosjektrapporten og inneholder:

- Beskrivelse og erfaringer fra datainnsamling, herunder BVLOS flyvning.
- Effektivitetsanalyse.
- Beskrivelse av det nye kommende regelverket for droner.

2 Om Nordic Unmanned



Nordic Unmanned AS er en av Europas fremste leverandører av ubemannede systemer og tjenester både innen industriell og offentlig sektor, og vi er for tiden i rask vekst.

Selskapet utfører kontrakter for store og små aktører, fra lokale selskaper som BaneNOR og Statens Vegvesen til det europeiske sjøsikkerhetsbyrå (EMSA). Samarbeidet vårt med leverandører som Lockheed Martin og Phoenix LiDAR Systems forbedrer vår allerede allsidige produktportefølje, og vårt arbeid med universiteter og forskningsinstitusjoner over hele verden har satt oss på spissen for teknologisk fremgang.

ISO 9001:2015-sertifiseringen vår er bare en indikator på kvaliteten og omsorgen vi legger i alle aspekter av våre leveranser; Med et fullstendig kvalitetssikringssystem kommer en oppmerksomhet på detaljer for helse, sikkerhet og likestilling på hver arbeidsplass, enten vi er på våre kontorer eller i felt.



2.1 Topometrics

Topometrics er et konsept under Nordic Unmanned som spesialiserer seg på innsamling og prosessering av LiDAR-data ved bruk av dronemontert lidarskanner.

Nordic Unmanned er totalleverandør innen oppmåling med drone. Vi selger løsninger med vår egenproduserte [Staaker BG200](#) (tidligere Camflight), vedlikeholdsprogram, treningspakke og et supportapparat for tjenester. Vi er Nordisk leverandør for [Phoenix](#) sine LiDAR sensorer som er fullintegret med vår drone. Vi selger også programvare fra Novatel, Terrasolid, Phoenix og Agisoft for å prosessere foto og laserdata.



Figur 1 Feltbilde fra kartleggingen ved Hommersåk. Avbildet vår egenutviklede Staaker FX8 drone med Phoenix miniRanger sensor. Foto: Jon Moe, Kartverket

Topometrics er erfaren innen både LiDAR-kartlegging og fotogrammetri, og har rammeavtale med aktører som Statens Vegvesen på konstruksjon av DTM ved bruk av drone.

Dette gir oss full bredde innenfor fagfeltet med dypt innblikk i bransjen, som gjør at vi kan tilby skreddersydde løsninger til kunder enten de trenger tjenester eller eget system. Vi kan være totalleverandør og tilby assistanse i form av datafangst på utfordrende operasjoner eller prosessering av ferdig innsamlet data. Summen av dette gjør Nordic Unmanned til en totalleverandør innen landmåling med drone ved å kunne tilby både drone, sensor, programvare, tjenester og opplæring.

3 Laserdata fra droner

Markedet for laserkartlegging med drone har eksistert i en del år allerede og startet for alvor etter at produsenter av høykvalitets laserskannere (Velodyne, Riegl) fikk laget små og lette nok enheter til at de kunne flys med drone. Phoenix LiDAR Systems, som vi er distributør for, startet sin første integrasjon mot droner i 2013. Dette har åpnet opp for at aktører som ikke nødvendigvis kjenner spesifikt til laserskanning fra bemannet luftfart tidligere nå har fått tilgang på slikt utstyr. Teknologien og arbeidsflyten er velkjent, og produsentene er gode å lære opp sluttbrukere i gode datafangst og prosesseringsrutiner. Likevel er rutine og standardene til for eksempel Kartverket, som har vært opparbeidet gjennom flere år i bransjen, ikke like kjent for alle. Dette henger blant annet sammen med at en dronelaser er betydelig mer fleksibel og har et bredere bruksområde enn kun sensorer som benyttes til kartlegging fra for eksempel fly.

Dette er en av punktene som gjorde dette prosjektet interessant for oss da vi fikk anledning å teste laserskanning med drone sammenlignet mot bemannet luftfart, med samme kriterier.

Kartlegging med bemannet luftfart er godt etablert og har mange års erfaring med både datafangst og bearbeiding av data, mens ubemannet luftfart er en ung bransje som bærer preg av blant annet uklare luftfartsregler, mindre seriøse aktører og stadig utskifting av teknologi. Disse punktene kommer de store aktørene til gode da det tvinger frem et mer klart regelverk hvor bransjen nå er på vei til å bli innlemmet i luftfartens standard. Med dette testprosjektet viser vi at bransjen for alvor er blitt en seriøs aktør som kan hevde seg mot de kjente aktørene og levere produkter som følger etablerte nasjonale standarder.

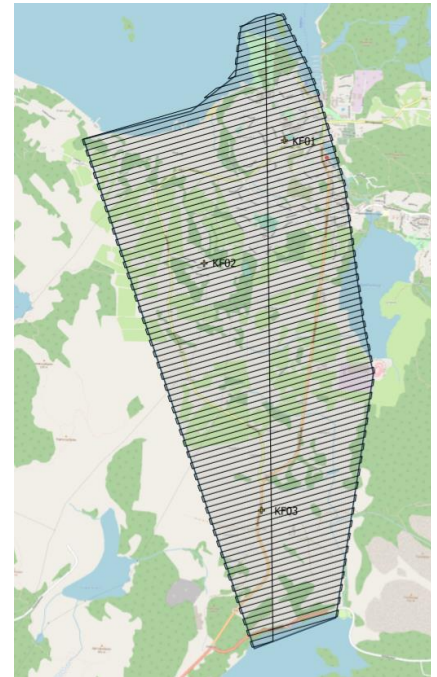
4 Kartleggingen ved Hommersåk

Effektivitetstesten ble lagt til området Hommersåk og innenfor dekningsområdet for det eksisterende prosjektet NDH Strandlandet 5 pkt 2018.

Kartlegging med laserdrone og innmåling av kontrollflater ble gjort iht. kravspesifikasjonene og standardene «FKB-Laser» og «Produksjon av basis geodata».

Se laserrapporten med vedlegg for mer detaljer rundt flyplan, kontrollflater og leveransen.

Under går vi gjennom hva som ble lagt til grunn for planlegging, samt en del erfaringer fra prosjektet. En del av erfaringene våre har vist at standardene som er fulgt er spesialtilpasset for bemannet luftfart og opparbeidet samarbeid over flere år. Laserskanner fra drone bør åpne opp for en diskusjon om endring av disse slik at det kan gjøres enklere for ubemannede systemer å følge en slik standard.



Figur 2 Kart over flyplanen ved Hommersåk

4.1 Planlegging og innsamling

Størrelsen på dekningsområdet var ved inngåelse av prosjektet ambisiøst da det var mye større enn vi tidligere hadde kartlagt med drone sammenhengende. Vi har tidligere fokusert på å levere punktskyer med mye høyere tetthet på mindre områder. Dette prosjektet tillot oss å teste kapasiteten på både sensor og drone på store områder. Vi gjorde mange gode erfaringer og vi fant tidlig ut hvor lite som egentlig skulle til for å fly et så stort område. Vår oppskalering av operasjonen fungerte bra og vi fikk til en effektiv arbeidsflyt i felt.

Følgende nøkkelegenskaper la grunnlaget for flyplanleggingen vår:

- Staaker BG200 har en flytid uten nyttelast på 61 minutter og 37 minutter med påmontert sensor. Dette, sammen med avtalt hastighet på 10 m/s, gjorde utslag på antall striper dekket per flyvning.
- Radiorekkevidden er oppgitt til 3.5 km (ideelle forhold). Dette gjorde utslag på valg av, og antall, take off lokasjoner.
- Riegl MiniVUX har en laserrekkevidde på 250 meter (@60% refleksjon). Phoenix oppgir en anbefalt maksimal flyhøyde på 75 meter (30mm RMSE@75m). Dette ble lagt til grunn for å bestemme flyhøyde.

Disse egenskapene, sammen med kravspesifikasjonene, resulterte i en utarbeidet flyplan, se [vedlegg 1](#) i laserrapporten. Antakeligvis kunne vi flydd noe høyere og fortere, og allikevel klart å levere innenfor DTM10 da vi fikk gode resultater.

4.2 Erfaringer

4.2.1 Lange flystriper

For hver flyvning utfører vi kalibreringsflyvning i form av åttetall før og etter hver flyplan. Sammen med transportetappen til/fra flyplan utgjør dette alt fra 10-30% av total flytid. Lange flystriper var en utfordring for effektiviteten. Dette gjorde at vi måtte legge til sikkerhet for å komme oss hjem i fare for at en flystripe kunne bli avbrutt grunnet for lite batteri.

I snitt var vi 27 minutter i luften, dette er over 20 % mindre enn maksimal oppgitt flytid. Kortere linjer *kan* være hensiktsmessig, men det må vurderes helhetlig dersom det da

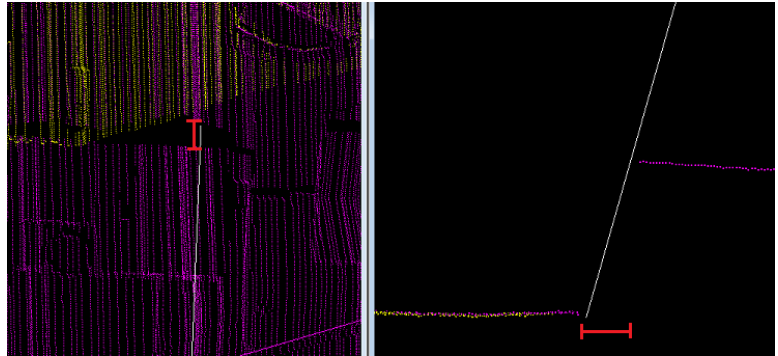
kreves flere tverrstriper som innebærer at det totalt sett vil ta lenger tid. Ingen flyplaner ble avbrutt grunnet for lite batteri, så konklusjonen var at denne spesifikke flyplanen var godt planlagt.

