



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Droner som FKT II

Bruk av droner som forebyggende tiltak i beitenæringen

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 27 | 2024



Harald H Lislegård¹, Erlend Winje¹, Tor-Arne Bjørn¹, Inger Hansen¹, Atilla Haugen²,
Gabriela Wagner¹

¹ NIBIO, Divisjon Skog og Utmark; ² Biodrone

TITTEL/TITLE

Droner som FKT II - bruk av droner som forebyggende tiltak i beitenæringen

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Harald Haga Lislegård, Erlend Winje, Tor-Arne Bjørn, Inger Hansen, Atilla Haugen, Gabriela Wagner

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKT NR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
28.02.2024	10/27/2024	Åpen	53543	23/00951
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03474-2	2464-1162	40	0	

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

STATSFORVALTEREN I TRØNDELAG

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

MARTE SYNNØVE LILLEENG

STIKKORD/KEYWORDS:

Utmarksbeite, sau, geit, rein, tap, rovvilt, droner

Free range livestock, uncultivated pastures, sheep, goats, reindeer, predators, drones

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Beitenæring, fredet rovvilt, teknologi

Free range livestock, predators, technology

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Utmarksbeitende dyr er utsatt for angrep fra fredet rovvilt. I oppdrag fra rovviltneemnda i region 6 Midt-Norge undersøker vi i hvilken grad det kan oppdages kadaver av sau og rein i utmark med bruk av droner i åpen og spesifikk kategori sammenlignet med Norske kadaverhunders standard for finsøk. Vi undersøker om droner er egnet til å sjekke ut hvorvidt et dødsvarsel fra GPS-merket sau eller tamrein er ekte eller falsk alarm. Med bakgrunn i gjeldende regelverk diskuterer vi med hvilke metoder droner kan benyttes i skadefellingssituasjoner. Utredningen er basert på feltforsøk, erfaringer, personlig kommunikasjon og faglitteratur.

Droner var mer effektive til å finne kadaver som ligger åpent i terrenget sammenlignet med Norske kadaverhunders standard, målt i suksessrate og tidsbruk. Søk BVLOS med GPS-posisjon har den høyeste suksessraten og er lite tidskrevende. Kamerateknologien til moderne droner er god nok til å identifisere skadeomfang av dyr på bakken og kan bidra til å dokumentere tapsårsaker og t.o.m. forbedre dyrevelferd på utmarksbeite. Per dags dato kan en forvente at drone brukes som hjelpemiddel i en skadefellingssituasjon til søk etter dyret (termisk spor, RGB kamera, spor i snø), ved å forstyrre dyret og evt. drive dyret mot fellingslaget og ved å bedøve dyret. Mens drone kan ikke brukes til jakt, kan Miljødirektoratet gi dispensasjon. Erfaringsverdier og et vitenskapelig kunnskapsgrunnlag mangler.

LAND/COUNTRY:

Norge

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

FYLKE/COUNTY: Troms
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Troms og Finnmark
STED/LOKALITET: Tromsø

GODKJENT /APPROVED

BJØRN HÅVARD EVJEN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

GABRIELA WAGNER



Sammendrag

Utmarksbeitende dyr er utsatt for angrep fra fredet rovvilt. I oppdrag fra Statsforvalteren Trøndelag og rovviltneemnda i region 6 Midt-Norge undersøker vi i hvilken grad kadaver av sau og rein i utmark kan oppdages med bruk av droner i åpen og spesifikk kategori sammenlignet med Norske kadaverhunders standard for finsøk. Vi undersøker om droner er egnet til å sjekke ut hvorvidt et dødsvarsel fra GPS-merket sau eller tamrein er ekte eller falsk alarm. Med bakgrunn i gjeldende regelverk diskuterer vi med hvilke metoder droner kan benyttes i skadefellingssituasjoner. Utredningen er basert på feltforsøk, erfaringer, personlig kommunikasjon og faglitteratur.

Hovedresultatene fra denne studien viser at droner var mer effektive til å finne kadaver som ligger åpent i terrenget sammenlignet med Norske kadaverhunders standard, målt i suksessrate og tidsbruk. Kadaversøk med droner kan ikke direkte sammenlignes med EOT med kadaverhund siden droner ikke kan oppdage nedgravde eller gjemte kadaver. Droner kan derimot raskere avdekke større områder og er mindre avhengig av terreng og vegetasjon. I en reell skadesituasjon kan det derfor være en fordel å benytte seg av både droner og kadaverhunder.

Prosjektet har styrket vår mening om at kadaversøk med drone er mest effektivt når droneoperasjoner utføres i spesifikk kategori (BVLOS), også av en profesjonell droneoperatør. Etersøk er raskest når dyrene er merket med en GPS bjelle eller hvis en kan begrense området og gjennomføre finsøk. Få næringsutøvere vil investere i godkjenning i spesifikk kategori. Opprettelsen av kommunale/regionale dronepilotlag med kompetanse og sertifisering i spesifikk kategori og et beredskapsteam kan være veien å gå både for dyreeierne og under skadefelling.

Dronesøk med GPS-posisjon har en høy suksessrate og er lite tidskrevende. BVLOS-søk uten GPS-posisjon i et stort område er vanskelig og tidskrevende. VLOS-søk uten GPS-posisjon er enda mindre effektivt enn BVLOS-søk da søksområdet er mindre og dronepiloten må ofte forflytte seg, noe som øker tidsbruket betraktelig. BVLOS-søk er mer effektivt enn VLOS-søk, både med og uten GPS-posisjon, dvs. det er en fordel å benytte seg av en dronepilot som utfører operasjoner i spesifikk klasse. Dronepilotens erfaring, hvilestatus, motivasjon og konsentrasjonsevne påvirker suksessraten.

Kadaversøk med termisk sensor er bare relevant i en akutt skadesituasjon hvis dronepiloten kan rykke ut før kadaveret har kjølt ned og hvis en kan forvente at kadaverets temperatur skiller klart fra omgivelsene, f.eks. ikke på en varm soldag. Vi mangler data for å vurdere et relevant tidsvindu. Vegetasjon (åpen vs. skog) hadde lite betydning for suksessraten med termisk og RGB søk.

Droner kan godt brukes til å bekrefte et dødsvarsel til GPS-merket sau og tamrein. Kamerateknologien til moderne droner er god nok til å identifisere skadeomfang av dyr på bakken med RGB og termisk sensor fra 120 m AGL. Skadeomfang og/eller helsetilstand kan vurderes med drone.

Per dags dato kan en forvente at drone brukes som hjelpemiddel i en skadefellingssituasjon til søk etter rovdyret (termisk spor, RGB kamera, spor i snø), ved å forstyrre dyret og evt. drive dyret mot fellingslaget, og ved å bedøve dyret. Drone kan ikke brukes til jakt under gjeldende regelverk, men Miljødirektoratet kan gi dispensasjon. Avhengig av risikovurderingen kan Luftfartstilsynet tillate bruk av droner utstyrt med bedøvelsesvåpen. Derimot mangler vi erfaringsverdier og en vitenskapelig kunnskapsbasis for å vurdere om bruk av droner som hjelpemiddel i skadefellingssituasjoner er forsvarlig og effektiv.

Forord

Rovviltnemnda i region 6 Midt-Norge ønsket å skaffe til veie ny kunnskap om bruk av drone under kadaversøk, vurdering av dødsvarsler fra GPS merkede dyr og i skadefellingssituasjoner. Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) fikk tildelt oppdraget etter å ha spilt projektskisser fram og tilbake med Statsforvalteren i Trøndelag.

Prosjektet har vært utført i nært samarbeid med Biodrone og prosjektleder ønsker å takke NKH så mye for alle faglige bidrag og alle involverte beitenæringsutøvere som la til rette og deltok i feltforsøket. Forskersteamet har bestått av forskere fra forskningsinstitusjonen NIBIO og droneselskapet Biodrone.

Takk til våre medarbeidere Erlend Winje, Inger Hansen og Tor-Arne Bjørn. Førsteforfatter Harald Haga Lislegård har vært ansvarlig for rapportering og organiseringen av forsøkene i felt. Han fikk god støtte fra Georgios Koutsopoulos i felt. Ikke minst ønsker vi å takke våre dyktige dronepiloter Atilla Haugen og Kjell Hepsø som planla og gjennomførte all droneflyvning og så åpent delte alle erfaringer med oss. Daglig leder i Biodrone, Atilla Haugen var uvurderlig i prosjektets utforming og vi ønsker å takke for at han aldri stopper å dele sitt enormt kunnskap om droneteknologi med oss.

Foreliggende rapport presenterer resultatet av vår erfaring med beitenæringen og bruk av droner, litteraturgjennomgang samt uttesting av droner til ettersøk av sau- og reinkadaver i Høylandet kommune i september 2023.

Til slutt ønsker vi å takke Statsforvalteren i Trøndelag og rovviltnemnda i region 6 for tilliten, finansieringen av prosjektet, for nyttige innspill til forsøksopplegget, etablering av vårt lokale kontaktnett og samarbeid underveis i arbeidet med rapporten. Vi håper resultatene kan bidra til effektiv bruk av droner som forebyggende og konfliktdependende tiltak mot tap av beitedyr til fredet rovvilt.



Tromsø, 28.02.24

Gabriela Wagner

Forkortelser

AGL	Above Ground Level
ATV	All Terrain Vehicle (motorkjøretøy for terrengkjøring; firehjuling)
BVLOS	Beyond Visual Line Of Sight
EOT	Ekstraordinært Tilsyn
FKT	Forebyggende og Konfliktdempende Tiltak
GPS	Global Positioning System
IPPC	Internet Pilot Planning Centre
NIBIO	Norsk Institutt for Bioøkonomi
NOTAM	NOTification to AirMen
NSM	Nasjonal SikkerhetsMyndighet
RGB	Red Green Blue (digitale kameraer gjør opptak i RGB-farger)
SNO	Statens NaturOppsyn
SORA	Specific Operation Risk Assessment
VLOS	Visual Line Of Sight

Innhold

1	Innledning.....	8
1.1	Prosjekt mål.....	8
1.2	Bakgrunn.....	9
1.2.1	FKT-ordningen.....	9
1.2.2	Regelverk om dronebruk.....	9
2	Metode.....	12
2.1	Forsøksområde og utstyr.....	12
2.1.1	Forsøksområde.....	12
2.1.2	Droneoperatør og utstyr.....	13
2.1.3	GPS-bjeller.....	15
2.2	Forsøket.....	16
2.2.1	Søk etter kadaver uten GPS-posisjon.....	16
2.2.2	Søk etter kadaver med kjent GPS-posisjon.....	18
2.3	Tidsestimering av ettersøktid.....	18
2.3.1	Søk uten kjent GPS-posisjon.....	18
2.3.2	Søk med kjent GPS-posisjon.....	19
2.4	Litteratursøk.....	19
3	Resultater og diskusjon.....	20
3.1	Søk etter kadaver.....	20
3.1.1	Uten GPS-bjelle.....	24
3.1.2	Med GPS-bjelle.....	28
3.2	Tidsestimering av ettersøktid.....	29
3.2.1	Ettersøktid uten GPS.....	30
3.2.2	Ettersøktid med GPS.....	30
3.2.3	Dronesøk vs. EOT med og uten kadaverhund.....	31
3.3	Reell skadesituasjon.....	32
3.4	Dronebruk i skadefelling.....	33
3.4.1	Mulige bruksområder.....	33
3.4.2	Regelverk.....	35
3.4.3	Bedøvelsesvåpen på droner.....	36
4	Konklusjoner.....	37
	Litteraturreferanse.....	39

1 Innledning

Rovviltnemnda i region 6 Midt-Norge ønsker å skaffe til veie kunnskap om hvordan drone kan fungere som forebyggende og konfliktdempende tiltak (FKT) mot tap av beitedyr til fredet rovvilt i felt. Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble informert om konkurransen til anskaffelse av utredning i mai 2023 og fikk tildelt oppdraget i juni 2023.

