

Rapport

Status og potensiale for dronebasert teknologi for naturfare og infrastruktur

Oppsummering av bransjeseminar 13. januar 2015

Forfattere

Esten Ingar Grøtli

Aksel A. Transeth



SINTEF IKT

Postadresse:
Postboks 4760 Sluppen
7465 Trondheim

Sentralbord: 73593000
Telefaks: 73594399

postmottak.ikt@sintef.no
www.sintef.no
Foretaksregister:
NO 948 007 029 MVA

Rapport

Status og potensiale for dronebasert teknologi for naturfare og infrastruktur

Oppsummering av bransjeseminar 13. januar 2015

EMNEORD:
Drone
Naturfare
Infrastruktur

VERSJON
V01

DATO
2015-01-30

FORFATTERE
Esten Ingar Grøtli
Aksel A. Transeth

OPPDRAGSGIVERE
Jernbaneverket/NIFS

OPPDRAGSGIVERS REF.
224419

PROSJEKTNR
102008579

ANTALL SIDER:
20

SAMMENDRAG

NIFS (Naturfare, Infrastruktur, Flom og Skred) er et felles satsingsområde mellom etatene Jernbaneverket, Norges vassdrags- og energidirektorat og Statens vegvesen. SINTEF har i samarbeid med NIFS avholdt et bransjeseminar innen droneteknologi for naturfare og infrastruktur i Trondheim 13. Januar 2015. Bransjeseminalet inneholdt både presentasjoner og paneldiskusjon med deltakere fra verdikjeden innen droneteknologi. Denne rapporten gir en oppsummering av seminaret, samt betraktninger gjort basert på det som ble presentert og diskutert på seminaret. Dette inkluderer blant annet: Et regelverk for dronebruk i Norge er på trappene. Fotogrammetri er en moden teknologi innen bruk av droner og forsøk med bl.a. laser gjøres. Laser kan gi fordeler henholdsvis innen bl.a. nattooperasjoner og i områder med f.eks. mye løvverk. Håndtering av data fra oppdrag med droner kan være utfordrende og det er et ønske fra sluttbrukerne om at denne dataen kan nyttiggjøres direkte i deres datasystemer. Effektiv bruk av slik data vil kreve tilpasninger fra leverandører og reviderte arbeidsprosesser hos sluttbruker. Det ble poengtert at et nært samarbeid mellom aktørene i verdikjeden er viktig for effektiv utnyttelse av de muligheter som droneteknologi gir.

UTARBEIDET AV
Esten Ingar Grøtli

SIGNATUR


KONTROLLERT AV
Anders Gylland

SIGNATUR


GODKJENT AV
Sture Holmstrøm

SIGNATUR


RAPPORTNR
SINTEF A26687

ISBN
978-82-14-05888-8

GRADERING
Åpen

GRADERING DENNE SIDE
Åpen

Innholdsfortegnelse

1	Introduksjon.....	3
1.1	Bakgrunn	3
1.2	Om etatene	3
1.3	Omfang og innhold	3
1.4	Ordlister og forkortelser.....	4
1.5	Bidragstypene	4
1.6	Disposisjon av denne rapporten	4
2	Program for bransjeseminar	5
3	Oppsummering av presentasjoner på seminaret.....	6
3.1	Introduksjon fra NIFS-etatene – bakgrunn og framtidssikter	6
3.2	Erfaringer og framtidssikter fra Luftfartstilsynet – en premissegiver for dronebruk.....	6
3.3	Resultat fra kartlegging av erfaringer og potensialet for droneteknologi	7
3.4	Erfaringer og framtidssikter etter 1 års operasjonell dronebruk i Hålogaland Kraft	8
3.5	Experiences, possibilities and outlook: RPAS for industrial inspection and land surveying.....	9
3.6	Måling av snødybde, fuktighet og lagdeling ved bruk av RPAS og satellitt	9
3.7	Muligheter og utfordringer ved bruk av droner for kartlegging med fotogrammetri og Lidar ...	10
3.8	Håndtering av informasjon fra RPAS.....	11
3.9	Bruk av droner under krevende forhold: Erfaringer og framtidssikter	11
4	Oppsummering av paneldebatt på seminaret.....	13
5	Betraktninger etter seminaret	17
6	Referanser.....	20

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn

Prosjektet NIFS (Naturfare, Infrastruktur, Flom og Skred) er et samarbeid mellom Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Jernbaneverket (JBV) og Statens vegvesen (SVV). Prosjektperioden er 2012-2015. I prosjektet tas det sikte på å samarbeide om felles utfordringer knyttet til naturfare som skaper problemer for infrastruktur og samfunnsikkerhet. Etatene i NIFS har mange av de samme utfordringene, enten det gjelder flom, skred eller uvær. Samtidig har hver etat gjerne «sin» måte å håndtere slike situasjoner, og de ser at det er behov for økt kommunikasjon og samhandling. Prosjektet har som hovedmål å øke kunnskapsutvekslingen og kommunikasjonen. Se www.naturfare.no. I NIFS søkes det etter gode, effektive og fremtidsrettede løsninger for overvåkning, kartlegging og varsling av naturfare. Droneteknologi har potensialet til å utgjøre del av disse løsningene og dette er temaet for denne rapporten.

1.2 Om etatene

Jernbaneverket (JBV) er statens fagorgan for jernbanevirksomhet. Jernbaneverkets oppgave er å tilby togselskapene i Norge et sikkert og effektivt trafikksystem gjennom å planlegge, bygge ut, drifte og vedlikeholde det statlige jernbanenettet inkludert stasjoner og terminaler. I tillegg har Jernbaneverket ansvaret for den daglige styringen av togtrafikken og trafikkinformasjon til de reisende i forkant av reisen. Informasjon om Jernbaneverket finnes på www.jbv.no.

Statens vegvesen (SVV) har ansvaret for planlegging, bygging, drift og vedlikehold av riks- og fylkesvegnettet og tilsyn med kjøretøy og trafikanter. Etaten utarbeider også bestemmelser og retningslinjer for vegutforming, vegtrafikk, trafikkopplæring og kjøretøy. Etaten har ansvaret for riksvegferjetilbudet. Informasjon om Statens vegvesen finnes på www.vegvesen.no.

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er et direktorat under Olje- og energidepartementet. NVEs mandat er å sikre en helhetlig og miljøvennlig forvaltning av landets vannressurser, fremme effektive energimarkeder og kostnadseffektive energisystemer og bidra til effektiv energibruk. Direktoratet spiller en sentral rolle i den nasjonale flom beredskapsplanlegging og bærer overordnet ansvar for å opprettholde nasjonale strømforsyninger. Fra 2009 er NVE tildelt større ansvar for forebygging av skader forårsaket av ras. NVE er engasjert i forskning og utvikling i sine områder og er det nasjonale kompetansesenteret for hydrologi i Norge. Informasjon om NVE finnes på www.nve.no.

1.3 Omfang og innhold

På vegne av NIFS har SINTEF fått som oppdrag å kartlegge status og potensiale for dronebasert teknologi, spesielt med tanke på anvendelser innen naturfare og infrastruktur. Begrepet droneteknologi er i denne rapporten avgrenset til luftfartøy og bakkefartøy i henhold til oppdragets spesifikasjon. Følgende aktiviteter har inngått i oppdraget:

- Aktivitet 1: Kartlegging av status og dokumenterte erfaringer ved bruk av droneteknologi, både generelt og spesielt for overvåkning av naturfare og infrastruktur.
- Aktivitet 2: Kartlegging og evaluering av potensial for bruk av droneteknologi til overvåkning og varsling av ras, skred og flom, samt infrastruktur. Denne aktiviteten vil omfatte kartlegging og evaluering av potensial for bruk av droneteknologi til overvåkning og varsling av ras, skred og flom, samt infrastruktur. Både muligheter og utfordringer, samt relevante pågående forsknings- og utviklingsinitiativ, vil belyses. Vurderingene vil omfatte praktiske aspekter som mobiliseringstid og brukervennlighet samt hensyn som økonomi, juridiske og tekniske forhold, sikkerhet, osv.
- Aktivitet 3: Planlegge, arrangere og rapportere et bransjeseminar hvor kunnskapsstatusen presenteres og debatteres.