4.2.2 Stripeoverlapp

Kravet om overlapp går stort sett fint å overholde, men vi så at det kan være mer utfordrende for droneflyvning da man flyr så lavt i forhold til bemannet luftfart. Små og kraftige terrengvariasjoner og bygninger får større utslag fra lav høyde. Se Figur 3.

Et alternativ hadde vært å økt overlapp eller FOV for datafangst. Vår sensortype tillater 360 graders FOV. Dette betyr at man på slike lave flyvninger kan få med mer av fasadene på hus dersom man for eksempel beholder samme stripeavstand, men øker FOV. Dette vil i praksis også bety en økning i punkttetthet da stripeavstanden er lik.

Det er etter avtale oversendt en testfil fra stripe 23-27 med 360 graders FOV. Det er ikke utført stripeutjevning på denne punktskyen.



Figur 3 Eksempel på bygning i overlapsområde som mangler punkter inntil husvegg. Hvit linje viser laserstrålens treff i forhold til vinkel, rødt felt viser område som var utenfor dekning.

4.2.3 Effektivitet på datafangsten

Det ble totalt sett foretatt 10 flere flyvninger enn planlagt. Dette hadde flere årsaker.

- Det var svært variabelt vær som gjorde det utfordrende å planlegge flyvetidspunkt, samt holde en effektiv arbeidsflyt. Det er aldri meldt om våtere og varmere vintermånedene i Rogaland enn det var i Januar 2020. Flere flyvninger ble avbrutt og måtte flys på nytt.
- Mellom to flyvninger kom det inn et helikopter fra luftambulansen i arbeidsområdet som utsatte operasjonen.
- Rutinesvikt i flyplanlegging gjorde at en del flyplaner måtte gjøres om igjen.
- Vi opplevde to mindre tekniske problemer, hvorav ett ble løst i felt.

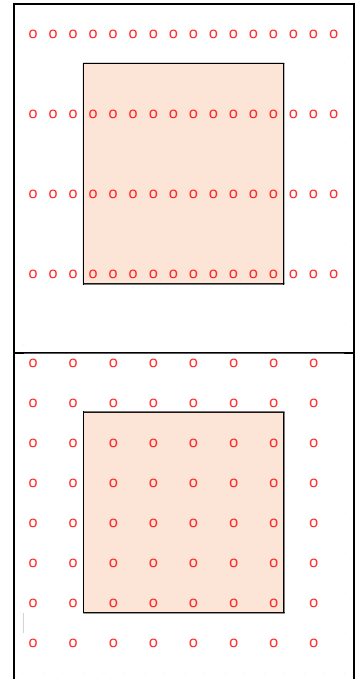
Dette betyr at flere av de samme flystripene er flydd flere ganger. Det ble skrevet avviksrappporter og våre prosedyrer er forbedret som følger av dette.

Konklusjonen er imidlertid fortsatt at de planlagte 18 flyvningene var å anse som et korrekt estimat.

4.2.4 Skannehastighet og punktavstand

Oppdraget ble samlet inn med lavere rotasjonshastighet på speilet enn planlagt. Det ble besluttet at det ikke var nødvendig å samle inn laserdata på nytt siden de allikevel oppfyller kravene for punkttetthet. Det er ikke spesifikke krav for nominell punktavstand, selv om det alltid bør etterstrebtes å oppnå en så jevn punktsky som mulig slik at det kan hentes ut mest mulig data fra punktskyen. En homogen punktavstand vil representere objekter riktig i alle retninger.

Data ble samlet inn med 27 scan/s, mot 47 scan/s som planlagt. Dette påvirker ikke den totale punkttettheten i stor grad, men det går utover jevnheten på skannelinjene som gjør at en del detaljer kan forsvinne. På figuren til høyre vises en estimert sammenligning med planlagt vs utført. Som man ser er det totalt like mange punkter, men distribusjonen er ujevn. I eksempelet her har øverste objekt 30 treff, mens nederste har 25 treff, men treffene på objektet nederst representerer allikevel et nærmere bilde av virkeligheten.



Figur 4 Forskjellen mellom ulike rotasjonshastigheter ved samme hastighet/høyde

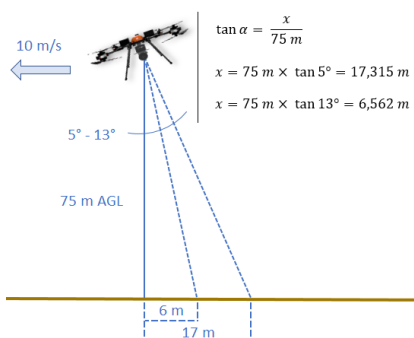
En annen ting vi bemerket oss er at det på flyvninger med droner kan være ønskelig å ha en noe tettere linjeavstand i forhold til punktavstand. Dette grunnet at pitch på dronen er den mest ujevne faktoren og er spesielt påvirket av hastighetsendringer (se neste avsnitt) og vindforhold. En gimbal ville løst mye av problematikken med ujevnheter på skannemønsteret, men foreløpig veier en slik løsning for mye til å vurdere. Standarden på droner er foreløpig kun å benytte små dempeputer som tar opp vibrasjoner. Flyvninger som utføres med høyere overlapp, f.eks 50 %, og/eller med høyere FOV innebærer en mye høyere punkttetthet som kan «tilgi» ujevne linjer. Man bør derfor med droner samle inn data med høyere oppløsning og lavere punktavstand enn planlagt slik at punktskyen kan tynnes til riktig oppløsning og en jevn punktavstand slik at man oppnår en homogen punktavstand.

4.2.5 Prosjektavgrensning

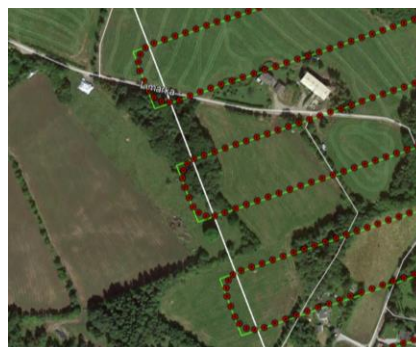
Det ble avdekket svakheter i planleggingsprogramvaren for sensoren. Det ble lagt til 15 meters margin på flyplan utenfor prosjektavgrensningen for å sikre at vi fikk med oss hele området. Det viste seg at programvaren ikke tar hensyn til pitch på dronen eller avrunding av flyplanen. Svinger legges til på innsiden, noe som betyr at stripene forkortes i hver ende og må kompenseres for. Normalt sett er ikke dette noe problem på mindre prosjekt, men på dette prosjektet fløy vi høyere og fortere enn normalt, noe som forsterker dette problemet. Marginen burde vært flyttet ytterligere 15 meter.

Når dronen har fløyet utenfor prosjektavgrensningen peker fortsatt laseren innenfor prosjektområdet når dronen begynner svingen. Dette resulterer i at data langs kanten på prosjektavgrensningen er noe tynn der hvor flystripene slutter, mens der flystripene starter har man tilstrekkelig data. Dronen vår viste på dette oppdraget en pitch mellom 5° - 13°. Baserer man seg på en høyde på 75 meter tilsvarer dette mellom 6,5 og 17,3 meters etterslep på laseren, se Figur 5.

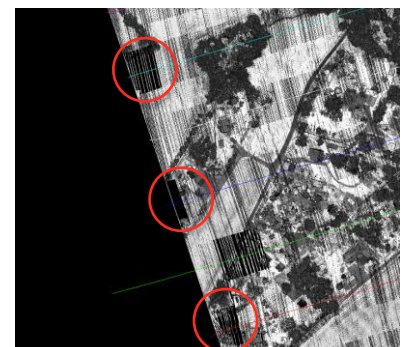
Total punkttetthet er på dette prosjektet allikevel å anse som innenfor kravene. Se for øvrig punkttetthetsanalyse i laserrapporten. Våre prosedyrer er oppdatert som følger av dette.



Figur 5 Forholdet mellom vinkel / etterslep på laseren



Figur 6 Røde punkter er faktisk flyvning, grønn linje er planlagt, hvit linje viser prosjekt-avgrensningen



Figur 7 Viser manglende punkter på kanten av prosjekt-avgrensningen

5 Datafangst «beyond visual line of sight» (BVLOS)

En del av effektivitetsanalysen gikk ut på å benytte BVLOS flyvning, i motsetning til VLOS. Dette er et naturlig steg videre og vil øke både fleksibiliteten i tillegg til effektiviteten, men det gjør samtidig at operasjonen blir mer kompleks.

5.1 Begreper

Først noen begreper hentet ut fra dagens lovverk, «Forskrift om luftfartøy som ikke har fører om bord mv.»:

- «VLOS (Visual Line Of Sight): flyging med luftfartøy som ikke har fører om bord som kan gjennomføres slik at luftfartøyet hele tiden kan observeres uten hjelpemidler som kikkert, kamera, eller andre hjelpemidler, unntatt vanlige briller.»
- «BLOS (Beyond visual Line Of Sight): flyging med luftfartøy som ikke har fører om bord utenfor synsrekkevidde for pilot, fartøysjef eller observatør.»
- «Flyging BLOS er kun tillatt hvis tillatelsen fra Luftfartstilsynet omfatter denne operasjonstypen.»
- «BLOS-flyging opp til 120 meter i luftrom klasse G eller luftrom klasse G med etablert Radio Mandatory Zone (RMZ), kan kun skje hvis det er utstedt NOTAM for å informere om aktiviteten. NOTAM skal være utstedt minst 12 timer før aktiviteten påbegynnes.»

VLOS har ikke hatt en klar definisjon hva som er innenfor synsrekkevidde. For å sette det i perspektiv har vår Staaker BG200 har et vingespenn på nesten 2 meter og veier opptil 25 kg. Denne kan bli vanskelig å se allerede når den passerer 500 meter. Det er selvsagt avgjørende hvilke omgivelser den flyr i - En mørk fjellvegg som bakgrunn gjør at man mister den av syne betydelig fortere enn en klar og kontrastfull himmel. Dette er hvorfor det ikke er klart definert og gjør at det i stor grad legges over på dronepiloten. Derfor kan slike flyvninger også være vanskelig å planlegge og det mangler fleksibilitet.