1.1 Prosjektmål

I oppdragsbeskrivelsen etterlyser Statsforvalteren svar på disse spørsmålene:

- 1. I hvilken grad oppdages flere kadaver av sau og tamrein i utmark med bruk av VLOS-drone og BVLOS-drone sammenlignet med a) normalt ekstraordinært tilsyn og b) ekstraordinært tilsyn med kadaverhund?*
- 2. Er droner egnet til å sjekke ut hvorvidt et dødsvarsel fra GPS-merket sau eller tamrein er ekte eller falsk alarm?*
- 3. Med bakgrunn i gjeldende regelverk, med hvilke(n) metode(r) er det mulig å benytte drone som hjelpemiddel i en skadefellingssituasjon? Diskuter eventuelt positive og negative effekter av bruk av drone i skadefellingssituasjoner.*

Endringer og begrunnelse:

Oppdragsgiveren og NIBIO ble enige om følgende endringer:

- 1. I hvilken grad oppdages flere kadaver av sau og tamrein i utmark med bruk av VLOS-drone og BVLOS-drone a) sammenlignet med Norske kadaverhunders standard for finsøk b) i terreng som er typisk for tap til jerv og c) i en reell skadesituasjon, med forbehold om at det lar seg gjennomføre.*
 - a) Begrunnelsen for endring er at NIBIO har allerede utført en studie som viser at ekstraordinært tilsyn (EOT) med kadaverhund er mer effektivt enn normalt EOT (Hansen og Winje, 2016). Partnere ble enige om at søk med ekstraordinært tilsyn uten hund utgår av bestillingen. Videre ble partnere enige om at søksresultater med drone bør sammenlignes med Norske kadaverhunders standard for finsøk (8 timer per ekipasje for 1 km²) som er basert på både erfaring (pers. kommunikasjon med leder i Norske kadaverhunder) og vitenskapelige metoder. Effektiviteten av metoden er godt dokumentert (Hansen og Winje, 2016) og kalles for «finsøk» i motsetning til EOT med kadaverhund. En direkte sammenligning av drone og kadaverhundekvipasjene samme dag (vind, temperatur, nedbør, lukt, lys osv.) er logistisk ikke mulig da drone og kadaverhundekvipasjene ikke samtidig kan være aktive i samme område (gjensidige forstyrrelser). Finsøk med kadaverhundekvipasjer er dessuten for ressurskrevende og Norske kadaverhunder ønsket derfor ikke å samarbeide, ikke minst da effektiviteten av finsøk allerede er godt dokumentert. Norske kadaverhunder og NIBIO anbefaler ikke kadaversøk etter en annen metode, dvs EOT med kadaverhund utenfor rammene for finsøk, da det er godt dokumentert at suksessraten er for dårlig. Ikke minst er droner og kadaverhund påvirket på ulike måter av diverse faktorer (sollys, skyer, temperatur, vegetasjon, lukt, tid etter beitedyrets død, bratthet, terreng, siktbarhet av kadaver osv). Å kontrollere forsøket for så mange parameter går langt utover prosjektets rammer.
 - b) Jerven er en av de viktigste skadevoldere i rovviltregion 6 og det er viktig å avklare hvor godt dronepiloten kan overvåke et landskap der jerven er aktivt m.t.p kadaversøk og eventuelt ettersøk.

- c) Statsforvalteren informerte NIBIO om områder som kunne være relevant. NIBIO og Biodrone tok dessuten kontakt med flere næringsutøvere i områder med tap av beitedyr til fredet rovvilt som var i nærheten av dronepilotene for å sikre at piloten kunne rykke ut på kort varsel.

1.2 Bakgrunn

1.2.1 FKT-ordningen

Søknader om støtte til innkjøp av drone som et tilskudd til forebyggende tiltak mot rovviltskader og konfliktdempende tiltak har økt de siste årene. FKT-forskriften¹ legger til rette for innkjøp av elektronisk utstyr hvis disse benyttes f.eks. til utvidet tilsynsaktivitet i kombinasjon med andre tiltak (§ 5b), til tiltak som effektiviserer jakt og skadefelling (§ 5c), som tiltak for å øke kunnskapsgrunnlaget (§ 6) eller som et konfliktdempende tiltak (§ 7). Droner er godt egnet og en mer detaljert beskrivelse av hvordan drone kan brukes innenfor FKT-forskriftens retningslinjer er beskrevet i NIBIO sin rapport «Droner som FKT» (Winje *mfl.*, 2023). Det er et svakt kunnskapsgrunnlag om hvordan drone fungerer til faktiske oppgaver som havner under FKT-forskriften, som for eksempel ettersøk etter beitedyrkadaver og rovdyr. Begrensningene til droner i slike ettersøk ligger ikke bare i de tekniske spesifikasjonene til dronen og dronepilotens evner og erfaring, men like mye - hvis ikke mer, i regelverket som omhandler droneflyvning.

1.2.2 Regelverk om dronebruk

Det er mye forarbeid og regler som må tas stilling til før man kan fly drone. Luftfartstilsynet sin nettside har detaljerte veiledere om alt man må gjøre før, under og etter en flyvning. Nedenfor er de viktigste punktene beskrevet. For alle droner som veier mer enn 250 g må piloter ta nettkurs og netteksamen. Ulike kategorier og regler krever ulike tillatelser og er avhengig av bruksområdet og dronens egenskaper. Krav til sertifisering og kurs er godt beskrevet på Luftfartstilsynet sine nettsider og i «Droner som FKT» (Winje *mfl.*, 2023). En kort gjennomgang følger her.

1.2.2.1 Hvor kan man fly

Det første man må vurdere når man skal fly drone er om det er lovlig å fly i gitt område. Det er flere restriksjonsområder for droneflyvning i Norge, og disse kan man finne på flykartet til AVINOR, <https://avinor.no/ais/>. De fleste restriksjonsområder har unntak der man kan fly lovlig, disse finner man ved å søke opp restriksjonskoden til området i <https://lovdata.no>. Restriksjonskoden finner man igjennom AVINOR sitt flykart. I tillegg skal man sjekke NOTAM (NOTice to AirMen) om det er midlertidige restriksjoner i området hvor man skal fly. Dette kan for eksempel være forårsaket av ambulanshelikopter eller militærøvelser som meldes inn på kort varsel. Informasjon fra NOTAM finner man på AVINOR sitt kart <https://www.ippc.no/ippc/index.jsp>. Det finnes også restriksjonsområder for bruk av luftbårne sensorsystemer som kamera. Disse områdene finner man på Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM) sin nettside <https://nsm.geodataonline.no/sensorapp/>. Ambassader, fengsler og militære områder krever tillatelse fra det spesifikke forvaltningsområdet som flygningen skal foregå over. Det samme gjelder naturvernområder som nasjonalparker og naturreservat som har egne regler for bruk av drone. Man må kontakte den spesifikke forvaltningsmyndigheten for å spørre om tillatelse. Det samme gjelder 5 km rundt lufthavner. For lufthavner som betjenes av Avinor kan man få tillatelse gjennom appen² Ninox Drone (Luftfartstilsynet, 2023).

¹ <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2013-01-01-3>

² https://play.google.com/store/apps/details?id=aa.guardian.avinor&pcampaignid=web_share

1.2.2.2 Droneoperasjonskategorier

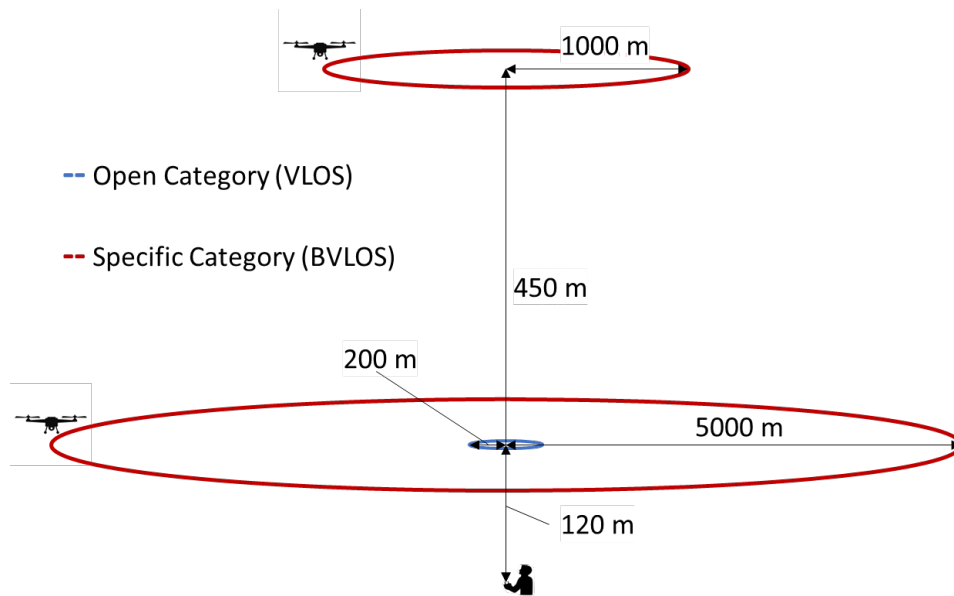
Droneoperasjoner skiller i åpen kategori (lavrisiko operasjoner med mindre droner innenfor faste rammer), spesifikk kategori (operasjoner med høyere iboende risiko) og sertifisert kategori (høyrisiko droneoperasjoner sammenlignbar med bemannet luftfart). Reglene for sistnevnte kategori er ikke på plass ennå og behandles ikke i denne rapporten. Tilgjengelig droneoperasjonskategori dronepiloten har lov og ferdigheter til å bruke er en begrensende faktor i type oppdrag piloten kan utføre. Den viktigste forskjellen mellom åpen og spesifikk kategori er pilotens mulighet til å utføre droneoperasjonen innenfor synsrekkevidden. Det viser seg utfordrende for mange piloter å holde seg innenfor åpen kategori der man ser dronen under hele flyvningen, også innenfor synsrekkevidden «Visual Line Of Sight» (VLOS). Som NIBIO og Biodrone har demonstrert i et tidligere forsøk (Winje *mfl.*, 2023) er det lett for en pilot å miste dronen av syne, og med det skli over i spesifikk kategori, «Beyond Visual Line Of Sight» (BVLOS), som de fleste næringsutøverne i beitenæringen ikke har lov tillatelse for.

1.2.2.2.1 VLOS

Droneoperasjoner innenfor synsrekkevidden foregår i åpen kategori som er lettest tilgjengelig for de fleste innenfor beitenæringen m.t.p. kunnskap, pris og vekt av dronen, og ressursene som kreves for å oppfylle regelverket. Under VLOS-flyvning kan dronen sees med det blotte øyne av piloten under hele flygningen uten bruk av hjelpemidler. Område som kan dekkes av en stasjonær dronepilot varierer, da spesielt kupert terreng, bakgrunn og værforhold fører til en betydelig endring i visuelt område for piloten. Med den begrensende flyhøyden på 120 meter over bakken (Above Ground Level, AGL) i åpen kategori avdekker dronekameraet et mindre område enn under en operasjon i spesifikk kategori med en høyere flyhøyde. Det estimerte området en dronepilot kan dekke VLOS i åpen kategori med droner av type DJI Mavic 3 og Matrice 300, er 200 m omkrets ut fra dronepiloten (Figur 1). Dette er med en flyhøyde på 120 m under gode lysforhold (Winje *mfl.*, 2023). For å fly høyere enn 120 m må ha tillatelse for å fly i spesifikk kategori, noe de fleste utøvere i beitenæring ikke vil ha.

1.2.2.2.2 BVLOS

I spesifikk kategori er det ikke krav til å holde visuell kontakt med dronen, og piloten kan dekke et betydelig større område. Under BVLOS-flyvning kan droner av type DJI Mavic 3 og Matrice 300 avdekke en omkrets på opptil fem km på 120 m høyde (Figur 1). Begrensingene er da færre, og rekkevidden bestemmes av batteritid på dronen og værforholdene.



Figur 1 Størrelse av bruksområdet i åpen (blå) og spesifikk kategori (rød). Biodrone, 2022.

