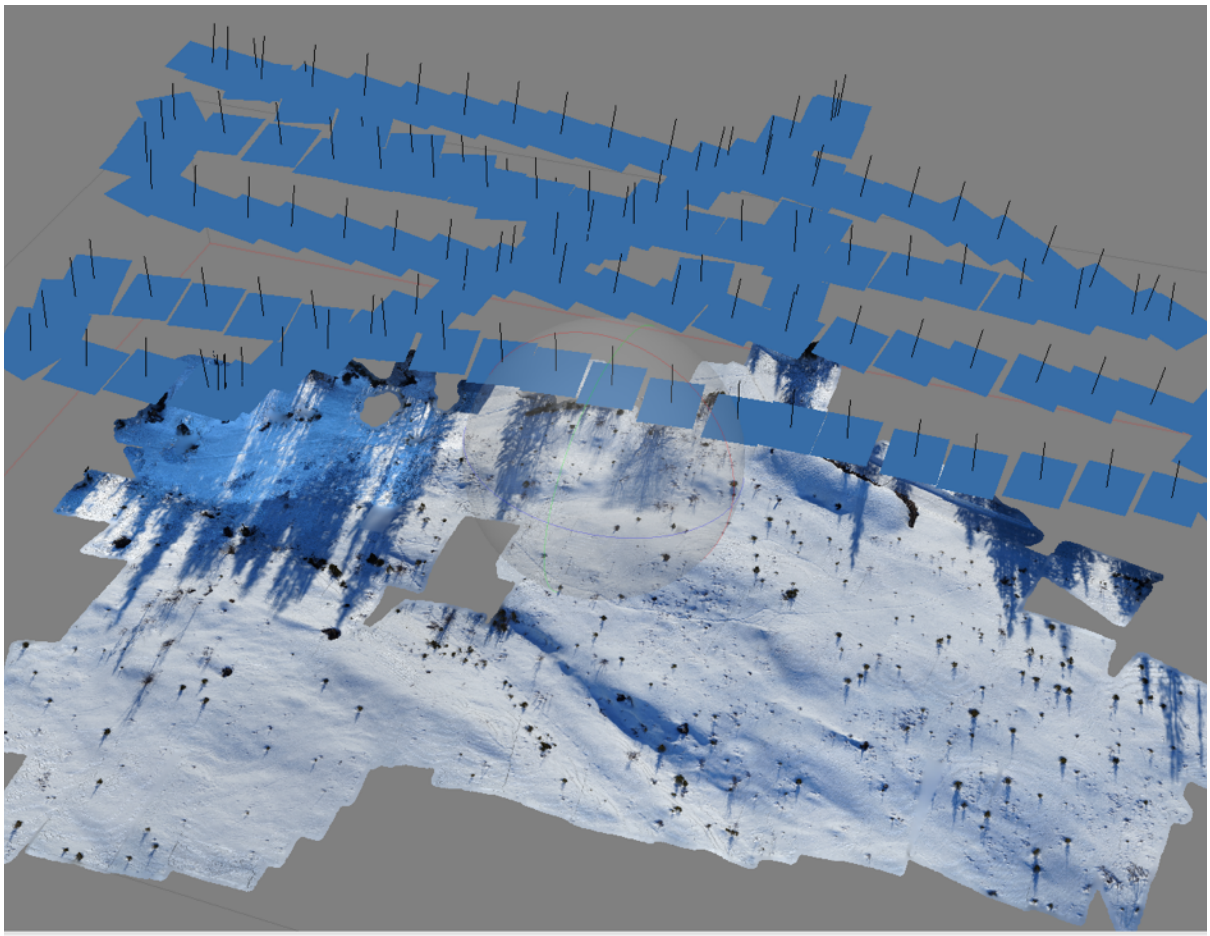
Fredrik H. Breien
Gimbal AS
2. november 2015

Skogplanlegging på eiendomsnivå ved bruk av drone.