Aktivitet 1 og 2 har resultert i [1], mens denne rapporten oppsummerer Aktivitet 3, dvs. bransjeseminarer som ble avholdt i Trondheim 13. januar 2015 i regi av etatene i NIFS og SINTEF. Bransjeseminarer samlet omkring 130-140 deltakere fra hele verdikjeden inkludert teknologi- og tjenesteleverandører, forskning og utvikling, sluttbrukere og premissgivere.

1.4 Ordliste og forkortelser

Under listes en del typiske forkortelsene som brukes i forbindelse med droneteknologi, samt noen forslag til oversettelser på relevante ord og uttrykk som typisk kun brukes på engelsk selv i det norske språket. Listen er sortert alfabetisk etter engelsk ord/uttrykk.

Engelsk		Norsk
Forkortelse	Navn	Navn
AIC	Aeronautical Information Circular	
BLOS	Beyond-line-of-sight	Utenfor siktrekkevidde
	Fixed-wing aircraft	Fastvingefly
	Multicopter	Multikopter
RPA ¹	Remotely Piloted Aircraft	
RPAS ¹	Remotely Piloted Aircraft System	
RPS	Remote Pilot Station	Fjernstyringspilotstasjon
	Rotary wing aircraft	Rotorvingeluftfartøy
UAS ¹	Unmanned aerial system	
UAV ¹	Unmanned aerial vehicle	Luftfartøydrone
VR	Virtual Reality	Virtuell virkelighet
VLOS	Visual line-of-sight	Siktrekkevidde

1.5 Bidragsytere

Vi ønsker å takke følgende for innspill, diskusjon og andre bidrag i forbindelse med prosjektet: Børge Nilsen (JBV), Torgeir Vaa, Bjørn Kristoffer Dolva, Marie Haakensen (SVV), Martin Nørman Jespersen, Brigit Samdal (NVE), Ed McCormack (University of Washington), Kjell Arne Skoglund, Anders Gylland, Ida Soon Brøther Bergh (SINTEF Byggforsk), Petter Risholm (SINTEF IKT), og Thomas Engen (SINTEF Teknologi og samfunn).

1.6 Disposisjon av denne rapporten

Det resterende av denne rapporten er delt inn i følgende kapitler:

- Kap. 2: Program for bransjeseminarer.
- Kap. 3 og 4: Oppsummering av presentasjoner og paneldiskusjonen.
- Kap. 5: Betragtninger i etterkant av seminarer.

¹ UAV refererer ofte kun til fartøyet, mens UAS brukes gjerne om hele "systemet" som inkluderer fartøyet, alt av sensorer, bakkeinfrastruktur, etc. RPA og RPAS brukes, særlig i juridiske sammenhenger, for å fremheve at det er en menneske, en pilot, som er ansvarlig for dronen og eventuelle hendelser dronen måtte være involvert i. Dette skillet er ikke entydig, og noen tilfeller brukes begrepene om hverandre.

2 Program for bransjeseminar

Bransjeseminar ble avholdt på Radisson Blu Royal Garden Hotel i Trondheim 13. januar 2015.

Programmet for seminaret var som følger:

09:30	<i>Registrering og kaffe</i>	13:00	Måling av snødybde, fuktighet og lagdeling ved bruk av RPAS og satellitt <i>Rune Storvold, NORUT</i>
10:00	Introduksjon fra NIFS-etatene – bakgrunn og framtidssikter <i>Anne Britt Leifseth, NVE</i>	13:20	Muligheter og utfordringer ved bruk av droner for kartlegging med fotogrammetri og Lidar <i>Niels Christian Moen, Bygg Control AS</i>
10:20	Erfaringer og framtidssikter fra Luftfartstilsynet – en premissgiver for dronebruk <i>Bente Heggedal, Luftfartstilsynet</i>	13:40	Håndtering av informasjon fra RPAS <i>Ragnvald Otterlei, SIMICON</i>
10:40	Resultat fra kartlegging av erfaringer og potensialet for droneteknologi <i>Esten Ingar Grøtli, SINTEF IKT</i>	14:00	<i>Pause</i>
11:00	<i>Pause</i>	14:20	Bruk av droner under krevende forhold: Erfaringer og framtidssikter <i>Vegard Hovstein, Maritime Robotics</i>
11:20	Erfaringer og framtidssikter etter 1 års operasjonell dronebruk i Hålogaland Kraft <i>Lars Sletten, Hålogaland Kraft</i>	14:40	Paneldebatt innen erfaringer med og potensialet for droneteknologi ifm naturfarer og infrastruktur <i>Debattleder: Brigit O. Samdal, NVE</i>
11:40	Experiences, possibilities and outlook: RPAS for industrial inspection and land surveying <i>Stuart Thomas, Cyberhawk</i>	15:50	Oppsummering og avslutning <i>NIFS</i>
12:00	<i>Lunsj</i>	16:00	Seminaret er slutt

3 Oppsummering av presentasjoner på seminaret

Dette kapitlet er en oppsummering av presentasjonene på bransjeseminaret. Fullstendige presentasjoner kan lastes ned fra www.naturfare.no.

3.1 Introduksjon fra NIFS-etatene – bakgrunn og framtidsutsikter

Foredragsholder: Anne Britt Leifseth representerer NVE og styringsgruppa til NIFS.

NIFS er et felles satsningsområde mellom Jernbaneverket, Norges vassdrags- og energidirektorat og Statens vegvesen, med en definert prosjektperiode mellom 2012 og 2015. Satsningsområde er delt inn i sju delprosjekter:

- Naturskadestrategi
- Beredskap og krisehåndtering
- Kartlegging, arealbruk og ROS-analyser
- Overvåking og varsling
- Flom og overvannshåndtering
- Kvikkleire
- Skred og flomsikring.

Mange rapporter har blitt publisert i NIFS, og NIFS har en rekke samarbeidspartnere. I stortingsmelding 15/2012 om nasjonal strategi for flom og skred pekes det på at det er en rekke relevante aktører, bl.a. Politidirektoratet, JBV, Direktoratet for Samfunnssikkerhet og Beredskap (DSB), SVV, Meteorologisk institutt (MET), Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), samt utdannings- og forskningsmiljøene. Kommuner, fylkeskommuner, private konsulenter og grunneiere har alle sin rolle i arbeidet for at flom- og skredrisikoen blir håndtert best mulig. Det er også viktig at staten i sin utvikling av felles strategier og tiltak involverer og sørger for medvirkning av relevante aktører.

Flommen på Vestlandet i slutten av oktober 2014 er blant hendelsene som tyder på at effekten av klimaendringene allerede er her. Vestlandet er også den delen av landet det forventes at flommene skal øke mest fremover som følge av et endret klima. Det blir et viktig arbeid å finne ut hvordan man jobber med klimatilpasning i fremtiden, med tanke på at dagens klima gir store nok utfordringer. Det blir viktig å ta i bruk ny teknologi, og droneteknologi gir mange muligheter. Aktuelle anvendelser for droner vil være innen:

- Registrerings- og kartleggingsarbeid
- Planleggingsfase av tiltak (kart og bildemateriell)
- Byggefase (dokumentasjon)
- Sluttdokumentasjon av anlegg
- Inspeksjon av infrastruktur
- Beredskapshendelser (f.eks. inspeksjon og kartlegging i forbindelse med flom og skred)
- Forsyningssikkerhet (f.eks. automatisk inspeksjon av kraftnettet).

3.2 Erfaringer og framtidsutsikter fra Luftfartstilsynet – en premissgiver for dronebruk

Foredragsholder: Bente Heggedal representerer Luftfartstilsynet. Luftfartstilsynet er et uavhengig forvaltningsorgan med myndighetsansvar innen norsk sivil luftfart, men er direkte underlagt og rapporterer til Samferdselsdepartementet.

Med tanke på Luftfartstilsynets ansvar, så er det viktig å være proaktiv i forhold til uønskede hendelser. Adgangskontroll, virksomhetstilsyn og regelverksutvikling er blant Luftfartstilsynets kjerneoppgaver. Adgangskontroll skjer i forhold til organisasjoner, luftfartøy, materiell og personer som enten er ansatt eller

søker ansettelse i sivil luftfart, og det gjennomføres ulike former for kontroll før et tilsynsobjekt blir godkjent og rettighetsdokument utstedt. Virksomhetstilsyn utgjør i hovedsak planlagte inspeksjoner av ulike grupper tilsynsobjekter med tanke på nasjonale og internasjonale krav til flysikkerhet. Luftfartstilsynet driver også med regelverksutvikling, og arbeider bl.a. med en forskrift for bruk av luftfartøydroner, eller Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) som er den presise terminologien som brukes av luftfartstilsynet.