2 Metode

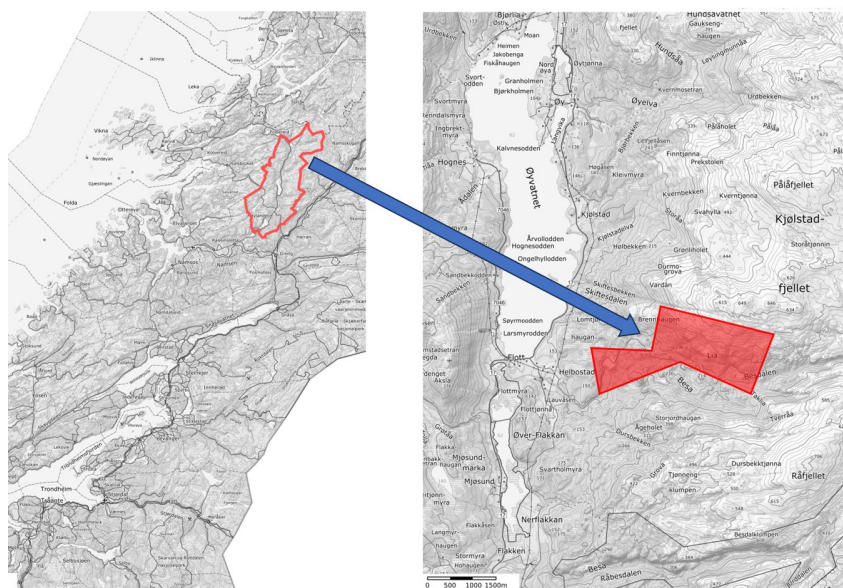
Rapporten er basert på feltforsøk utført av NIBIO og Biodrone i Trøndelag september 2023 og litteratursøk.

2.1 Forsøksområde og utstyr

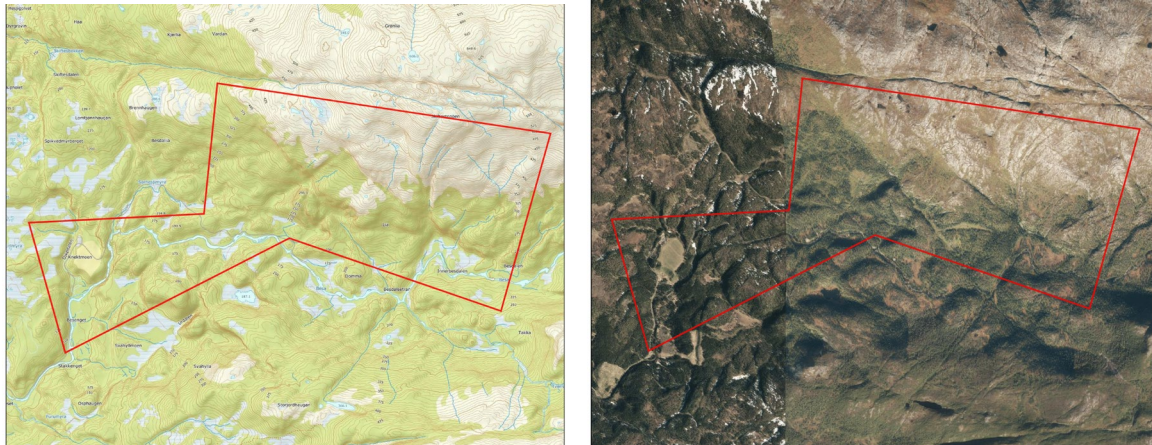
Feltforsøket for å undersøke bruk av droner til kadaversøk i utmark ble utført i Høylandet kommune i Namdalen i Trøndelag fylke. Høylandet er en ideell lokasjon for utmarksforsøk med tett blandingsskog av bjørk, furu og gran som gradvis går over til åpent fjell med steinur og lyng.

2.1.1 Forsøksområde

Forsøksområdet er definert av kupert og krevende terreng. Et egnet område på 4 km² ble plukket ut (Figur 2). Grunneier disponerte lokalkunnskap til forsøket og lokal sauebonde bisto med anskaffelse og lagring av kadaver, samt utlån av ATV. Det var bekreftet tap av sau til jerv i forsøksområdet. Åte med viltkamera til skadefelling av jerv hadde vært i bruk i området i flere år. Forsøksområdet ble delt i en «lukket» og en «åpen» del. Den lukkede delen besto av blandingsskog av gran, furu og bjørk, myrer, en grusvei, en elv og ett jorde med dyrka mark. Den åpne delen besto av åpent fjell med steinur og lyng (Figur 3).



Figur 2 Høylandet kommune (rød linje) og forsøksområdet (rød fyllfarge). Kartutsnitt: ©norgeskart.no.



Figur 3 Forsøksområdet i rød ramme (t.v.). I satellittbildet (t.h.) vises det åpne terrenget i forsøksområde som fjell (mot høyre side av satellittbilde) og det lukkede terrenget er skog (mot venstre side av satellittbilde). Kartutsnitt: ©kilden.no.

2.1.2 Droneoperatør og utstyr

Profesjonelle dronepiloter fra Biodrone utførte droneflyvningen da deres utstyr og kompetanse krevdes for å utføre oppdraget innenfor prosjektets budsjett og tidsramme. Biodrone er sertifiserte til å fly i spesifikk kategori og kan fly BVLOS. I tillegg har de tillatelse til å utføre operasjoner >120 m AGL, noe som effektiviserer ettersøk betydelig. Pilotene har også tilgang til profesjonelle droner og varebil med ladestasjon som gjør lange dager i felt mulig. Dronene er utstyrt med vidvinkel RGB kamera med zoom, termiske sensorer som viser temperatur/temperaturforskjeller og en lasermåler som kan presise beregne avstand til bakken uavhengig av GPS signalet. To droner i ulik pris- og vektklasse (Tabell 1) ble sammenlignet for å framstille forskjeller i dronebruk i åpen og spesifikk kategori. Begge droner kan brukes for BVLOS og VLOS operasjoner i henholdsvis spesifikk og åpen kategori.

Dronesystemer i DJI Mavic serien (Figur 4) er vanlig i beitenæringen da de er lett å bruke, transportere og lade. En termisk sensor (bruk må meldes til NSM) vil effektivisere arbeidet, gitt at brukeren kan tolke slike bilder. Mer avanserte droner i DJI Matrice serien (Figur 5) med en vektgrense på <25 kg kan flys i åpen kategori, men slike systemer er dyre og vanskelig å transportere og lade. Det hever terskelen for at operatører i beitenæringen kjøper dette. Ved bruk av slike droner er det lett å skli fra VLOS til BVLOS under droneoperasjonen, særlig hvis operatøren ikke er godt kjent med regelverket. Slike avanserte dronesystemer brukes best i spesifikk kategori, noe som krever ressurskrevende kompetanseheving.

Tabell 1: Tekniske spesifikasjoner av dronetyperne i test.

Drone	DJI Mavic 3T	DJI Matrice 300 RTK/H20T
Vekt	1 050 gram	8 300 gram
Flytid	45 min	55 min
Vidvinkel kamera	48 MP (1/2" CMOS Sensor)	12MP (1/2.3" CMOS Sensor)
Tele kamera	12 MP (1/2" CMOS Sensor)	20 MP (1/1.7" CMOS Sensor)
Zoom	56 x	200 x
Termisk sensor	640 × 512 (30 Hz)	640 x 512 (30 Hz)
Laserrangefinder	-	1200 m
Pris	Ca: 60 000,- NOK	Ca: 110 000,- NOK



Figur 4 Dronemodell DJI MAVIC 3T som gjerne brukes av dyreeiere på utmarksbeite. Kameraet har en 48 MP CMOS sensor med bildestabilisert kamerahus på 3-akset Gimbal. Foto: Georgios Koutsopoulos



Figur 5 Dronemodell DJI Matrice 300 som er en mer avansert drone som gjerne brukes av profesjonelle droneoperatører. Foto: Georgios Koutsopoulos.

2.1.3 GPS-bjeller

Findmy og Telespor produserer GPS-bjeller for sporing av husdyr på utmarksbeite (Figur 6). Begge selskapene krever brukeravgift for tjenestene sine. Findmy og Telespor har appløsning som støtter både IOS og Android, men Telespor har i skrivende stund ikke en app som støtter nyere Android telefoner.

Findmy er et norsk selskap som bruker både lavbane satellitt teknologi og mobildekning for sporing. Sporingen vises i kart på både nettleser og app. Vi brukte Findmy sine svarte GPS-bjeller i forsøket, som er en eldre modell. De svarte GPS-bjellene bruker kun satellittbaserte systemer for sporing. De veier 290 g og batterilevetiden er avhengig av frekvensen på sporinger den sender ut. Dette kan programmeres via en ladestasjon som kobles til PC. Findmy sine GPS-bjellene har bevegelsessensorer som sender varsel til bruker hvis dyret ikke beveger seg over en lengre periode. Findmy tilbyr også urovarsling som sender ut et varsel dersom det er indikasjon på at noe skremmer dyrene. De nyeste modellene til Findmy veier 100 g mindre og bruker posisjonsdata både fra satellitt og mobilnett. De nyere modellene kan i tillegg programmeres med Bluetooth eller mobilnett fra telefon, og har flere sensorer enn tidligere modell ³.

Telespor er også et norsk firma som bruker satellittbaserte systemer for å innhente GPS-posisjon til sine E-bjeller. De tilbyr i tillegg en toveis kommunikasjon med GPS-bjellene. Dette betyr at nye innstillinger brukeren har programmert, som frekvens på sporing, oppdateres hver gang bjellen sender posisjonen sin. Vi brukte Telespor sine 4. generasjon GPS-bjeller som veier 104 g. Igjen er batteritiden avhengig av frekvensen på sporingsintervallet. Telespor kommer også med bevegelsessensor som utløser en alarm som sendes til bruker hvis dyret ikke beveger seg på 3 timer, har vært på samme posisjon over en lengre periode, eller om bjella ikke får til å sende sine to siste posisjoner ⁴.



Figur 6 Telespor GPS-bjelle til venstre og Findmy bjelle til høyre. Foto: Harald Haga Lislegård og Biodrone.

³ <https://findmy.no/no/agtech>

⁴ <https://telespor.no/>

2.2 Forsøket

Feltforsøket ble utført over tre dager med forberedelser dag 1, og droneflygning over dag 2-3. Formålet var å undersøke de praktiske spørsmålene stilt i oppdraget fra Statsforvalteren. Krevende terreng gjorde arbeidet i felt svært utfordrende.

2.2.1 Søk etter kadaver uten GPS-posisjon

Blindsøk: Dronepilotene ble tilsendt et 4 km² stort område på forhånd. Området inneholdt både lukket og åpent terreng. Det ble plassert fem kadaver av sau (Figur 7, hvite lam: 20 – 40kg), ett hvitt saueskinn og seks halve reinskinn (Figur 8) i feltområdet. Tre sau- og tre reinskinn ble plassert i lukket terreng, og tilsvarende ble lagt ut i åpent terreng. Dronepilotene fikk kun informasjon om hvor mange kadaver og type kadaver det var i terrenget. Dag nummer en i forsøket skulle dronepilotene søke området for å finne så mange kadaver som mulig på en dag. De startet søket i østre del av forsøksområdet og skulle fly systematisk igjennom forsøksområdet på 120 m AGL for å prøve og oppdage så mange kadaver og skinn som mulig.

Allerede etter kort tid ble det klart at å finne kadaver etter planlagt metode ville bli vanskelig, for ikke å si umulig. Søket kom også til å ta mer tid enn det som var akseptabelt. For å sikre gjennomføring og at det ble mulig å skaffe tilstrekkelig med data ble dronepiloten instruert til å gå over til «finsøk» innenfor et 0,04 km² område.