Bakgrunn

Dette prosjektet begynte som et ønske om å benytte drone som et hjelpemiddel i skogplanlegging, primært på eiendomsnivå. Ett av kriteriene er at det skal være så enkelt å bruke at en jevnt over interessert skogeier og/eller forvalter skal kunne fly drone og oppnå besparelse i tid eller få bedre kvalitet i planleggingen.

Denne rapporten tar for seg visuell sjekk av ungskogfelt samt survey av stående skog med tilhørende volumberegning og vurdering. I tillegg blir det gjort en vurdering av terreng med tanke på driftsteknikk for de aktuelle områdene.

Hovedmålsettinger som beskrevet i prosjektsøknaden

1. Tidsbesparelsen ved å benytte drone i forhold til feltbefaring forsvarer investeringen.

2. Kvaliteten på data bidrar til bedre avgjørelser som vil øke lønnsomheten på sikt.

Delmål

1. Kostnaden på innkjøp av utstyr holdes på et overkommelig nivå for skogeier.

2. Dataene kan benyttes av andre til videre tolkning.

3. Resultatene vil gi ideer til andre bruksområder med drone.

Sammendrag

Sammenligningen av manuell og sjekk ved bruk av drone er her gjort veldig enkel. Likevel ser det ut til at det ligger besparelse i tid ved bruk av drone. Besparelsen kunne vært betydelig større gitt tilpassing av regelverket til bruk av drone over skog.

Utstyret som er benyttet er under stadig utvikling og droner i kombinasjon med apper gjør arbeidet stadig mer automatisert. Den største skranken for å ta dette utstyret i bruk ligger i regelverket for ubemannede fartøy gitt fra Luftfartstilsynet. I hovedsak går det et skille mellom hobbybruk og nyttebruk. I praksis vil dette si at det er ok å fly droner som lek, men så fort man har nytte av dette ut over over glede og rekreasjon, så kreves det en operasjonsmanual for virksomheten. Dersom dette håndheves vil terskelen for bruk av droner på det nivået som er beskrevet i denne rapporten, være for høy for de fleste.

Selv med en slik godkjenning er det kun tillatt å fly innenfor synsrekkevidde. Dette medfører at teknologien ikke kan benyttes til sitt fulle potensiale og dermed ikke medføre store besparinger i form av tidsbruk.

Teknologien har blitt enklere, men innsteget kan virke skremmende for en skogeier med liten erfaring med eksempelvis kart på datamaskin og bruk av apper på mobil. Min vurdering er at det enda er litt tidlig å forvente at «alle» skal kunne benytte seg av dette redskapet, men at det absolutt er mulig for de som er interessert. Spesielt større skogeiere, gjerne med en bestyrer, vil ha nytte av droner.

Det ønskelige hadde vært en lett men robust drone med fastmontert kamera som var koplet til en app på pad/mobil der skogplanen lå som bakgrunnskart. Den måtte få plass i en sekk, tåle litt nedbør og være enkel å bytte batteri på. Appen synkroniserte bildene opp mot skogplanen og gjorde klar til oversending av bilder til en database som tok seg av tolkningen automatisk. Et slikt system finnes i dag for E-bee og andre i USA, men dette bør det være mulig å fremdrive nå fremover også i Norge.

Innholdsfortegnelse

Bakgrunn 2

Hovedmålsettinger som beskrevet i prosjektsøknaden 2

Delmål 2

Sammendrag 3

Innholdsfortegnelse 4

Utstyr som er benyttet 5

Kommentarer til metode 5

Metode 6

Resultater 7

Eksempel på sammensatt bilde til tolkning 8

Diskusjon 8

Utfordringer 10

Andre bruksområder 10

Konklusjon 12

Referanser og leseliste 12

Utstyr som er benyttet

Drone:

Hexakopter type Gaui MRT 540 med autopilot, telemetri og gps fra 3dRobotics (APM2.6). Batteri 4200mah 3s og radiosender fra Walkera (Devo10).

Testet med fly, type FPV Raptor v1 og v2.