Det siste tallet på godkjente RPAS operatører er 206, hvorav 14 er utenlandske. I EU finnes det 1500 godkjente, noe som betyr at Norge har mange godkjente operatører sett i forhold til folketallet.

Formålet med operasjonstillatelsen er i 70 % av tilfellene å ta bilder og film, primært gjelder det fotografering av bygninger. 10 % av tillatelsene gjelder også for BLOS (Beyond Line-of-Sight) operasjoner.

Snart kommer en forskrift, som er en spesiallovgivning om RPAS. Deretter vil det bli en offentlig høringsrunde hvor alle kan komme med innspill til forskriften. Forskriften vil baseres på tre faktorer: Egenvekt og kompleksitet av RPAS, operasjonskompleksitet (f.eks. VLOS (Visual Line-of-Sight) eller BLOS), og folketetthet der operasjonen skal foregå. Det foreslås tre nivåer. Det første nivået (ROC-1) vil gjelde mindre RAPS (vekt/størrelse ble ikke oppgitt på seminaret) og det vil bli foreslått at det ikke blir nødvendig med godkjenning, men at det kun rapporteres til Luftfartstilsynet. Krav og restriksjoner vil bli definert i forskriften. ROC-2 vil være et mellomnivå for RPAS, mens ROC-3 vil gjelde for større RPAS. Det vil være strengere krav til operasjoner i disse sistnevnte kategoriene. Hvis alt går etter planen så trer forskriften i kraft i september 2015.

3.3 Resultat fra kartlegging av erfaringer og potensialet for droneteknologi

Foredragsholder: Esten Ingar Grøtli representerer SINTEF IKT. SINTEF IKT er et konsernområde i SINTEF, lokalisert både i Trondheim og Oslo, og som utfører forskning innen informasjons- og kommunikasjonsteknologi for industrien og det offentlige.

Presentasjonen er en oppsummering av [1], og den interesserte leser anbefales å lese hovedrapporten [1] for detaljer. Fordelen med bruk av droner er at de gir visuell oversikt over vanskelig tilgjengelige områder, at man på få plassert sensorer nærmere objektet som er av interesse, de medfører mindre fare for personell, er mindre ødeleggende ved kollisjon sammenlignet med bruk av større bemannede luftfartøy, kan være billigere enn konvensjonelle metoder, og de kan bidra til repeterbarhet av målinger og til automatisert datainnsamling. Ulempene er at resultatet nødvendigvis ikke blir bedre, droner har skapt problemer i krisesituasjoner og det finnes utfordringer rundt personvern. Videre kan regelverk være begrensende. Droner kan være lite robuste mot dårlig vær, krever som oftest dekning fra satelittnavigasjonssystemer og kan kreve mye infrastruktur. I tillegg finnes det mange eksempler på at luftfartøydroner kan være dyre. Potensiale for bruk av droner innen naturfare er til overvåking av forskjellige typer skred, til oversikt ved flom, til rutinemessig oppdrag, og for å bygge midlertidig kommunikasjonsnettverk i nødtilfeller. Potensialet for bruk av droner innen infrastruktur gjelder anleggsarbeid langs vei og jernbane, til inspeksjon av tunneller, bruer, snøskjermer og tunellportaler, til inspeksjon av infrastruktur som ligger et stykke fra vei eller jernbane og til infrastruktur i bratt terreng, eller som tilstøter vann. Droner kan også brukes der det er trangt, vanskelig, eller uønskelig å sende mennesker, som i visse gruverom og i oljelager, og de kan brukes til visuell inspeksjon ved feilmeldinger.

SINTEF anbefaler at den arrangeres testforsøk med norske- og utenlandske system- og tjenesteleverandører for

- å utforske de teknologiske mulighetene for luftfartøydroner til å bidra med naturfarer som snøskred, jordskred, flom, etc., samt
- for å fremskaffe opplysninger relatert til de institusjonelle og økonomiske mulighetene luftfartøydroner har som et verktøy for å støtte NIFS i sine operasjoner.

Videre anbefales det at NIFS etatene bygger et tett samarbeid med tjenesteleverandører, at de utnytter eksisterende kompetanse og infrastruktur for behandling av sensordata, og at de involverer seg i prosjekter

for laser- og radarteologi, for feiltolerante navigasjonsløsninger, og for robuste kommunikasjonsløsninger med god rekkevidde og høy kapasitet.

Når det gjelder eierskapsmodell så anbefales det at SVV, JBV og NVE har sine egne droner for inspeksjon og kartlegging i beredskapssituasjoner. For rutinemessig kartlegging og inspeksjon bør det vurderes en kombinasjon av tjenester kjøpt av tjenestetilbydere samt tjenester utført av NIFS-etatene.

Kartleggingsprosjekt over større områder bør sannsynligvis fortsatt gjøres med konvensjonelle bemannede fly og helikoptre der det er teknisk og geografisk mulig, eventuelt så kan det være opp til tjenesteleverandør å avgjøre hva som er mest hensiktsmessig.

Med tanke på arbeidsprosesser så er det viktig at etatene får på plass prosesser som strømlinjeformer bruken av droneteknologi, og at de tar i bruk informasjon på en effektiv måte og innlemmer den i organisasjonens arbeidsprosesser.

3.4 Erfaringer og framtidsutsikter etter 1 års operasjonell dronebruk i Hålogaland Kraft

Foredragsholder: Lars Sletten, Hålogaland Kraft (HLK). Hålogaland Kraft er et regionalt selskap som produserer, transporterer og selger strøm, i tillegg til å satse på informasjons- og kommunikasjonsteknologi.

I etterkant av foredraget ble det laget en artikkel i Adresseavisen om Hålogaland Krafts droneaktivitet, [2].

Typiske oppdrag som utføres av HLK i dag er linjeinspeksjon (dvs. linjebefaring og toppbefaring), inspeksjon av rørgate og dam, samt generell flyfoto. Linjebefaring beskrives som vanskelig og hvis dette beherskes så behersker man alt. Effektiv linjeinspeksjon forutsetter BLOS-godkjenning.

Det er et betydelig potensial for kostnadsbesparelser ved å ta i bruk droner. Det vises til et eksempel med visuell inspeksjon av rørgate med videoproduksjon i meget bratt og ulendt terreng. Tiden forbrukt ved effektiv jobb tyder på at kostnadsutgiftene er 15 ganger mindre ved bruk av drone. Dette involverer ikke utgifter til utstyr og utdanning av personell, men selv om disse inkluderes antas det likevel at kostnadene blir to til tre ganger mindre.

Den nyeste dronen som brukes er en Vulcan X med flytid på over 30 minutter og en rekkevidde på 12 km. Multikopter er å foretrekke i all hovedsak for HLKs oppdrag, da det er en stabil plattform med evne til å stå rolig selv i turbulens. Videre er de fleksible med tanke på nyttelast, og kan starte og lande i røft terreng. Andre viktige egenskaper for en feltdrone er stort kraftoverskudd, at den er så stor som mulig da tyngde gir stabilitet, at den er kompakt med et sentralt tyngdepunkt, transportabel gjerne sammenleggbar, har robust og stiv ramme og har evne til å fly i nedbør og mørke. Det er dessuten viktig å kunne operere i dårlig vær, og de har operert i vind på opptil 18 m/s.

For å lykkes med droneoperasjoner er det viktig med høyt motiverte og veltrente piloter. HLK utdanner sine egne dronepiloter, og utdannelsen har fem steg med trening hvor hvert steg har en teoretisk og praktisk prøve. Operasjonsmanualen er for eksempel på 450 sider, og de har foreløpig ikke hatt en eneste hendelse.

Nye oppdragstyper som HLK ser for seg omfatter termografering som er under innfasing, og kartproduksjon/landmåling. Disse oppdragstypene medfører at man må ta i bruk ny teknologi. IR kamera brukes for å avdekke feil, som vises gjennom økt varmetutvikling. Laserteknologi vil bli brukt i forbindelse med vegetasjon og råtekontroll.

3.5 Experiences, possibilities and outlook: RPAS for industrial inspection and land surveying

Foredragsholder: Stuart Thomas representerer Cyberhawk. Cyberhawk er det største kommersielle selskapet for fjernmåling og inspeksjon ved bruk av luftfartøydroner i Europa.