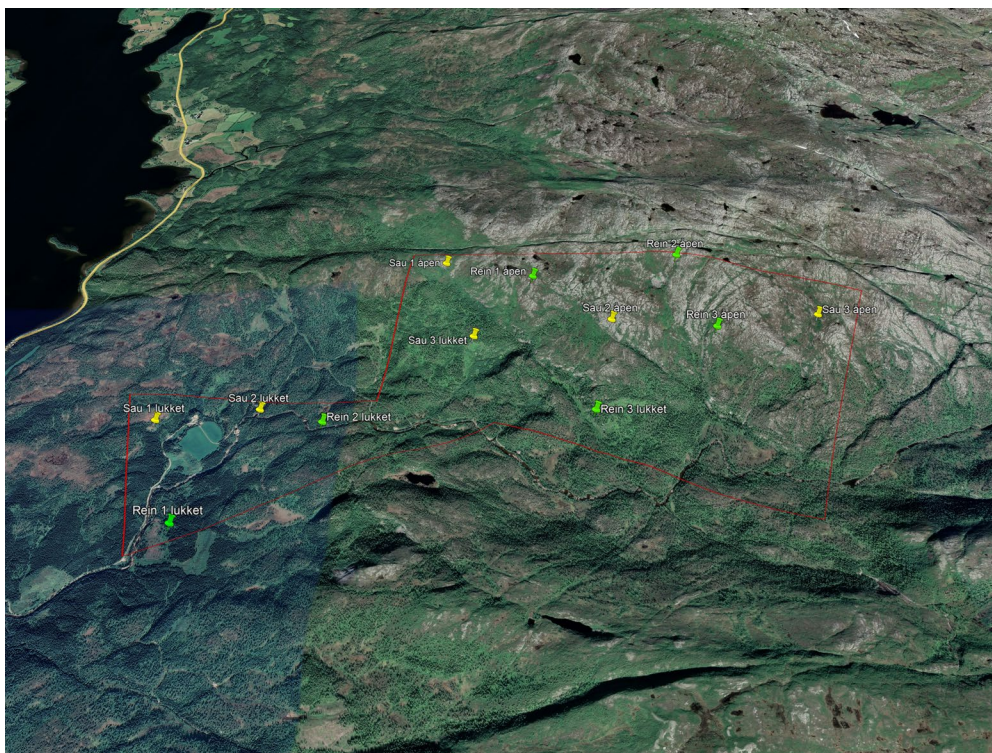
Finsøk: Dronepilotene utførte finsøk etter kadaver i en gitt kvadratisk rute på 200 x 200 m, der et kadaver var plassert inne i ruten (Figur 10). Den nøyaktige plasseringen og type kadaver var ukjent for piloten. Piloten fikk beskjed om å finne kadaveret så raskt som mulig. Dette ble gjentatt for 4 ulike ruter innenfor forsøksområdet beskrevet i Figur 9.



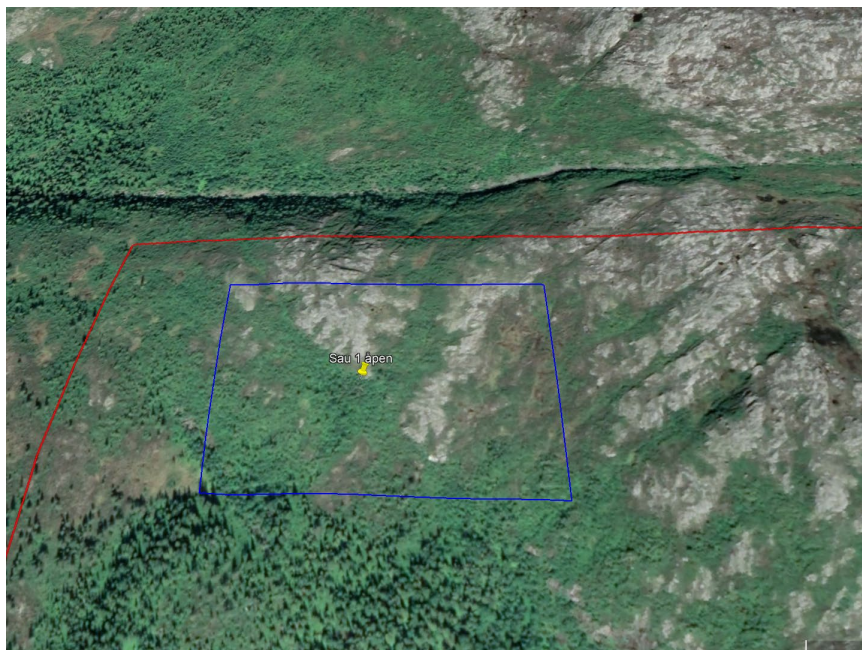
Figur 7 Kadaver av sau. Foto: Georgios Koutsopoulos.



Figur 8 Reinsdyrskinn. Foto: Georgios Koutsopoulos.



Figur 9 Forsøksområde (rød linje) med merket lokasjon der sauekadaver (gul) og reinskinn (grønn) er plassert. Tre sau og tre rein er plassert i lukket terreng (skog), og tre sau og tre rein er plassert i åpent terreng (fjell). Kartutsnitt: ©Google Earth.



Figur 10: Eksempel på finsøk med drone der dronepiloten må finne et sauekadaver eller reinskinn innenfor et 0,04 km² område (blå rute). Lokasjon av kadaveret var ukjent for dronepiloten. Forsøksrute for finsøk med drone ligger innenfor et 4 km² område (rød linje). Kartutsnitt: ©Google Earth.

2.2.2 Søk etter kadaver med kjent GPS-posisjon

Seks Findmy-bjeller og seks Telespor-bjeller ble fordelt ut på kadavrene i feltet. Tre Findmy ble plassert i lukket terreng og tre i åpent, det samme ble gjort med Telespor. Begge bjelletypene sendte posisjon hver time. Siste posisjon registrert ble sendt til dronepiloten samme dag som flyvningen foregikk. Dronepilotene brukte gitt posisjon for å søke etter kadaveret. Pilotene fikk ikke informasjon om GPS-posisjonen var fra en sau eller rein.

2.3 Tidsestimering av ettersøkestid

Da det ikke var mulig å gjennomføre kadaversøk i det 4 km² forsøksområdet (Figur 9) innenfor prosjektets rammer (se kap. 2.2.1), estimerer vi her ettersøkestid med basis i data innsamlet fra feltforsøket. Flyvningen i forsøket ble utført over to dager som både VLOS og BVLOS operasjoner uten (forsøksdag 2) og med (forsøksdag 3) kjent GPS posisjon. Tidsbruk ble målt av dronepilotene. Ut fra dette fikk vi estimater på hvor lang tid det hadde tatt for en dronepilot å utføre ettersøk i VLOS og BVLOS på dyr med og uten GPS-bjeller på et 4 km² stort område i åpen (VLOS) og spesifikk kategori (BVLOS).

2.3.1 Søk uten kjent GPS-posisjon

2.3.1.1 VLOS med kjøretøy

Ettersøkestid for VLOS der man har veier tilgjengelig til å transportere dronen og piloten med bil ble estimert ut fra data samlet inn i forsøket. Estimater ble kalkulert ut fra hvor lang tid det tok dronepiloten å finsøke et område på 200 x 200 m (0.04 km²), og finne et kadaver. Dette estimerte dronepiloten til å være ca. 5 min uten flygning til og fra området. Denne tiden ble så ganget med 3,25 for å estimere tiden det hadde tatt å finsøke et 0.13 km² stort område. Dette er maksimalt område man kan ettersøke VLOS før dronepiloten må flytte seg (Winje *mfl.*, 2023). Denne tiden ble så ganget med 31, da dette er tiden det hadde tatt å finsøke et 4 km² stort område VLOS. Den nye tidsverdien representerer ettersøkestid uten forflytning. Til denne tiden ble det så lagt til nedpakningstid, oppakningstid og kjøretid mellom 31 områder (riggetid). Dronepiloten estimerer at han brukte 50

sekunder fra bilen til dronen var klar til takeoff. Han tok av og landet før han plukket med seg dronen og gikk tilbake og satte seg i bilen. Total tid var da 1 min 10 sekund. Estimert kjøretid mellom to 0.13 km² store områder ble satt til 30 km/t på 500 m, ca. 1 min. Dermed ble 2 min og 10 sek estimert riggetid mellom to områder. Denne tiden ble ganget med 31, og totalt ble det lagt til 1 time og 10 min med riggetid til ettersøkstiden.

2.3.1.2 VLOS til fots

Ettersøkstid for VLOS til fots i krevende kupert terreng ble også estimert ut fra data samlet inn i forsøket. Denne tiden regnes ut på samme måte som ved bruk av bil, men riggetiden blir endret til tid brukt å bevege seg til fots 500 m, ta ut en drone og begynne å fly. Disse tallene er hentet fra GPS-sporing av en av teknikerne som bar tung sekk rundt i forsøksområdet. Gjennomsnittsfarten i felt var 3.3 km/t, som er ca. 10 min per 500 m. Denne tiden ble så ganget med 31 og det ble derfor lagt til 6 timer og 20 min med riggetid til ettersøkstiden.

2.3.1.3 BVLOS

Ettersøkstid for BVLOS ble estimert ut ifra hvor lang tid det tok dronepiloten å finsøke et område på 200 x 200 m, og finne et kadaver. Denne tiden ble så ganget med 100 for å dekke et 4 km² stort område. Forflytningstid var ikke nødvendig å legge til, da hele BVLOS flygningen ble gjort fra en lokasjon.

2.3.2 Søk med kjent GPS-posisjon

2.3.2.1 VLOS

Estimert ettersøkstid for å finne kadaver med kjent GPS-posisjon ved VLOS-flygning ble kalkulert ut fra gjennomsnittlig tid brukt av dronepiloten til å oppdage kadaveret etter dronen var i lufta ved GPS-posisjonen. Da forflytningstid her kommer til å ha stor variasjon avhengig av hvor området er, tas ikke dette inn i regnestykket.

2.3.2.2 BVLOS

Estimert ettersøkstid for å finne kadaver med kjent GPS-posisjon i forsøksområdet ved BVLOS-flygning ble kalkulert ut fra gjennomsnittlig tid brukt av dronepiloten til å oppdage kadaveret etter dronen var i lufta ved GPS-posisjonen.

2.4 Litteratursøk

Som nevnt tidligere (Winje *mfl.*, 2023) finnes ikke enda vitenskapelig kunnskap om dronebruk i skadefellingssituasjoner. Et gjentatt søk ga ikke nye resultater. Blant annet ble det brukt følgende søkeord: drone, UAV, thermal, RGB, predator, wildlife, pastoralis*, rangeland, sheep, reindeer, caribou, conservation, documentation, search, identification, termisk, rovdyr, søk, tap, beite*, rovvilt i ulike kombinasjoner i Google Scholar og PubMed. Sosiale medier ble ikke tatt inn da innleggene er vanskelig å verifisere og tidsbruket for en systematisk gjennomgang er for stort i dette prosjektet. Det kan dog nevnes at det finnes mange gode idéer og anekdotiske erfaringsverdier med tematikken. I rapporten diskuterer vi teoretiske situasjoner med bakgrunn i gjeldende regelverk.