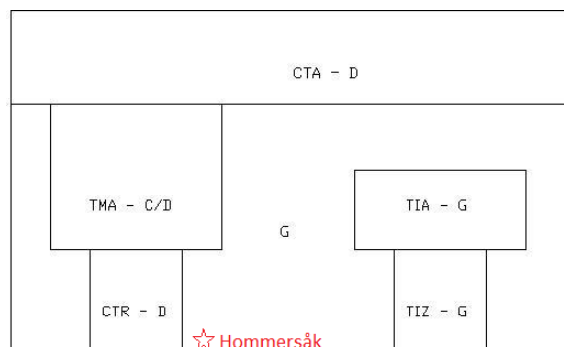
For å kunne operere BLOS må man ha en operasjonsmanual som beskriver denne type flyvninger. I dette tilfellet kartlegging med laserskanning. Denne operasjonsmanualen må være godkjent av Luftfartstilsynet som i praksis betyr at de godkjenner vår operasjonstype og er fornøyd med risikovurderingene vi har beskrevet. Videre er det visse områder man kan fly BLOS og visse man ikke kan fly.

5.2 NOTAM (Notice to airmen)

Hommersåk ligger utenfor Sola sin CTR (Kontrollsonen) og under TMA (Terminal Manoeuvring Area), se *Figur 9*. Denne starter fra 1500 ft (457 m) og oppover, mens fra bakken og opp til dette nivået er det luftrom klasse G, som vil si at vi er pålagt å utstede NOTAM 12 timer før aktiviteten påbegynnes. Se *Figur 8* for utstedt NOTAM for Hommersåk.

| Notam Details | |
|-------------------------|---|
| Notam type |  ENOR - NORWAY FIR |
| A) Location indicator | ENOR - NORWAY FIR |
| B) Start of validity | 2001210700 |
| C) End of validity | 2001211500 |
| D) Schedule of activity | |
| E) NOTAM text | RPAS, BLOS OPERATION. AREA OF OPERATION 3 KM RADIUS N58.55.12 E05.51.22. VERTICAL LIMITATION. SFC TO 270' AGL (570' AMSL) |

Figur 8 Utsnitt av NOTAM for dette prosjektet



Figur 9 Forenklet figur av luftrommet over Sola Lufthavn som viser plassering av Hommersåk

5.3 Utførelse Hommersåk

Under dette oppdraget ble det samlet inn data ved å fly drone BVLOS. Området ved hommersåk er 9 km² stort - omtrent 5,6 km langt og 2,2 km bredt. BVLOS betyr at vi har større frihet til å operere, med mindre tidkrevende forflytning på bakken og lengre flyplaner.

Vi plasserte vi oss på to ulike lokasjoner (i nærheten av kontrollflatene KF02 og KF03, se Figur 2), hovedsakelig for å sikre best mulig radiodekning. Lengste distanse fra lokasjon til flyplan var over 3 km. Stort sett var det kun ved landing og takeoff, ved de nærmeste flyplanene og ved et par anledninger med god sikt og god kontrast i bakgrunnen vi så dronen. Noen av de mitigerende tiltakene vi hadde tatt med i vår risikoanalyse var blant annet;

- Utstede NOTAM
- Sette riktige «Failsafes», programmert inn i dronens autopilot (GNSS koordinater på hjempunkt kan slå inn «auto-retur hjem» ved mistet radio over en viss periode eller ikke nok batteri til å fullføre flyplanen).
- Ha «FPV» kamera montert på dronen for å se situasjonsbilde fra dronen.
- Kommunikasjon med sensor over 4G (kan se innsamling av punktsky i sanntid og observere den faktiske høyden over terrenget).
- Flyvning på dagtid ved lite aktivitet.
- To personer i felt; en pilot og en sensoroperatør/observatør. På mindre oppdrag er det tilstrekkelig med én pilot. Sensoroperatøren kan også fjernoperere sensoren via 4G.
- System og kontaktinfo for varsling av lokalbefolkning, luftambulansse og politi dersom vi ser behov for det, men ikke et krav for å kunne operere.

Den fleksibiliteten dette gir når det utføres innenfor regelverket på en trygg måte er definitivt mer effektiv enn VLOS. Dersom vi skulle gjort samme prosjekt VLOS og antatt at man kunne benytte det samme antall flights, ville mye tid gått tapt i forflytning på bakken. Det er også tidkrevende og finne egnede lokasjoner på bakken å operere fra. Vi fikk her utført 9 flyvninger fra hver lokasjon, som er ca. en dags arbeid per lokasjon. Dette betyr at vi ikke hadde noen unødvendige forflytninger.

5.4 Radiokommunikasjon

Det er utfordrende å holde en god og jevn radiokontakt med dronen på slike flyvninger da det kan være ulike signalstyrker alt etter hvordan dronen er orientert i forhold til antennen. På kartlegging snur dronen seg i ulike retninger på flystripene, og samtidig kan distansen øke og objekter eller vegetasjon kan komme i veien i korte perioder. Dronen er programmert til å tåle korte perioder uten radiokommunikasjon da flyplanen er lagret i minnet, men jo lenger man flyr uten radiokontakt jo høyere blir risikoen for operasjonen da man ikke har mulighet å avbryte flyvningen.

5.5 Risiko

BLOS gir økt risiko når man flyr langt bort utenfor synsrekkevidde. Det tar tid å returnere, og dukker det opp en situasjon når man er lengst unna, må man kunne håndtere den situasjonen. Om det er å returnere hjem, holde fartøyet der det er hvis det er en hindring mellom pilot og fartøy, eller i verste fall ditche fartøyet, må man hvertfall ha tenkt gjennom disse scenarioene og ha en plan.

På Hommersåk dukket det opp et ambulanshelikopter uten forvarsel. Dette var mellom to flyvninger mens vi var på bakken så vi ble ikke påvirket. Når man utsteder NOTAM står det kontaktinfo til dronepiloten, men det er dessverre ikke alle som har tid å ta direkte kontakt på telefon, så man kan si at verdien av en NOTAM av og til er begrenset da man må huske

på at det ikke betyr at man har enerett til luftrommet - droner må vike. Et ytterligere tiltak kan derfor være å ta med seg en flyradio (krever sertifikat) og lytte etter informasjon.

5.6 Lenger flytid og BRLOS (Beyond Radio Line of Sight)

BLOS flyvning henger tett sammen med flytid på fartøyet og rekkevidde på radiokommunikasjonen. Jo lenger unna man flyr jo større andel av total flytid blir benyttet til transportetappe, og det vil til slutt lønne seg å flytte lokasjon. Jo bedre radiolink man har, jo lenger vekk kan man fly, samtidig er ikke Norge flatt og det er ofte svært korte avstander som skal til før man mister radiokontakt - selv med droner som oppgir flere miles rekkevidde. Dette kan kun løses med mer avansert radiokommunikasjon mellom operatør og drone; for eksempel over mobilnettet eller satcom. Man kommer da uansett over i enda en annen kategori:

- **«BRLOS/B-RLOS (Beyond Radio Line Of Sight).**

Dette er en undergruppe/spesifisering av BLOS der det ikke er direkte link mellom bakkestasjon og luftfartøyet og en eller annen form for relé benyttes. (f.eks satcom, mobilteknologi, etc.) Luftfartøyet kan fysisk være VLOS/EVLOS, men er ikke å betrakte som en VLOS/EVLOS operasjon uten særskilt godkjenning.»

Dette stiller strengere krav til sikkerhet og tilfører mer kompleksitet, men for å kunne utføre enda mer effektive kartleggingsoppdrag over større områder med droner kan det være naturlig å bevege seg i denne retningen dersom markedet etterspør det.

5.7 Videre utvikling

Bransjen er i en rivende utvikling, og Nordic Unmanned ser allerede på forbedrede løsninger på radiokommunikasjon og flytid. Vi er partner i et FoU prosjekt der vi skal teste satcom på vår egen BG200. Samtidig finnes det allerede løsninger på markedet for mobilnettverk som er klar til bruk på vår drone, men krever en del testing for å kunne verifiseres. Vi har også en PhD-kandidat som utvikler en hydrogenbasert fuel-celle som vil doble eller triple flytiden på vårt system. Denne er for øyeblikket benktestet og skal ha sin første operative test på BG200 i løpet av sommeren 2020.

6 Effektivitetsanalyse

Vi har videre utført en enkel teoretisk effektivitetsanalyse ved å sammenligne noen ulike sensorer og droner med utgangspunkt i systemet vi benyttet, og området på Hommersåk. Se Tabell 1 for resultatene.

6.1 Benyttede systemer for sammenligning



Figur 10 Nordic Unmanned Staaker BG200



Figur 11 Phoenix Terrahawk CW30



Figur 12 Phoenix MiniRanger (Riegl miniVUX)



Figur 13 Phoenix Ranger (Riegl VUX series)

6.1.1 Tyngre systemer

Nordic Unmanned har siden slutten av 2018 hatt erfaring med tunge operasjoner i Europa på vår kontrakt med EMSA. Dette er droner over 200 kg. Vi valgte å ikke ta med disse i sammenligningen da det er svært komplekse operasjoner som har høy mobiliserings- og driftskostnad. Disse er rettet mot innsamlingskampanjer hvor vi kan ha utstasjonert drone og mannskap over en lengre periode med innsamling av store datamengder. Dagens systemer benytter vi til miljøovervåking langs den europeiske kysten med systemer utstasjonert i 3 måneder med fast mannskap i rotasjon hvor det til enhver tid er 2 piloter og 1 tekniker til stede. Systemet vil kreve en omfattende godkjennelsesprosess for slike operasjoner. For kartlegging av større områder kan denne plattformen være mer effektiv da den vil ha over 5 timers flytid.