Cyberhawk ble startet i 2008, opererer i Europa, Midtøsten, Asia og Afrika, og har hatt over 8000 kommersielle flyvninger fram til i dag. Deres oppfatning er at kravene til droneoperatører burde være høyere. Cyberhawk opererer med fire nivåer av pilotsertifisering over britiske luftfartsmyndigheters nivå. Cyberhawks høyeste nivå er for offshore inspeksjon.

Hovedsegmentet av oppdrag gjelder inspeksjon av infrastruktur, slik som kraftledninger, kraftstasjoner, transmisjonstårn, og infrastruktur innen olje- og gasssektoren. Cyberhawk har gjort flere inspeksjoner av flammestårn, deriblant på norsk sokkel. Ved inspeksjon av høyspentmaster tas det 50 til 100 bilder per mast. Det er utarbeidet en standard for hva som kan kategoriseres som en defekt i samarbeid med oppdragsgiver. Denne brukes som grunnlag for utarbeidelse av plan for innsamling av data. Videre lages det en matrise over resultatene som gir en helhetlig oversikt over tilstanden til høyspentmastene som er blitt undersøkt. Et web-basert verktøy er utviklet av Cyberhawk for å få opp oversiktsbilde over mastene som er blitt inspisert, samt klikke på en spesifikk mast i bilde og få opp en illustrasjon av masten sammen med bilder som er blitt tatt av den.

Foruten inspeksjonsoppdrag så er det i tillegg er det en god del oppdrag innenfor landoppmåling. Et eksempel gjelder et område i Skottland hvor trær hadde blitt hogd ned og hvor grunnen hadde blitt ustabil på grunn av mye nedbør.

I fremtiden vil BLOS operasjoner bli viktig. Cyberhawk anser at den nødvendige droneteknologien allerede er eksisterende med tanke på f.eks. utholdenhet, telemetri og baneplanlegging, mens lovgiving er den begrensende faktoren. I Storbritannia så er VLOS operasjoner begrenset til 500 meter. BLOS operasjoner har store fordeler med tanke på inspeksjon av jernbaneskinner, rørgater og kraftledninger. Viktige katalysatorer vil være en framtidrettet lovgivning, samt bedre systemer for kollisjonsunngåelse.

Laserskannere er en sensorteknologi som ennå ikke er full ut tilgjengelig på luftfartøydroner, men som bør utforskes og sammenliknes med fotogrammetri. Det vil sannsynligvis være en avveining mellom nøyaktighet, vekt og kostnad.

3.6 Måling av snødybde, fuktighet og lagdeling ved bruk av RPAS og satellitt

Foredragsholder: Rune Storvold representerer Norut og NTNU. Norut er et nasjonalt institutt for anvendt forskning og innovasjon og samfunnsvitenskap, og er organisert som et konsern med virksomhet i Tromsø, Alta og Narvik. NTNU har hovedansvaret for den høyere teknologiutdanningen i Norge.

Norut leder Senter for fjernmåling av snøskred og Arktisk senter for ubemannede fly. Sistnevnte er knyttet til beredskap og miljøovervåking i Arktis, og ønsker å utvikle ny og bedre teknologi og metodikk for fjernmåling fra luftfartøydroner. Blant annet jobbes det med å bygge helikopter på 20 kg for å kunne løfte snøradar. Norut har mye erfaring med bruk av radar fra satellitt, og sikter bl.a. på å tilby hybride tjenester basert på modellering, samt målinger fra satellitt og RPAS. Radarmåling fra satellitt brukes blant annet til deteksjon av skred, som vises som endring i tilbakespredning mellom to repeterte baneavbildninger, og funn inngår i en database over snøskredaktivitet. SAR (Synthetic Aperture Radar) måling fra satellitt brukes til måling av snøegenskaper, og til måling av snø-vann ekvivalenter. SAR radar absorberes godt av snø ved fuktighet, f.eks. er absorpsjonen over 3% ved våt snø. Radarmålingene viser bra korrelasjons med feltmålinger i flate områder, men det antas at radar fra RPAS kan gi bedre resultater i bratte områder.

Det er et ønske om høyere oppløsning for dybdeprofiler. UWB (Ultra Wide Band) radar kan gi 2 cm oppløsning i profilering, men det krever at man flyr lavt siden UWB har et bredt radarfotspor.

Det har allerede blitt gjort RPAS-baserte måling av snøskred ved bruk av en drone av typen DJ-Phantom utstyrt med digitalt kamera som nyttelast. Ved fotogrammetri er det blitt generert høyoppløselig 3D kart som har gjort det mulig å kartlegge skredets utstrekning og flyt, samt skader og snøavsetning.

Med høypresisjons-GPS (RTK-GPS) er det oppnåelig med centimetersnøyaktig på digitale elevasjonsmodeller generert ved fotogrammetri. Fotogrammetri krever tilstrekkelig struktur i bilder. Siden snø gjerne mangler struktur, vil det være nyttig å kunne bruke laser. Det er en utfordring å knytte dette til laserdata bl.a. fordi det da trengs synkronisering ned til 100 ms.

Fotogrammetri er også blitt bruk til å se på havis. En av utfordringene der er at isen flytter seg underveis, noe som gjør sammenføring av bilder vanskelig.

Norut har utviklet et visualiseringsverktøy til bruk både før, under og etter operasjon. Noen av mulighetene verktøyet tilbyr er at man kan inkludere vindestimat for å se på hvordan det påvirker operasjonen, eller man kan inkludere nyttelastens fotspor for å planlegge tilstrekkelig overlappning mellom sensordata. Verktøyet muliggjør også skyggelegging fra landskap og infrastruktur noe som kan være viktig informasjon for å få tatt gode bilder. Videre er mulig at folk i felt kan få data nesten samtidig som data kommer inn til bakkestasjonene.

3.7 Muligheter og utfordringer ved bruk av droner for kartlegging med fotogrammetri og Lidar

Foredragsholder: Niels Christian Moen representerer Bygg Control AS. Bygg Control utfører energiberegning, termografering og kontroll av bygningers klimaskjerm.

Typiske metoder for innsamling av data fra RPAS inkluderer laserskanning for 3D punkttskyer, fotogrammetri for ortofoto og 3D punkttskyer, hyperspektrale kamera, digitalkamera med skråfoto for inspeksjon og IR-kamera. Det finnes flere systemer og programvare for fotogrammetri på markedet, og dette er en teknologi hvor det er mulig å oppnå høy nøyaktighet. En av bakdelene er at prosessering er tidkrevende for god nøyaktighet, og kan ta opp til en uke på større prosjekter. Det er også tidkrevende å måle inn passpunkter, men ved bruk av høypresisjonsGPS er det mulig å omgå dette. Fotogrammetri fungerer ikke godt ved tett vegetasjon. Laserskanning er en teknologi som derimot fungerer godt i slike situasjoner da man også oppnår refleksjoner fra bakken. Laserskanning har også den fordelen at man kan oppnå rask prosessering av data. Laserskanning fra en droneplattform er tidlig i utviklingen. Prisen på utstyret er høy, og det er lite utstyr med høy nøyaktighet. Det er mange som viser systemer, men det er lite som er oppe og flyr ennå. Eksempler på laserskanner er:

- Yellowscan. 2,2 kg. 60 m flyhøyde gir nøyaktig z-0,4,xy-0,7m
- Routecene UAV lidarpod. 2.g kg. 0,03m nøyaktighet på 20m flyhøyde.
- Riegl VUX-1: 5 kg. 0,025 m nøyaktighet ved 350 m flyhøyde.

Bygg Control har utviklet sin egen drone, Camfligh X8, som har 30 minutters flytid med Riegl VUX-1. For fotogrammetri bruker de hylleware kamera. Dette gir en nøyaktighet på 3 til 5 centimeter vertikalt, men det er også mulig med høyere nøyaktighet. Et Campos-m posisjoneringssystem brukes som måler posisjoner på alle bilder som tas med høy nøyaktighet. I tillegg brukes lokal base for sanntids høypresisjonsposisjonering, man kan bruke annen data for etterprosessering. Nøyaktigheten påvirkes i tillegg av oppløsning på kamera, størrelse på bildebrikke, kvalitet på optikk, innstillinger for kamera, flyhøyde, passpunkter, overlappning og programvare. Det finnes i tillegg en rekke andre utfordringer slik som at det kan det være mangel på egnede

plasser for landing, som gjør det vanskelig å opprettholde VLOS; trange daler og høye fjell kan gi dårlig dekning fra satellittnavigasjonssystemer. Videre er det viktig at RPAS-plattformen tåler sterk vind, og at man har et gyrostabilisert kamerafeste. Lite lys ved overskyet vær gjør det nødvendig med lav flyhastighet og relativt lang lukkertid på kameraet. RPAS dekker et annet segment enn satellitt og konvensjonelt fly ved at de dekker et lite areal, men har høy fleksibilitet.