3 Resultater og diskusjon

3.1 Søk etter kadaver

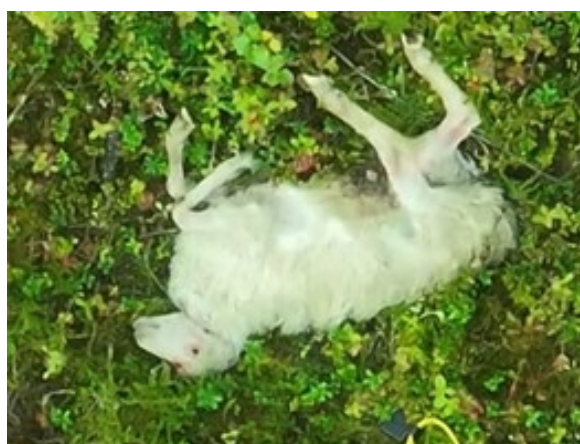
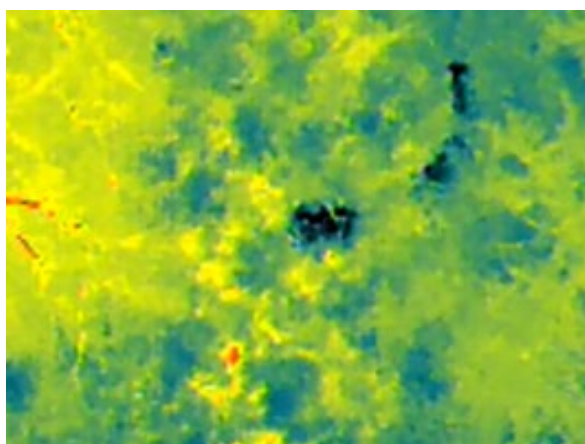
Det ble gjennomført et feltforsøk over 3 dager med 3 biologer, 2 dronepiloter og to dronetypen i VLOS og BVLOS i et jerveutsatt terreng i Høylandet kommune i Namdalen i Trøndelag (Figur 11). Det ble lagt ut 6 sauekadaver/-skinn og 6 reinsdyrskinn i både «åpent» og «lukket» (tett vegetasjon, ikke granskog) terreng og dronepilotene gjennomførte «blindsøk» i et 4 km² forsøksområde og «finsøk» i 4 ruter av 200 x 200 m innenfor forsøksområdet uten GPS posisjon. I et siste forsøk fikk dronepilotene tildelt 11 GPS posisjoner (en GPS bjelle var ute av drift) for å lete etter alle kadaver. Begge droner var utstyrt med RGB og termisk sensor. Termisk kamera var ikke til hjelp da kadaver/skinn var nedkjølte og ikke skilte seg ut fra omgivelsene (Figur 12). Observasjon av åtselere som fugler er godt synlig med dronen, og ledet dronepiloten til et kadaverfunn ved at piloten først så fugleaktivitet i nærheten og på kadaveret (Figur 13).

Noen blinkskudd fra dronesøk kan følges [her](#):

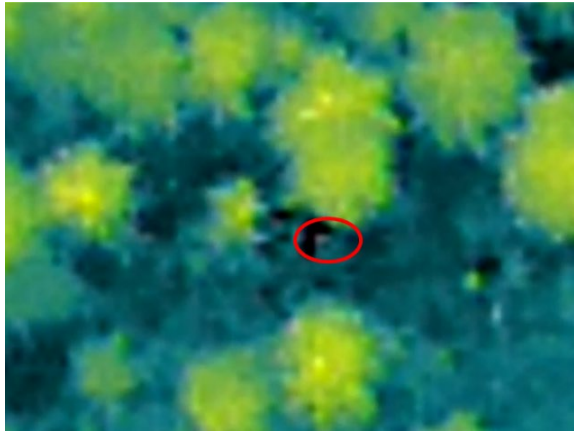
<https://www.dropbox.com/scl/fi/6cydpvbwfk2lk74bbsw4k/Drone-som-FKT2.mp4?rlkey=qnjm2qlp6w1s5urouwu2otqcd&dl=0>



Figur 11 Deltakere i feltforsøk med sauekadaver og DJI Matrice 300 RTK/H20T dronen. Bilde tatt av Atilia Haugen med en DJI Mavic 3T drone med termisk sensor (t.v.) og RGB kamera (t.h.).



Figur 12 Termisk perspektiv fra drone til venstre og optisk til høyre. Illustrerer at kalde kadavre er vanskelig å se med termisk kamera, da de ligner på kalde objekter som steiner. Foto: Biodrone.



Figur 13 Et sauekadaver oppdages av dronepiloten ved hjelp av fugleaktivitet. I begge bilder ser man en nøtteskrike (rød sirkel) som forsyner seg av kadaveret. Fuglen var synlig med termisk (t.v.) og optisk/RGB (t.h.) kamera og kunne lett identifiseres ved å zoome inn. Foto: Biodrone.

For å få et bedre inntrykk av detaljnivået følg lenken til dronevideo [her](#):

https://www.dropbox.com/scl/fi/ohrts7i4qgsf5i86uh3p4/DJI_20230908121359_0002_S.MP4?rlkey=uc4lm38eyag6ua413yonub8lf&dl=0

Når et kadaver ble funnet av dronen, var det tydelig at man kan få et detaljert bilde av kadaveret ved bruk av RGB-kamera. Art, kjønn, alder, øremerke, klavefarge og skadeomfang er eksempler på informasjon man kan observere ved hjelp av drone. Bildeserien under viser noen eksempler på detaljer fanget med drone i dette forsøket. Alle bilder er tatt med drone med en flyhøyde på ca. 120 m AGL.

For å få et bedre inntrykk av detaljnivået følg lenken til dronevideo [her](#) (OBS sterke bilder):

https://www.dropbox.com/scl/fi/8vkb4w4dACPza10p9iuup/DJI_20230908103643_0003_S.MP4?rlkey=8g90pvizyoh4vcesmdfni9eul&dl=0



Figur 14 Sauekadaver med fluer synlig rundt øyet. Bilde tatt med drone på ca. 120 m AGL. Foto: Biodrone.



Figur 15 Sauekadaver med tydelig GPS-bjelle ved siden av. Foto tatt med drone på ca. 120 m AGL. Foto: Biodrone.



Figur 16 Sauekadaver med tydelig manglende øyne. Bilde tatt med drone på ca. 120 m AGL. Foto: Biodrone.



Figur 17 Saekadaver. Foto tatt med drone på ca. 120 m AGL. Foto: Biodrone.



Figur 18 Saekadaver. Foto tatt med drone på ca. 120 m AGL. Foto: Biodrone.



Figur 19 Reinskinn med tydelig GPS-bjelle ved siden av. Foto tatt med drone på ca. 120 m AGL. Foto: Biodrone.

3.1.1 Uten GPS-bjelle

Blindsøk: Av de 12 ekte og simulerte (skinn) kadavrene uten GPS-bjeller plassert i forsøksområdet ble ingen oppdaget av dronepilottene i et 4 km² forsøksfelt, hverken med hjelp av RGB eller termisk-kamera.

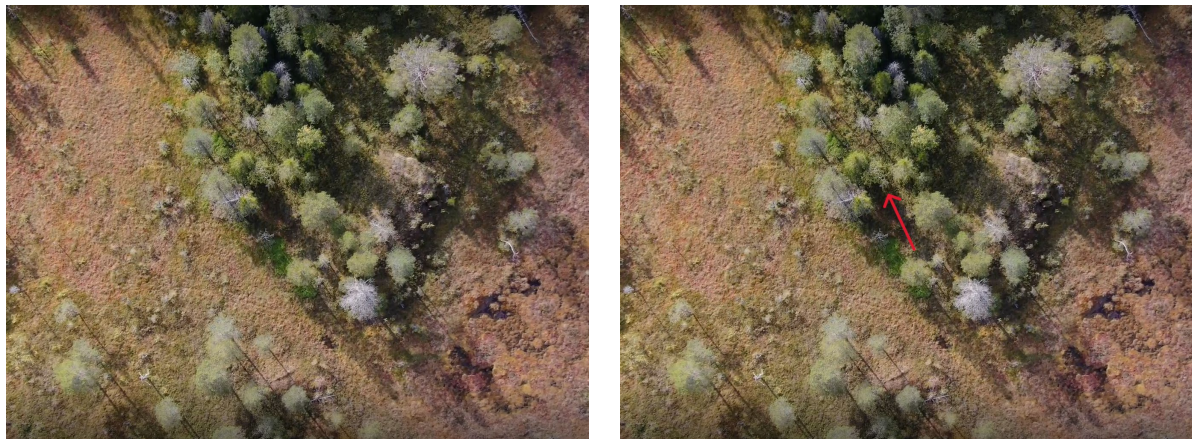
I Figur 12 vises et bilde fra termisk kamera. Døde dyr som har ligget lenge, tinte kadaver og skinn er vanskelig å se ved bruk av termisk kamera, da temperaturen ikke skiller seg ut fra omgivelsene. Fordi mange gjenstander kan ligne på en sau eller rein fra luften, både med RGB- og termisk kamera, ble dronepilottene nødt til å stoppe dronen og zoome inn for å bekrefte eller avkrefte kadaverfunn. Dette var nødvendig å gjøre ofte under søket, og det ble derfor svært tidskrevende og slitsomt for dronepilottene. Dronepilottene ettersøkte 1/5 av forsøksområdet før det ble konkludert at å oppdage kadaver på denne måten ikke var praktisk mulig på et så stort område innenfor forsøkets tidsramme. I tillegg hadde dronepilottene behov for å gjøre seg bedre kjent med hvordan et kadaver ser ut fra luften. Siden begge hadde aldri utført kadaversøk før, var de usikker på hva de skal lete etter. Blindsøket ble da etter flere timer avsluttet uten suksess.

Finsøk: Forsøksopplegget ble endret til finsøk for å gjennomføre målinger innenfor prosjektets rammer. Dronepilottene fikk tilsendt posisjon for et sauekadaver og et reinsdyrskinn de kunne se på fra luften. Etter de ble kjent med målet på den måten, fikk de tilsendt 4 sterkt limiterte ruter (200 x 200 m = 0,04 km²) innenfor det 4 km² forsøksfeltet, 2 i åpent terreng og 2 i lukket terreng i tett vegetasjon. Dronepilottene rapporterte at det var bedre å vite hvordan kadavrene ser ut og at de ble mer motivert av et mindre, veldig overkommelig forsøksområde. Alle 4 kadaver ble funnet i under 5 min, men det var ikke tid, batteri og dagslys nok for å øke prøvestørrelsen. Vi antar at suksessraten av 100 % er tilfeldig og blir nok mindre ved å øke prøvestørrelsen (se også kap. 2.2.2).

Dronepilottenes erfaring, motivasjon (er jobben overkommelig?) samt hvor uthvilt de er, har en effekt på konsentrasjonsevnen og suksessraten (personlig kommunikasjon). Det var første gang kadaversøk med drone ble gjennomført og det var ikke mulig å måle disse parameter i et lite pilotprosjekt.

I de kommende figurene illustreres det hvor krevende det er å oppdage et kadaver/skinn med dronen i terrenget ved «blindt søk» (dronepilot har ingen hjelp for å begrense søksområdet) uten innzooming.

I Figur 20 vises et bilde av et sauekadaver som ligger i lukket terreng i en myrkant der et sauekadaver ligger synlig i bildet. Kadaveret er vanskelig å se og derfor merket med en rød pil. For å gi et inntrykk for kameraets kvalitet viser Figur 21 et bilde fra samme flyhøyde (120 m AGL) der piloten har zoomet godt inn på kadaveret.



Figur 20 Dronefoto av terreng med tett vegetasjon (t.v.) 120 m AGL. Sauekadaveret er markert med en rød pil (t.h.). Foto: Biodrone.



Figur 21 Sauekadaver i tett vegetasjon. Foto tatt med drone fra 120 m AGL. Foto: Biodrone.

I Figur 22 vises et sauekadaver merket med rød pil i åpent terreng på fjellet. I Figur 23 er det zoomet inn.



Figur 22 Dronefoto av åpent terreng (t.v.) med et sauekadaver (rød pil, t.h.). Foto tatt med drone fra 120 m AGL. Foto: Biodrone.



Figur 23 Sauekadaver i åpent terreng i en myrkant. Fotografert med drone 120 m AGL. Foto: Biodrone.

I Figur 24 vises et bilde av et reinskinn merket med rød pil i lukket terreng i kantsonen til en flatehogst. I Figur 25 er det zoomet inn på skinnen.



Figur 24 Dronefoto av skog fra 120 m AGL (t.h.). Et reinskinn (rød pil) er synlig (t.h.). Foto: Biodrone.



Figur 25 Foto av reinskinn tatt med drone fra 120 m AGL. Foto: Biodrone.

I Figur 26 vises et reinskinn merket med rød pil i åpent terreng på fjellet. I Figur 27 er det zoomet inn på skinnet.



Figur 26 Dronefoto av bart fjell med steinur fra 120 m AGL (t.v.). Et reinskinn (rød pil) er synlig (t.h.). Foto: Biodrone.



Figur 27 Foto av reinskinn med Findmy GPS-bjelle ved siden av tatt med drone fra 120 m AGL. Foto: Biodrone.