Figur 14 Schiebel Camcopter S100

6.2 Sammenligningstabell

Analysen er basert på parameterene under. Se punkt «6.3 Faktorer benyttet i analysen», «6.4 Skalerbarhet og begrensninger i effektivitetsanalysen» og «6.5 Konklusjon» for kommentarer rundt analysen.

- Prosjektareal: 9 km²
- Leveranse ihht. kravspesifikasjonen
- Flyvning innenfor radiorekkevidde
- Flyvning under 120 meter

| | A | B | C | D |
|--------------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | Samme oppsett og parameter som benyttet i prosjekt | Samme oppsett, økt hastighet | Samme drone, annen sensor | Annen drone og annen sensor |
| Drone: | Nordic Unmanned Staaker BG200 | Nordic Unmanned Staaker BG200 | Nordic Unmanned Staaker BG200 | Terrahawk CW30 |
| Type drone: | Multirotor X8 | Multirotor X8 | Multirotor X8 | VTOL Fixed wing |
| Sensor: | miniVUX | miniVUX | VUX-1-UAV | VUX-1-LR |
| LiDAR Pulse Repetition Rate (PRR): | 100000 Hz | 100000 Hz | 550000 Hz | 820000 Hz |
| Speilets rotasjonshastighet: | 45 lps | 55 lps | 100 lps | 170 lps |
| LiDAR overlapp: | 20 % | 20 % | 20 % | 20 % |
| LiDAR skannevinkel (FOV): | 50 grader | 50 grader | 50 grader | 50 grader |
| Punktavstand: | 0,21 m | 0,26 m | 0,15 m | 0,16 m |
| Punkttetthet: | 25 pkt/m ² | 15 pkt/m ² | 40 pkt/m ² | 35 pkt/m ² |
| Flyhøyde over bakke: | 75 m (begrenset på sensor) | 75 m (begrenset på sensor) | 120 m (begrenset på regelverk) | 120 m (begrenset på regelverk) |
| Hastighet: | 10 m/s | 15 m/s (begrenset på drone) | 15 m/s (begrenset på drone) | 28 m/s (cruise hastighet) |
| Antall flyvninger: | 18 flyvninger | 13 flyvninger | 8 flyvninger | 2 flyvninger |
| Estimert effektiv flytid: | 400 minutter | 273 minutter | 176 minutter | 95 minutter |
| Økt effektivitet datafangst: | - | 27 % | 55 % | 75 % |
| Estimert samlet effektivitetsøkning: | - | 15 % | 30 % | 45 % |
| *Eksempelrater, for sammenligning: | 15.000 NOK per km ² | 12.750 NOK per km ² | 10.500 NOK per km ² | 8.250 NOK per km ² |

Tabell 1 Sammenligningstabell

*Eksempelratene er ikke reelle rater, disse er kun satt for å gi et situasjonsbilde på potensiell effektivitetsgevinst ved ulike systemkombinasjoner med droner. I reduksjon av eksemplratene er det kun tatt hensyn til reduksjon av operasjonell tid og prosessering av data. Tid for planlegging, mobilisering, rapportering, ulike hensyn til regelverk grunnet plattform, ulik kapitalkost på utstyr og forsikring er ikke differensiert i analysen og kan gi betydelig utslag på prisen.

6.3 Faktorer benyttet i analysen

6.3.1 Datafangst

Her ble antall flyvninger sammenlignet da det gir et mer riktig bilde sammenlignet med effektiv flytid.

6.3.2 Prosessering

Prosesseringen ble også tatt hensyn til i sammenligningen. Jo flere flyplaner, jo flere navigasjonsløsninger å prosessere. Matchingen tar også noe lenger tid, men langt fra like betydelig. Det er mulig å sammenslå flere flyvninger og prosessere navigasjonsløsningene samlet, men det er utfordrende når man avbryter flyplanen for å lande dronen for batteribytte. Dette gjør at navigasjonsløsningen ikke er like stabil og kan bli vanskeligere å prosessere samlet.

6.4 Skalerbarhet og begrensninger i effektivitetsanalysen

Tabellen er ikke direkte skalerbar grunnet de elementene som spiller inn i form av;

- 1) Systembegrensninger
 - a. Hastighet og flytid (drone)
 - b. Flyhøyde (sensor)
 - c. Radiorekkevidde

- 2) Regelverk
 - a. Flyrestriksjoner (BVLOS, urbane strøk, flyhøyde)
- 3) Topografi
 - a. Begrenset tilkomst
 - b. Forstyrrelser i radiokommunikasjon

Øker man størrelsen på prosjektområdet, plasserer prosjektområder i et topografisk utfordrende område eller et område med kompleks topografi vil verdiene begynne å se annerledes ut.

6.4.1 Avstand fra bakkestasjon til flyplan

Jo lenger borte en flyplan er i forhold til bakkestasjonen, jo mer tid går bort i transportetapper. Dersom vi skulle posisjonert oss i senter ved Hommersåk på én enkelt lokasjon, hadde de ytterste flyplanene krevd minst 15-20 % av batteritiden kun for transportetapper.

6.4.2 Begrensning i flyhøyde

Begrunnelsen for at sammenligningen er basert på 120 meter AGL er regelverket:

- **«§ 64.BLOS-flyging høyere enn 120 meter i luftrom klasse G**
BLOS-flyging høyere enn 120 meter i luftrom klasse G eller luftrom klasse G med etablert Radio Mandatory Zone (RMZ), kan kun skje i aktive fare- eller restriksjonsområder.

BLOS-flyging i luftrom klasse G med etablert Radio Mandatory Zone (RMZ) kan i særlige tilfeller likevel skje etter tillatelse fra flygeinformasjonstjenesten og på de vilkår som flygeinformasjonstjenesten setter. Flygeinformasjonstjenesten kan kun gi tillatelse til slik flyging hvis det er klart at flygingen kan gjennomføres sikkert og uten å hindre øvrig lufttrafikk.»
- **«§ 65.BLOS-flyging i kontrollert luftrom**
BLOS-flyging i kontrollert luftrom kan kun skje i aktive fare- eller restriksjonsområder.

BLOS-flyging kan unntaksvis skje utenfor fare- eller restriksjonsområde, etter klarering fra flygekontrolltjenesten og på de vilkår som flygekontrolltjenesten setter. Klarering skal kun gis hvis det kan etableres tilfredsstillende atskillelse mellom luftfartøyet som ikke har fører om bord og ethvert annet luftfartøy.»

På Hommersåk hadde det vært to alternativer for å kunne fly BLOS over 120 meter.

1. For å fly etter §64 må man forsøke å opprette et midlertidig fare- eller restriksjonsområde i luftrom klasse G. Dette har vi erfaring med på våre operasjoner med Camcopter S100, men det er en tidkrevende prosess som kan ta over 3 måneder å få godkjent av luftfartstilsynet. Dette krever helt spesielle hensyn med krav om egen CONOPS og SORA (mer beskrevet i seksjon om nytt regelverk) for å få godkjent, og vil være lettere med sertifiserte droner eller med mitigerende tiltak som for eksempel ADS-B transponder.
2. For å fly etter §65 kan man fly på minimum 1500ft for å komme opp i TMA som er kontrollert luftrom. Man må i et slikt tilfelle få dispensasjon til å operere etter klarering fra flygekontrolltjenesten som kan kreve lignende tiltak som over.

I dette prosjektet var sensoren vår høydebegrensningen for å levere ihht. nøyaktighetskrav DTM10, så en sammenligning over 120 meter hadde kun vært teoretisk. En VUX-UAV sensor har en anbefalt maksimal flyhøyde på 4-500 meter. En kjapp kalkulasjon med Staaker BG200 viser at Hommersåk kunne vært flydd på 3 flyvninger fra en slik høyde.

6.5 Konklusjon

6.5.1 Beskrivelse av resultatene

Sammenligningstabellen viser at valg av sensor og drone spiller inn på hvor effektiv kartlegging av et slikt område vil være. Økt hastighet og høyde gir bedre effektivitet så lenge sensoren tillater det. Analysen viser at en fixed wing drone har en høyest kalkulert effektivitet på et slikt prosjekt enn en multirotor drone grunnet den lengre flytiden og den økte hastigheten. Samtidig viser tabellen også at en sensor som tillater høyere flyvninger vil tillate multirotor å bli betydelig mer effektiv.

Disse ulike sensorene og dronene har dog sine fordeler og ulemper det ikke er tatt hensyn til. Ettersom radiorekkevidde og flyhøyderestriksjoner er aktuelle problemstillinger, er denne effektivitetsdifferansen ubetydelig i mange tilfeller. Dette kommer ikke frem i tabellen.

Kostnadsdifferansen mellom sensorene er over 1M NOK, og opp mot 2M NOK dersom man tar med fixed wing systemet. Dette betyr høyere kapitalkost for leverandørene som ikke er medregnet her.

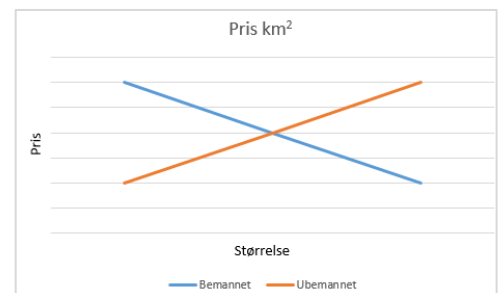
Fixed wing systemet er også mindre fleksibelt enn en multirotor og vil ha lavere sannsynlighet for å kunne operere innenfor regelverket i like mange tilfeller.

En multirotor kan fly med lavere hastighet og tillater høyere punkttetthet. Dronen kan benyttes til andre kartleggingsformål og kan for eksempel skanne kompliserte strukturer som bruer, bygninger osv. ved å fly lavere og øke FOV (360 graders FOV) uten fare for å kolliderer.

6.5.2 Sammenlignet med bemannet luftfart

I forhold til sammenligning med bemannet luftfart kommer det frem at leveringstid og punkttetthet er to viktige faktorer som påvirker pris. I eksemplene vi har fått tilsendt ligger kostnadene for bemannet luftfart på mellom 4500 og 12000 NOK per km² på områder i nedre skala av størrelse (20-40 km²).