I et prosjekt i Trollstigen ble det gjort deformasjonsanalyse av en bratt fjellside for SVV. Det ble gjort fotogrammetri ved hjelp av RPAS, og hvor Campos-m-systemet ble testet. En nøyaktighet på fem cm eller bedre ble oppnådd. Utfordringene i prosjektet var bl.a. stor variasjon i terrenghøyde, dårlige GPS-forhold for navigering, vanskelig vindforhold, dårlige lysforhold og regn.

I et prosjekt i Bryn i Bærum der formålet var å teste oppnåelig nøyaktighet, fikk man en nøyaktighet på 1 cm i vertikalakse ved bruk av fotogrammetri.

3.8 Håndtering av informasjon fra RPAS

Foredragsholder: Ragnvald Otterlei representerer Simicon AS. Simicon er en teknologibedrift som utvikler og tilbyr systemer og tjenester i tilknytning til RPAS systemer.

Ved bruk av RPAS kan man oppnå spesialfremstilt data i nær sanntid. Informasjonen kan være til taktisk bruk og fungere som et grunnlag for å kunne ta umiddelbare beslutninger, så vel som til strategisk bruk av informasjon ved rapportering, analyse og vedlikehold. Ved håndtering av informasjon så er det viktig at man oppnår riktig kvalitet til riktig tid. Det er viktig å tenke over hvor informasjonen skal være, om den skal være hos etatene selv, eller om man skal kjøpe tilgang til informasjon hos en leverandør. Det kan være viktig å trekke erfaringer fra databehandling på sykehusene. Når sykehusene eier dataene, er det lett å finne fram til hele operasjonshistorien. Datagrunnlaget kan også brukes til å produsere rapporter automatisk. På samme måte må etatene ta stilling til hvor informasjonen skal være, og hva men egentlig prøver å oppnå.

3.9 Bruk av droner under krevende forhold: Erfaringer og framtidsutsikter

Foredragsholder: Vegard Hovstein representerer Maritime Robotics (MR). MR er en tilbyder av innovative ubemannede løsninger for maritime operasjoner i tøft vær.

MR har hovedsakelig tre typer ubemannede systemer for maritime operasjoner, sjøgående overflatefartøy, aerostat, og fastvingedrone. OceanEye, består av en ballong med gyrostabilisert kamera, og logistikkenhet, som har slått godt an internasjonalt innen oljevernmarkedet. Kameraet kan være tradisjonelt digitalt optisk kamera for synlig lys som gir informasjon gjennom bilder eller video som er intuitive og enkel å forstå for en operatør eller beslutningstaker. Slike kamera er begrenset av vær og lysforhold. Det kan også benyttes IR-kamera, som kan gi tilleggsinformasjon som f.eks. varme, tykkelse, etc. Disse kameraene er begrenset av bl.a. tykk tåke og regn.

MR opererer også Penguin MR. Dette er en fastvingedrone som brukes for maritim overvåkning. Dronen er typisk utstyrt med gyrostabilisert kamera og kan kjøre opp til 24 timer i 90-100 km/h.

MR har et nært samarbeid med Senter for Autonome Marine Operasjoner og Systemer (AMOS) ved NTNU. Erfaring tilsier at det er viktig å ha et godt testanlegg. Systemtesting, f.eks. etter installasjon av ny radio, foregår i hovedsak i all hovedsak i godt vær. AMOS har Eggemoen for slik testing, mens Agdenes brukes for å gjøre testing i mer utfordrende vær. Det er viktig å ha gode arbeidsforhold på testanlegget, som en arbeidsplass som er tørr og varm.

Prosedyrer for fastvingedroner er mye basert på det som gjøres for vanlige bemannede fly. Med tanke på vær, vind og nedbør, så vil man helst unngå å fly når temperaturen er under -20 grader celsius, dersom

vindstyrken er over 15 sekundmeter eller dersom nedbøren er alt annet enn lett. Mangel på dagslys er i hovedsak bare en utfordring ved letting og landing. I Norge er det også mye krevende terreng med høye fjell og dype daler, noe som gjør det nødvendig med et godt 3D verktøy for planlegging av operasjoner. BLOS gjelder i praksis når RPAS er 300 til 500 meter fra operatøren, fordi det ikke bare er viktig å se dronene, men også til en viss grad si noe om drones orientering. BLOS er relevant for inspeksjon av kraftlinjer, vannreservoar, og annen infrastruktur, og for å måle snødybde, ras, snøskred eller landskred. I dag finnes det segregerte luftrom, med kontrollsoner, etablerte fareområder og etablerte prosedyrer med nærmeste lufttrafikkkontrolltårn. Utenfor eksisterende segregerte luftrom må man søke Luftfartstilsynet om å segregere luftrom, og så definere fareområde.

Fortjenestemulighetene med ubemannede løsninger ligger i lavere kostnader som følge av redusert bemanning, mindre kompleksitet av systemer, lavere materielle kostnader, høyere tilgjengelighet og mulighet for bruk, multifartøyoperasjoner og lange operasjoner. I tillegg ligger det en verdi i forbedret HMS, i og med at det ikke er personell ombord, de gir mindre miljøpåvirkning, og kan opereres om natta.

MR ser for seg at det blir en tydeligere deling i markedet mellom systemleverandører, tjenesteleverandører og sluttbrukere. Det er viktig at kunden eller sluttbrukeren utarbeider krav til tjenesteleverandørene, slik at disse kan tilpasse seg kravene og levere tjenester som er nyttige og relevante.

4 Oppsummering av paneldebatt på seminaret

Dette kapitlet oppsummerer paneldebatten på seminaret, hvor temaet var erfaringer med og potensialet for droneteknologi ifm. naturfare og infrastruktur. I panelet satt Bente Heggedal (Luftfartstilsynet), Lars Sletten (Hålogaland Kraft), Rune Storvold (Norut), Niels Christian Moen (Bygg Control AS), Ragnvald Otterlei (Simicon AS) og Børge Nilsen (JBV), mens debattleder var Brigte Samdal (NVE).

I en innledning til debatten gikk Samdal inn på hvordan behovet for bruk av droner har meldt seg med tanke på dokumentasjon, inspeksjon og kartleggingsoppgavene som NIFS etatene har ansvar for. Droner vil også være nyttige i beredskapssituasjoner, og med tanke HMS ansvar i forhold til ansatte da bruk av droner kan redusere behovet for klatring og andre arbeidsoppgaver med høy risiko. Samtidig så er det en del utfordringer med tanke på deling og nyttiggjørelse av elektroniske data, værmessig forhold som begrenser operasjonsvinduet, etc. Panelet ble derfor bedt om å kommentere på dagens status, og hvilke endringer de ser i dronemarkedet.

Droneteknologien har skutt veldig fart, og det har skjedd veldig mye med tanke på hva som er blitt tilgjengelig av teknologi de siste 10 årene. Multirotorer har blitt veldig populært de siste 3-4 årene, og man kan kjøpe disse med ferdige autopilotsystemer for under 10 kNOK. Rune Storvold påpeker at interessen for droneteknologi også vises også gjennom medlemsmassen i UAS Norway, hvor han selv er nestleder. Fra å ha ca. 40 medlemmer for ett år siden har de nå 300 medlemmer. Dronemarkedet er nå i ferd med å profesjonaliseres, hvor små selskaper vil konsolidere for å finne sin nisje i markedet. Et eksempel på dette er innen 3D programvare. Hvor det på konferanser for bare tre år siden var vanlig at de fleste hadde utviklet sitt eget system, brukte nå alle ett av ca. 4 systemer. Storvold regner også det vil skje en konsolidering mellom produsenter av selve flykroppen. I dag finnes det ca. 1700 forskjellige plattformer til hovedsakelig militært eller eksperimentell bruk. Det er sannsynlig at det vil bli større fokus på utvikling av plattformer til operasjonell bruk, samt på sensorer og produktutvikling. Et eksempel på teknologi som det jobbes mye mot, er å få til nøyaktige terrengmodeller uten å måtte gå på bakken for å få kontrollmålinger.