Kamera:

Fastmontert Canon s110 modifisert med CHDK (utviklerverktøy)

Fastmontert Sony a5000

Progammvare:

Planlagt med Mission planner (gratis fra 3dR)

Bildebehandlet i Photoshop og windows Bilder.

3d-modellering i Agisoft Photoscan.

Kommentarer til metode

I utgangspunktet skulle forsøkene gjennomføres med en drone med gopro kamera. Dette kameraet viste seg å ha for stor vidvinkel og være uegnet til oppgaven. I stedet er det benyttet et sony a5000 og Canon s110 montert på en drone som drives av open source programmvare.

Det er mulig å gjennomføre telling av antall trær innen et gitt areal på bilder, slik man normalt sett ville sjekket behovet for ungskogpleie i felt (antall trær /daa sammen med snittlig overhøyde). Dette krever likevel en god del kunnskap i GIS og det er derfor gjort på en forenklet måte som beskrevet under.

Metode

Feltarbeid: Gått over deler av bestandet og gjort en skjønnsmessig vurdering av dette. Notert tidsforbruk.

Drone: Tegnet inn bestandet som skulle kartlegges i programmet Mission planner og lagret de ulike flygeoppdragene på forhånd inne på PC. Programmet lager da en optimal flyrute ut i fra hvor stor overlapp jeg ønsker på bildene, hvor stor høyde og hastighet jeg ønsker drona skal holde og hvor landing befinner seg. Dette overføres drona som så utfører oppdraget automatisk etter at jeg flipper en knapp på fjernkontrollen. I backup kan jeg manuelt overstyre dette samt flippe bryter for «return to launch» som i praksis betyr at drona kommer hjem og lander seg selv. Under et oppdrag sender drona kontinuerlig informasjon, telemetri, om hvor den befinner seg, hastighet, høyde, vinkel og batteristatus. Dersom signalet skulle bli borte underveis blir denne informasjonen lagret ombord slik at den kan hente ut i etterkant.

I tillegg var drona programmert slik at den avbrøt oppdraget, kom hjem og landet seg selv dersom en eller flere av følgende ting skulle skje: den får lavt batteri (<30%), den mister signal til sender, den flyr for høyt (>120m) eller det skjer noe uforutsett feil med autopilot/ status på drone.

Etter flygingene for dagen er ferdig, ble minnekortet tatt ut og bildene overført PC for videre behandling.

Resultater

Det ser ut til å være en marginal besparelse i å benytte drone gitt den metoden som her er benyttet (tabell 1). Den største innsparingen fant jeg i bestandet Samuelstad, 7 minutter. Bestandet Breie på hele 60 daa er litt misvisende siden det kun var deler av arealet som hadde unskog i aktuell alder og man kunne se hele arealet fra ett punkt. Minst forskjell mellom manuell sjekk og sjekk med drone fant jeg på små bestand som Lunde1.

Tabell 1 - sammenligning fot/drone

Område	Beskrivelse	Vurdering	Tidsbruk ,min- fots	Tidsbruk,min - drone	Differanse	Areal,daa
Bergatjednet	G11 ved vei. Lett terreng	Behov for lauvrydding på 90% av areal	10	7	3	15
Den blå stien	G11 ved vei. Varierende alder.	Bestandet har kommet for langt.	17	12	5	42
Breie	G14 varierende alder. Oversiktlig.	Lauvryddin g på 40%, ellers ok.	10	10	0	60
Breieshaugen	G14. Bratt tilgang, 200m fra vei.	Inget behov.	8	5	3	8
Brynsmyre	G11, svak helning. Ca 150m fra vei.	Noe lauv, men ikke prekært.	16	13	3	14
Lunde 1	G14. Ung alder	Nylig ryddet	5	5	0	15
Lunde 2	G14, ung alder.	Nylig ryddet	9	Ingen data	–9	10
Samuelstad	G11, østvendt beliggende ved vei.	Inget behov	17	10	6	25
Sveen	G11, flatt beliggende 200m fra vei	Inget behov.	12	9	3	13

Eksempel på sammensatt bilde til tolkning

Bildet viser Bergatjednet og er satt sammen av mange ulike enkeltbilder. Arealet er ca 15 daa og bildene ble her gode nok. De andre bestandene legges ved denne rapporten for sammenligning.