3.1.2 Med GPS-bjelle

Av de 12 kadavrene og skinnene med GPS-bjeller plassert i forsøksområdet ble 11 posisjoner sendt ut til dronepiloten. En GPS bjelle hadde en funksjonsfeil og sendte ikke posisjonen. Av de 11 posisjoner ble 10 kadaver funnet av dronepilotene. Bjellenes registrerte posisjon stemte overens med et håndholdt GPS og var nøyaktige nok for at dronepilotene fikk et lite nok område til å utføre et mer nøyaktig søk, og med dette oppdage kadaveret/skinnet raskt.

Alle ti kadavre ble først sett med RGB-kamera, noe som overrasker ikke siden kadavrene og skinner hadde samme temperatur som omgivelsene. Ett reinsdyrskinn i lukket terreng ble ikke oppdaget av dronepiloten. Dette viser at ikke alle dyr er like lette å se, og det ikke er 100 % garanti for å finne et kadaver, selv med GPS-bjelle. Derimot viser dette forsøket at kjent GPS-posisjon er avgjørende for å utføre et effektivt søk etter døde dyr med drone. I diskusjon med dronepilotene etter søket ble det klart

at rein i skog var lettere å se enn rein på fjell. Reinskinnet som ikke ble funnet (Figur 28) var plassert under en gammel gran.



Figur 28 Reinskinnet som ikke ble funnet, selv med GPS-posisjon. Foto: Erlend Winje.

3.2 Tidsestimering av ettersøkstid

For å sammenligne resultatene med kadaversøk med EOT med og uten hund, har vi beregnet ettersøkstid basert på forsøksfeltets størrelse og målinger under forsøksdagene.

Tidsestimeringen er en teoretisk minimumstid på flyvetid med dronen. Pauser, ladning av drone og andre uforutsette hendelser er ikke tatt med i estimatet. Vi skiller ikke på åpent og lukket terreng, da dette ikke var en avgjørende faktor. Den viktigste forskjellen ligger i størrelsen av søksområdet, f.eks. om man har en GPS-posisjon å søke etter eller om man kan begrense området på en annen måte. En forutsetning for dronesøk er at kadavrene ligger åpne nok til å bli oppdaget med drone. Nedgravde eller gjemte kadaver kan ikke oppdages med drone og krever kadaversøk med hund. Tabell 2 oppsummerer resultatene fra tidsestimeringen.

Tabell 2: Estimert ettersøkstid i flytimer for å finne ett kadaver i et 4 km² stort område.

Søkstype	Uten GPS-posisjon	Med GPS-posisjon
VLOS med kjøretøy	9.5 timer	5 min + innkjøring
VLOS uten kjøretøy	14.5 timer	5 min + inngåing
BVLOS	8.5 timer	5 min

3.2.1 Ettersøkestid uten GPS

Forsøket viser tydelig at ettersøk i et så stort område uten kjente posisjoner og nedkjølte kadaver å søke etter er svært vanskelig og upraktisk. Dronepilotenes konsentrasjonsevne sinker raskt. I en skadesituasjon handler det om å finne dyret fort, for å dokumentere dødsårsak. Dette kan bli gjort med drone, men da må man ha en posisjon å søke etter. Til og med når det er veger tilgjengelig i hele området tar det mer enn en arbeidsdag bare i tid til å rigge og fly for å finsøke området. Dette er for lenge, da sannsynligheten for å kunne dokumentere dødsårsak svinner med antall timer fra dyret har omkommet. Vi har ikke tatt høyde for at dronepiloten trenger hvileperioder. Man kan forutse at en dronepilot blir sliten og ikke minst sulten etter flere timer med ettersøk. Det betyr at kadaversøk i store områder må enten deles opp over flere dronepiloter eller må gjennomføres over flere dager.

3.2.1.1 VLOS med kjøretøy

Et estimat av flytid og riggetid nødvendig for å dekke et 4 km² område med kjøretøy ble satt til minst 9,5 timer. Denne tiden er et absolutt minimum for ettersøk. Dette betyr i praksis at en ikke kan dekke et område på 4 km² på en dag, selv med tilgjengelige veger i hele området. Når man tar med i regnestykket at uforventede ting kan skje i felt og at dronepilotene trenger pauser, så kan man konkludere at man trenger minst to arbeidsdager for å finsøke et 4 km² område med drone. Dette forbeholder at det er dagslys, godt flyvær og kadaveret ligger synlig fra luften.

3.2.1.2 VLOS uten kjøretøy

Til fots kan man dekke et 4 km² stort område med drone på minst 14.5 timer. Dette er 14.5 timer med bare flyvning og forflytning. Til fots er kondisjonen til dronepiloten sentral og her varierer tåleevnen fra pilot til pilot. Derfor settes minimal tid for å søke gjennom et 4 km² område til fots med denne metodikken til tre arbeidsdager. Her er man også avhengig av dagslys, at kadaveret er synlig fra luften og godt flyvær.

3.2.1.3 BVLOS

Flyvning BVLOS betyr at dronepiloten ikke må forflytte seg. Uansett er det svært tidskrevende å ettersøke i utmark uten en posisjon å søke etter. Hvis dronepilotene hadde finsøkt hele det 4 km² store området hadde det tatt minst 8.5 timer uten pauser å dekke hele området. Dette er minst to arbeidsdager med forbehold om at det er dagslys og godt flyvær. Kadaveret må også ligge åpent nok til å bli sett fra luften for å bli funnet.

3.2.2 Ettersøkestid med GPS

En kjent GPS-posisjon minimerer tidsbruk betydelig. Her er det innkjøring/inngåing som er mest tidskrevende dersom kadaveret ligger åpent nok til å bli oppdaget med drone. Drone er uegnet for å finne nedgravde eller «gjemte» kadaver. I slike tilfeller er søk med kadaverhund mer egnet.

Mange dyreeiere og forskere, blant annet i NIBIO, rapporterer to hyppige problemer med kadaversøk etter dyr med GPS bjelle: posisjonssignalene fra dødsvarsel er ofte upresise eller «hopper», dvs er ikke stabile mellom oppdateringer. Når GPS nøyaktigheten går fra noen meter til > 100 m, noe vi har opplevd i tidligere studier, kan det være for krevende å finne kadaver i kupert terreng. Ligger dyrets posisjon i tillegg langt fra stier og veier, er tida mellom dyrets død til dødsvarsel (3 timer), og deretter til dyreeieren kommer fram til posisjonen (mange timer) så langt, at åtselere har tatt kadaveret allerede. Det gjør dokumentasjonsarbeid vanskelig eller umulig. Dyreeierne velger derfor ofte å ikke lete etter kadaveret hvis det blir for ressurskrevende for en veldig lav suksessrate (personlig erfaring og fortellinger av næringsutøvere).

I begge tilfeller har droner en klar fordel. Drone gir et annet perspektiv enn en fotgjenger har i kupert og krevende terreng og har dermed en større sjanse å oppdage kadaveret selv om GPS signalet var ikke nøyaktig. I tillegg kan en drone, særlig BVLOS, lettere, raskere og med forbedret HMS rekke fram til

posisjonen uavhengig av terrenget så lenge signalet er bra. Vårt forsøk tyder derfor på en høyere suksessrate enn en ville forvente fra en fotgjenger/EOT.

3.2.2.1 VLOS med kjøretøy

Ettersøks tid til å finne et kadaver VLOS hvis man kan kjøre til alle områdene med kjent GPS-posisjon er kort. Tid brukt for å finne et kadaver med kjent GPS-posisjon var på gjennomsnittlig 5 minutter. Dette kommer selvfølgelig an på hvor lang tid det tar å kjøre til selve området, men hvis man er i området kan man finne 12 kadaver med kjent GPS-posisjon på en arbeidsdag. Dette forbeholder at kadavrene ligger synlig fra luften, dagslys og godt flyvær.

3.2.2.2 VLOS uten kjøretøy

Tid brukt for å finne kadaver med kjent GPS-posisjon var på gjennomsnittlig fem min. I VLOS flyvning vil dette ta betydelig mer tid dersom området er utilgjengelig og man må gå langt for å komme seg i nærheten av GPS-posisjonen. I forsøksområdet var det plassert 12 kadaver med GPS-bjelle rundt om i området på 4 km². En tekniker var innom alle seks kadavrene som var mest utilgjengelig på fjellet i løpet av en to timers gåtur. De resterende kadavrene var også mulig å gå til i løpet av 2 timer. Hvis man legger til 12 ettersøk på 5 min til dette, kan man finne alle kadavrene på 5 timer, uten pauser. Derfor er det teoretisk mulig å oppdage 12 kadaver i et 4 km² område til fots med VLOS flyvning i løpet av en dag, forutsatt at man kjenner til GPS-posisjonene på forhånd. Dette forbeholder også at dronepiloten er i god fysisk form, kadavrene ligger synlig fra luften, dagslys og godt flyvær.

3.2.2.3 BVLOS

I BVLOS-flyvning trenger man ikke å forflytte seg for å finne kadaver med kjent GPS-posisjon. Dronepilotene i dette forsøket fant et område midt i forsøksfeltet hvor de rigget opp og utførte all flyvningen fra. Med kjøring, rigging, batteriskifte, pauser osv brukte de omtrent tre timer på å finne ti kadaver og brukte ca. fem min i gjennomsnitt per kadaver. Dette viser at med kjent GPS-posisjon og muligheten til å fly BVLOS, så kan man finne kadaver på lang avstand veldig raskt. Sammenlignet med å ta dronen i sekken og gå til området for å fly VLOS, så er BVLOS langt mer effektivt, tidsbesparende og HMS-vennlig. Flyvning i BVLOS forbeholder også at kadavrene ligger synlig fra luften, dagslys og godt flyvær.

3.2.3 Dronesøk vs. EOT med og uten kadaverhund

Som nevnt i kap. 1.1 var det ikke mulig eller meningsfullt å direkte sammenligne kadaversøk med drone med EOT med eller uten kadaverhund. Likevel ønsker vi å sette søksresultater med drone i perspektiv og sammenligner dronesøk med Norske kadaverhunders standard for finsøk (4 timer for et område av 0,5 km²) og resultatene fra en tidligere studie (Hansen og Winje, 2016). I 2016 ble 40 ferske og gamle kadaver lagt ut i 10 eksperimentelle felt av 0,5 km² hver. Vi inkluderer bare kadaver som lå delvis «åpent» (rett på bakken, bak stein/rot/tre), dvs var ikke gjemt, noe som ville gjøre det umulig å sammenligne resultatet med dronesøk. Selvfølgelig er kadaverhund helt overlegne mht. å finne nedgravde og gjemte kadaver.

I Tabell 3 benytter vi oss av resultatene av bare 1 forsøksfelt i Høylandet, noe som er statistisk ikke meningsfullt. Dette er en stor forskjell til Hansen & Winjes forsøk i 2016 som hadde kapasitet for en god prøvestørrelse. Kadaversøk med drone er – motsatt til bruk av kadaverhund - en ny teknologi og prosjektet er en pilotstudie som skal gi forskere og dronepiloter nye erfaringsverdier for å utforme framtidens forskning. Her er det behov for større forsøk i ulike terreng og med flere piloter. Det er videre viktig å gjenta at kadaversøk uten GPS ble signifikant forkortet til 4 utvalgte kadaver i en 200 x 200 m rute hver i stedet for et «blindsøk» i et 4 km² felt. Det var nødvendig for å gjennomføre prosjektet og for å skåne dronepilotenes oppmerksomhet over 2 lange dager i felt samt dronens batterier og ikke minst tilgjengelig dagslys. Derfor er antall kadaversøk uten GPS for lavt for å gi et troverdig resultat. Vi antar at kadaversøk med drone uten GPS informasjon er mindre effektivt enn

angitt i tabellen, mest sannsynlig nærmere eller tom. under suksessraten uten GPS. Begge dronepiloter, som aldri før hadde utført kadaversøk, rapporterte at det ble lettere å finne kadaver i løpet av forsøket, noe som tyder på at dronepilotens erfaring er en viktig parameter i ettersøk. Akkurat som det ble rapportert for kadaverhundekvipasjene forventer vi også at hvile og motivasjon over en hel dag er avgjørende faktorer for å opprettholde dronepilotens konsentrasjon og suksessrate. Ettersøk med kadaverhund og dronepiloter innebærer lignende biologiske faktorer.