Den store interessen for droneteknologi har også satt et stort trykk på Luftfartstilsynet og det skjer veldig mye mer innen regelverk nå enn det gjorde for noen få år siden, i følge Storvold. Heggedal ble utfordret på om hun mener at regelverket henger med i den raske utviklingen. Hun mener at den nye forskriften vil gi en god plattform, men at den nok ikke er en endelig plattform, og at endringer trolig vil skje pga. at det skjer så mye.

Moen mente at når Bygg Control AS startet opp i 2010 så var det tydelig at det måtte på plass noe som var mer brukervennlig enn systemene som typisk ble operert da. Han mener at utviklingen av flere typer sensorer for bruk på droner og det å ha en god droneplattform som det kan festes mange typer sensorer til vil være viktig.

Samdal utfordret så Nilsen i JBV på hvordan han ser for seg at de statlige aktørene bør bidra. Nilsen mener at det er viktig at NIFS-etatene tar en diskusjon internt først for å finne ut hva de ønsker å bruke teknologien til, og deretter bygger allianser seg imellom der det er hensiktsmessig. Videre mener han at det er stor avstand mellom teknologien og arbeidsprosesser i etatene, og at selv om teknologien er kommet langt, så er man ikke kommet like langt på menneske og prosess. Otterlei mente personlig at teknologien var klar for å tas i bruk for 15 år siden, men at det har vært utfordrende å finne kapital til å få i gang en satsning. Teknologien har tatt store skritt siden den gangen, særlig siden introduksjonen av multirotorer, og han mener at dette har generert større interesse blant potensielle sluttbrukere. Han påpeker at dette er den første konferansen han er på der "ikke bare RPAS-menigheten deltar". På spørsmål om hvem som bør være drivkraften i utviklingen av programvare, om dette er noe leverandørene skal utvikle og tilby, eller om sluttbruker skal etterspørre spesifikke oppgaver og være med på denne utviklingen, svarer han at dagens måter for offentlige

anskaffelser må effektiviseres for å kunne ta i bruk nytten av den teknologiutviklingen vi ser og at både leverandører og sluttbrukere må være klar til å spytte inn penger.

Ved en eventuell bruk av droner i NIFS etatene, er det forskjellige typer forretningsmodeller som er mulige, se også anbefalinger i [1]. HLK er et firma som har hatt en egen dronesatsning, og har gjort alt selv: utvikling av droneplattform, utdanning av dronepiloter, utvikling av programvare for sensordata, etc. Sletten fra HLK ble bedt om å dele sine erfaringer rundt deres forretningsmodell. Sletten kunne fortelle at de var opptatt av å ha utstyr til akkurat den oppgaven utstyret skal brukes til. HLK har et stort spekter av operasjoner, fra det å kunne ta bilde av en kraftstasjon til å kunne fly langs kraftlinjer. Etter hans mening så finnes det ikke en type drone som er egnet til alt, og at det er en av grunnene til at HLK selv har drevet med utvikling av droneplattform. HLK har ennå ikke funnet det ideelle utstyret for deres operasjoner, men at deres utstyr stadig er blitt forbedret gjennom utviklingen av nye plattformer. På sikt så mener at det også vil utvikles utstyr som er egnet for et større spekter av operasjoner. Når det gjelder HLKs forretningsmodell så mener at han dronevirksomheten på sikt trolig blir skilt ut som en egen virksomhet, siden droneteknologi er såpass krevende at det nødvendig med dedikerte personer som kan jobbe med dette på heltid. Selv om Sletten ikke hadde tatt med opplæringskostnader i regnestykket på sin presentasjon, så mener han at droneteknologi medfører store kostnadsbesparelser, og at det er minimum 2,5-3 ganger billigere å bruke droner selv om man inkluderer opplæringskostnader. Kraftbransjen vil bli tvunget til å fortsette sine kostbesparelser, og her vil droneteknologi være sentralt.

Sletten gjør seg også noen tanker om opplæring og trening av fremtidens dronepiloter. Han mener det er viktig med god opplæring for å unngå hendelser, og at man ved å sette store krav under utdanning gir dronepilotene en større yrkesstolthet. Det å være dronepilot innebærer mye ansvar, og en dronepilot bør se på seg selv på lik linje med en profesjonell pilot for bemannede fly i et hvilket som helst kommersielt firma.

Med tanke på forskjellige forretningsmodeller, så kan man også tenke seg flere forskjellige modeller for hva som skjer med den innsamlede dataen. Otterlei mener det er viktig at NIFS-etatene tar eierskap i dataene, slik at man som sluttbruker slipper å kjøpe data flere ganger. I tillegg bør man sikte på å ha felles data mellom etatene slik at man slipper å innhente data fra samme område flere ganger. Otterlei viser til eksempler fra helsesektoren hvor flere sykehus samler data på felles server, og mener NIFS-etatene bør vurdere en liknende løsning. Storvold mener det kan være utfordringer med å dele data, særlig mellom private selskaper. F.eks. vil ikke nødvendigvis kraftselskaper dele vannekvivalenter med andre selskaper da dette er bedriftskritisk informasjon. Storvold mener det kan være en mulighet at Kartverket samler informasjon og gjør den tilgjengelig for alle som måtte ønske. Nilsen påpeker interessen for deling av data er veldig avhengig av type data. Generell kartdata kan være grei å dele, mens bilder av kjørebaneledninger ikke nødvendigvis er av interesse for så mange andre enn jernbanelivet.

Etter den innledende diskusjonen ble det åpnet for innspill fra salen.

Det foreslås fra salen at NVE kunne stå for innsamling av snødata som ble delt likt mellom kraftselskapene. Dersom alle har tilgang til dataene blir det fortsatt en rettferdig konkurranse. I tillegg vil dette være en fin anledning for at det statlig aktørene kommer på banen og tar i bruk droneteknologi. Samdal mener at staten og NVE sikkert kan bidra og finne sin rolle innen denne nisjen. Han er samtidig enig i at de statlige etatene bør bli en større bruker av droneteknologi, men at de i alle fall har startet på dette arbeide i forbindelse med at de har bestilt rapporten [1] og ved å arrangere seminaret.

Det informeres så fra salen om "Norge i bilder", www.norgeibilder.no, en nasjonal løsning for å forvalte flybilder i Norge. Det jobbes også mot en nasjonal forvaltningsløsning for laserdata over samme lest som "Norge i bilder", mens Geovekst er et samarbeid om felles etablering, forvaltning drift, vedlikehold og bruk av geografisk informasjon. Moen påpeker at mye av den dataen som samles inn med droner gjerne er gjort

med kort bestillingstid og mindre områder enn det som tradisjonelt er tilfelle for f.eks. Geovekst. Storvold kommenterer at det også er et spørsmål om kvalitet på dataen og hvordan man verifiserer denne når man skal ta inn data fra et droneselskap hvor data i utgangspunktet var tiltenkt et annet formål.

På spørsmål om man fortsatt bør utvikle sin egen drone og teknologi, eller om det finnes noe initiativ for å samordne dette, svarer Sletten at det finnes en del teknologi kommersielt tilgjengelig. Utstyr for f.eks. fotogrammetri er velutviklet, og det finnes et stort utvalg av droneplattformer og teknologi som kan kjøpes. Når det gjelder utstyr som evner å takle de hardeste vinterdagene så finnes det lite tilgjengelig. Angående initiativ for å samordne utviklingen så mener han det dette fort blir et kommersielt spørsmål, dvs. hva som er lønnsomt for utviklerne. Storvold skyter inn at robuste kommersielle løsninger koster en del, men det gjør det også å utvikle teknologi selv.

Sletten blir spurt om det finnes anvendelser for droneteknologi, hvor konvensjonelt bemannet helikopter ikke kan brukes. Til det svarer han at det finnes mange eksempler, f.eks. når det en kraftmast er blitt ødelagt så er det typisk så dårlig vær at man muligens ikke kan fly med helikopter. HLK har på sin side en klausul som gjør at de kan kjøre "kamikaze"-oppdrag ved behov, dvs. at man aksepterer et potensielt tap av drone. Videre så er det mange helikopterselskaper som ikke ønsker å fly om natta. Det finnes eksempler på fjellpass hvor det ligger tåke og hvor helikopter ikke kan gå inn. Her kan man f.eks. kjøre en drone inn i fjellpasset og jobbe på undersiden av tåka. Storvold nevner at bruk av helikopter innen offshore olje og gass fordrer at det er værforhold til at man skal kunne lande, og at kulturminner har fått for hard medfart som følge av vind og turbulens pga. helikopterpropellen. I tillegg er det en del begrensinger med tanke på bruk av helikopter i bebygde områder.

Fra salen kommer det en kommentar til den tidligere diskusjonen rundt NIFS-etatens eierskapsmodell ved en eventuell dronebruk. Kommentaren går på at siden SVV ikke lenger bygger vei selv, men har skilt ut dette som en egen virksomhet, så er det også mest naturlig etatene også kjøper tjenester fra droneleverandører i stedet for å gå til eierskap av droneteknologi.

Samdal utfordret så panelet på hva de enkelte aktørene må samhandle om for at utviklingen av droneteknologi skal bli bra, og hva de ser av flaskehalsar som kan bremse utviklingen. Storvold påpeker at "man må være to for å danse tango", og at det er viktig at potensielle brukere går aktivt ut for å starte prosjekter med forskningsinstitusjoner, og små- og mellomstore bedrifter. På en slik måte kan etatene få erfaringer hva de kan og hva de må bygge kompetanse på, mens institusjonene og bedriftene får avdekt hva som trengs av teknologi og utvikling. Sletten etterlyser konkrete mål fra etatene for å kunne styre utviklingen. Dette oppnås best gjennom tett samarbeid, og viser til egne erfaringer rundt samarbeide med et eksternt firma for utvikling av programvare for systematisering av data fra kraftlinjeinspeksjoner. Konkretisering av behovet ble nødvendig for å komme fram til en god løsning. Nilsen mener JBV er klar for å være en mer aktiv bruker av droneteknologi. Han skulle på sin side gjerne sett at tjenestetilbyderne var flinkere til å sette seg inne i kundens behov. Brukervennlighet er et stikkord, og mener at å ta i bruk droneteknologi burde likne mer på dagens smarttelefoner er laget, hvor man ikke trenger lange kurs eller mye trening for å ta de i bruk. Moen ønsker en høyere bestillerkompetanse fra sluttbruker. Han viser til at terrengdata er en moden teknologi, men at det er behov for å vite hva man ønsker å bestille, og hva som er mulighetene med dataen som kan skaffes til veie.

Et innspill fra salen går på at det trolig allerede sommeren 2015 blir laget kurs i dronebruk ved universitet i Tromsø. Heggedal sier de også har planer om å arrangere seminar i 2015 for å øke samarbeide med brukerne. Luftfartstilsynet har allerede et godt samarbeid, men de ønsker å sette samarbeidet i struktur og få mer kontinuerlige innspill.

Otterlei ønsker at det opprettes en arbeidsgruppe bestående av aktørene på bransjeseminarer for et oppfølgingsprosjekt med tanke på et veikart for framtidig samarbeid. Det påpekes fra salen at staten bruker mye penger på droneteknologi, bl.a. gjennom forskningsprosjektet AMOS ved NTNU. Dette er veldig nyttig med tanke på rekrutteringen til dronesektoren. Samtidig er det viktig at staten også som kunde, som f.eks. NIFS-etatene, sørger for at penger som brukes til forskning og utvikling brukes til noe relevant.

Etter paneldebatten gjorde Bjørn Kristoffer Dolva fra NIFS en oppsummering av seminaret. Han vektla at NIFS har fått noen innspill som de vil jobbe videre med, og at det antakeligvis var mange aktører til stede som de antakeligvis kommer til å samarbeide med videre. Det kom en forsikring til salen om at teknologiinteressen absolutt er til stedet hos NIFS. Dolva mente at det er særlig ved planlagte og repeterende oppdrag at de vil benytte seg av tjenestetilbydere. For beredskapsoppdrag så han for seg at NIFS-etatene bygde opp sin egen kompetanse, og eide sitt eget utstyr, noe som er i samsvar med [1].

5 Betraktninger etter seminaret

SINTEF i samarbeid med NIFS-etatene hadde som mål å arrangere et seminar på tvers av hele verdikjeden, med foredrag av premissgiver, teknologiutviklere, tjenesteleverandører, forskningsinstitusjon og sluttbrukere. Dette målet ble oppfylt og ble godt mottatt, da det som det ble uttrykt i paneldebatten, vanligvis bare er deltakere som allerede "tilhører RPAS-menigheten" som er til stede på droneseminar.

I det følgende gir vi noen betraktninger gjort i etterkant av seminaret.

Teknologi – sensor, drone, dataanalyse

På dronesiden finnes det i dag 1700 systemer, og det må forventes en konsolidering. Dagens droner modifiseres ofte av bruker for å passe formålet de er tiltenkt brukt til, med innkjøp av ferdige komponenter, sammensatt lokalt. Dette krever ekstra kunnskap for en organisasjon som ønsker å ta i bruk droner i dag, men med et raskt voksende internasjonalt marked hvor produktene stadig forbedres, er det forventet mer «hyllevare» de neste par årene. Det vil stadig bli mer fokus på praktiske anvendelser i stedet for å lage nye systemer og plattformer: Det er ikke noe poeng i seg selv å fly en drone – dronen er kun et hjelpemiddel for å utføre et oppdrag.

Tradisjonelt digitalt kamera for bilde og video vil fortsatt være den vanligste sensorteknologien for fjernmåling, men flere andre typer sensorteknologi vil tas i bruk i større grad. Forskjellige typer multispektrale kamera og termiske kamera er allerede på markedet og i bruk, men det forventes at man finner enda flere anvendelser til denne typen kamerateknologi. Multispektrale kamera har blant annet anvendelser innen jordbruk og skogbruk, f.eks. for å se på helsetilstand til avlinger og beplantninger. Termisk kamera brukes for å detektere varmestråling og kan derfor være egnet til søk etter mennesker, varmeutvikling i elektroniske komponenter, eller for å måle varmetap fra bygninger. Termografering er fullt mulig i dag og det finnes mange prosjekter både nasjonalt og internasjonalt hvor kraftbransjen har begynt å eksperimentere med dette.

Bruk av laserskanner på luftfartøydroner er blitt mer og mer aktuelt. Foreløpig har størrelse, kostnad, tidssynkronisering og rekkevidde har vært en begrensende faktor for utstrakt bruk, se forøvrig Kapittel 3.7. Laserteknologi muliggjør blant annet terrengmodellering over områder med tett skog eller annet vegetasjon, noe som ikke er mulig med fotogrammetri basert på kamerabilder siden løvverk o.l. blokkerer visuell sikt fra luften ned til bakken.

Radarteknologi har en rekke anvendelser, og kan være særlig nyttig i beredskapssituasjoner da den ikke er avhengig av dagslys, og kan fungere under mange slags værforhold. Radarmåling fra satellitt brukes blant annet til deteksjon av skred, til måling av snøegenskaper, og til måling av snø-vann ekvivalenter. Radar påmontert luftfartøydroner vil gi ekstra informasjon f.eks. i bratt terreng, og kan gi en mer umiddelbar tilstedeværelse, i motsetning til en satellitt som følger en bestemt bane. Bruk av radar ansees også som en muliggjørende teknologi for i høyere grad å kunne dele luftrom med andre luftfartøy.

Robuste navigasjonsløsninger hvor det ikke er dekning fra satellittnavigasjonssystemer slik som GPS er fremdeles en utfordring. Dette gjelder f.eks. nær fjell eller annen dominerende infrastruktur, i raviner, eller i tunneller. Manglende GPS-dekning gjør det vanskelig å navigere autonomt, men også vanskelig å georeferere sensordata. Teknologi som løser dette problemet vil være sentral med tanke på droneteknologiens potensiale innenfor bruk ved naturfare, samt ved inspeksjon i tunneller, eller steder hvor det er vanskelig eller farlig for mennesker å ferdes, som i oljetanker eller i gruverom. Lokaliseringsteknologi fra f.eks. tv-sportindustrien er en muliggjørende teknologi for å løse dette problemet.

Kommunikasjon mellom fagekspert og dronepilot kan være en utfordring under operasjon, hvor f.eks. fageksperten skal fortelle dronepiloten hva som er interessant å se på, og hvor dronene bør flys dersom dette ikke kan gjøres på forhånd men må avgjøres på grunnlag av visuell informasjon fra kameraet på dronen. Høyere grad av autonomitet, forbedret menneske-maskin interaksjon, og deling av informasjon i sanntid mellom involverte vil gjøre slike operasjoner betydelig enklere.

Dagens droner er relativt kompliserte å fly og trenger god (lang/tidkrevende) opplæring av piloter. Opplæring av piloter er nå mulig både i Norge, Sverige, USA og andre land.

Prosessering av 2D- og 3D-modeller kan også være tidkrevende, og det antas f.eks. at det blir mer vanlig at produsenter tilbyr lavoppløselig forhåndsvisning, slik at man kan få umiddelbar tilbakemelding på bildekvaliteten.

Informasjonshåndtering og arbeidsprosesser

Det antas at det i fremtiden vil være større fokus på levering av et totalsystem. Dette vil være en pakkeløsning der man lever ferdigbehandlet informasjon som kunden trenger, inn i de systemene som kunden bruker. For NIFS-etatene gjelder å få lagt opp arbeidsprosessene i organisasjonene slik at disse er tilpasset det utvidete datamateriale som bruk av droner kan gi. Dette gjelder både bruk av ikke-tidskritiske data (som f.eks. ved rutineinspeksjoner), samt hurtig håndtering og inkludering av tidskritisk data som f.eks. opptak gjort i forbindelse med håndtering av en nødsituasjon på grunn av flom/ras.

Tiden er ferdig med å renne ut for de som leverer all data ubehandlet til sluttbruker på en CD eller minnepinne da dette trolig ikke vil være en modell som er etterspurt av sluttbrukerne i fremtiden.

Bruk av droner vil potensielt generere svært store mengder data som må lagres og håndteres på en egnet måte. Det kan være svært tidkrevende å prosessere store mengder f.eks. billeddata og i en beredskapssituasjon vil dette potensielt kunne redusere nytteverdien.

Generisk data (f.eks. terrengmodeller) bør gjøres tilgjengelig for offentligheten og fra en sluttbrukers ståsted bør det vurderes bruk av forretningsmodeller som unngår kjøp av samme data flere ganger.

Lovgivning og regelverk

I [5] blir det påpekt at regler for bruk av RPAS skal sikre mot uønskede effekter, men samtidig sørge for at europeisk industri kan være konkurransedyktig i utviklingen av disse. Lovgivning kan virke dempende på teknologiutviklingen reglene blir for strenge. Regelverket for bruk av RPAS i Norge ansees som liberalt. Bl.a. ble det påpekt på seminaret at Luftfartstilsynet kan stenge luftrommet i løpet av 20 minutter, og regelverket i så måte ikke er en begrensende faktor for bruk av droner i forbindelse med akutte hendelser. Det kan likevel alltid argumenteres for at et regelverk kan virke dempende på teknologiutviklingen. Frekvenstildeling fra post- og teletilsynet er ofte gjenstand for diskusjon, og dagens tildelinger er ikke nødvendigvis ideelle fra et droneteknologisynspunkt.

Det ble også argumentert på seminaret at det var enklere å forholde seg til et lovverk, i stedet for et regelverk der man slipper å gå gjennom en søknadsprosess. Dette er forøvrig i samsvar med det som sannsynligvis vil bli foreslått for de letteste dronene i den nye forskriften, se Kapittel 3.2. Det nye regelverket kommer til høring i februar og forventes lov i 2015. De neste årene er det forventet oppdatering i lovgivning da det blir behov for en felles internasjonal lovgivning på området. Et lovverk gir dessuten større forutsigbarhet, noe som kan øke investeringsviljen i markedssegmentet innen droneteknologi. Det viktigste er at et regelverk virker etter sin hensikt, bl.a. ved å sette sikkerheten i høysetet. Utover det bør det tilstrebes at regelverket gjøres så enkelt som mulig. I dag er det mange forskjellige regelverk og tilsyn å forholde seg til. Foruten

Luftfartstilsynet, må man sette seg inn i regelverket til eller få nødvendige tillatelser fra Datatilsynet, Post- og teletilsynet, Nasjonal Sikkerhetsmyndighet.

Eierskap/eierstruktur/ansvarsstruktur

Det finnes gode argumenter for mange forskjellige ansvars- og eierstrukturer. Til eksempel så vil dårlig vær kreve svært kvalifiserte dronepiloter. Disse bør ha mye trening, noe de kan få ved også å gjøre rutinemessige oppdrag. Dette er et argument for at beredskapsoppdrag- og rutineoppdrag bør betjenes av den samme ansvarlige. På den andre siden så kan mange beredskapsoperasjoner kan utføres i fint vær.

Når det gjelder hvem som bør ha ansvaret for f.eks. beredskapstjenester, så kan det argumenteres med at etatene allerede en beredskapstjeneste, mens ingen tjenesteleverandører tilbyr døgnkontinuerlig beredskap med tilstrekkelig geografisk dekning. En modell kan være at droneteknologi innlemmes i etatens etablerte beredskapstjenester i eller andre etater med lignende beredskapskapasitet..

Det norske markedet bærer preg av mange små tjenesteleverandører, hvor mye er skreddersøm av både utstyr og tjenester, hvor innsamlet data bearbejdes manuelt, og ofte er driften avhengig av enkeltpersoner eller ildsjeler. Med tanke på hva som tilbydere har tilgjengelig av tjenester i dag, er man likevel inne på en viktig oppfordring under seminaret, nemlig at sluttbrukerne kommer på banen og forteller hva de ønsker av tjenester.

Rutinemessige oppdrag er sannsynligvis billigere å kjøpe av tilbydere, da de også kan påtas seg mange andre oppdrag, og dermed dra nytte av stordriftsfordeler.

Uansett om NIFS-etatene selv skal ha ansvar for beredskapstjenester ved bruk av droneteknologi, eller kjøpe slike tjenester fra kommersielle tilbydere, bør et samarbeide med andre etater (politi, brannvern, osv.) vurderes. Det er oppfordret til å se nærmere på muligheten for samarbeid i [1], [3]. Politiet gjør sin egen utredning [4], og en mulighet hadde vært at politiet har ansvaret for all beredskapstjeneste. Brannvesenet har samme eller større erfaring med akutte hendelser, og kanskje er det nettopp de som er den naturlige ansvareieren for en slik tjeneste. Nødnettet til politiet er kryptert, og det er derfor trolig ikke gunstig for andre å integrere droneteknologien i dette nettet.

Det vil uansett være nyttig å samkjøre behov fra flere offentlige etater, og særlig nærliggende er det å ha et samarbeid med andre etater (politi, brann, osv.). Kapital kan være en mangelvare for utvikling av teknologi, og utgifter for utvikling av nødvendig teknologi kan også deles med andre etater som Kystvakten og kystverket.

6 Referanser

[1] E. I. Grøtli, A. A. Transeth, A. Gylland, P. Risholm, I. S. Brøther Bergh, Kartlegging av status og potensiale for dronebasert teknologi. Anvendelser innen naturfare og infrastruktur. Rapport nr. 87/2014, Lenke: <http://www.naturfare.no/attachment/746809/binary/1006134>

[2] Adressa.no, Droner sparer lønn, Lenke:

<http://adessa.alda.no/bestillpluss?0&aviskode=ADR&artRefId=10556151&targetUrl=http%253A%252F%252Fwww.adessa.no%252F%253Fservice%253DpaywallRedirect%2526articleUrl%253Dhttp%253A%252F%252Fwww.adessa.no%252Fpluss%252Fnyheter%252Farticle10556151.ece&targetUrl=http%253A%252F%252Fwww.adessa.no%252F%253Fservice%253DpaywallRedirect%2526articleUrl%253Dhttp%253A%252F%252Fwww.adessa.no%252Fpluss%252Fnyheter%252Farticle10556151.ece>

[3] Teknologirådet. Ekspertgruppe: Norge bør få politidroner, Publisert: 25.04.2014, Lenke:

<http://teknologiradet.no/sikkerhet-og-personvern/droner/ekspertgruppe-norge-bor-fa-politidroner/>

[4] Politidirektoratet. Oppdaterte kart på politiets operasjonssentraler, Publisert 09.08.2013, Lenke:

https://www.politi.no/politidirektoratet/aktuelt/nyhetsarkiv/2013_08/Nyhet_12708.xml

[5] P.-I. Nikolaisen, EU vil gripe inn mot droner som truer privatlivets fred, Teknisk Ukeblad, Publisert: 09.04.2014, Lenke: <http://www.tu.no/industri/2014/04/09/eu-vil-gripe-inn-mot-droner-som-truer-privatlivets-fred>



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no