Diskusjon

Målsetting 1 om redusert tidsforbruk ved bruk av drone, er ikke innfridd. Forskjellene er såpass minimale på de arealene som her er gått over.

Målsetting 2 om å få bedre kvalitet på dataene, krever klare og gode bilder som raskt kan tolkes på en fornuftig måte.

Under flygingen var det flere bilder som ble uskarpe og på Lunde 2 var jeg ikke i stand til å sette sammen bildene i det hele tatt. Dette skyldes i hovedsak innstillinger på kamera. Autofokus reagerte ikke raskt nok og ISO verdien kompenserte for svake lysforhold (høy ISO gir uskarpe bilder). Dette oppdaget jeg relativt tidlig i prosjektet, men jeg lyktes aldri å fintune innstillingene for et konsekvent resultat. Det beste jeg fikk til var å manuelt stille fokus på ca 70m (samme som flygehøyde) og sette ISO til 400 manuelt. Likevel ble det enkelte uklare bilder grunnet vindkast og andre uregelmessigheter jeg ikke klarte å ta høyde for. Jeg brukte veldig mye tid på prøving og feiling omkring dette med konsekvent bildekvalitet.

I løpet av prosjektperioden har jeg kjøpt inn en annen drone, en Phantom 3 pro. Til denne får man en app som automatiserer det å ta bilder av et område. Bildekvaliteten er betydelig mer konsekvent og selv om oppløsningen er kun 12mp ser dette ut til gi gode nok bilder til

formålet. Jeg vil anta at den teknologiske utviklingen går såpass raskt på dette feltet at flere av de problemene jeg har jobbet med i mitt prosjekt gradvis viskes ut.

Delmålet om å holde kostnadene på et overkommelig nivå vil jeg si er oppfylt. En drone med 2 batteri, kamera og det man trenger koster i dag ca 8000kr i innkjøp. Dette gir likevel kun «døde» bilder som ikke kan benyttes mye videre. De kan settes sammen til ett stort bilde med et gratisprogram fra Microsoft, men man kan ikke foreta arealmålinger etc. Dette er synd siden en georeferert og korrekt modell trolig kunne vurdert behov for ungskogpleie automatisk eller i det minste veldig raskt. Jeg ser da for meg en «mal» i et gis program som henter inn det georefererte bildet og legger på et lag med ferdige sirkler ihht mal for telling av treantall. Skogeier kunne da telle dersom kvaliteten på bildet var god nok. Sammenlignet med en tilsvarende feltjobb ville dette gitt en relativt stor besparing. Per i dag koster et slikt program som georefererer flybildene ca 35 000kr. I praksis vil det si at tjenesten med bildeprosessering må leies inn, det er bare snakk om å laste opp bilder og sende tilbake en modell. Selve feltjobben kan skogeier gjøre selv.

For å kunne benytte dataene til videre forskning er det min vurdering at det må lages en georeferert 3d-modell. Dette vil muliggjøre å beregne treantall, volum og man kan ta ut terrengmodeller. Dette er samme program som georef flybilder. Skriver mer om dette i neste avsnitt om andre bruksområder.

Bestandene var alle på relativt lave boniteter der det stort sett er oversiktlig og man får en realistisk vurdering uten å måtte gå over hele bestandet. Likevel virker det å være mer innsparing på større bestand selv på lave boniteter. Denne forskjellen blir trolig større på høye boniteter med større innslag av lauv, større tetthet og høyere overhøyde rett og slett fordi man da må gå nøyere over bestandet for å få oversikt. Alle som har gått i et G23 bestand med lauv på 6 meter vet at det tar tid og føles uoversiktelig.

Dersom dette skal være mulig å teste, må gjeldende regelverk for droneflyging endres og tilpasses det å kunne fly over store skogområder uten kontinuerlig visuell kontakt. Drona vil da fly på autopilot, men du vil kunne monitorere instrumenter og se på kartet hvor drona befinner seg så lenge sender/mottager er innenfor rekkevidde. Neste begrensning blir så batteritid som per i dag er ca 15 minutter på et dronehelikopter og ca 30min på dronefly. Dette betyr at dersom man skal ha innsparing må man over på fly, og her er mulighetene mange. Per i dag er det begrenset med «hyllevare» som er klar til å fly ut av boksene. Systemet kalt E-bee er raltivt kostbart og er ment for seriøse aktører. Innledningsvis og i prosjektbeskrivelsen ønsket jeg å benytte billige fly og jeg har forsøkt 2 typer uten å lykkes. Mye av årsaken er behovet for plass til take-off og landing, i tillegg til en pålitelig autopilot. Etter å ha bygget, justert og kræsjet 4 ganger bestemte jeg meg for å gå over til helikopter som jeg visste ville fungere, men jeg tror fortsatt det er mulig å sette sammen et billig system som gjør jobben på samme måte som E-bee. Teknologien ligger der og flere har klart det og lykkes, så dette må det forskes mer på.

Utfordringer

Teknologien er per i dag over det en «normal» skogeier kan forventes å mestre, desverre. Sammenlignet med en vanlig datamaskin er dronene nå der IBM var i 1992. Det skal sies at Phantom 3 med ny programmvare imponerer i så måte, brukervennlig og relativt enkel. Dette er fortsatt på beta-stadiet og anbefales ikke for andre enn spesielt interesserte.

Ut over regelverket som er diskutert tidligere må vi nevne været. Det er ikke mulig å fly eller få gode nok bilder dersom det er nedbør. I tillegg vil vind gi varierende resultat, vanskelige flygeforhold og kortere batteritid. Dette vil trolig bli et mindre problem dersom fly benyttes.

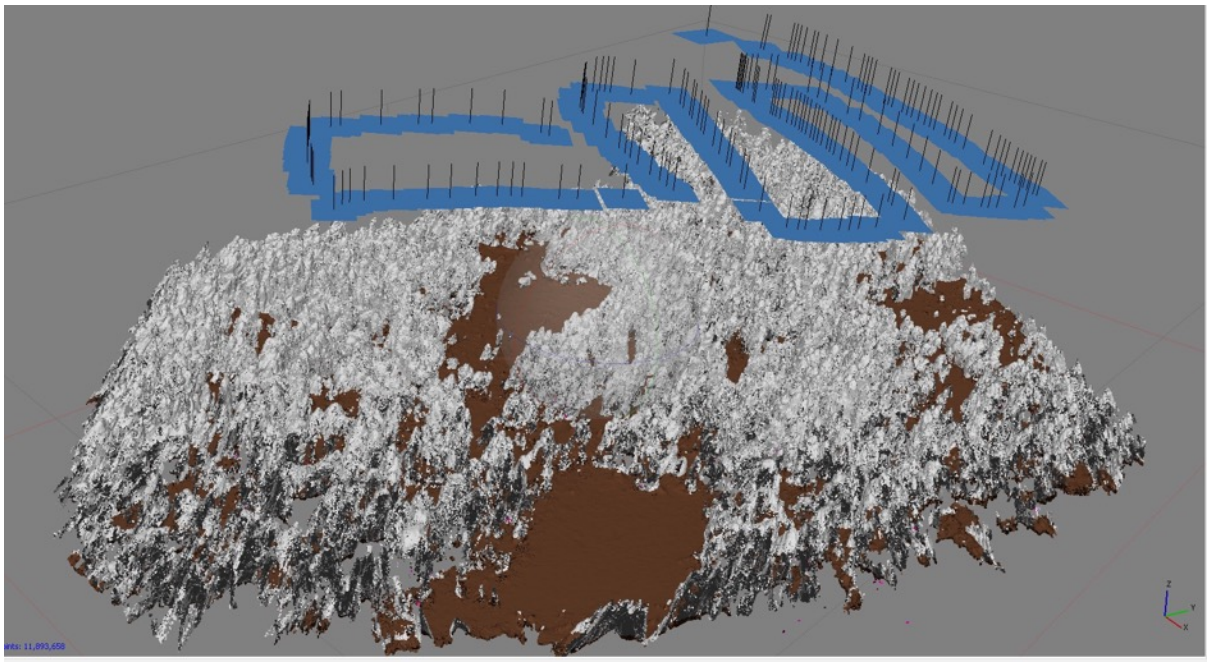
Holdbarheten på utstyret må også kommenteres. Dette er skjøre greier som ikke tåler tommeltotter. Har man for vane å knuse telefoner vil man garantert ødelegge en drone relativt enkelt. Selv med forsiktig bruk vil motor, rotor eller batteri før eller siden svikte noe som medfører umiddelbar styrt og påfølgende rapportering.