For å kunne sammenligne realistisk effektivitet mot bemannet kartlegging slik som den forenklede grafen i Figur 15 trenger vi mer data. Det er for lite data fra droner tilgjengelig enda til å vite hva dette vil koste.



Figur 15 Udefinert krysningspunkt for bemannet/ubemannet

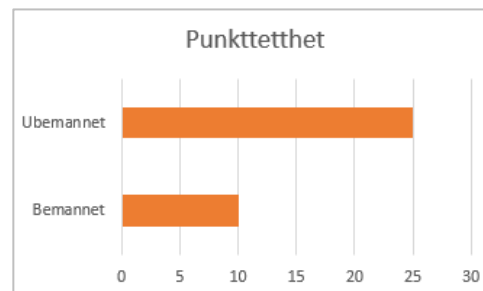
Dersom man har behov for høykvalitets data med god punkttetthet og kort leveringstid bestiller man kartlegging fra droner - har man behov for kartlegging av store områder på hundrevis av km² velger man kartlegging fra bemannede systemer.

6.5.3 Fordelen med droner

Laserdata fra droner gir blant annet følgende fordeler i forhold til bemannede systemer:

- Betydelig høyere punkttetthet
- Billigere mobilisering
- Lav pris fra første km²
- Raskere leveringstid
- Lavere klimaavtrykk

Punktettheten i dette prosjektet ble levert med over dobbel så høy tetthet som minimumskravet i FKB-laser-A. Dette gir en betydelig verdiøkning på sluttproduktet som ikke er tatt med i beregningene. Figur 16 viser forskjellen mellom punktsettheten til FKB-A laser og hva vi leverte med vårt system. Dette vil blant annet bidra til mer nøyaktige representasjoner av terreng og vil gi muligheten til å lage mer detaljerte modeller av bygninger og strukturer, så fremt punktavstanden som diskutert i punkt



Figur 16 Punktsetthet

4.2.4 Skannehastighet og punktavstand» blir overholdt.

Potensiell leveringstid etter utført skanning med etablerte rutiner kan være ned til noen få uker på slike prosjekter, mot flere måneder som virker å være normalt. Dette gir også en vesentlig verdiøkning i form av tilgjengelighet av ferskere data.

Droner allerede er godt egnet til å kartlegge små og mellomstore områder effektivt, og det vil bare bli bedre. Definisjonen på små og mellomstore områder vil nok endre seg, men man kan anta at 0-10 km² er små, og 10-50 km² er mellomstore områder. Teknologit utviklingen går raskt og denne rapporten kan være avleggs om kort tid, men hvilken retning utviklingen går og hvilket utstyr leverandører investerer i, er i stor grad drevet av hvilket behov markedet har og betalingsviljen for ny teknologi.

6.5.4 Regelverk

Luttfartsreguleringene for droner tilnærmer seg reglene for bemannet luftfart, men vil dog være forskjellige da de ikke har fører eller passasjerer ombord. En vil bruke erfaringene fra bemannet luftfart for å påse at risiko for hendelser og ulykker reduseres når volumet og kompleksitet av droneaktivitet øker. På slike oppdrag må mitigerende tiltak på plass før dette kan godkjennes av luftfartstilsynet, for eksempel i form av ADS-B transponder/mottaker, fallskjerm-løsninger, nattflyvning (for å redusere risiko) eller sertifiserte droner.

6.5.5 Radiokommunikasjon

Det er en utfordring at man som regel ikke klarer å oppnå oppgitt radiorekkevidde. Fixed wing systemet som er brukt i vårt eksempel har en oppgitt radiorekkevidde på 30 km. Godt egnet for operasjoner på flatt hav og ørken, men mindre egnet for kupert terreng med mindre man finner gode løsninger for plassering av bakkestasjon. Løsninger med satcom eller mobilnettverk vil bidra til å forenkle dette.

Går man ut ifra at man har et fartøy man kan fly BRLOS som samtidig har god flytid, vil dette fartøyet ha en stor fordel, spesielt på områder med kompleks topografi som hindrer radiosikt. Men samtidig kan det være utfordrende å forsvare å fly så lavt som 120 m AGL på topografiske komplekse områder.

7 Anskaffelsesmetoder for dronelaser

Laserkartlegging med droner er et verktøy som har åpnet opp for mulighetene å samle inn høykvalitets data på små og mellomstore prosjekter hvor anskaffelse med bemannede systemer i dag er svært kostbart med relativt lav punkttetthet. Over tid vil droner ta over mer av markedet til bemannede systemer, men det er avhengig av at droner får bedre rekkevidde (både i form av flytid og radiorekkevidde) og blir sertifisert til å kunne fly over urbane strøk på en trygg og forsvarlig måte, slik bemannet luftfart i dag opererer.

I dag anskaffes laserdata gjennom offentlige anskaffelser, for eksempel Geovekstprosjekter som administreres av Kartverket, og er tilrettelagt for bemannet luftfart både i form av etablerte standarder og omfang, samt størrelse. Med droner kan det åpnes opp for at mindre eller mellomstore områder legges ut til offentlig anskaffelse, eller det kan åpnes for at det kan gis tilbud på *deler* av større anskaffelser. Det er vanskelig å si eksakt hva som er små og mellomstore områder, men basert på tall fra dette prosjektet kan vi anta at små prosjekter vil strekke seg opp mot 10 km², og mellomstore opp mot 50 km² dersom områdene er egnede for droneflyvning.

Samtidig ser vi at det burde vært åpnet opp for endringer i standarder og veiledninger for å tilrettelegge for levering med droner. Den høye punkttettheten kan åpne opp for helt andre produkttyper ved slik kartlegging som gir høyere verdi for sluttbruker. Det bør sees på kravene til leveransen, for eksempel vurdere om det burde lages en veileder eller åpne opp for andre filformater som er mer tilrettelagt for programvarene til droneoperatører. Det samme gjelder for øvrig kriteriene for datafangst, vil det være en fordel å øke FOV? Slike spørsmål kan også besvares ved å kjøres flere geovekstprosjekter med droner hvor fokuset er å kartlegge hvilke endringer som er nødvendige med tanke på ulikheten på utstyr og teknologi mellom bemannet og ubemannet for å skape økt konkurranse.

Alternativ anskaffelsesmetode kan være en etatsrammeavtale der hvor databehovet er mer konkret og detaljert enn Geovekstforum har behov for. Dette er ikke ulikt rammeavtalen til Statens Vegvesen på DTM. For hver anskaffelse foregår det minikonkurranser hvor det kun kan benyttes godkjent utstyr og personell. Parter kan på en slik avtale ha tilgang til å utlyse minikonkurranser dersom de har behov for data i sin region, og med etablerte maler er det kjapt å få ut anbud til leverandører, både små og store, og det er enkelt for leverandører å levere inn tilbud. Det er også en viss forutsigbarhet på behovet av data og verdien av kontrakten i helhet.

Vi har gjennom dette testprosjektet vist at laserdata fra droner kan leveres ihht. Kartverkets standarder – men ønsker at det tilrettelegges for anskaffelser, eller lages rammeavtaler som er mer fordelaktig for droneoperatører enn det er i dag. Dette vil resultere i anskaffelser til lavere kost, med større fleksibilitet, høyere punkttetthet og gir sluttbrukere oftere oppdatert data enn i dag med mindre utslipp enn dagens bemannet luftfart.

8 Nytt EU-regelverk for droner

8.1 Introduksjon

Sommeren 2020 vil det bli innført nye forskrifter som vil påvirke den praktiske gjennomføringen av dronebruk i Norge. Denne fristen er grunnet nåværende COVID19 situasjon flyttet til Januar 2021. Det skal være 1 års overgangsperiode mellom nye og gamle regler.

De nasjonale reglene vil bli erstattet av en felles EU-forskrift for droner. Formålet med denne reformen er å skape et felles dronemarked i Europa med høyest mulig sikkerhetsnivå. I praksis betyr det at når en dronepilot har fått tillatelse til å fly i sitt opprinnelsesland, vil reglene gjelde for hele EU, noe som gjør det enklere for operatørene å operere på tvers av landegrensener. Dette krever imidlertid betydelig arbeid før dette kan skje. EUs regelverk vil dekke alle typer eksisterende og fremtidige droneoperasjoner.

Det gjennomsnittlige fokuset for disse nye forskriftene er først og fremst å sikre sikker drift av droner, legge til rette for borgernes personvernrettigheter og bidra til å løse sikkerhetsspørsmål og miljøhensyn. Det vil også fremme og hjelpe distribusjon av et ubemannet trafikkstyringssystem/UTM, U-space, og støtte utviklingen av droneoperasjoner i lavt luftrom, BVLOS operasjoner og over tettbyggede områder.

Regelverket er vedtatt og er nå inne i en overgangsperiode for gjennomføring. De nye forskriftene vil klassifisere droneoperasjonene i kategorier basert på de ulike risikonivåene i operasjonene. De nye forskriftene erstatter RO1, -2 og -3 med kategoriene "åpen", "spesifikk" og "sertifisert". De nye forskriftene gjør det mulig å redusere kravene til sikkerhetsavstand og at enkelte operasjoner kan utføres uten direkte godkjenning fra Luftfartstilsynet. Det nye regelverket gir nye muligheter. Dette gjøres ved å pålegge strengere krav til dokumentasjon og kompetanse.

8.2 Dagens regelverk frem til januar 2021

I dag har hvert land egne nasjonale forskrifter for droner som gjør det mer utfordrende når vi opererer utenfor Norge. Reglene og restriksjonene gjelder for alle RPAS-operatører, og er delt inn i 3 typer, RO1, RO2 og RO3, avhengig av hva slags aktiviteter som gjøres og vekten av dronen selv.

| Categories | Requirements | Specifications |
|------------|--|--|
| RO1 | RO 1 operators must notify the CAA Norway before starting up any new undertaking. Such notification shall contain information about the undertaking's name, address and contact information, as well as information about the type of aircraft that will be used. An RO 1 undertaking is an undertaking in which an aircraft will be operated exclusively within VLOS during daylight hours and subject to fixed safety distances | <ul style="list-style-type: none"> •with an MTOM of up to 2.5 kg and •a maximum speed of 60 knots |
| RO2 | RO 2 operators must obtain a license from the CAA Norway before starting up an undertaking. The application must be accompanied by a risk analysis and an operations manual. An RO 2 undertaking is an undertaking in which an aircraft will be used for VLOS or EVLOS operations during daylight hours and subject to fixed safety distances | <ul style="list-style-type: none"> •with an MTOM of up to 25 kg and •a maximum speed of 80 knots |
| RO3 | RO 3 operators must obtain a license from the CAA Norway before starting up an undertaking. A risk analysis and an operations manual must accompany the application. An RO 3 undertaking is an undertaking in which the aircraft | <ul style="list-style-type: none"> •have an MTOM of 25 kg or more, or •a maximum speed of 80 knots, or •is operated by a turbine engine, or •will be used for BLOS operations at altitudes of more than 120 meters, or •will operate in controlled airspace at altitudes of more than 120 meters, or •will operate over or in the vicinity of crowds of people |

Figur 17 Dagens kategorier for droneoperasjoner

8.3 Nytt regelverk fra januar 2021

Luftfartsmyndighetene i Europa jobber fremdeles med det nye regelverket og det norske luftfartstilsynet oppdaterer stadig sine hjemmesider med ny informasjon om det nye regelverket. Se [her](#) for oppdatert informasjon.

8.3.1 Kategorier

De nye reglene og forskriftene vil innføre tre driftskategorier (åpen, spesifikk og sertifisert) i forhold til risikonivået som er involvert i operasjonen.

Lavrisikoooperasjoner vil ikke kreve noen autorisasjon, men vil bli underlagt strenge operasjonelle begrensninger. For mellomrisikoooperasjoner må operatørene anskaffe en autorisasjon fra den nasjonale luftfartsmyndigheten på grunnlag av en standardisert risikovurdering eller et bestemt scenario. Til slutt, i tilfelle høyrisikoooperasjoner, vil klassiske luftfartsregler gjelde.

Det vil også være mulighet for medlemslandene å definere soner for å begrense tilgangen til visse luftrom eller tvert imot lette tilgangen. Ved å gjøre dette vil nasjonale særkrav bli adressert på det mest hensiktsmessige nivået. Registrering og autorisasjoner vil også bli implementert på nasjonalt nivå på grunnlag av felles regler

| Category of operations | Open •Risk low | Specific •Medium Risk | Certified •High risk |
|------------------------|---|---|--|
| Authorisation needed | none | authorisation from National CAA based on operational risk assessment or specific scenario | Authorisation from national CAA /EASA |
| uas | Compliant with commission delegated regulation on UAS | Compliant with requirements included in the authorisation | certified UAS |
| Operations allowed | Restricted to: •VLOS •Altitude <120m •Other limitations defined by commission regulation on UAS or national airspace zones | Restricted to: •Operations specified in the authorisation •Limitations defined by the national airspace zones | Controlled airspace U-space |
| Regulations | Commission Regulation on UAS operations in open and specific | | Revision of existing aviation regulation |
| | Commission delegated regulation on UAS | No regulatory requirement (UAS requirements included in the authorisation) | |

Figur 18 Risikonivå innenfor de nye kategoriene

| Categories | The new framework will introduce three categories of operations (open, specific and certified) according to the level of risks involved | |
|--------------------|--|---|
| Category | Drones | Requirements |
| Open Category | VLOS Below 120m | see table in open category tab |
| | performed with a privately built drone or a drone compliant with the technical requirements defined in the regulation. | |
| Specific Category | Operations involving drones of more than 25 kg and/or operated beyond visual line of sight will typically fall under the "specific" category | Before any operation •operators must either perform a risk assessment (using a standardized method – the SORA – that will be provided by EASA) and define mitigation measures or verify that they comply with a specific scenario defined by EASA (or the national aviation authority). •On that basis they will be able to obtain an authorization from the national aviation authority (in some cases a simple declaration may be enough). The authorization or the specific scenario will define the authorized operation and the applicable mitigation measures (drone technical requirements, pilot competence, etc.). |
| | Medium to high risk Controlled airspace | |
| Certified category | Large drones | Drones must be certified for their airworthiness, pilots shall be licensed, and safety oversight will be performed by the relevant National Aviation Authorities and EASA. |
| | High risk | EASA is currently working on the necessary amendments of existing regulations in order to accommodate drones. Particular elements of the high-risk UA operations are: •the approval of design, production and maintenance organisations; |
| | Controlled airspace | •air operator certificates; •operations of UA; and •licences of personnel. |

Figur 19 De nye kategoriene

| Operation | | Remote pilot competency (age according to MS legislation) | UAS | | | | UAS operator registration |
|------------------------------|---|--|--------------------|---------------------|--|--|------------------------------|
| Subcategory | Area of operation (far from aerodromes, maximum height 120 m) | | class | MTOM/ Joule (J) | Main technical requirements (CE marking) | Electronic ID/ geo awareness | |
| A1 Fly over people | You can fly over uninvolved people (not over crowds) | Read consumer info | Privately built | < 250 g | N/a | No | no |
| | | | C0 | | Consumer information, Toy Directive or <19 m/s, no sharp edges, selectable height limit | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> Consumer info online training online test | C1 | < 80 J or <900 g | Consumer information, <19m/s, kinetic energy, mechanical strength, lost-link management, no sharp edges, selectable height limit. | | |
| A2 Fly close to people | You can fly at a safe distance from uninvolved people | <ul style="list-style-type: none"> Consumer info online training online test theoretical test in a centre recognised by the aviation authority | C2 | < 4 kg | Consumer information, mechanical strength, no sharp edges, lost-link management, selectable height limit, frangibility, low-speed mode. | Yes + unique SN for identification | yes |
| A3 Fly far from people | You should: <ul style="list-style-type: none"> fly in an area where it is reasonably expected that no uninvolved people will be endangered keep a safety distance from urban areas | <ul style="list-style-type: none"> Consumer info online training online test | C3 | < 25 kg | Consumer information, lost- link management, selectable height limit, frangibility. | if required by zone of operations | |
| | | | C4 | | Consumer information, no automatic flight | | |
| | | | Privately built | N/a | | | |

Figur 20 Underkategorier innen "open" som viser begrensningene

8.3.2 Endringer som påvirker tillatelse til å kunne fly droner med nytt regelverk

De nye reglene og forskriftene:

- Ubemannede droner, uavhengig av deres vektklasse, vil kunne operere innenfor samme europeiske luftrom, sammen med bemannet luftfart.
- Enhetlige regler og prosedyrer.
- Karakteristikken ved droneoperasjoner bør være like trygge som for bemannede operasjoner.
- Teknologien for ubemannede droner vil gi en større mulighet for operasjonstyper, men kravene til luftdyktigheten til dronen vil være høyere for å sikre en sikker operasjon for personer og andre brukere av luftrommet.
- Reglene og prosedyrene som gjelder droneoperasjoner skal være proporsjonale med type og risiko for operasjonen eller aktiviteten og tilpasses driftskarakteristikkene til det berørte ubemannede luftfartøyet og egenskapene til operasjonsområdet, for eksempel befolkningstetthet, topografi, og tilstedeværelsen av bygninger.
- Risikonivåkriterier som brukes til å etablere de tre kategoriene bør bestemme risikoreduksjonen som er nødvendig for operasjonen.
- Regler og prosedyrer bør etableres for merking og identifisering av ubemannede droner og for registrering av operatører av ubemannede droner eller sertifiserte droner.
- Operatører av droner over 250 gram *må* registreres hos den nasjonale luftfartsmyndigheten.
- Noen områder, som sykehus, samlinger av mennesker, spesielle anlegg/installasjoner som straffeinstitusjoner eller industrianlegg, statlige instanser, naturvernområder eller visse typer av transportinfrastruktur eller andre samfunnskritiske områder kan være spesielt utsatte for noen eller alle typer droneoperasjoner. Hvert medlemsland bør kunne fastsette egne nasjonale regler med visse vilkår for operasjon av droner over slike områder av grunner som faller utenfor omfanget av dette regelverket, inkludert miljøvern, offentlig sikkerhet eller beskyttelse av personvern og personopplysninger i samsvar med loven.
- Gjeldende nasjonale dronesertifikater bør tilpasses sertifikater som oppfyller kravene i dette regelverket.

De nye kravene vil, som nevnt ovenfor, kreve mer forhåndsplanlagt arbeid fra operatøren. Operatøren må utarbeide flere dokumenter til norske luftfartsmyndigheter, inkludert CONOPS, SORA og ERP for å kunne forhåndsgodkjenne generiske operasjonstyper. Dette vil bli gjort på hver type drone som brukes av operatøren.

1. **CONOPS** (Concept of Operations) er et konseptdokument for operasjoner. Det beskriver egenskapene til et foreslått system som brukes til operasjonen og hvordan oppdraget utføres. Den brukes til å fremstille de kvantitative og kvalitative systemegenskapene til alle interessenter. En CONOPS utvikler seg normalt fra et konsept og er en beskrivelse av hvordan et sett med funksjoner kan anvendes for å oppnå ønskede mål eller en slutttilstand.
2. **SORA** (Specific Operations Risk Assessment) er en risikoanalysemetodikk tilpasset operasjoner med ubemannede luftfartøy utviklet av den internasjonale ekspertgruppen JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems). SORA er laget for å vurdere risikoen av droneoperasjoner på en helhetlig og standardisert måte. Ved første øyekast kan metodikken fremstå som kompleks, men resultatet av å benytte denne metodikken er enklere vurderinger for både operatøren og luftfartsmyndigheten.
3. **ERP** (Emergency Response Plan) er en beredskapsplan som gir retningslinjer å følge i tilfelle en ulykke eller hendelse med dronen.

De fleste av de fremtidige operasjonene til Nordic Unmanned vil falle i kategoriene spesifikk kategori og etterhvert i sertifisert kategori.

Krav for spesifikk kategori:

1. En droneoperatør blir pålagt å innhente en operasjonell tillatelse for den spesifikke operasjonstypen fra luftfartsmyndigheten i landet de er registret i. Her søker man om tillatelse til å drive en operasjonstype, en prosess ganske lik dagens RO2- og RO3 søknader.
2. Ved søknad om denne operative tillatelsen skal operatøren utføre en risikovurdering med SORA metodikken som skal legges ved søknaden som inkluderer tilstrekkelige skadebegrensende/mitigerende tiltak.
3. Luftfartsmyndigheten skal utstede en tillatelse dersom den anser at den operative risikoen som god nok.
4. Luftfartsmyndigheten skal spesifisere om den godkjente operasjonstypen gjelder:
 - Godkjenning av en enkelt operasjon eller en rekke operasjoner som er angitt i tid eller plassering(er) eller begge deler. Tillatelsen skal inneholde listen over mitigerende tiltak.
 - Godkjenning av en LUC (Light UAS operator certificate)
5. Når droneoperatøren sender en deklarasjon av et «standardscenario» til luftfartsmyndighetene i landet han er registrert, skal ikke operatøren bli pålagt å anskaffe en operasjonell tillatelse.
6. En operasjonell tillatelse eller en deklarasjon skal ikke være nødvendig for:
 - Droneoperatører som har en LUC med riktige privilegier.
 - Operasjoner utført innenfor rammen for modellflyklubber og foreninger som har mottatt en godkjenning fra luftfartstilsynet.

Krav for sertifisert kategori:

1. Operasjoner kan klassifiseres som droneoperasjoner i kategorien "sertifisert" dersom følgende krav er oppfylt:
 - a. Dronen er sertifisert
 - b. Operasjonen utføres under en av følgende forhold:
 - Overflyvning av folkemengder hvor dronen er lengre enn 3 m i én retning.
 - Innebærer transport av mennesker
 - Transport av farlig gods, som kan føre til høy risiko for tredjeparter ved ulykker
2. I tillegg skal droneoperasjoner klassifiseres i kategorien "sertifisert" der luftfartsmyndighetene vurderer at risikoen er for høy.

Standardscenarioer:

Standardscenarioer er forhåndsgodkjente fremgangsmåter til bruk for vanlige operasjonstyper med lav risiko innenfor spesifikk kategori. Når operasjonen drives etter et standardscenario er det tilstrekkelig at operatøren sender luftfartsmyndigheten en standardisert selverklæring om dette. En aktiv godkjenningssprosess hos luftfartsmyndigheten som leder opp til en autorisasjon er altså ikke nødvendig.

Disse vil gjøre prosessen svært forenklet for mange, men for kartleggingsformål over bebodde områder med BLOS flyvning som vi opererte med her, må man sende inn en fullstendig søknad. Man kan lese mer om de foreslåtte standardscenarioer for spesifikk kategori og hva disse innebærer [her](#).

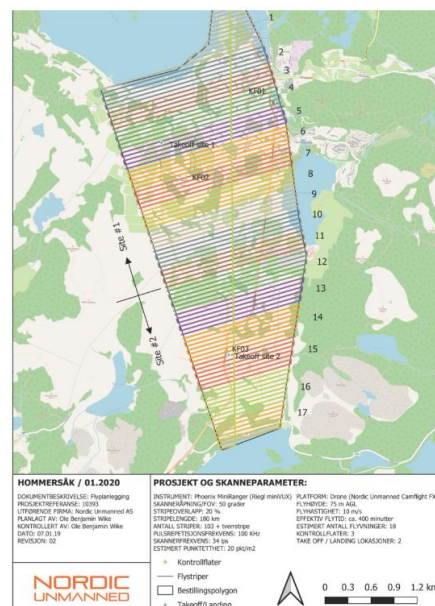
8.4 Hommersåk

8.4.1 Operasjonen gjort med dagens regelverk

Kartleggingen ved Hommersåk fulgte dagens regelverk. Nordic Unmanned er ISO 9001-sertifisert og har et eget kvalitetssystem som ivaretar sikkerheten på oppdrag ved å ha detaljerte sjekklister, vedlikeholdsprogrammer, operasjonsprosedyrer og risikoanalyse som er i tråd med forskriftene til Luftfartstilsynet for å kunne utføre oppdrag i kategorien RO3. Det er ikke et krav å være ISO sertifisert, men det sikrer at vi holder en høy standard på dokumentkontrollen vår som slik at vi er i tråd med regelverket til Luftfartstilsynet og samtidig leverer gode kvalitetssikrede produkter ut til kunder.

Vi har en godkjent operasjonsmanual for RO3 flyvninger hvor det blant annet står beskrevet operasjonstype for å fly kartlegging med laserdrone. Samtidig står det henvisninger til regelverket for BVLOS flyvninger og hvilke prosedyrer vi benytter for dette. Dette nevnte vi litt om i punkt «5 Datafangst «beyond visual line of sight» (BVLOS)» lenger oppe i rapporten. For denne operasjonstypen er det utført en generell risikoanalyse på forhånd, mens det i feltet utføres en lokal risikoanalyse. Sistnevnte sikrer at lokale forhold tas i betraktning på operasjonsdagen.

Alle flyvninger er registrert hos NSM (National Security Authority), dette er nødvendig for å samle inn data med LiDAR-sensor fra luften.



Figur 21 Flyplan for Hommersåk

8.4.2 Tilsvarende operasjon med nytt regelverk

For at fremtidig operasjon tilsvarende den som ble gjort ved Hommersåk skal kunne utføres med det nye regelverket, må flere ting på plass før noen av flyoppdrag kan utføres.

1. Forhåndsgodkjent operasjonstype fra norske luftfartsmyndigheter i henhold til riktig kategori som nevnt i avsnitt 8.3.2 Endringer som påvirker tillatelse til å kunne fly for type operasjon og drone som skal benyttes.
2. Forhåndsgodkjent CONOPS, SORA og ERP.
3. Forhåndsgodkjent luftrom forespurt i tråd med beskrivelse i ConOps- og SORA-kravene, for å oppfylle sikkerhetsretningslinjer for den planlagte operasjonen.
4. Overnevnte sett med dokumenter og godkjenninger utgjør det som kalles en «autorisasjon til å fly».

For å gjøre det mulig for myndighetene i ulike land å evaluere sikkerheten til de planlagte aktivitetene, er foreslått innhold og godkjente metoder utviklet og satt på plass. Disse er også en del av det nye regelverket som skal implementeres under myndighet av EASA (European Aviation Safety Agency).

ConOps (Concept of Operations) beskriver operatørens organisasjon og prosedyrer, og inkluderer beskrivelse av piloter, vedlikehold, drone og hvordan operasjonene planlegges. Det følger vanligvis følgende sammendragstabell med innhold:

Operasjonell relevant informasjon:

- Firmabeskrivelse og organisasjon
- Design og produksjon av RPAS
- Opplæring av ansatte
- Vedlikehold
- Mannskapet/Piloter
- Administrasjon av dronekonfigurasjon
- Operasjoner
- Formål
- Type operasjoner og luftrom
- Flyprosedyrer
- Flytilnærming
- Begrensninger for flyvninger
- Trening

Dronebeskrivelse:

- Systemoversikt og systemarkitektur
- Ubemannet luftfartøy
 - Ramme
 - Informasjon om oppheng og begrensninger av nyttelast
 - Vekt og tyngdepunkt
 - Motor
 - Elektronikk
 - Flykontroller og aktuatorer
 - Sensorer
- Dronens nyttelast
- Bakkekontrollstasjon (GCS)
- Infrastruktur for RPAS-kommunikasjon
- Autopilot
- Antikollisjonssystemer
- Operasjonsområde
- Radio Link
- Nødprosedyrer
- RPAS/ATC-kommunikasjon (ADS-B etc)

Følgende **SORA** er utarbeidet av Nordic Unmanned og er basert på referansedokumenter listet opp under (ikke er vedlagt):

JARUS (Joint Authorities for Rulemaking of Unmanned Systems) guidelines on Specific Operations Risk Assessment (SORA). Document JAR-DEL-WG6-D.04 Edition. 2.0 released on 30.01.2019 as well as the Annexes. A, B, C, D, E, I available at the date of the preparation of this document. The Annexes F, G, H and I are not available from JARUS as they are "in preparation" and not published yet. It is indicated hereafter too.

- Annex A: ConOps Guidelines on collecting and presenting system and operation information for a specific UAS operation, Version 1.0
 - Annex B: Integrity and assurance levels for the mitigations used to reduce the intrinsic Ground Risk Classes, Version 1.0
 - Annex C: Strategic Mitigation Collision Risk Assessment, Version 1.0
 - Annex D: Tactical Mitigations Collision Risk Assessment, Version 1.0
 - Annex E: Integrity and assurance levels for the Operational Safety Objectives (OSO), Version 1.0
 - Annex F: Supporting data for the Air Risk Model, In preparation
 - Annex G: Supporting data for the Air Risk Model, In preparation
 - Annex H: Unmanned Traffic Management (UTM) implications to SORA, In preparation
 - Annex I: Glossary, Version 1.0
-

Step #1: ConOps Description

The CONOP contains all the relevant technical, operational, and system information needed to assess the risk associated with the intended operation. It includes such things as the flight path, airspace, air and ground density maps, Air Navigation Service Provider (ANSP) interface, and other information related to the intended use of the UAS. For a complete description, see Annex A of the SORA

Step #2: The Intrinsic Ground Risk Class

The Intrinsic Ground Risk class (scaled from 1 to 10) is first determined, depending on the UAS weight and physical dimensions, (with indication of typical expected kinetic energy released upon ground) as well as the intended operation.

Note: This is where a smaller platform flying at slower speed will have an advantage over a larger platform flying at a higher speed

Step #3: The Final Ground Risk Class

The Final Ground Risk Class (that may be higher or lower than the intrinsic Ground Risk Class) is determined considering design aspects which may have a significant effect on the lethality of the drone and three mitigation measures (as described in Annex B):

Step #4: The initial ARC

The initial ARC (Air Risk Class) is assessed based on the airspace requested in the ConOps. The parameters that define the airspace class are: atypical (e.g. segregated) versus typical airspace, altitude, controlled by air traffic versus uncontrolled, airport environment versus non-airport, and airspace over urban versus rural environments.

Step #5: The Residual ARC

The Residual ARC is the residual air risk after applying strategic mitigation measures. Two types of strategic mitigations measures (as described in Annex C) exist in the SORA. Air risk mitigations are either operational restrictions (e.g. boundaries, time of operation) controlled by the UA operators or by structure of the airspace and the associated rules controlled by the relevant authorities. Strategic mitigations are applied before flight. Determination of ARC requires full coordination with and in agreement by the ANSP for the given operation

Step #6: Tactical Mitigation Performance Requirement (TMPR) and Robustness Levels

Tactical mitigations are applied during the conduct of the operation and are used to mitigate any residual risk of a mid-air collision that may remain after the strategic mitigations have been applied.

Tactical Mitigation Performance Requirements (TMPR) address the functions of Detect, Decide, Command, Execute and Feedback Loop (see Annex D), for each Air Risk Class. These mitigations range from simple, for example relying on UTM infrastructure, to more complex TSO (Technical Standard Order) DAA equipment that addresses the risk of non-cooperative air traffic (those without transponders) and cooperative air traffic.

Step #7: SAIL determination

A SAIL (scaled from I to VI) is then determined using the proposed CONOPs, and the consolidation of the final GRC and residual ARC.

Step #8: Identification of Operational Safety Objectives (OSO)

For the assigned SAIL, the operator will be required to show compliance with each of the 24 OSOs, although some may be optional for lower SAILs. Each OSO shall be met with a required Level of robustness (High, Medium or Low), depending on the SAIL. OSOs cover the following areas:

UAS Technical Issue

Deterioration of external systems

Human Error

Adverse environmental conditions

Integrity and Assurance Level Criteria (Low, Medium, High) for each OSO / SAIL level are provided in Annex E.

Step #9: Adjacent Area/Airspace Considerations

Compliance with safety requirements associated with technical containment design features required to stay within the operational volume regardless of the SAIL. This addresses the risk posed by an operational loss of control that would possibly infringe on areas adjacent to the operational volume whether they be on the ground or in the air.

Step #10: Comprehensive Safety Portfolio

A comprehensive Safety Portfolio is the SORA safety case submitted to the competent authority and the ANSP prior to final authorization. The Safety Portfolio contains the following information:

Mitigations used to modify the intrinsic GRC

Strategic mitigations for the Initial ARC

Tactical mitigations for the Residual ARC

Adjacent Area/Airspace Considerations

Operational Safety Objectives

If compliance with the required safety objectives is not achieved for the given SAIL, additional mitigation measures may be needed to further reduce the GRC or/and ARC or a change to the operational volume and CONOPS may be required

Beredskapsplanen, ERP, er en integrert del av SORA, da den bidrar til å potensielt redusere skadene i nødstilfeller og sikrer en fullstendig gjennomsliktig kommunikasjon til alle involverte parter.

Når alle disse er akseptert, vil det forhåndsplanlagte arbeidet bli enklere og mer forutsigbart:

1. En enkel risikovurdering vil bli gjort før operasjoner
2. Undersøkelse av operasjonsområdet
3. Skaffe NOTAM
4. Fly i henhold til operasjonell tillatelse luftfartstilsynet og restriksjoner i luftrommet.

8.5 Fremtiden

I fremtiden kan Nordic Unmanned på lignende oppdrag bruke en rekke ulike droner i vår portefølje - droner fra under 25 kg til over 150 kg, siden prosedyrene for å søke om tillatelse og operere disse vil være svært like.

De nye reglene og forskriftene vil åpne nye dører og øke mulighetene for en mer standardisere prosedyrer og operasjoner. Dette vil også kunne tillate droneoperatørene å fly sammen med, og kunne konkurrere med, bemannede fly og helikopter. Operatøren vil kunne bruke større droner og fly høyere enn dagens grense på 120 m AGL og fly BVLOS så lenge operasjonstypen er godkjent av Luftfartstilsynet.



Figur 22 Camcopter S100 med Riegl VQ®-820-GU (www.suasnews.com)

For hver ulike operasjonsscenario og/eller droneplattform, vil utarbeidelsen av ConOps- og SORA sette betingelsene for disse scenariene hvor det blant annet vil være ulikt risikonivå på bakken og i luften, såkalt «ground risk» og «air risk». Eksempler:

1. Vi kan for eksempel beskrive et kartleggingsscenario som skal utføres over et lite befolket område i begrenset luftrom reservert for den planlagte operasjonen og legge til store bufferområder over og rundt det planlagte flyområdet uten hindringer.
 - I dette scenariet vil bakke- og luftfartstilsynets faktorer være ganske lave, og kravene til risikoreduserende tiltak vil forbli ganske enkle.
2. I den andre enden av spekteret kan vi beskrive et kartleggingsoppdrag i et urbant område nær en flyplass med mange potensielle hindringer og potensielle flyforstyrrelserkilder.
 - Analysen av dette scenariet vil føre til identifisering av høy risiko på bakken så vel som i luften og kravene til tiltak, fra det tekniske så vel som for den operative siden, vil være svært høy. Avhengig av hvilke mitigerende tiltak som er tilgjengelig eller ikke fra både teknisk og operasjonelt perspektiv, kan dette medføre til en avvisning av Luftfartstilsynet dersom kravene ikke oppfyller nivået av robusthet og integritet som kreves. Det er da behov for å evaluere alternativer og samarbeide med tilsynet for å identifisere løsninger.

Dette er ikke så ulikt det som kreves når du flyr et bemannet fly. Et bemannet fly vil trolig ha enda større vanskeligheter med å bli autorisert til å fly i svært lav høyde under de samme forholdene, og med tanke på forskjellen i vekt og hastighet på begge plattformene kan trolig drone ha en liten fordel i slike situasjoner. Etterhvert som kompleksiteten i scenariet øker vil det kreves flere mitigerende tiltak.

Analysen av risiko og implementering av mitigerende tiltak som kreves for å fullføre SORA, dekker følgende elementer:

1. *Funksjonaliteten til drone*
2. *Forventet atferd i normale og unormale situasjoner– hvilke tiltak som er på plass for å komme seg etter systemfeil på alle nivåer*
3. *Robusthet av design, testing og produksjon av maskinvare og programvare*
4. *Tilstrekkelighet av vedlikeholdsplanen og utførelsen av kvalifiserte ansatte*
5. *Kompetanse, opplæring og erfaring fra dronepilottene*
6. *Eksisterende prosedyrer og prosesser for å sikre sikker drift til enhver tid både i feltet og innenfor operatørens organisasjon*
7. *Kvalitetskontroll av organisasjonen og dets prosesser ved regelmessige revisjoner og sertifiseringsprosess*

Når man sammenligner potensielle droneplattformer som kan benyttes til å utføre kartlegging, er det viktig å vite at jo større plattformen er, både i form av vekt og vingespenn, desto høyere vil risikofaktorene være for SORA-forberedelsene. Et multikopter som veier mindre enn 25 kg og har redusert hastighet og begrenset vingespenn vil kreve mindre mitigerende tiltak enn en fixed-wing drone med et stort vingespenn og høyere vekt, ettersom risiko både på bakken og i luften vil være ulik. Til sammenligning veier fixed wing dronen benyttet i effektivitetsanalysen 35 kg inkludert sensor. I enkelte av standardscenarioene står det beskrevet visse krav til lav hastighet og kun godkjent multirotor, dette viser at det vil være vanskelig å få godkjent fixed wing droner på visse operasjoner med en en grad av risiko dersom de ikke klarer å oppfylle de tekniske kravene.

8.6 Oppsummering

De nye reglene og forskriftene for droner vil kreve mer forberedelsesarbeid for operatøren ettersom både drone og operatøren må ha de planlagte operasjonene/scenariene godkjent før et oppdrag kan utføres. Tilgjengeligheten av luftrommet vil også spille en viktig rolle da tiden det tar å få tillatelser vil variere avhengig av hvilken type luftrom som vurderes.

En viktig del av den samlede evalueringen vil forbli kompetansen til operatøren og dets piloter og ansatte. Dronen i seg selv vil være en del av evalueringen, men til slutt vil gjennomføringen og ansvaret for mitigerende tiltak i stor grad ligge på operatøren.

Implementeringen av den nye forskriften i Europa er på vei og de ulike tilsyn har varslet utfordringer med å implementere alle elementene i tide, hovedsakelig på grunn av mangel på kvalifiserte ansatte i tillegg til den pågående situasjonen med Covid-19. Fristen er allerede utsatt til januar 2021, men den endelige implementeringsdatoen kan fortsatt endres på kort varsel. Men når dette er gjort, vil veien fremover bli mye enklere og vil tillate oss å operere i Europa mye mindre komplisert enn dagens regelverk.

Nordic Unmanned samarbeider tett med mange nasjonale luftfartsmyndigheter i Europa og kan utnytte sin erfaring for ulike droneplattformer til å forkorte godkjenningsprosessene. Vår organisasjon med tilhørende prosesser er basert på prinsipper fra bemannet luftfart og tilpasset mindre fly. Ettersom det meste av forskriften for droneoperasjoner er et resultat fra mer enn 75 år med bemannede luftfartsregler etablert av ICAO (International Civil Aviation Organisation) og EASA, er vi godt forberedt på å møte de kommende utfordringene.

Revisjonslogg

| Rev: | Dato: | Endret/godkjent av: | Endringer: |
|------|----------|---------------------|-------------------------------|
| 1 | 06.05.20 | Ole Benjamin Wike | |
| 2 | 18.05.20 | Ole Benjamin Wike | Små endringer i ulike avsnitt |