Resultatene i Tabell 3 er et estimat for ren ettersøkestid uten innkjøring, hvile, matpauser og uforutsette hendelser, dvs i en reell situasjon må man alltid regne med mer tid (se kap. 3.2.1 - 3.2.2.3). Uansett kan vi konkludere at droner er mer effektive til å finne kadaver som ikke er gjemt enn søkspersonell (EOT) med eller uten hund, målt i suksessrate og ettersøkestid. Det er vanskelig å foreslå en standard for ettersøkestid per km² for VLOS dronepiloter siden dette er avhengig av terrengets tilgjengelighet til fots, med og uten kjøretøy. For BVLOS operasjoner i spesifikk kategori er ettersøkestid betydelig kortere siden piloten ikke må forflytte seg.

Tabell 3 Estimert suksessrate og ettersøkestid (minutter per funn, timer per kvadratkilometer) for droner med og uten kadavers GPS posisjon og EOT med og uten hund. NB lavt antall kadaver (n=4) for dronesøk uten GPS, det betyr at suksessrate *100,0 % for dronesøk uten GPS er mest sannsynlig lavere (≤ 90,9 % som dronesøk med GPS).

Søkstype	Funnet	Lagt ut	Suksess %	min/funn	t/km ²	Anmerkninger
Drone med GPS	10	11	90,9	5	< 0,1	Per kadaver
Drone uten GPS	4	4	*100,0	5	2,1 - 3,6	BVLOS-VLOS uten kjøretøy
EOT med hund	10	40	25,0	161	8	NKH Standard
EOT uten hund	2	40	5,0	516	8	fastsatt

3.3 Reell skadesituasjon

For å kunne teste en reell skadesak tok vi kontakt med flere dyreeiere (sau og rein) i skadeutsatte områder i nærheten av Steinkjer der vi hadde tilgang til dronepiloter. Dessverre fikk vi alltid for sein (flere uker etter hendelsen) beskjed for å rykke ut og det var ikke mulig å teste drone i akutte situasjoner. Det var som forventet og fastsatt i oppdraget og gjenspeiler rett og slett hvor logistisk vanskelig det for tida er å bringe en god dronepilot som kan operere i spesifikk kategori tidsnok i et område der skadevoldende rovdyr er aktive. En kan derimot forvente at antall dronepiloter og graden av organisasjon for ettersøk med drone i beitelagene/reinbeitedistriktene (evt. også på kommunalt nivå) øker i framtida. Forsøksområdet i Høylandet var derimot et område der jerven var en aktiv skadevolder.

Det var derfor ikke mulig å teste dronesøk etter ferske (varme) kadaver med en termisk sensor. Uansett trenger vi mer kunnskap over hvor lenge etter dyrets dødsfall det gir mening å lete etter kadaver med en termisk sensor. I framtida blir det viktig å hvite hvor raskt et kadaver kjøler ned på ulik undergrunn (fjell, mose, busker, gravd ned, gjemt, delvis under vann) i ulike værforhold (nedbør, vind, temperatur og sollys). Per dags dato er det vanskelig å vurdere hvor lenge etter dyrets dødsfall det gir mening å rykke ut på termisk ettersøk. Det er mulig at tida som går mellom dødsfallet og dødsvarsel i appen er under visse forhold allerede for mye for å oppdage en termisk forskjell mellom kadaveret og omgivelser, særlig på varme dager der hver stein har samme temperaturen som en sau.

Derimot er en drone godt egnet for å vurdere dyrets tilstand etter dødsvarsel og forsøket vi gjennomførte med GPS posisjon er på ingen måte annerledes enn en akuttsituasjon. Detaljene (enkle fluer) en drone kan oppdage fra 120 m AGL er mer enn nok for å vurdere dyrets tilstand. Dronen kan bekrefte om dødsvarsel er ekte eller om det var en feil alarm. Er dyret i livet kan en termisk sensor ved lavere flyhøyder evt. være til hjelp for å avdekke skader eller t.o.m. feber. Identifikasjon av syke dyr ved hjelp av termisk spor er en ny teknologi. Flere droneselskaper i Amerika tilbyr slike tjenester via

sosiale medier⁵ ⁶, men det finnes ikke enda et godt nok vitenskapelig kunnskapsgrunnlag. Etter dialog med noen av disse droneselskaper viste det seg at de faktisk ikke hadde erfaring med reelle skadesaker og selger bare idéen.

Dronen selv kan derimot benyttes for å motivere dyret til å reise seg om man er usikker om dyret oppfører seg normalt. For å gjennomføre det må dronepiloten fly lavt og nært mot dyret for å utløse en fluktespons. Dette krever at dronepiloten eller en rådgiver har erfaring med dyrearten og kan vurdere om dyret tåler stressen av en slik operasjon. En ville f.eks. ikke velge å stresse ei ung simle med kalv eller et åpenbart syk dyr med en slik situasjon. Vi anbefaler det bare i særskilte situasjoner i vanskelig terreng der tiltak om dyrevelferd må vurderes og ikke som metode for vanlig tilsyn. Særlig unge dyr sover ofte lenge og kan utløse et feil dødsvarsel (personlig kommunikasjon). Antall feil alarmer er en utfordring for mange dyreeiere vi snakket med, og alle rapporterte at de ikke har kapasitet for å rykke ut til alle dødsvarsler. Særlig BVLOS droner som kan avdekke store områder på kort tid kan være til stor hjelp når dyrenes GPS posisjon er kjent. Vi anbefaler at flere beitelag og såidass benytter seg av en dronepilot som operer i spesifikk klasse for å forbedre tilsyn og dyrevelferd.

3.4 Dronebruk i skadefelling

3.4.1 Mulige bruksområder

For å planlegge framtidens behov for dronearbeid under skadefelling ble det gjennomført et litteratursøk om drone som hjelpemiddel i en skadefellingssituasjon med bakgrunn i gjeldende regelverk. Siden det finnes ikke enda et vitenskapelig kunnskapsgrunnlag, kan det bare diskuteres teoretisk. Dette innebærer at vi har få erfaringsverdier og må gjette hvilke effekter dronebruk i skadefellingssituasjoner kan ha.

Hvordan kan drone benyttes som hjelpemiddel i en skadefellingssituasjon? Per dags dato kan en forvente at drone brukes på følgende måter:

- Søk etter dyret ved hjelp av
 - termisk spor
 - RGB kamera
 - spor i snø.
- Forstyrre dyret og evt. drive dyret mot fellingslaget
- Bedøve dyret

Litteratursøket konkluderte med at leting etter rovvilt ved bruk av termisk sensor i kombinasjon med RGB og posisjonstriangulering ikke har blitt dokumentert. For en oversikt se NIBIO Rapporten «Droner som FKT» (Winje *mfl.*, 2023). Derimot utførte Biodrone søk etter jerv i Namsskogan familiepark september 2023. Det viste seg svært vanskelig å finne jerven i den tette barskogen, men når den kom ut av skogen og nærmet seg dronepiloten var dette betydelig lettere (Figur 29). Deretter kunne dronepiloten også følge jervens termisk spor når den forsvant i skogen igjen.

⁵ For eksempel <https://wildlifedrones.net/wildlife-disease-and-conservation/>

⁶ <https://www.dronedeercovery.com/videos-and-resources/how-drones-can-help-prevent-the-spread-of-diseases-like-chronic-wasting-disease>

For å få et bedre inntrykk av situasjonen, se på dronevideo [her](#) og [her](#):

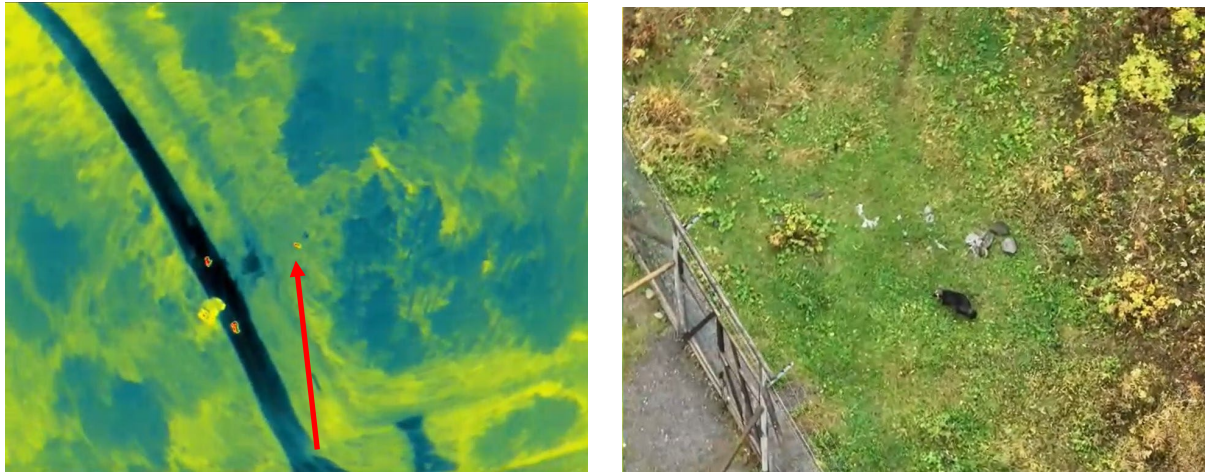
<https://www.dropbox.com/scl/fi/2cc207zj5ky8umgei2c66/Jerven-Jara.mp4?rlkey=gf7o7artaye8ghoygirlrxspa&dl=0>

https://www.dropbox.com/scl/fi/6yr6g124hbv076jtywfyq/Jerven-Jara_1.mp4?rlkey=gr7zkcfx6odffgzhs7jb5rhnb&dl=0

Igjen vises det til at dronepilotens erfaring vil øke suksessraten. Vi oppfordrer vi til økt kunnskapsutveksling mellom dronepiloter og fellingslagene samt SNO. Biodrone er allerede i kontakt med SNO og har informert om teknologiske muligheter i framtida. Som tidligere nevnt er «streaming» en fantastisk mulighet for samarbeid og gjensidig rådgiving mellom dronepiloten og fellingslaget i sanntid (Winje *mfl.*, 2023). En kan tenke seg at en droneoperatør i spesifikk klasse kan raskt skape oversikt i stort og utilgjengelig terreng. I så fall er det behov for godt samarbeid og kommunikasjon med personer på bakken. Det forutsetter at alle har øvd på det på forkant og vet hva de kan forvente av hverandre og hvor limitasjonene ligger. Et slik samarbeid ble tidligere testet i små skala av Norsk Sau og Geit (NSG), men resultatene er dessverre ikke offentlig tilgjengelig. En deltaker i forsøket (anon., personlig kommunikasjon) mente at tidsbruk for felling ble betydelig forkortet ved at dronepiloten og fellingslaget samarbeider. Med dette sinker også fellingskostnadene. Det er antatt at en slik operasjon kan forstyrre andre ville dyr, men om forstyrrelsen er større eller mindre enn i en vanlig fellingssituasjon er ikke testet ut. En vil forvente at nedsatt fellingstid vil også redusere stressnivået i fellingsområde.

Droner kan bli verdifulle verktøy for overvåking av / søk etter rovdyr, men det er behov for mer kunnskap og forskning for å vurdere i hvilken grad droner kan brukes til dette. Først og fremst er det viktig å bygge opp kunnskap rundt termiske spor fra rovdyr og under hvilke forhold en kan oppdage ulike rovdyrarter med drone. Det er for eksempel vanskelig å oppdage dyr med godt isolerende pels (de fleste arktiske arter, særlig om vinteren) med et termisk kamera. Været spiller også en rolle, f.eks. når alle stein er varmet opp av sola blir det nesten umulig å identifisere varme dyr som ikke er aktive. Det er godt mulig at det er bedre å lete etter dyr i skumring eller natt når temperaturforskjellen mellom dyret og omgivelsene er maksimalt. I en polsk studie (ikke enda publisert; personlig kommunikasjon) ble det for eksempel bekreftet at telling av elg og rådyr foregår best i natt. Dette medfører igjen at det er vanskelig å bekrefte dyrets identitet ved å zoome inn med en RGB kamera som har bedre opplysning. Dette problemet kan i framtida evt. unngås ved hjelp av store databanker med termiske spor og identifikasjonsprogrammer som benytter seg av kunstig intelligens. NIBIO jobber med et slik prosjekt for å telle reinsdyr med droner og kunstig intelligens, men metodikken er ikke enda klar for bruk i næring eller forvaltning.