Andre bruksområder

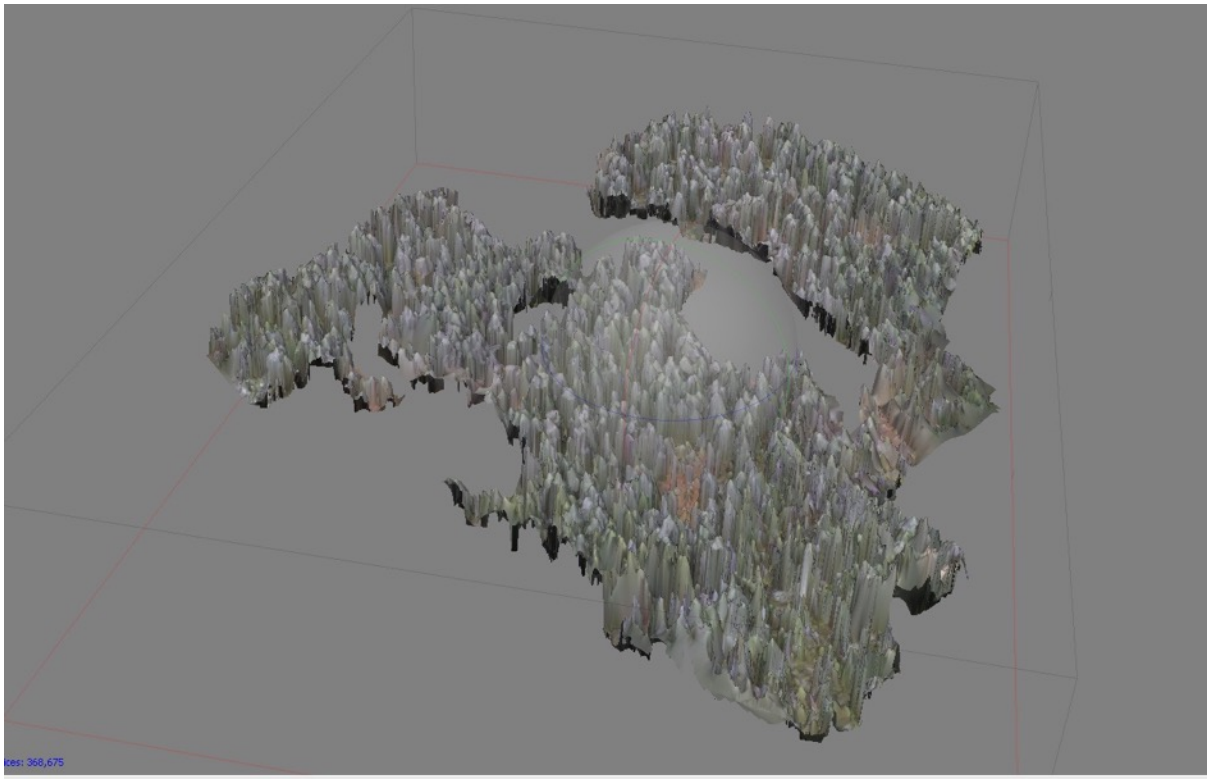
Som nevnt i diskusjonen så er det det mulig å bruke data som ligger i flybildene til å lage en 3d-modell. Til dette benytter man spesialprogrammvare, i mitt tilfelle Photoscan fra Agisoft. I praksis så matcher programmet bildene, bruker informasjon fra fokuspunktene i bildet og danner seg en punktsky ut i fra dette. Det er så mulig å binde disse punktene sammen med å lage et mesh som så kan tilføres tekstur. Modellen blir mer nøyaktig jo flere punkter en klarer å få til i punktskyen. Dette krever fantastisk mye prosessorkraft, grafikk og spesielt minne, noe som koster penger. Programmet kan benytte gps info fra hvert bilde (drona vet hvor den var da bildet ble tatt) og sette sammen ortofoto av hele området som er dekket i flygingen. I tillegg kan man eksportere terrengmodell etter å ha definert i programmet hva som er bakke og hva som er vegetasjon.

En slik terrengmodell hadde det vært interessant å kunne benytte i eksempelvis driftsplanlegging og optimalisering av veiplanlegging, optimale ruter for lastbærer osv. Bildet under viser hvordan bakkenivå er markert og klart for eksportering. Den blå

markeringen er der hvor hvert enkelt bilde er tatt og det som her er grått er vegetasjon.



3D-modellen kan også beregne volum direkte i Photoscan. Underveis i prosjektet ble det derfor gjort forsøk på dette ved siden av. Resultatene fra dette er enda ikke klare i det denne rapporten skrives, men det ser lovende ut med tanke på å kunne estimere et volum på stående skog innenfor et gitt område.Eksempel på dette i bildet under der kun skog og vegetasjon er modellert etter at bakken er fjernet på samme modell som over.



Et åpenbart bruksområde for drone vil være i forbindelse med mye vindfall og toppbrekk. Dette er ofte kaotiske områder å ferdes i, og fra lufta vil man få en mye bedre oversikt. Dette vil samtidig være bedre med tankte på egensikring i områder med vindfall.

Sjekk av antall planter på et plantefelt er et viktig arbeid som i teorien kunne vært utført av drone i kombinasjon av automatisert tre-telling på pc i ettertid. Enkelte NGO er benytter seg av dette i dag i forbindelse med prosjekter i regnskog (www.conservationdrones.org), men deres fordel er at de har tilgang til Google earth-engine. Denne GIS-motoren har i stor grad automatisert denne prosessen, men jeg er usikker på om andre kommersielle leverandører har tilsvarende. Utfordringen med telling av planter kan være at de er vanskelig å skille fra bakkevegetasjon. En mulighet i så tilfelle er å benytte seg av NIR-kamera (nær infrarødt) som gjør det mulig å skille gjenstander på «usynlig» nivå. Slik teknologi kunne i såfall være interessant for både skogeier og offentlig myndighet ifm oppfølging og plantekontroll.

Konklusjon

For å øke den økonomimske nytten av droner i skogbruket må teknologien og regelverket tilpasses dette bruket. Dronene må bli mer robuste og enda mer automatiserte samt at prosessering og etterbehandling må kunne foretas av profesjonelle og så automatisert som mulig.

Referanser og leseliste

Drone: www.gauimrt.com

Autopilot og sensorer: www.3drobotics.com

Kamera og CHDK: http://chdk.wikia.com/wiki/S110

Planlegge oppdragene: http://planner.ardupilot.com

Sette sammen bilder: http://research.microsoft.com/en-us/um/redmond/projects/ice/

3d-modellering: www.agisoft.com

Hvordan lage 3d-modell: http://www.agisoft.com/index.php?id=28

NGO med fokus på droner: http://conservationdrones.org

Andre som tester drone: http://flightriot.com

Regelverk knyttet til droner: http://www.luftfartstilsynet.no/selvbetjening/allmennfly/UAS/