Droner kan også brukes for å følge spor, særlig i snø, for å oppdage rovdyr. Det er til og med teknisk mulig å ta DNA prøver fra sporer selv om det ikke enda er prøvd ut i Norge. Droner har en stor fordel foran søkspersonell i at de kan raskt avdekke store områder, særlig i svart vanskelig terreng. Tett vegetasjon kan gjøre saken litt mer vanskelig, men utelukker ikke dronesøk. Så lenge dronen filmer rett nedover (90° vinkel), er det fullt mulig å finne dyr i tett skog.



Figur 29 Jerv (t.h.) sin varmesignatur (t.v.) tatt med drone 120 m AGL vises tydelig (rød pil). Foto: Biodrone.

3.4.2 Regelverk

Bruk av drone kan ikke gjøres i sammenheng med jakt da dette strider imot Viltloven § 217.

Miljødirektoratets veileder fra 2023 fastsetter at bruk av drone under jakt er ulovlig (Miljødirektoratet, 2023). Det legges til rette i Viltloven, kapittel VI § 21⁸:

«Det er forbudt under jakt:

- a) å løsne skudd på eller over offentlig vei eller jernbane
- b) å bruke **luftfartøy** eller motorkjøretøy til forfølgning av vilt eller til avledning av viltets oppmerksomhet fra jegeren
- c) å bruke **luftfartøy** eller motorkjøretøy utenfor vei til lokalisering av vilt
- d) å løse skudd fra **luftfartøy** eller motorkjøretøy.»

Drone defineres av Luftfartstilsynet som et luftfartøy. Miljødirektoratet slår derfor fast i sin veileder at bruk av drone til jakt, felling og fangst ikke er tillatt. Imidlertid gir loven muligheter for dispensasjoner. Jmført i Viltloven § 35 kan Miljødirektoratet gi fritak til å utføre felling uten hensyn til reglene i Viltloven kapittel VI dersom det forhindrer skade på produksjonsdyr, nyttedyr og tamrein. Direktoratet kan også delegere denne myndigheten til Statsforvalteren. Derfor kan det gis dispensasjon fra forbudet om bruk av drone under skadefelling av bjørn, jerv, ulv og gaupe i visse tilfeller.

Miljødirektoratet har godkjent skadefelling med bruk av helikopter og fellingspersonell fra Statens Naturoppsyn (SNO) i utilgjengelige områder. Lignende godkjenning kan tenkes at kan forekomme med bruk av droner i utilgjengelig terreng. Bruken av droner i skadefellingssituasjoner kan derfor godkjennes av Miljødirektoratet eller Statsforvalteren, men beslutningene vil alltid baseres på individuelle vurderinger. Det er viktig å merke seg at effektiviteten mht. bruk av droner i skadefellingssituasjoner er ukjent, og det er behov for mer kunnskap og forskning på dette området. Om droner kan brukes for å drive et skadevoldende rovdyr mot fellingslaget er ikke klar da vi mangler erfaringsverdier.

⁷ <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-05-29-38>

⁸ <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1981-05-29-38>

3.4.3 Bedøvelsesvåpen på droner

Teoretisk sett kan bedøvelsesvåpen, som dartpistoler som skyter bedøvelsespiler, monteres på droner for å bruke dem til dyreimmobilisering og bedøvelse i spesifikke situasjoner⁹. Et slik dronesystem kan f.eks. ser ut som i Figur 30 (bilde tatt fra nett). Dette konseptet er imidlertid ikke kommersielt tilgjengelig i Norge så vidt NIBIO er kjent med. Bruken av droner med bedøvelsesvåpen kan være en mulig metode for å uskadeliggjøre dyr på en trygg og effektiv måte, spesielt i forbindelse med dyrehelseundersøkelser, bestandskontroll og annen dyrebehandling. Tekniske utfordringer er å sikte, rekyl (dronens bevegelse bakover ved avfiring) og håndtering av mislykkete avfyringer i utilgjengelig terreng. Regelverket rundt testing av våpenbærende droner er et betent tema som oftest underligger hemmelighet. Det var ikke mulig å få relevant informasjon om ikke-letale dronesystemer fra sikkerhetsekspertene i f.eks. Kiras¹⁰ eller Nammo¹¹. Testing og bruk av våpenbærende droner for sivile mål vil alltid underligge strenge limitasjoner.

Det ble bekreftet i kommunikasjon med Luftfartstilsynet at det teoretisk er mulig å tillate bruk av droner med bedøvelsesvåpen, avhengig av risikovurderingen knyttet til operasjonen. Slike operasjoner vil ikke falle inn under den åpne kategorien for droneoperasjoner og vil kreve at man er i minimum opp i spesifikk kategori. Godkjenning for bruk av bedøvelsesvåpen på droner må derfor søkes og innvilges av Luftfartstilsynet, og søknaden må inkludere en detaljert beskrivelse av bruken samt en omfattende risikovurdering.

Bruk av droner til bedøvelse av ville pattedyr følger de samme retningslinjene som bruk av helikopter og bedøvelsesgevær. Dette utføres av Statens Naturoppsyn (SNO) på oppdrag fra Miljødirektoratet, og godkjenning for bruk av bedøvelsesvåpen på drone vil også falle under Miljødirektoratets myndighet. En vellykket operasjon med drone og bedøvelsesvåpen krever et høyt kompetansenivå og spesialtilpasset utstyr. Det er stort behov for kunnskap og forskning på dette området.



Figur 30 «Bird of prey» er et eksempel for et stabilisert våpensystem for droner. Bilde: ©Elbitsystems.

⁹ F.eks. <https://elbitsystems.com/product/bird-of-prey/>

¹⁰ <https://www.kiras.at/en>

¹¹ <https://www.nammo.com/>

4 Konklusjoner

1) I hvilken grad oppdages flere kadaver av sau og tamrein i utmark med bruk av VLOS-drone og BVLOS-drone a) sammenlignet med Norske kadaverhunders standard for finsøk b) i terreng som er typisk for tap til jerv og c) i en reell skadesituasjon, med forbehold om at det lar seg gjennomføre.

I dette forsøket var droner mer effektive til å finne kadaver som ligger åpent i terrenget sammenlignet med Norske kadaverhunders standard, målt i suksessrate og tidsbruk (se Tabell 3). Kadaversøk med droner kan ikke direkte sammenlignes med EOT med kadaverhund siden droner ikke kan oppdage nedgravde eller gjemte kadaver. Droner kan derimot raskere avdekke større områder og er mindre avhengig av terreng og vegetasjon. I en reell skadesituasjon kan det derfor være en fordel å benytte seg av både droner og kadaverhunder.

Prosjektet har styrket vår mening om at kadaversøk med drone er mest effektivt når droneoperasjoner utføres i spesifikk kategori (BVLOS), dvs av en profesjonell droneoperatør. Ettersøk er raskest når dyrene er merket med en GPS bjelle (se kap. 2.2.2-2.3.2) eller hvis en kan begrense området (finsøk, se kap. 2.2.1). Få næringsutøvere vil investere i godkjenning i spesifikk kategori. Opprettelsen av kommunale/regionale dronepilotlag med kompetanse og sertifisering i spesifikk kategori og et beredskapsteam kan være veien å gå både for dyreeierne og under skadefelling.

- Dronesøk med GPS-posisjon har en høy suksessrate og er lite tidskrevende.
- BVLOS-søk uten GPS-posisjon i et stort område er vanskelig og tidskrevende.
- VLOS-søk uten GPS-posisjon er enda mindre effektivt enn BVLOS-søk da søksområdet er mindre og dronepiloten må ofte forflytte seg, noe som øker tidsbruket betraktelig.
- BVLOS-søk er mer effektivt enn VLOS-søk, både med og uten GPS-posisjon, dvs. det er en fordel å benytte seg av en dronepilot som utfører operasjoner i spesifikk klasse.
- Dronepilotens erfaring, hvilestatus, motivasjon og konsentrasjonsevne påvirker suksessraten.
- Kadaversøk med termisk sensor er bare relevant i en akutt skadesituasjon hvis dronepiloten kan rykke ut før kadaveret har kjølt ned og hvis en kan forvente at kadaverets temperatur skiller klart fra omgivelsene, f.eks. ikke på en varm soldag. Vi mangler data for å vurdere et relevant tidsvindu.
- Vegetasjon (åpen vs. skog) hadde lite betydning for suksessraten.

2) Er droner egnet til å sjekke ut hvorvidt et dødsvarsel fra GPS-merket sau eller tamrein er ekte eller falsk alarm?

Ja, droner kan brukes til å bekrefte et dødsvarsel og bedømme skadeomfang til GPS-merket sau og tamrein. Det er tydelig fra resultatene i denne rapporten at kamerateknologien til moderne droner er god nok til å identifisere skadeomfang av dyr på bakken. En drone med RGB og termisk sensor kan ta veldig detaljerte bilder og videoer fra 120 m AGL, dvs skadeomfang av dyret og/eller helsetilstand kan vurderes med drone. I noen tilfeller kan det evt. være mulig å dokumentere tap til rovvilt hvis det vises klart i dronebilde. Den begrensende faktoren er om dyret ligger åpent nok til å bli sett fra luften.

3) Med bakgrunn i gjeldende regelverk, med hvilke(n) metode(r) er det mulig å benytte drone som hjelpemiddel i en skadefellingssituasjon? Diskuter eventuelt positive og negative effekter av bruk av drone i skadefellingssituasjoner.

Per dags dato kan en forvente at drone brukes som hjelpemiddel i en skadefellingssituasjon til søk etter dyret (termisk spor, RGB kamera, spor i snø), ved å forstyrre dyret og evt. drive dyret mot fellingslaget, ved å bedøve dyret.

Drone kan ikke brukes til jakt under gjeldende regelverk, men Miljødirektoratet kan gi dispensasjon. Denne myndigheten kan Miljødirektoratet delegere til Statsforvalteren, slik at Statsforvalteren kan utstede dispensasjonen. Positive og negative effekter av bruk av drone under skadefellingssituasjoner krever ny forskning da både erfaringsverdier og et vitenskapelig kunnskapsgrunnlag mangler. Stress for selve rovdyret og/eller andre ville dyr i området vil være avgjørende, men en kan forvente at dronebruk vil effektivisere fellingsprosessen og dermed redusere stressnivået.

Luftfartstilsynet bekreftet at det teoretisk er mulig å tillate bruk av droner med bedøvelsesvåpen, avhengig av risikovurderingen knyttet til operasjonen.

Så langt mangler vi erfaringsverdier og en vitenskapelig kunnskapsbasis for å vurdere om bruk av droner som hjelpemiddel i skadefellingssituasjoner er forsvarlig og effektiv.

Litteraturreferanse

Hansen, I. og Winje, E. (2016) *Kartlegging av effektiviteten i kadaversøk med hund*. Norsk institutt for for bioøkonomi.

Luftfartstilsynet (2023) *Droner og modellfly* Tilgjengelig fra: <https://luftfartstilsynet.no/droner> (Hentet: Des 2023).

Miljødirektoratet (2023) *Forskrift om utøvelse av jakt, felling og fangst med kommentarer, instruksjer og avtaler*. Tilgjengelig fra: <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2016/mars-2016/forskrift-om-utovelse-av-jakt-felling-og-fangst-med-kommentarer-instrukser-og-avtaler/>. (Hentet: Des 2023).

Winje, E. mfl. (2023) *Droner som FKT-bruk av droner som forebyggende tiltak i beitenæringen*. Norsk institutt for bioøkonomi.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter.