



**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

# Droner som FKT

Bruk av droner som forebyggende tiltak i beitenæringen

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 8 | 2023



Erlend Winje<sup>1</sup>, Tor-Arne Bjørn<sup>1</sup>, Inger Hansen<sup>1</sup>, Erling Meisingset<sup>1</sup>, Atilla Haugen<sup>2</sup>,  
Joachim Bernd Heppelmann<sup>2</sup>, Jonas Nordhaug Myhre<sup>3</sup>, Rune Storvold<sup>3</sup>, Gabriela  
Wagner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>NIBIO, Divisjon Skog og Utmark, <sup>2</sup>Biodrone, <sup>3</sup>NORCE

**TITTEL/TITLE**

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

**FORFATTER(E)/AUTHOR(S)**

Erlend Winje, Tor-Arne Bjørn, Inger Hansen, Erling Meisingset, Atilla Haugen, Joachim Bernd Heppelmann, Jonas Nordhaug Myhre, Rune Storvold, Gabriela Wagner

<b>DATO/DATE:</b>	<b>RAPPORT NR./ REPORT NO.:</b>	<b>TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:</b>	<b>PROSJEKT NR./PROJECT NO.:</b>	<b>SAKSNR./ARCHIVE NO.:</b>
10.02.2023	9/8/2023	Åpen	53043	22/00603
<b>ISBN:</b>	<b>ISSN:</b>	<b>ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:</b>	<b>ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:</b>	
978-82-17- 03218-2	2464-1162	48	2	

**OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:**

Statsforvalteren i Trøndelag

**KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:**

Inge Hafstad

**STIKKORD/KEYWORDS:**

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

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

**FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:**

Beitenæring og fredet rovvilt

Free ranging livestock and predators

**SAMMENDRAG/SUMMARY:**

Utmarksbeitende dyr er utsatt for angrep fra fredet rovvilt. I oppdrag fra rovviltneemnda i region 6 Midt-Norge undersøker vi den mulige nytteverdien av droner i åpen kategori som forebyggende- og konfliktdependende tiltak (FKT). Utredningen er basert på informasjon fra intervjuer, faglitteratur og dronetestflygninger. Droner som FKT kan brukes under (1) tilsyn, (2) flytting av dyr fra rovdyrutsatte områder, (3) automatisk gjenkjenning og telling av dyr, (4) overvåkning av rovdyrutsatte områder, (5) kadaversøk, (6) søk av skadete eller skremte beitedyr og (7) sporing av rovdyr. Dronebruk i åpen kategori er delvis mulig for (1) – (3) så lenge dronen er innen synsrekkevidden. Slike operasjoner kan ikke skilles fra vanlig drift. Operasjoner under (4) – (7) må dekke større områder og må utføres i spesifikk kategori. Effektiviteten av slike droneoperasjoner er ukjent.

Droner kan brukes i alle typer habitat ved å tilpasse sensorene for fjernmåling. Regelverket, signaldekning, vær- og lysforhold setter begrensninger. Dronesystemer i åpen kategori er lett, enkle å bruke, transportere og lade. Mer avanserte droner (<25 kg) er dyre og vanskelig å transportere og lade og brukes best i spesifikk kategori for mer varierte FKT-formål. I nær framtid kan droner f.eks. brukes til sporing av beite- og rovdyr, kadaversøk og skremming, samt innhenting av data fra elektroniske sporingsenheter på dyr. Til og med selvgående droner som rykker ut når en nødsituasjon oppstår er mulig. Effektiviteten bør testes under norske lys- og værforhold. I samsvar med en rask teknologiutvikling krever økt dronebruk i utmark økt oppmerksomhet omkring konsekvensene med hensyn til offentlig sikkerhet, personvern og ikke minst dyreliv.

**NIBIO**NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

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

GODKJENT /APPROVED



BJØRN HÅVARD EVJEN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



GABRIELA WAGNER



# Sammendrag

Utmarksbeitende dyr som sau, geit og reinsdyr er utsatt for angrep fra fredet rovvilt (bjørn, ulv, gaupe, jerv og kongeørn). Statsforvalterembetene opplever en økning i årlige søknader om tilskudd til innkjøp og bruk av droner som forebyggende og konfliktdempende tiltak (FKT). Droner anses i utgangspunktet som hjelpemidler for normal drift uten tapsforebyggende effekt. Rovviltnemnda i region 6 Midt-Norge ønsker å skaffe til veie ny kunnskap om den mulige nytteverdien av droner i åpen kategori i forebyggende arbeid mot rovviltskader.

Utredningen er basert på informasjon fra semi-strukturerte intervjuer, faglitteratur og testflygninger av droner i åpen og spesifikk kategori. Forfatterne støtter seg i tillegg på erfaringsbasert kunnskap fra arbeid i forskning, relevante FoU prosjekter og praktisk samarbeid med beitenæringene og dens dronebruk.

De fleste beitelag, reinbeitedistrikter og tamreinlag benytter seg allerede av droner for sanking, flytting og gjeting av utmarksbeitende dyr. De fleste bruker droner i åpen kategori, altså innen synsrekkevidde (Visual Line of Sight, VLOS). Dronebruk i spesifikk kategori (utenfor synsrekkevidde, Beyond Visual Line of Sight, BVLOS) forutsetter en signifikant kompetanseheving og godkjenning av Luftfartstilsynet som droneselskap, noe de fleste anser som for ressurskrevende. I motsetning til beitebrukerne har kommunale skadefellingslag og SNO så langt liten eller ingen erfaring med bruk av droner i sin virksomhet.

Per dags dato ser vi at droner kan brukes som FKT under (1) tilsyn, (2) flytting av dyr fra områder med skadevoldende rovdyr, (3) automatisk gjenkjenning og telling av dyr, (4) overvåkning av rovdyrutsatte områder, (5) kadaversøk (elektronisk, termisk, visuelt), (6) søk av skadete eller skremte beitedyr og (7) sporing av rovdyr. Både på grunn av kapasitet, men ikke minst regelverket, anser vi at dronebruk i åpen kategori er delvis mulig for (1) – (3) så lenge dronen er innen synsrekkevidde. I kategoriene (4) – (7) vil en ha behov for å dekke større områder. Det betyr operasjoner utenfor synsrekkevidden som igjen tilsier droneoperasjoner med økt risiko i spesifikk kategori.

Teknologien for alle disse bruksområder er tilgjengelig, men er så langt ikke tilstrekkelig tilpasset beitenæringen med tanke på pris, batterikapasitet, kompetanse, lovverket og ikke minst tilpassede system- og softwarespesifikasjoner som hylleware. Ikke minst mangler vi erfaring med og kunnskap om effekten av slike droneoperasjoner. I nær fremtid forventer vi en rask utvikling av relevante produkter og prosedyrer og med dette økt bruk av droner i beitenæring. Det kan medføre mangfoldige og sannsynligvis også skadelige effekter på arealbruk og atferd av de ulike dyrearter som ofte kommer i kontakt med droner i tid og rom. Økende privat og profesjonell dronebruk i utmark gir derfor grunn til økt oppmerksomhet omkring konsekvensene med hensyn til offentlig sikkerhet, personvern og ikke minst dyreliv.

## Konklusjoner

- Droneoperasjoner i åpen kategori (VLOS) som kan forebygge tap av beitedyr til fredet rovvilt omfatter per dags dato flokktilsyn, flytting av dyr fra områder med skadevoldende dyr og gjenkjenning og telling av beitedyr. Det er ikke mulig å skille slike FKT operasjoner fra operasjoner i vanlig drift.
- Droner kan brukes i alle typer habitat ved å tilpasse sensorene for fjernmåling (f.eks. termiske sensorer i kombinasjon med vanlig kamera over skog). Det er mest regelverket og dernest signaldekning, vær- og lysforhold som setter begrensninger.
- Det er teknisk mulig å bruke sensorer på droner som kan fange opp signaler fra elektroniske sporingenheter på dyr, men det er enda ikke relevante produkter på det norske markedet og det finnes ingen kunnskap om effektiviteten under norske lys- og værforhold. En kan forvente at

relevante produkter vil benytte seg av Bluetooth teknologien i fremtiden da den gir større rekkevidde enn RFID.

- Dronesystemer mest egnet for FKT i åpen kategori er modeller i DJI Mavic serien i prisklassen 8 000 – 70 000.- NOK. Disse er lett å bruke, transportere og lade. Vi anbefaler en termisk sensor (bruk må meldes til NSM) som vil effektivisere arbeidet, gitt at brukeren kan tolke slike bilder. Mer avanserte droner med en vektgrense på <25 kg (f.eks. DJI Matrice 300) kan flys i åpen kategori, men slike systemer er dyre (omtrent 250 000.- NOK) 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.
- Dronesystemer i spesifikk kategori er mest egnet for bruk i FKT-sammenheng da de kan utføre mer kompliserte og varierte operasjoner som lett kan skilles fra vanlig drift. I spesifikk kategori kan en også operere BVLOS, noe vi anser som nødvendig for de fleste droneoperasjoner knyttet til beitebruk, herav FKT-formål. Det er sannsynlig at vi ser størst utvikling av relevante droneoperasjoner og -systemer i den kategorien som kan omfatte sporing av beite- og rovdyr, kadaversøk, skremming og i fremtiden t.o.m. selvgående droner som rykker ut når en nødsituasjon oppstår.

# Forord

Rovviltnemnda i region 6 Midt-Norge ønsket å skaffe til veie ny kunnskap om bruk av drone som forebyggende tiltak i beitenæringen. Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) fikk tildelt oppdraget med å undersøke bruk av droner i åpen kategori i beitenæringene etter en anbudskonkurranse i juni 2022. Forskereteamet har bestått av forskere fra forskningsinstitusjonene NIBIO, NORCE og droneselskapet Biodrone.

Foreliggende rapport presenterer resultatet av intervjuer, vår erfaring med beitenæringen og bruk av droner, litteraturgjennomgang samt uttesting av droner i åpen og spesifikk kategori i Levanger og Steinkjer kommuner i oktober 2022.

Vi takker Statsforvalteren i Trøndelag for oppdraget og samarbeidet underveis i arbeidet med rapporten og håper resultatene kan bidra til effektiv bruk av droner som forebyggende tiltak i beitenæringen.



Tromsø, 10.02.23

Gabriela Wagner

# Forkortelser

AGL	Above Ground Level - høyde over bakken eller vannet
AI	Artificial Intelligence - kunstig intelligens
ARC	Air Risk Class
ASL	Above Sea Level - høyde over havet
ATV	All Terrain Vehicles
BVLOS	Beyond Visual Line Of Sight
CDI	Cadaver Decomposition Island
ConOps	Concept of Operations
ERP	Emergency Response Plan
FKT	Forebyggende og Konfliktdempende Tiltak
FPV	First Person View
GPS	Global Positioning System
GRC	Ground Risk Class
IPPC	Internet Pilot Planning Centre
JARUS	Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems
LUC	Light UAS Operator
NIBIO	Norsk Institutt for BIOøkonomi
NORCE	Norwegian Research Centre AS
NSG	Norsk Sau og Geit
NSM	Nasjonal SikkerhetsMyndighet
OSO	Operational Safety Objectives
PDRA	PreDefined Risk Assessment
RBD	ReinBeiteDistrikt
RFID	Radio Frequency Identification
RGB	Red Green Blue
SAIL	Specific Assurance and Integrity Level
SNO	Statens NaturOppsyn
SORA	Specific Operation Risk Assessment
STS	STandard Scenario
UAS	Unmanned Aircraft System
VLOS	Visual Line Of Sight

# Innhold

1	Innledning.....	9
1.1	Prosjekt mål.....	9
1.2	Bakgrunn.....	10
1.2.1	FKT-ordningen.....	10
1.2.2	Regelverk for bruk av drone.....	11
1.2.3	Fly drone trygt.....	12
1.2.4	Dronekategorier.....	15
1.2.5	Bruksområder for droner som FKT.....	18
2	Metode.....	19
2.1	Semi-strukturerte intervjuer.....	19
2.2	Tidligere erfaringer.....	19
2.3	Litteratursøk.....	19
2.4	Tester av droner i åpen og spesifikk kategori.....	20
3	Resultater og diskusjon.....	22
3.1	Kartlegging av erfaringer med droner som FKT.....	22
3.1.1	Beitebrukere.....	22
3.1.2	Interessenter.....	23
3.2	Litteratursøk.....	24
3.3	Muligheter og begrensninger i åpen og spesifikk kategori.....	26
3.4	Streaming.....	28
3.5	Fremtidsperspektiv.....	34
3.5.1	Automatisk gjenkjenning av dyr.....	34
3.5.2	Kadaversøk.....	35
3.5.3	Ettersøk og skadefelling.....	35
4	Konklusjoner.....	37
4.1	Kan bruk av droner i åpen kategori forebygge tap av beitedyr til fredet rovvilt på utmarksbeite?.....	37
4.2	Hvordan kan bruk av droner i åpen kategori forebygge tap av sau og rein til fredet rovvilt på utmarksbeite?.....	37
4.3	I hvilke typer habitat er bruk av droner i åpen kategori egnet til å forebygge tap av sau og rein til fredet rovvilt på utmarksbeite?.....	38
4.4	I hvilke typer habitat er bruk av droner i åpen kategori ikke egnet til å forebygge tap av sau og rein til fredet rovvilt på utmarksbeite?.....	38
4.5	Kan drone brukes i kombinasjon med andre elektroniske hjelpemidler i beitenæringen?.....	39
4.6	Anbefaling på utstyr egnet for formålet.....	40
4.7	Hvordan kan bruk av droner i spesifikk kategori forebygge tap av sau og rein til fredet rovvilt på utmarksbeite?.....	40
	Litteraturreferanse.....	42
	Appendix.....	45



# 1 Innledning

Rovviltnemnda i region 6 Midt-Norge ønsket å skaffe til veie ny kunnskap om bruk av drone (også kalt UAV, unmanned aerial vehicles) som forebyggende tiltak i beitenæringen. Rovviltregion 6 får årlig søknader om tilskudd til innkjøp og bruk av drone som forebyggende- og konfliktdempende tiltak (FKT) i beitenæringen. På generelt grunnlag har Statsforvalteren vært tilbakeholdne med å innvilge FKT-tilskudd til innkjøp av hjelpemidler som i utgangspunktet anses som hjelpemidler for normal drift uten tapsforebyggende effekt. Det finnes imidlertid lite forskning og erfaring om hvorvidt bruk av drone kan fungere som et forebyggende tiltak mot rovviltskader. Med økende interesse for bruk av drone for dette formålet, ser rovviltnemnda at det er hensiktsmessig med et prosjekt som kan gi innsikt i potensiell nytteverdi av droner i forebyggende arbeid mot rovviltskader. NIBIO fikk tildelt oppdraget for utredningen "Bruk av drone som forebyggende tiltak i beitenæringen i rovviltregion 6" i juni 2022.

## 1.1 Prosjektmål

I oppdragsbeskrivelsen etterlyser Statsforvalteren svar på disse spørsmålene:

- 1. Kan bruk av RO1-drone forebygge tap av sau til fredet rovvilt på utmarksbeite?*
- 2. Hvis ja i 1: Hvordan kan bruk av RO1-drone forebygge tap av sau til fredet rovvilt på utmarksbeite?*
- 3. I hvilke typer habitat er bruk av RO1-drone egnet til å forebygge tap av sau til fredet rovvilt på utmarksbeite?*
- 4. I hvilke typer habitat er bruk av RO1-drone ikke egnet til å forebygge tap av sau til fredet rovvilt på utmarksbeite?*
- 5. Kan drone brukes i kombinasjon med andre elektroniske hjelpemidler i beitenæringen?*
- 6. Gi en anbefaling på hvilket utstyr som er egnet og hvilket som er uegnet for formålet.*

Vi valgte i tillegg å vektlegge spørsmålstillinger som anses å være relevant.

- I første omgang er det viktig å nevne at den gamle operatørklassen i kategori RO1 ble faset ut i 2021 og er ikke lenger gyldig (FOR-2020-11-25-2460). Den etterspurte utredningen gjelder åpen kategori (underkategorier A1-3) som omfatter lavrisiko-operasjoner med mindre droner innenfor faste rammer angående dronevekt, flyhøyde, synsrekkevide, kamerautstyr osv. (sist oppdatert av European Union Aviation Safety Agency, EASA, i mars 2022).
- Droneteknologien utvikler seg raskt og utmarksnæringene benytter seg allerede intensivt av teknologien. I 2017-2018 gjennomførte NIBIO og NORCE (tidl. Norut) kurs og fagmøter for beitebrukere med sau og rein i Nord-Norge der aktuelle bruksområder for drone var tema. Vår erfaring fra disse tilsier at droner i åpen kategori (tidligere RO1) ikke er tilstrekkelig med hensyn til kapasitet og effektivitet og at problemstillingen om åpen kontra spesifikk dronekategori bør vurderes i besvarelsen. Fra nevnte fagmøter kom det også frem at beitebrukerne hadde lite kjennskap til regelverket knyttet til dronebruk og at mange brukte drone ulovlig og som oftest i spesifikk kategori. Vi gir derfor en oversikt over de nye dronekategoriene og mulige bruksområder for droner som FKT i spesifikk kategori.
- Et eventuelt FKT-tilskudd til næringsutøvere/beitelag for innkjøp av drone vil sannsynligvis medføre økt, og kanskje mer uoversiktlig dronetrafikk i utmarka. Det bør derfor gjøres en vurdering av om, og eventuelt hvordan, dette påvirker miljø-, verne- og friluftslivsinteressene.

## 1.2 Bakgrunn

For å avklare om droner i åpen kategori kan brukes som FKT gir vi en kort oversikt over FKT-ordningen, regelverket om bruk av droner og mulige bruksområder for droner som FKT.

### 1.2.1 FKT-ordningen

Forskrift om tilskudd til forebyggende tiltak mot rovviltskader og konfliktdempende tiltak (FKT-forskriften)<sup>1</sup> trådte i kraft 1. januar 2013. Det er senere gjort enkelte, mindre justeringer i forskriften i 2018 (FOR-2018-03-12-336), uten at disse har betydning for forskriftens virkemåte. Målsettingen med tilskuddsordningen som omfattes av denne forskriften er «å sikre iverksettelse av effektive forebyggende tiltak for å begrense de skadene rovvilt kan forårsake på produksjonsdyr i landbruket, samt konfliktdempende tiltak for å begrense ulemper for lokalsamfunn og andre grupper» (§ 1). Målgruppen for tilskudd er foretak med produksjonsdyr i landbruket, kommuner og lokalsamfunn (§ 2). Samtidig kan organisasjoner og forskningsinstitusjoner også søke om tilskudd. Forskriften vil i det følgende bli omtalt som FKT-forskriften.

FKT-forskriften skiller mellom tre typer tiltak som kan være støtteberettiget:

- Tiltak med direkte tapsreducerende effekt (§ 5)
- Tiltak for å øke kunnskapsgrunnlaget (§ 6)
- Konfliktdempende tiltak (§ 7)

*Tiltak med direkte tapsreducerende effekt* er delt i fire tiltakstyper:

- Tiltak som fysisk skiller rovdyr og beitedyr (§ 5a)
- Utvidet tilsynsaktivitet i kombinasjon med andre tiltak (§ 5b)
- Andre tiltak som kan være direkte tapsreducerende (§ 5c)
- Driftsomstilling grunnet rovvilt (§5d)

*Tiltak for å øke kunnskapsgrunnlaget* skal bidra til å utvikle praksis og erfaring som senere kan danne grunnlag for å iverksette nye tiltak. Eksempler er utprøving av nye forebyggende tiltak mot rovviltskader, evaluering av igangsatte tiltak, tiltak som avklarer tapsforhold samt forsknings- og utredningsoppgaver som bidrar til utvikling og iverksettelse av effektive forebyggende tiltak.

*Konfliktdempende tiltak* er tiltak i regi av personer, kommuner og organisasjoner som har til hensikt å dempe konflikter forårsaket av rovvilt. Føringene er at tiltaket skal bidra til økt kunnskap om- og forståelse for rovvilt og/eller rovviltforvaltning. Tiltak rettet mot barn og unge skal prioriteres.

Droner sorterer under kategorien elektronisk utstyr. Det ligger utenfor FKT-ordningens formål å støtte investeringer i elektronisk utstyr, dersom dette kun benyttes som et rent driftsverktøy. Det kan imidlertid gis FKT-midler til bruk av droner dersom 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).

---

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

Det er stor og økende interesse for bruk av elektroniske hjelpemidler i beitenæringene, herunder både GPS og droner. Droner var nevnt i 16 søknader som har fått tildelt FKT-midler de senere årene (Hansen m.fl. 2020). Håndtering av dronesøknader og FKT-tilskudd til slikt utstyr varierer mellom de ulike statsforvalterembeter og rovviltregioner. Eksempelvis kan nevnes at Statsforvalteren i Troms og Finnmark har en føring på at 60 % av kostnadene for kjøp av drone og tilhørende tilleggsutstyr kan dekkes av FKT-midler. I tillegg gis det betydelige midler til elektroniske hjelpemidler gjennom støtteordningen «Tilskudd til tiltak i beiteområder», hvor hele 30 % av totalrammen (14,5 millioner kroner i 2022), skal prioriteres til investeringer knyttet til teknologi. Ifølge Hansen m.fl. (2020) kan denne tilskuddsordningen med fordel samordnes med FKT-midlene for å få mest mulig ut av de landbrukspolitiske virkemidlene.

## 1.2.2 Regelverk for bruk av drone

Det er et felles europeisk regelverk for droner. Erklæringen av den relativt nye forskriften om luftfart med droner finnes under Luftfartstilsynets nettsider<sup>2</sup>.

*«Samferdselsdepartementet har vedtatt forskrift om droner i åpen og i spesifikk kategori. Forskriften<sup>3</sup> gjennomfører forordning (EU) 2019/947 i norsk rett, i tillegg til forordning (EU) 2020/746 som utsatte opprinnelig dato for ikrafttredelse og overgangsreglene med 6 måneder. [...]*

*Forordning (EU) 2019/947 inneholder sikkerhetsreglene for bruk av droner i åpen og i spesifikk kategori, det vil si små og mellomstore droner. Reglene trådte i kraft 1. januar 2021. For enkelte av endringene er det imidlertid gitt lengre frister.*

### **Moderne sikkerhetsregler og enklere å fly mellom landene**

*Formålet med reglene er først og fremst å etablere felles sikkerhetsregler for bruk av droner i EU- og EØS-landene. Luftfarten er i stor grad en del av det indre markedet i EU/EØS, og med felles sikkerhetsregler blir også luftfart med droner del av dette. Reglene gjør at droneoperatører, både privatpersoner og virksomheter, kan fly etter de samme reglene i alle EU- og EØS-landene, samt i Sveits.*

*I tillegg til å ivareta sikkerheten skal reglene også bidra til å ivareta personvernensyn og motvirkning av samfunnsskadelig bruk av droner. Dette gjøres blant annet gjennom krav til registrering av droneoperatører og innføring av system for elektronisk identifisering av droner som flyr. I tillegg til å ivareta sikkerheten skal reglene også bidra til å ivareta personvernensyn og motvirkning av samfunnsskadelig bruk av droner. Dette gjøres blant annet gjennom krav til registrering av droneoperatører og innføring av system for elektronisk identifisering av droner som flyr.*

### **Regler for bruk av droner i åpen og i spesifikk kategori**

*De nye reglene er inndelt ut fra om selve dronen eller bruken av den gjør at den skal opereres etter reglene for spesifikk kategori, eller om den kan opereres etter de enklere reglene for åpen kategori.*

*Reglene gjelder uavhengig av om dronen brukes til hobby/sport eller i profesjonell sammenheng.»*

---

<sup>2</sup> <https://luftfartstilsynet.no/aktorer/regelverk/kommende-endringer/2020/forskrift-om-luftfart-med-droner-i-åpen-og-i-spesifikk-kategori/#regulations-uas---unmanned-aircraft-systems>

<sup>3</sup> <https://luftfartstilsynet.no/lover-og-regler/bsl-a/forskrift-om-luftfart-med-ubemannet-luftfartoy-i-åpen-og-i-spesifikk-kategori-bsl-a-7-2/>

### 1.2.3 Fly drone trygt

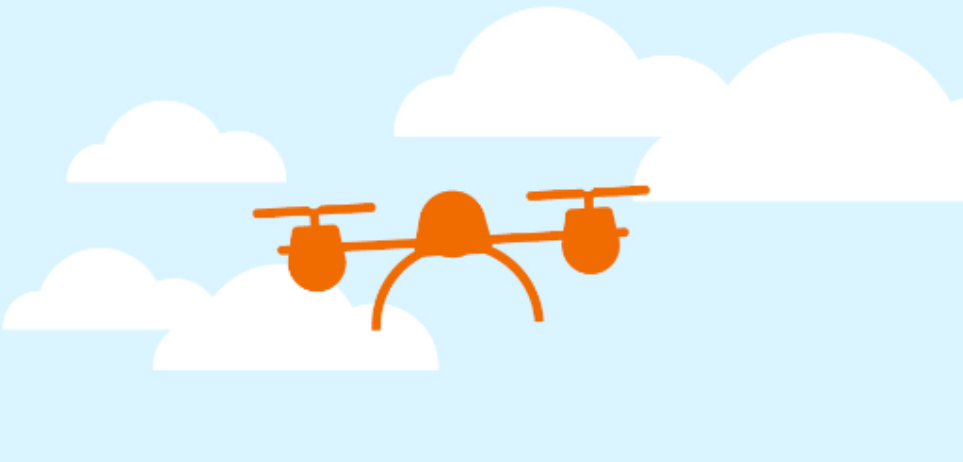
De viktigste regler for å fly trygt med droner under 25 kg i åpen kategori er<sup>4</sup>:

1



Registrer deg på [flydrone.no](https://flydrone.no) og ta nettkurs og eksamen, unntak for CE-merkede leketøy og droner under 250 g uten kamera.

2

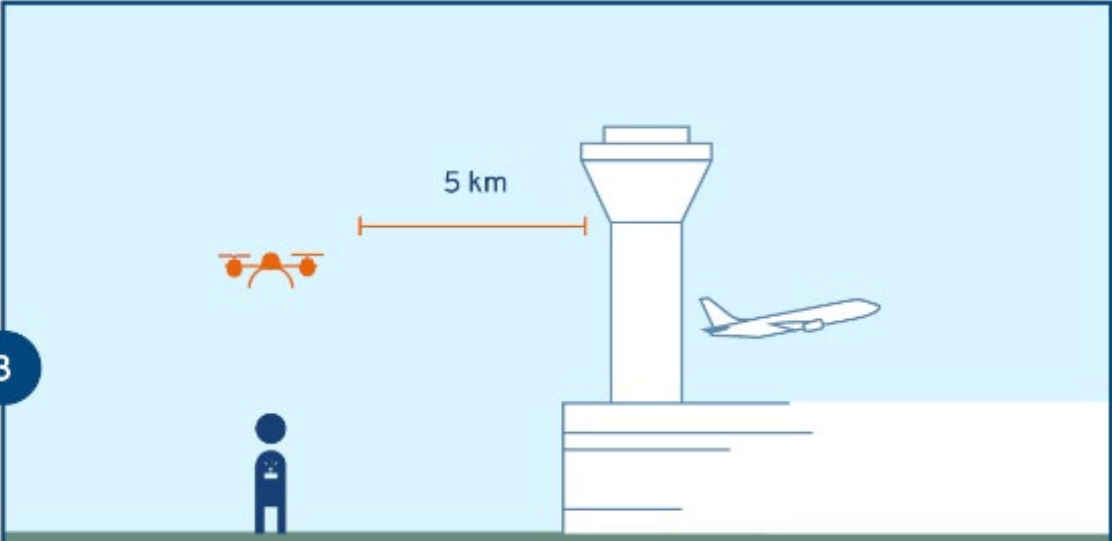


Sørg for gyldig forsikring. Droner er luftfartøy og må ansvarsforsikres, unntak for CE-merkede leketøy.

---

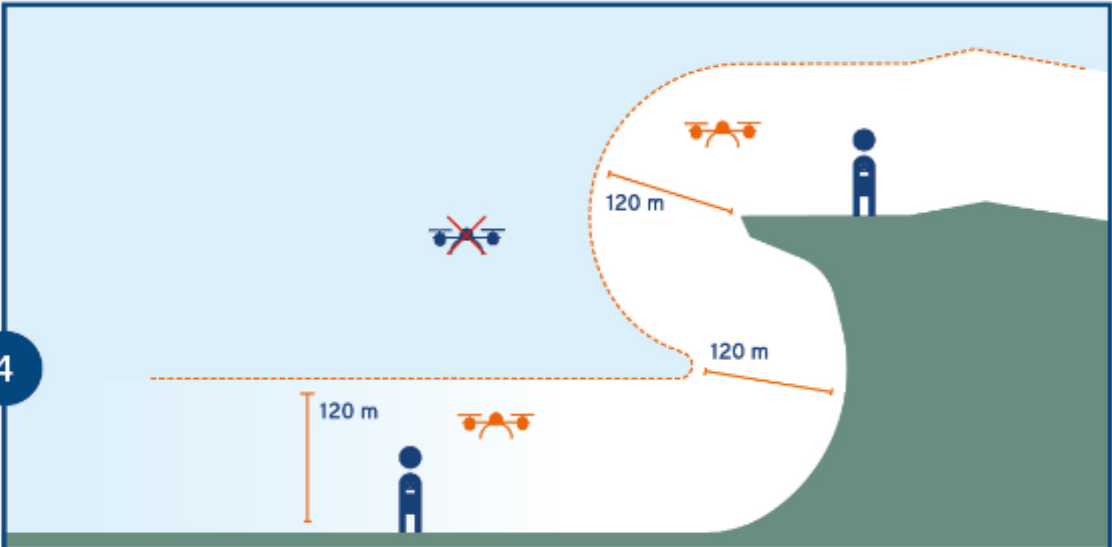
<sup>4</sup> <https://luftfartstilsynet.no/droner/fly-drone-trygt/>

3

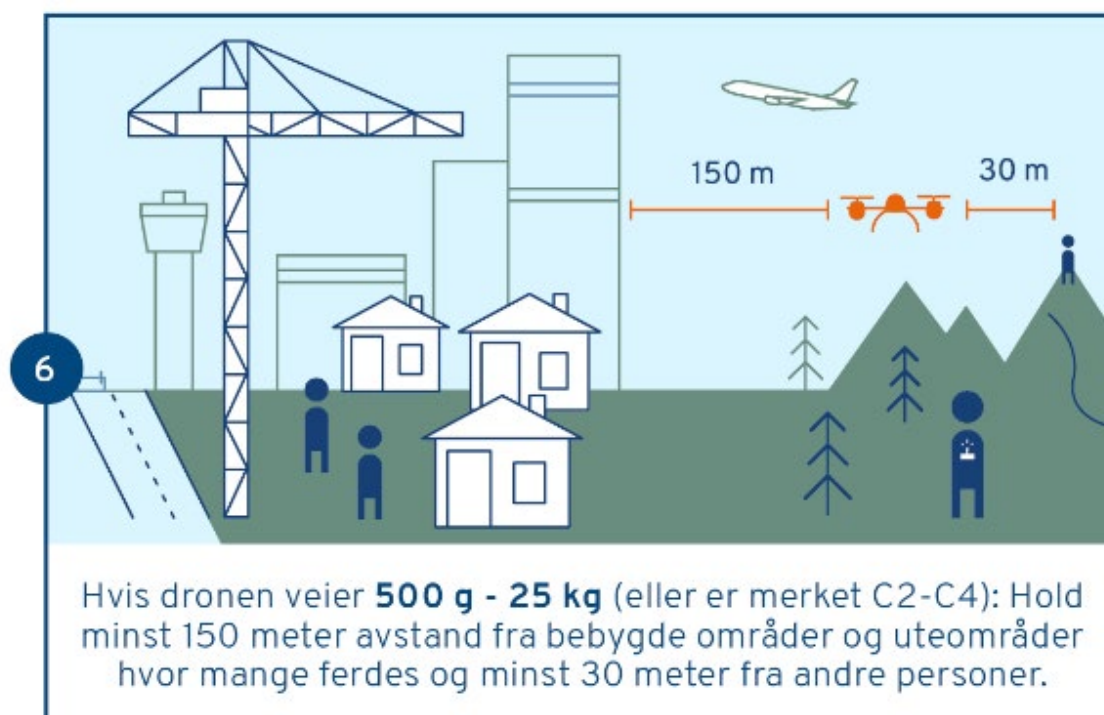
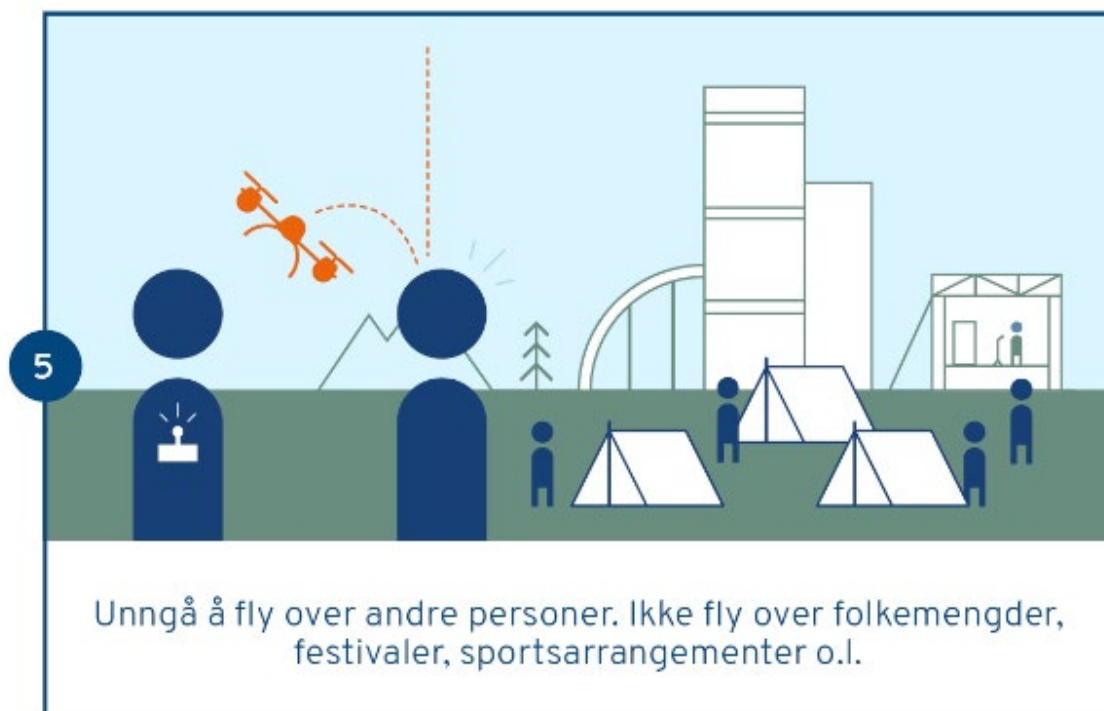


Gjør deg kjent med droneforbudssoner.  
Hold avstand fra lufthavner:  
Ikke fly nærmere enn 5 km.

4



Du skal alltid kunne se dronen.  
Maksimal flyhøyde er 120 meter  
avstand fra bakken.



Figur 1 Oversikt over de viktigste reglene for droner under 25 kg i åpen kategori. Utgitt av Luftfartstilsynet<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> <https://luftfartstilsynet.no/droner/fly-drone-trygt/>

Alle dronepiloter er ansvarlige for å gjøre seg kjent med regelverket og de relevante nettressurser for å avklare hvor det er lov å fly. Nettressurser over lokale droneregler i verneområder og nasjonalparker finnes under Naturbase kartet<sup>6</sup>. Det er ikke lov å fly over militære områder og områder hvor det er forbudt å filme fra luften. Dronepiloter må være kjent med relevante kart som finnes på nettsidene til Nasjonal sikkerhetsmyndighet (NSM)<sup>7</sup>. I tillegg finnes det restriksjons- og forbudsområder, som f.eks. i Oslo sentrum, fengsler og ambassader. Kart over disse områder finnes på nettsidene til Avinor<sup>8</sup> og Luftfartstilsynet<sup>9</sup>.

#### 1.2.4 Dronekategorier

For alle typer droner som veier mer enn 250 g eller har kamera, må en registrere seg på [flydrone.no](http://flydrone.no). For alle droner som veier mer enn 250 g må piloter ta nettkurs og netteksamen. Operatøren må merke dronene sine med operatørnummer. Avhengig av bruksområdet og dronens egenskaper gjelder disse kategorier og regler<sup>10</sup>:

##### 1.2.4.1 Åpen kategori

For alle operasjoner innen åpen kategori gjelder:

- Dronen må veie mindre enn 25 kg.sghdfghdfghdfgh
- Flygingen skjer med maks 120 m høyde over bakken eller vannet.
- Det flys innenfor synsrekkevidde (Visual Line Of Sight/VLOS). First person view (FPV) flyging<sup>11</sup> er tillatt hvis piloten har en observatør ved siden av seg som har direkte øyekontakt med dronen og kan gi piloten instruksjon om å lande dersom det er fare på ferde.
- Det fraktes ikke farlig gods og det slippes ikke noe frakt under flygingen.
- Det skal ikke flys over folkemengder.

Høydebegrensningen på 120 m er oppgitt som «avstand fra nærmeste punkt på jordoverflaten». Altså kan man fly i mer enn 120 m høyde vertikalt i nærheten av fjell eller klipper.

Åpen kategori deles inn i tre underkategorier, A1, A2 og A3. For C-merking og klassifisering av droner, se Luftfartstilsynets nettsider<sup>12</sup>.

##### 1.2.4.1.1 A1 – «Over folk»

I denne underkategorien kan man fly med:

- Co- eller C1-merkede droner.
- Selvbygde droner opp til 250 g som flyr saktere enn 19 m/s.

---

<sup>6</sup> <https://geocortex02.miljodirektoratet.no/Html5Viewer/?viewer=naturbase>

<sup>7</sup> <https://nsm.geodataonline.no/sensorapp/>

<sup>8</sup> <https://www.ippc.no/ippc/index.jsp>

<sup>9</sup> <https://luftfartstilsynet.no/>

<sup>10</sup> <https://luftfartstilsynet.no/droner/nytt-eu-regelverk/>

<sup>11</sup> <https://luftfartstilsynet.no/droner/hobbydrone/om-fpv-flyging/>

<sup>12</sup> <https://luftfartstilsynet.no/droner/c-merking-av-droner/>



- Droner opp til 250 g som kom på markedet før 1. januar 2024.
- Fram til 31. desember 2023 kan man også fly med droner som veier < 500 g (også selvbygde).

Med C1-droner og droner over 250 g skal man ikke fly over andre personer.

#### 1.2.4.1.2 A2 – «Nærme folk»

I denne underkategorien kan man fly med:

- C2-merkede droner.
- Fram til 31. desember 2023 kan man også fly med droner som veier mindre enn 2 kg.
- Med C2-droner skal man holde 30 m horisontal avstand fra andre personer og 5 m avstand når man flyr i saktmodus. Med ikke-CE-merkede droner opp til 2 kg må man holde 50 m avstand.

I tillegg gjelder 1:1 regelen. Dronen skal ha minst like stor horisontal avstand fra andre som dronens vertikale høyde over bakken. For eksempel hvis dronen er på 100 meters høyde skal den ha minst 100m avstand fra utenforstående personer.

Den nye STS-eksamen dekker også kravene til A2. Det er derfor ikke behov for A2-sertifikat så lenge STS-eksamen er bestått.

#### 1.2.4.1.3 A3 – «Unna folk»

I denne underkategorien kan man fly med:

- C2-, C3-, og C4-merkede droner.
- Med droner opp til 25 kg som er selvbygd eller tilgjengelig på markedet før 1. januar 2024.
- Man kan også fly C0 og C1 merkede droner etter reglene i A3. Det er allikevel enklere å fly disse i A1.

Innen A3 må man holde minst 150 m avstand til bolig-, nærings-, industri- eller rekreasjonsområder. Det skal ikke være andre personer til stede enn de som er involvert i droneflygingen. Hvis det kommer noen inn i området der man flyr, skal man holde minst 30 m avstand og følge 1:1 regelen.

#### 1.2.4.2 Spesifikk kategori

Reglene for spesifikk kategori gjelder droneoperasjoner med middels risiko. Dette vil være droneoperasjoner som enten på grunn av dronens størrelse eller hvor man ønsker å fly, ikke kan fly etter reglene i åpen kategori. Operatører i denne kategorien skal autoriseres av luftfartsmyndigheten og føres tilsyn med (Luftfartstilsynet). Spesifikk kategori vil passe for de aller fleste operasjoner som ikke passer i åpen kategori. En viktig forskjell er at en i spesifikk kategori kan fly dronen ut av syne (beyond visual line of sight, BVLOS).

Det finnes flere alternativer for operatører for å få godkjenning for å fly i spesifikk kategori:

##### 1.2.4.2.1 Søke autorisasjon gjennom en "Specific Operation Risk Assessment" (SORA) for hver type operasjon.

SORA er en risikoanalysemetodikk tilpasset operasjoner med ubemannede luftfartøy utviklet av den internasjonale ekspertgruppen JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems).

SORA er laget for å vurdere risikoen av droneoperasjoner på en helhetlig og standardisert måte. Målet er å få en fullstendig oversikt over mulige sikkerhetsrisikoer og finne gode tiltak for å forebygge ulykker og skader. En SORA består av følgende ti steg:

- Lage en Concept of Operations (ConOps), det vil si et omfattende dokument som beskriver organisasjonen, dronesystemet og operasjonen.



- Bestemme "intrinsic Ground Risk Class" (GRC). Dette er en klassifisering av risikoen for at dronen treffer en person på bakken som indikeres med en tallverdi mellom fra 1 (lav risiko) til 10 (høy risiko).
- Bestemme "final GRC" etter risikoreduserende tiltak. Tiltak kan for eksempel være spesielle lokale forhold, buffersoner, utstyr som fallskjerm og om det eksisterer en Emergency Response Plan (ERP). Hvis GRC-verdien er for stor havner man i sertifisert kategori.
- Bestemme "initial Air Risk Class" (ARC). Dette er en klassifisering av risikoen for å treffe et annet luftfartøy som spesifiseres med en bokstavverdi (ARC-a til ARC-d), der ARC-a er luftrom med lavest risiko.
- Bestemme "residual ARC". Dette gjelder kun om man kan vise at luftrommet er mindre trafikkert enn hva luftromskategorien skulle tilsi.
- Sørg for at "Tactical Mitigations Performance Requirements" (TMPR) tilfredsstilles. Dette er tiltak for å sørge for at man ikke kolliderer med andre luftfartøy. Kravene bestemmes ut fra ARC.
- Bestemme "Specific Assurance and Integrity Level" (SAIL). Denne verdien gir en samlet vurdering av risikonivå og bestemmes av final GRC og residual ARC.
- Identifisere Operational Safety Objectives (OSOs). Disse bestemmes av SAIL-verdien og definerer krav til tekniske systemer, trening og prosedyrer.
- Dette steget går ut på å vurdere risikoen for nærliggende områder og luftrom, i tilfelle man taper kontroll over dronen, og man får en såkalt "fly-away". Her må man se nærmere på hvilke krav som gjelder i lovverket.
- Lag en sikkerhetsportefølje som beskriver:
  - Hvordan man reduserer risikoen for GRC og ARC
  - Hvordan man oppfyller krav til TMPR
  - Hvordan man oppfyller OSO-ene

1.2.4.2.2 Søke autorisasjon ved å bruke en "Predefined Risk Assessment" (PDRA). Dette er en ferdiglaget SORA.

1.2.4.2.3 Erklærer å operere ved å bruke et standardscenario (STS).

For dette må dronen ha en viss C-klassifisering, og piloten må ha bestått eksamen for STS. For å forenkle søknadsprosessen vil det bli definert «standardscenarioer». Disse inneholder operasjonsbeskrivelsen og risikovurderinger til noen vanlige typer droneoperasjoner som faller utenfor åpen kategori. Standardscenarioer vil også definere kravene til dronen, kompetanse til pilotene og hvordan operasjonen skal utføres for å ivareta sikkerheten. Hvis du velger å følge et slikt standardscenario, deklarerer du dette til Luftfartstilsynet. En operatør kan velge å deklare og utføre flere typer operasjoner.

1.2.4.2.4 Søke om "Light UAS Operator Certificate" (LUC).

Operatører med en større organisasjon kan vurdere å søke om en LUC som kan bli autorisert til å godkjenne sine egne SORA, PDRA eller STS. En LUC gir større uavhengighet til å utføre flere typer

operasjoner, men stiller også større krav til organisasjonen. Blant annet må det etableres et sikkerhetsstyringssystem<sup>13</sup>.

### 1.2.5 Bruksområder for droner som FKT

Per dags dato ser vi at droner kan brukes som FKT under

- (1) tilsyn,
- (2) flytting av dyr fra områder med skadevoldende rovdyr,
- (3) automatisk gjenkjenning og telling av dyr,
- (4) overvåkning av rovdyrutsatte områder,
- (5) kadaversøk (elektronisk, termisk, visuelt),
- (6) søk av skadete eller skremte beitedyr og
- (7) sporing av rovdyr.

Både på grunn av kapasitet, men ikke minst regelverket, anser vi at dronebruk i åpen kategori er delvis mulig for (1) – (3) så lenge dronen er innen synsrekkevidde. I kategoriene (4) – (7) vil en ha behov for å dekke større områder. Det betyr operasjoner utenfor synsrekkevidde, som igjen tilsier droneoperasjoner med økt risiko i spesifikk kategori.

---

<sup>13</sup> <https://luftfartstilsynet.no/droner/soke-om-tillatelse-i-spesifikk-kategori/soke-om-tillatelse3/>

## 2 Metode

Rapporten er basert på informasjon fra intervjuer av beitebrukere og andre interessenter, testflygninger med droner i åpen og spesifikk kategori, gjennomgang av faglitteratur rundt temaene utmarksbeite, sauehold, reindrift, rovdyr og droner, og ikke minst tidligere erfaringer og intervjuer i NIBIO, NORCE og Biodrone.

### 2.1 Semi-strukturerte intervjuer

Vi gjennomførte semi-strukturerte intervjuer av i alt 4 beitebrukere med sau fra 5 forskjellige beitelag i Trøndelag og Nordland. Tilsvarende ble gjort for kontaktpersoner i fire reinbeitedistrikter i Trøndelag samt ett reinbeitedistrikt i Troms og Finnmark. Bortsett fra kontaktpersonen i ett av reinbeitedistriktene hadde alle i større eller mindre grad erfaring med bruk av drone i drifta, enten direkte eller gjennom beitelaget/reinbeitedistriktet. Spørsmålene var rettet mot bruksområde (hva dronen ble brukt til), dronetypen, utstyr til dronen, dronekategori og regelverk samt vurdering av om drone kunne virke forebyggende på tap av beitedyr grunnet rovvilt.

I tillegg ble personell i Statens Naturoppsyn (Trøndelag, Nordland, Troms og Finnmark), skadefellingsledere i kommunale/interkommunale skadefellingslag (Trøndelag), profesjonelle droneoperatører samt personer i NORCE, NIBIO og Biodrone intervjuet. Dette utgjorde i alt 8 personer med varierende erfaringer om temaet. Også her var spørsmålene rettet inn mot aktuelle bruksområder, men omfattet i tillegg spørsmål om begrensninger (teknisk, lovverk), utfordringer/trusler (miljø- og verneinteresser) samt mulig nytte av dronebruk som forebyggende tiltak mot rovviltskader i fremtiden.

Intervjumalene som ble brukt er vedlagt denne rapporten (Appendix 1 og 2).

### 2.2 Tidligere erfaringer

I 2016-2017 gjennomførte NIBIO og NORCE (tidl. Norut) spørreundersøkelser samt kurs/fagmøter for beitebrukere med sau og rein i Nord-Norge der aktuelle bruksområder for drone var tema. Dette har bidratt til kunnskap om bruk av drone i beitenæringene generelt og ikke minst potensialet knyttet til tapsforebygging knyttet til rovvilt. I bladet Reindriftnytt nr. 1, 2019 er det en artikkel med tittelen "Bruk av drone i reindriften" som gir en oppsummering av dette (tilpasset reindriften som målgruppe).

I 2021-2021 jobbet NIBIO og NORCE igjen sammen i et prosjekt for Statsforvalteren i Troms og Finnmark. Prosjektet handler om å utvikle algoritmer som kan telle rein i dronebilder- og videoer (Frantzen 2021). Prosjektet fortsetter i 2022.

Gjennom reindriftsavtalen 2021/2022 gjennomførte NIBIO og NORCE i 2022 et kurs for reindriftsutøvere for å tilrettelegge for godkjenning som droneoperatør (Aarseth 2022). Flere kollegaer i NIBIO, som har erfaring fra utmarksbaserte droneprosjekter de siste årene, har også vært en viktig kilde til informasjon om temaet (Meisingset 2022, Aspholm & Jørgensen 2016).

### 2.3 Litteratursøk

Vi gjennomførte et systematisk litteratursøk for å belyse om bruk av droner i åpen og spesifikk kategori kan være et direkte eller indirekte tapsforebyggende hjelpemiddel mot rovviltskader i beitenæringene. Det var planlagt å gjennomføre en metaanalyse, det vil si en systematisk sammenlikning av fagfelleverderte og kvalitetssikrede artikler, som benyttet seg av droner i a) åpen og b) spesifikk kategori). Det viste seg at dette ikke kunne gjennomføres på grunn av manglende relevante artikler. Vi benyttet oss av Google Scholar og Web of Science for litteratursøk innen tematikken ved bruk av Boolean search strings og søksord (engelsk, latinsk, tysk, fransk og norsk), bl.a. drone, UAV,

wolf, wolverine, bear, lynx, eagle, predator, sheep, goat, grazing, pastoralism, livestock, protection, reindeer, caribou, tracking, hunt, cadaver decomposition island, CDI.

## 2.4 Tester av droner i åpen og spesifikk kategori

Som opplyst i møte med oppdragsgiveren tilsier prosjektets budsjett og tidsramme at det ikke ville være mulig å gjennomføre dronetester som kunne bidra til å avklare tapsforebyggende effekter ved bruk av drone på en faglig forsvarlig måte.

Droneoperasjoner i spesifikk kategori innebærer høyere risiko og må utføres av organisasjoner registrert som droneoperatører<sup>14</sup>. Profesjonelle droneoperatører har utstyr med større kapasitet og mindre værbegrensninger. Droneselskaper er godkjent for operasjonstyper som f.eks. Beyond Visual Line of Sight (BVLOS) og stor høyde, noe som gjør at man dekker langt større områder på samme tid enn en lavtflygende drone i åpen kategori. I tillegg gjør bedre logistikk (f.eks. ferdig riggede biler beregnet for hele dager ute i felt med lading, streaming på TV osv.) det mulig å utføre skreddersydde oppdrag for Statsforvalteren, Statens naturoppsyn (SNO) eller beitenæringene på en mer effektiv måte enn privatpersoner med droner i åpen kategori. På grunn av de betydelige kostnadene til relevant utstyr og ikke minst krav til droneoperatører (godkjent organisasjonsenhet, kunnskap om risikoanalyse basert på SORA<sup>15</sup>-metodikken) ble oppdragene utført av profesjonelle droneoperatører i Biodrone utstyrt med tilpassede operasjonsbiler og høykvalitetssensorer.

**Testen «VLOS-BVLOS»** ble rigget for å sammenligne effektiviteten og kapasiteten av to ulike dronetyper (DJI Mavic 3T og DJI Matrice 300 RTK med H20T sensor) som begge kan brukes i åpen og spesifikk kategori.

Tabell 1 Tekniske spesifikasjoner av dronetypene 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

En beitebruker med sau var invitert til å være med under testen som observatør. Vedkommende fikk beskjed om å snu seg rundt to ganger og så, innen maks 10 sekunder, visuelt finne igjen dronen som sto rolig i luften på omtrent 200 meters avstand. Testflygninger ble utført i nærheten av Steinkjer i Trøndelag (64.121105, 11.771611) den 08. desember 2022.

**Testen «Streaming»** To nettbaserte møter med dronetypen DJI Matrice 300 RTK med H20T sensor ble utført for å teste «streaming», også en sanntidsflygning med dronen der interesserte deltakere kan følge droneflygningen på datamaskin eller mobiltelefon. To droneoperasjoner tok plass i Steinkjer (64.078807, 11.640017 den 05. september 2022; 7 moh) og ved Skallstuggu Fjellstue (63.661726,

<sup>14</sup> <https://flydrone.no/>

<sup>15</sup> <https://luftfartstilsynet.no/droner/nytt-eu-regelverk/sora---specific-operation-risk-assessment/>

11.534804 den 14. september 2022, 450 moh) i Levanger. Dronen var i begge tilfeller utstyrt med 3 ulike sensorer (se også Tabell 1):

- Vidvinkel RGB 12 MP kamera med 23x optisk og 100x digital zoom.
- En termisk Zenmuse H20T sensor med flere paletter for ulike behov som enten viser temperatur eller temperaturforskjellen; sensitivitet kan justeres for å skille bedre mellom temperaturer i en gitt skala; Biodrone benytter seg gjerne av paletten Iron Red, mens f.eks. forsvaret benytter seg mest av Black eller White Heat, der det varmeste vises som forholdsvis svart eller hvit. Den termiske sensoren har også en zoom, men den benyttes på bekostning på oppløsning.
- Lasermåler som kan lese avstand til punktet i midten av bildet og så beregne koordinater til dette punktet (f.eks. GPS koordinatene & høyde over havet for et rov- eller beitedyr som skal undersøkes)

## 3 Resultater og diskusjon

### 3.1 Kartlegging av erfaringer med droner som FKT

Det ble innhentet informasjon om muligheter og erfaringer ved hjelp av intervjuer med relevante aktører.

#### 3.1.1 Beitebrukere

Med beitebrukere menes i denne sammenhengen både saueholdere i beitelag og reindriftsutøvere i reinbeitedistrikter.

##### 3.1.1.1 Beitelag

Alle beitelag i undersøkelsen har utfordringer med tap til fredet rovvilt. Både bjørn, gaupe, jerv og kongeørn er nevnt som skadevoldere de siste årene. Alle forespurte kontaktpersoner flyr selv i åpen kategori, fortrinnsvis i eget beiteområde. Noen flyr også for andre medlemmer i beitelaget. Alle bruker lette droner av typen DJI Mavic Air 2 (Figur 2), utstyrt med vanlig kamera. Ingen lag vi snakket med benytter seg av profesjonelle droneoperatører. Dette begrunnes med at de ikke vet om slike operatører i nærområdet, at det koster for mye eller at det blir for upraktisk da behovene er uforutsigbare både med hensikt til tid og type oppdrag.

De vanligste bruksområdene er tilsyn, kadaversøk og sankning. Ved tilsyn er det mest aktuelt å bruke drone ved meldinger om uro eller kritiske situasjoner i et spesifikt beiteområde eller der beiteområdet er vanskelig tilgjengelig. Drone nevnes også brukt ved beiteslipp for å ha bedre kontroll over dyrene i en kritisk fase av beiteperioden. Ved sankning er drone mest brukt ved ettersanking da få dyr spredt over store områder gjør det vanskelig å finne dem uten hjelpemidler. Sanking i form av å drive sauene i terrenget, spesielt i områder med mye skog, oppgis som vanskelig da sau i mindre grad enn for eksempel rein lar seg skremme eller påvirke av en drone.

Bruk av drone ved kadaversøk oppgis å være mest aktuelt ved akutt tap til bjørn for raskt å få oversikt over skadeomfanget. Både sankning, tilsyn og kadaversøk blir mer effektiv dersom dyrene går med sporingsenheter som varsler posisjon. Bruk av drone oppgis av alle beitelag til generelt å øke effektiviteten i arbeidet. I tillegg er HMS en viktig begrunnelse, det vil si behovet for i større grad å ivareta liv og helse. Ikke minst oppleves droner som mer miljøvennlig og mindre kostbart enn motoriserte kjøretøy som All Terrain Vehicles (ATV) og snøscooter.

På spørsmål om drone kan brukes som et forebyggende tiltak mot rovvilt skader svarer de fleste at droner kan ha en indirekte virkning ved at både tilsyn, sankning og kadaversøk blir mer effektivt. Mer effektivt tilsyn gjør at unormale tilstander, eksempelvis uro eller skader på grunn av rovvilt, oppdages tidligere og tiltak kan iverksettes. Bruk av drone kan også føre til mer effektivt kadaversøk og dermed bedre kadaverdokumentasjon. Dette gjelder ikke minst ved akutte tapssituasjoner der bjørn er skadevolder. I motsetning til akuttsituasjoner der jerv, gaupe eller kongeørn er skadevolder vil det i slike situasjoner ofte være mange kadaver på et begrenset område. Bruk av drone kan i slike tilfeller være godt egnet til å gi bedre oversikt over situasjonen, det vil si antall kadaver og hvor disse befinner seg. Flere påpeker også at dette letter utgangspunktet for eventuell skadefelling av bjørn da slike oppdrag ofte gjennomføres med bruk av hund hvor en tar utgangspunkt i et ferskt kadaver. Det påpekes også at mer effektiv ettersanking gir mindre tap da dette er dyr som oftest går alene/små grupper og at disse er mer utsatt for å bli tatt av rovdyr. På samme vis vil bruk av drone gjøre akutt sankning mer effektivt og bidra til å redusere videre tap til rovvilt.



**Figur 2** Dronemodell DJI MAVIC AIR 2 som gjerne brukes av dyreeiere på utmarksbeite. Kameraet har en 48 MP CMOS sensor som har et bildestabilisert kamerahus på 3-akset Gimbal. Bildet tatt fra <https://www.power.no/>.

Med hensyn til eventuelle fordeler med bruk av drone i spesifikk kategori nevnes at dronene vil bli mer robust mot vær og vind, ha økt rekkevidde samt kunne bære mer avanserte sensorer. Det tenkes da både på vanlig kamera og ikke minst på termiske kamera som de mener vil øke sjansene for å oppdage og identifisere både beitedyr, kadaver og eventuelt rovdyr.

På spørsmål om andre elektroniske hjelpemidler nevner alle informantene at de tror elektroniske sporingenheter på dyrene som kan kommunisere med enheter/sensorer på dronen vil effektivisere tilsyn, sinking og ikke minst kadaversøk/dokumentasjon betraktelig.

#### 3.1.1.2 Reinbeitedistrikter

Det er kun ett av de intervjuede reinbeitedistriktene (RBD) som ikke bruker droner i driften. De andre bruker drone hovedsakelig til driving og samling f.eks. fra beitehagen til arbeidsgjerde eller for å drive dyr ut fra områder som er vanskelig tilgjengelig til fots eller med motoriserte kjøretøy. Samtlige RBD hadde konflikter med rovvilt i sitt område. Alle store rovviltarter var representert utenom ulv. Av de som brukte drone var det ingen som leide inn eksterne droneoperatører - alle fløy selv i åpen kategori, og alle opplyste at de hadde godt kjennskap til regelverket rundt dette. Dronene som ble brukt var mindre droner som f.eks. DJI Mavic 2 og DJI Phantom uten annet utstyr montert på enn kameraet som fulgte med kjøpet. En hadde i tillegg montert høyttaler for avspilling av lyd. Halvparten av RBD var registrert som droneoperatør hos Luftfartstilsynet og hadde gjennomført kurs i åpen kategori. På spørsmål om drone i åpen kategori egner seg som FKT tiltak svarte de som brukte drone at de til en viss grad var egnet for sporing av rovvilt og til kadaversøk. Flere nevnte at de savnet et termisk kamera av god kvalitet som kunne monteres på mindre droner. Når det gjaldt droner i spesifikk kategori mente alle at det var større muligheter på grunn av lengere flydistanse og bæreevne.

### 3.1.2 Interessenter

Med interessenter menes i denne sammenhengen myndighetene, forvaltere, miljøforvaltningens operative feltorgan og forskere som ikke jobber direkte i beitenæringen.

#### 3.1.2.1 Statsforvalteren

Statsforvalterne i Nordland og Troms og Finnmark ble kontaktet for å få en oversikt over kommunale/interkommunale skadefellingslag i fylkene som hadde erfaring med bruk av drone. Ingen av Statsforvalterne hadde en slik oversikt eller kjente til skadefellingslag som brukte drone. For å

kunne bruke drone i slike oppdrag må det foreligge et vedtak fra Statsforvalteren som gir unntak fra viltlovgivinga, men tilbakemeldingen fra embetene var at dette sjelden eller aldri har blitt benyttet.

#### 3.1.2.2 Fellingslag

Heller ikke i Trøndelag lykkes vi med å finne skadefellingslag som hadde erfaring med bruk av drone i forbindelse med skadefellingsoppdrag. Vi tok kontakt med 3 skadefellingslag i de mest utsatte områdene (Snåsa, Steinkjer, Namsos) for å høre deres oppfatning av bruk av drone som forebyggende tiltak. De fleste pekte på muligheten for å bruke drone til sporing og lokalisering av skadevolder, spesielt gaupe og jerv, på sporsnø om vinteren. Spesielt i vanskelig/farlig terreng er drone også et HMS-tiltak da en kan fortsette sporingen uten å risikere liv og helse for skadefellingspersonell.

#### 3.1.2.3 SNO

I alt 4 personer i SNO, som først og fremst var knyttet til uttak av rovvilt, ble intervjuet. Flere av disse hadde også tidligere erfaring fra kommunale skadefellingslag. Også her pekes det på muligheten for å bruke drone for å effektivisere skadefellingen, det vil gi raskere sporing og lokalisering av rett skadevolder. Droner kan være et viktig hjelpemiddel for å effektivisere skadefellingsledelsen (lede/koordinere skadefellingsoppdraget). Mer effektivt kadaversøk ble også nevnt, spesielt dersom beitedyrene går med sporingsenheter. I noen tilfeller kan droner også gi raskere og bedre oversikt over skadesituasjonen, spesielt ved akutte bjørneangrep på sau (se også 3.1.1.1). På den måten kan forebyggende tiltak iverksettes raskere. Det ble påpekt at bruk av drone muligens kan være en utfordring med hensyn til angrep av kongeørn. Flere av personene som ble intervjuet påpekte også at bruk av drone som nevnt ovenfor fordrer bruk av drone i åpen kategori og at dronene kan bære sensorer av god kvalitet, inkludert termisk kamera.

#### 3.1.2.4 Forskere

Vi tok kontakt med fire forskere som arbeider med viltspørsmål i NINA og NIBIO. Ingen av disse hadde egen erfaring med bruk av drone i FKT sammenheng, så de fikk spørsmål om de kunne tenke seg situasjoner hvor droner kunne fungere som et forebyggende tiltak mot tap til rovvilt. Også forskerne nevnte mulighetene for kadaversøk og sporing, men så også begrensninger for dette i åpen kategori. Alle mente at bruk av termisk kamera i spesifikk kategori kunne gi større muligheter. Det ble også nevnt at droner kunne brukes som hjelpemiddel ved sanking av dyr for eksempel ved akutte rovviltangrep. De mente den praktiske bruken av droner som FKT i ulike situasjoner burde testes ut.

#### 3.1.2.5 Droneforskere

Det har blitt utført flere prosjekter rundt deteksjon av forskjellige dyrearter fra droner og/eller fly i Norge. Blant andre har NORCE vært med på dette (Salberg 2015). De siste års utvikling innen AI og maskinlæring har gjort at deteksjoner kan automatiseres. Overføring av denne typen deteksjon til norske vær- og lysforhold er fortsatt en utfordring som norske forskningsinstitusjoner må ta opp. Det samme gjelder bruk av droner ut over rene deteksjoner på grunn av vær (eksempelvis telling og søk) som for eksempel automatisk styring av dyr, automatisk overvåking av rovdyr mm.

## 3.2 Litteratursøk

Faglitteratur rundt temaene drone og vilt har vokst eksponentielt siden 2016. Hovedparten av artiklene kommer fra Nord Amerika og Australia. Artiklene handler oftest om bruk av droner i overvåking av dyrepopulasjoner (Anderson & Gaston 2013), deteksjon av dyr og dyrenes reaksjon på droneflygning. Droner blir mest brukt i forskning på sjøpattedyr og fugler (Mo & Bonatakis 2022a).

Det finnes en rekke artikler som beskriver automatisk gjenkjenning og telling av dyr (Abd-Elrahman m.fl. 2005, Aniceto m.fl. 2018, Colefax m.fl. 2019, Wu m.fl. 2019, Pfeifer m.fl. 2019, Gonzalez m.fl. 2016), en teknologi vi benytter oss av i økende grad også i Norge (se kap. 3.5.1). Vi har dessverre for lite kunnskap om termisk deteksjon (Beaver m.fl. 2020) av dyrearter det er naturlig å tenke på i FKT-



sammenheng i Norge og det er uklart hvor effektivt droner er for dette formålet. Vi anbefaler derfor i første omgang å etablere mer kunnskap om når (sesong og dagstid) og hvor (terreng, vegetasjon) ulike saueraser, reinsdyr og fredet rovdyr kan oppdages med en kombinasjon av termiske og RGB kameraer. Erfaringen viser at dyrearter med isolerende pels (f.eks. bjørn eller polarhunder, personlig kommunikasjon Biodrone) kan være vanskelig å oppdage ved hjelp av termiske sensorer. I solskinn og mot slutten av dagen når miljøet er varmet opp kan det i tillegg være vanskelig å oppdage (termisk) og verifisere (RGB) varme objekter som ikke er i bevegelse. Ved gode snøforhold er det rapportert at drone med hell kan benyttes for å spore jerv (Heim & Taylor 2021). Det er sannsynlig at dette også gjelder for gaupe og bjørn.

Vi kunne ikke finne artikler der droner ble brukt for å overvåke husdyr og/eller beskytte dem mot rovdyr. Det var derfor ikke mulig å gjennomføre en sammenlikning av artikler som benyttet seg av droner under VLOS (åpen kategori) eller BVLOS (spesifikk kategori). Tvert imot virker det som om forskning med droner på vilt foregår nesten eksklusivt i en modus som kan beskrives som å være spesifikk kategori i det gjeldende regelverket i Norge/Europa (Zmarz m.fl. 2018, Chabot & Bird 2015, Hartley m.fl. 2022). Dette er forventet da rekkevidden under VLOS er for begrenset for meningsfulle undersøkelser som sporing, overvåking og telling av dyr i store og oftest utilgjengelige områder. Ikke minst er det en fordel å kunne holde god avstand fra dyrene en vil undersøke for å skape minst mulig forstyrrelse av dyrene en ønsker å undersøke. Oppfatningen at droner forstyrrer vilt mindre enn helikopter og fly frister mange dronepiloter til å nærme seg viltet mer enn de ellers ville ha gjort (Chabot & Bird 2012, Sardà-Palomera m.fl. 2012, Mo & Bonatakis 2022b).

Slike forstyrrelser kan skade ville dyr ved å skape stress, bruke mer energi under flukt eller andre form av unnvikelsesatferd eller forlate avkommet midlertidig eller permanent (Frid & Dill 2022, Houston m.fl. 2012, Mapes m.fl. 2020). Dyrenes reaksjon på dronedygning er avhengig av dronens form, størrelse, farge og mønstre og ikke minst støynivå (Mo & Bonatakis 2022b, McEvoy m.fl. 2016, McIntosh m.fl. 2018, Weston m.fl. 2020). Det er dokumentert at svartbjørn (*Ursus americanus*) viser liten eller ingen endring i atferd når en drone nærmer seg, mens pulsen er klart påvirket av dronedygning (Ditmer m.fl. 2015, Ditmer m.fl. 2019), noe som tyder på fysiologisk stress. Vi har ellers ikke funnet dokumentasjon over relevante artikler som beskriver effekten av relevante dronemodeller brukt i beitenæringen for rov- eller beitedyr. En kan forvente fysiologiske og atferdsmessige reaksjoner på droner også i disse dyregrupper.

Det er mulig å bruke droner til kadaversøk ved bruk av termisk sporing (Wescott 2018, Dukowitz 2020). Fjernmåling per drone kan være en tids- og kostsparende metode hvis det er mulig å starte søk raskt og helst i et begrenset område (Murray m.fl. 2018). Forskningen er i sin spede begynnelse og kommer oftest fra forensisk antropologi der menneskelige rester spores ved hjelp av nær infrarød (NIR), infrarød (IR), hyperspektral og multispektral maskinsyn (Kalacska & Bell 2018, Kalacska m.fl. 2009, Isaacks 2015). Vi fant ingen rapporter eller vitenskapelige artikler som beskriver effektiviteten av kadaversøk med drone for utmarksbeitenæringen ved hjelp av drone, verken ved termiske eller elektroniske signaler (f.eks. RFID øremerker), men forventer en rask utvikling av relevante metoder de neste årene.

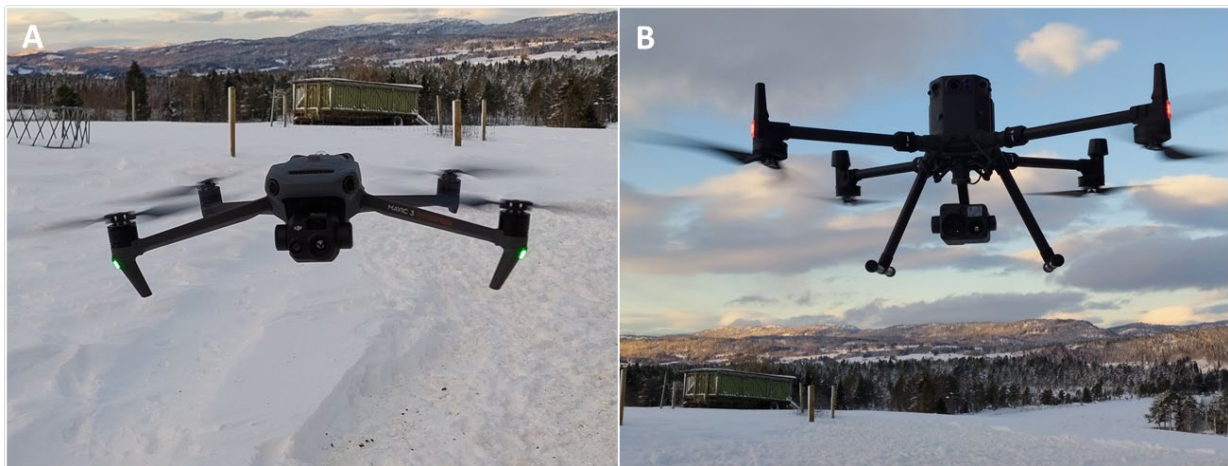
Det viser seg videre at det er mest BVLOS dronebruk som er relevant for sporing, gjenkjenning og telling av dyr i utmark.

Vi konkluderer at økt dronebruk i utmarka kan ha mangfoldige og sannsynligvis også skadelige effekter på arealbruk og atferd av de ulike dyrearter som ofte kommer i kontakt med droner i tid og rom (Solene m.fl. 2020, Reid 2014, Rao m.fl. 2016, Rebolo-Ifrán m.fl. 2019). Økende privat og profesjonell dronebruk i utmark gir derfor grunn til økt oppmerksomhet omkring konsekvensene med hensyn til offentlig sikkerhet, personvern og ikke minst dyreliv (Clarke & Moses 2014).

### 3.3 Muligheter og begrensninger i åpen og spesifikk kategori

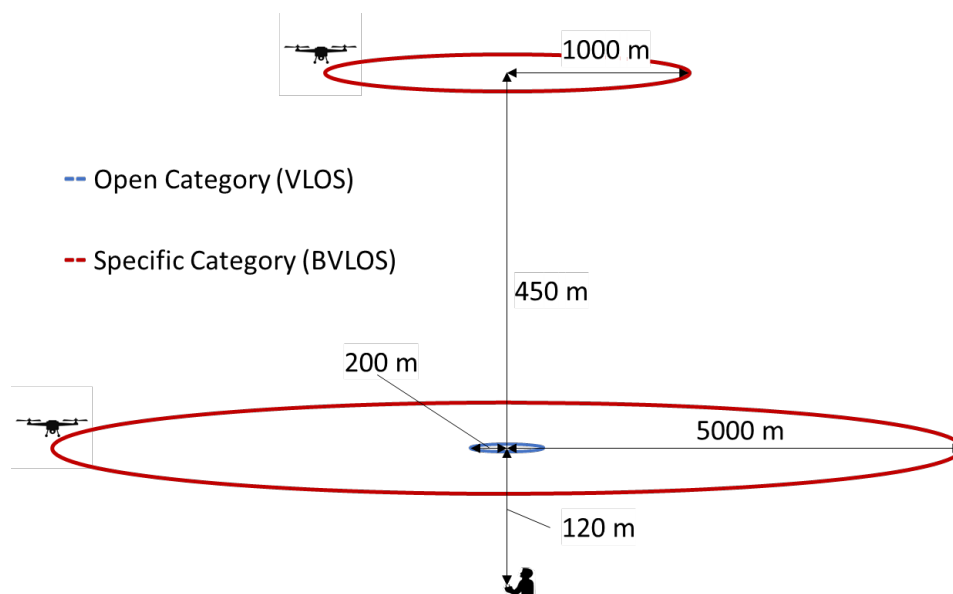
For å avklare muligheter og begrensninger i dronebruk i åpen og spesifikk kategori utførte Biodrone dronetester i rovviltregion 6 i samarbeid med beitebrukere og interesserte.

**Testen «VLOS-BVLOS»** ble gjennomført for å avklare begrensninger med åpen kategori og for å teste termisk deteksjon av dyr med to droner. En flokk sauer ble satt ut på innmark for å teste termisk deteksjon. Vi brukte (A) en DJI Mavic 3T i åpen kategori og (B) en DJI Matrice 300 RTK med H20T sensor (Figur 3). Drone A ble valgt da den kan, basert på pris og kompleksitet, anses som en aktuell dronemodell for dyreeiere som flyr i åpen kategori. Dronen er brukervennlig og lett, noe som gjør det enkelt å ta den med seg ut i utmark, samt at den kan lades på 12v uttak (f.eks. i bil). Dronen har en høy kostnad (omtrent 63 000.- NOK) sammenlignet med andre mindre droner grunnet en termisk sensor, men i størrelse ligner den de meste vanlige brukte droner. Drone B kan brukes i åpen kategori, men ble testet i spesifikk kategori. Denne dronen er dyr (omtrent 250 000.- NOK), relativt tung å frakte og er ansett som uaktuell for de fleste operatører i åpen kategori grunnet kompleksitet og prisnivå.



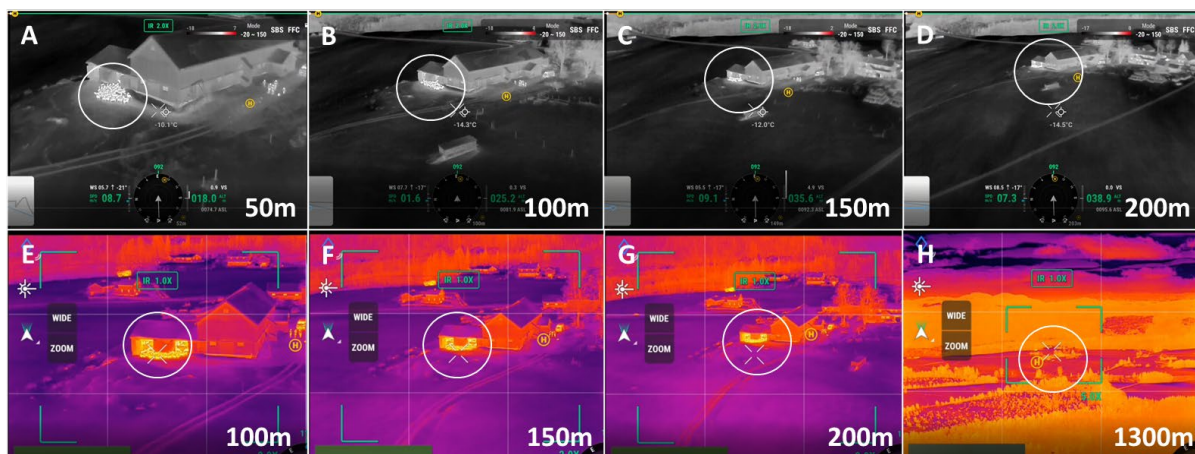
Figur 3 Dronetyper i test. A) DJI Mavic 3T i åpen kategori og B) DJI Matrice 300 RTK med H20T sensor i spesifikk kategori.

Testen viser klart de ulike rekkevidder i åpen og spesifikk kategori. Begrensninger oppstår ikke gjennom dronens tekniske spesifikasjoner, men gjennom regelverket (se Figur 4 og Tabell 2).



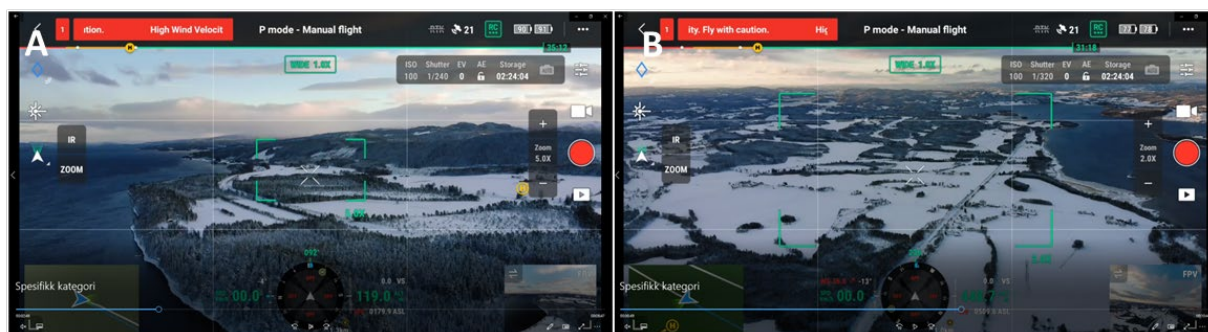
Figur 4 Størrelse av bruksområdet i åpen (blå) og spesifikk kategori (rød).

For å teste de to ulike sensorer ble det tatt bilder både med termisk og RGB kamera i 50 m intervaller fra startposisjonen ved siden av sauene. Dyrene viste ingen synlige tegn av stress når dronen var i nærheten. I Figur 5 kan en tydelig se at dyreflokken var godt synlig i termisk modus hos begge droner i åpen kategori (VLOS, A-D) til 200 m, og i spesifikk kategori (BVLOS, E-H) opp til 1 300 m.



Figur 5 Termisk deteksjon av sauer ved ulike distanse til drone i åpen kategori (A-D) under VLOS (visual line of sight) og BVLOS (beyond visual line of sight) i spesifikk kategori (E-H).

Det samme gjaldt i RGB modus. For å gi et inntrykk av flyhøyden, tok vi bilder av området fra 120 m og 450 m AGL. Figur 6 viser klart hvor store områder en drone som flyr høyt (450 m i spesifikk kategori kontra åpen kategori som tillater bare 120 m AGL) kan overvåke. Økt høyde betyr også økt batteribruk fordi dronen bruker ekstra energi på å komme seg opp til den planlagte høyden. Det viste seg derfor at det ikke en stor forskjell i rekkevidden mellom åpen og spesifikk kategori (Tabell 2).



Figur 6 Området sett fra en høyde av A) 120 m (åpen kategori) og B) 450 m (spesifikk kategori). © Biodrone.

En beitebruker med sau var invitert til å være med under testen som observatør. Vedkommende fikk beskjed om å snu seg rundt to ganger og så, innen maks 10 sekunder, visuelt finne igjen dronen som sto rolig i luften på omtrent 200 meters avstand. Dette klarte vedkommende ikke. Med tanke på nødsituasjoner viser dette viktigheten av å overholde VLOS-kravene. Vedkommende beitebruker hadde ikke hatt mulighet til å utføre en nødmanøver om det f.eks. hadde kommet et lavtflyvende helikopter inn i området da han ikke visste hvilken retning dronen fløy i, eller hvilken høyde den hadde.

Testen med bonden ble utført med drone A i 120 m høyde, omtrent 200 m unna og med hvite skyer som bakgrunn. Det er vesentlig vanskeligere å finne igjen dronen når man har fjell, skog eller en annen mørk bakgrunn, da dronen i større grad kamoufleres. I slike tilfeller, det vil si ved lange avstander og selv i lave høyder, er det svært vanskelig å opprettholde VLOS da man ikke lenger kan se hva som er fram og bak på dronen. Alle droner skal være utstyrt med navigasjonslanterner som viser hva som er den fremre delen (rødt lys) og hva som er den bakre delen av dronen (grønt lys). Mister man oversikt over dette blir det umulig å skille på dette bare ved hjelp av dronens utforming. Da kan en heller ikke se retningen dronen beveger seg i, og er dermed kommet i BVLOS, det vil si spesifikk kategori. Mange private dronebrukere er ikke klar over dette på grunn av manglende kunnskap om regelverket, noe som øker risikoen i droneoperasjonen.

I VLOS operasjoner er det tillatt å se på skjermen i korte perioder for å justere kamerainnstillinger og sjekke telemetri på systemet, men tiden man ser på skjermen i stedet for på dronen skal holdes til et minimum. Om man ser utelukkende på skjermen for å navigere dronen flyr man per definisjon BVLOS, det vil si i spesifikk kategori.

Testen viser at den begrensende faktoren for droneoperasjoner av denne typen først og fremst er det lovlige rammeverket for dronebruk, ikke tilgjengelig droneteknologi. Per dags dato er bruksområdet for droner brukt til FKT-formål i åpen kategori dermed sterkt begrenset til en kort rekkevidde innen området med visuell kontakt til dronen (maks. 200 m ved gode lysforhold). Det er lett for dronepiloten å “skli” fra VLOS til BVLOS under flygningen, f.eks. bare ved å følge følge/styre dronen noen øyeblikk via skjermen på en telefon og så miste den visuelle kontakten og sans for retningen den beveger seg i. Med dette øker risikoen for uhell. Ønsker en å øke bruksområdene innen åpen kategori, vil dette innebære unntaksregler for beitenæringene, f.eks. ved å følge lignende unntak for motorferdsel i utmark for reindriftsutøvere.

**Tabell 2** Testresultater i åpen og spesifikk kategori for DJI Mavic 3T (drone A) og DJI Matrice 300 RTK med H20T sensor (drone B).

	Kategori	Max. avstand fra pilot	AGL	RGB	Termisk	Rekkevidde fjernkontroll	Flytid
<b>Drone A</b>	Åpen	200 m	120 m	OK	OK	8 km	45 min
	Spesifikk	5000 m	120 m	OK	OK		
	Spesifikk	1000 m	450 m	OK	OK		
<b>Drone B</b>	Åpen	200 m	120 m	OK	OK	15 km	55 min
	Spesifikk	5000 m	120 m	OK	OK		
	Spesifikk	1000 m	450 m	OK	OK		

### 3.4 Streaming

Ved droneoperasjoner i utmark kan det være utfordrende å koordinere alle personer som er relevant for et oppdrag. For eksempel kan det være nyttig å ha sanntid kommunikasjon mellom dyreeier, jaktlag, SNO, Statsforvalteren og en droneoperatør under et fellingsoppdrag. Vi ønsket derfor teste streaming under droneflygning.

Det er mulig å benytte seg av flere droner under streaming for å avdekke et større område, f.eks. under et ettersøksoppdrag eller for å utføre ulike oppdrag samtidig. Men dette krever imidlertid flere dronepiloter.

I praksis må en være klar over at ulike typer møteopptak inneholder ulik informasjon. For eksempel kan deltakere i et streaming møte ikke alltid se dronedetaljene (ASL, koordinater, osv.) Dette er mulig



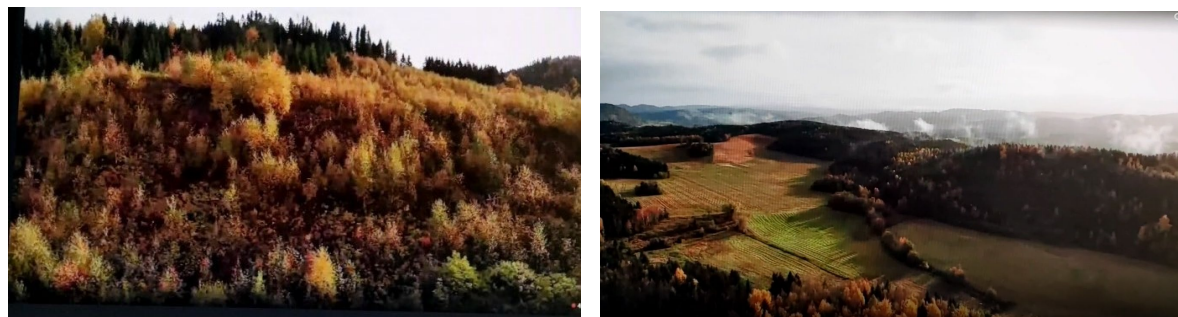
dersom deltakerne har en DJI konto, men for personer som ikke er droneoperatører er ikke dette vanlig.

Vi vurderte tre muligheter for opptak med ulikt innhold.

- Opptak fra dronesensor: inneholder Above Sea & Ground Level (ASL, AGL), batterinivå, signalstyrke, koordinater og avstand fra droneoperatør) – bakgrunn er kartinformasjon (se Figur 8).
- Opptak av stream (har ikke pilotens eller deltakernes stemme, men inneholder bakgrunnskart og dronevideo).
- Opptak av møtet i f.eks. Teams (inneholder ikke detaljer fra drone, men droneopptak og stemme, evt. video og chat fra alle deltakere) og Zoom.

**TEST 1 «Streaming test».** Den første testen gjennomførte vi den 05. oktober 2022 kl. 10.00 ved hjelp av Google Meet<sup>16</sup>. Biodrone brukte en DJI Matrice 300 RTK og var utstyrt med en vidvinkel RGB kamera, en termisk sensor og en lasermåler (se kap. 2.4) som kan flys i åpen klasse, men da 150 m fra tredjepersoner som ikke er involvert i operasjonen. Utstyret koster rundt 250 000.- NOK, noe som gjør at det er mest sannsynlig noe som operatører i spesifikk kategori bruker. Oppdraget ble gjennomført av Biodrone i Steinkjer.

Biodrone startet operasjonen med en oversikt over terrenget som var preget av åpen mark og mye skog (Figur 7). Ved hjelp av den termiske sensoren ble det raskt oppdaget et dyr som kunne undersøkes. Det viste seg å være en elg. Selv om elgen er ikke særlig relevant for FKT oppdrag, var det nyttig å vise frem mulighetene når dronen følger et dyr i bevegelse.

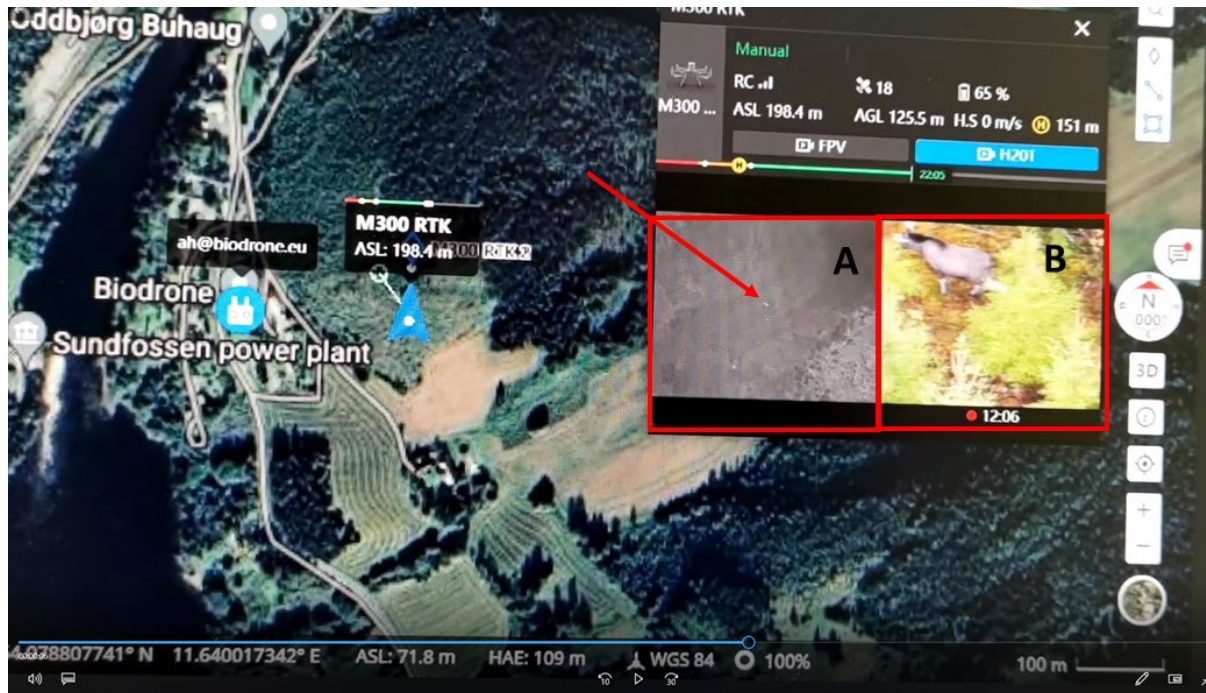


Figur 7 Bildet av møteskjermen under Test 1 Streaming test (informasjon om deltakere og chat er skjult). I Google Meet var det dessverre ikke mulig å ta opp møtet, derfor finnes bare bilder med dårlig opplysning. Terrenget var preget av mye skog (t.v.) og åpen mark (t.h.).

Det er mulig å vise et vanlig kamerabilde (RGB) og et termisk bilde ved siden av hverandre. Slik kan en benytte seg av den termiske sensoren for å identifisere mulige dyrebevegelser og samtidig verifisere objektet via Zoom med RGB kamera som har en bedre optisk zoom/opplysning (Figur 8).

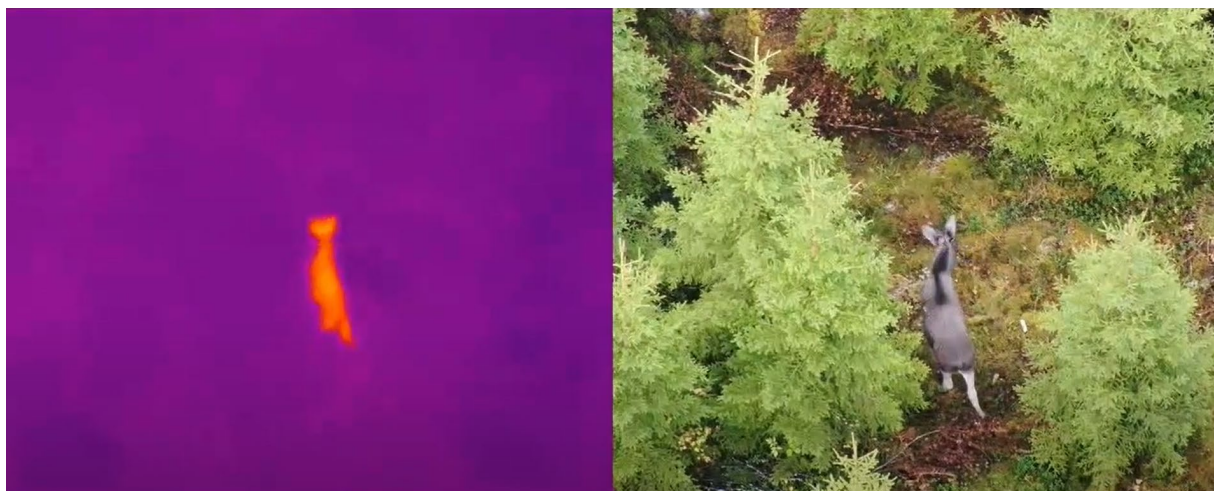
---

<sup>16</sup> <https://meet.google.com/>



Figur 8 Bildet av møteskjermen under Test 1 «Streaming test» (informasjon om deltakere og chat, er skjult). Bildet viser dronestreamen med bakgrunnskart, koordinater og video av drone sensor (termisk og RGB). Legg merke (rød pil) til det lyse punktet i midten av det grå-hvite termiske bilde (A) – dette er den termiske sporen av et bevegelig objekt som identifiseres som elg ved hjelp av RGB kamera som har en bedre oppløsning (B).

Når dronen flyr rett over skogen er det mulig å se elgen, men uten det termiske signalet hadde det vært vanskelig å finne dyret. Ved å observere bevegelsen av de store ørene så vi at elgen lyttet etter noe (Figur 9). Vi lurte på om det var dronen elgen hørte og observerte derfor dens atferd nøye. Etter hvert viste det seg at det var andre dyr i området og elgen satte seg i bevegelse for å finne dem. Vi fant 4 elg i skogen når dronen var på omtrent 130 m over dyrene; dyrene selv befant seg 80 m over havet. En av elgene la seg og virket ikke forstyrret av dronen (Figur 10).



Figur 9 Termisk spor (t.v.) og kamerabildet med bedre opplysning (t.h.) av en elg som lytter – i RGB modus er bildekvaliteten overraskende god og tilstrekkelig for å følge dyrenes atferd.





Figur 10 En elg ligger i ro mens vi observerer med drone (83 m over havet; 130 m mellom elg og drone) – skjermdump fra Test 1 «Streaming test» (informasjon om deltakere og chat er skjult).

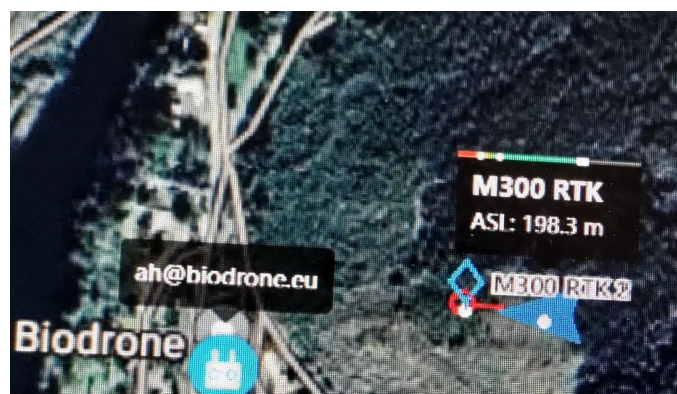
Droneoperatøren viste frem bruk av «ping» der en markerer et objekt i midten av skjermbildet – dronen «husker» dens GPS posisjon og kan finne tilbake dit (Figur 11). Det gjør det mulig å overvåke området uten å miste et interessant punkt, i vår tilfelle en av elgene. Det er også mulig å sette en «track», det vil si en spor, på et dyr. Da kan kamera følge dyret så lenge dyret er synlig (det vil si ikke bak tre).

Dronepiloten viste frem termisk sensitivitet fra sensoren ved å varme opp hendene og holde dem i noen sekunder på bilens karosseri (Figur 12). Dronens sensor viste klart det termiske avtrykket av en hånd (distanse drone – bil omtrent 25 m) og piloten viste fram de ulike fargepaletter som brukes for termisk sporing (Figur 13). Under oppdraget benyttet piloten seg av paletten «Iron Hot».

Testen av Streaming var vellykket med tanke på signalstyrke under droneflygning, kommunikasjon med droneoperatøren og ettersøk av et dyr, men det var dessverre ikke mulig å ta opp møtet eller beholde chatten. Vi valgte derfor å benytte oss av Microsoft Teams<sup>17</sup> under det planlagte Streaming arrangementet og satt fram noen rammebetingelser for andre deltakere. Disse inneholdt informasjon til deltakere om at møtet ble tatt opp, bruk av handsignalet og chat for online deltakere, direkte kommunikasjon med dronepiloten bare via møtelederen, slå av kamera og dempet mikrofon for alle online deltakere. En må i tillegg huske at lyden mellom møtelederen og dronepiloten er litt forsinket (omtrent 1 sekund), noe deltakere må ta hensyn til under droneflygningen.

---

<sup>17</sup> <https://www.microsoft.com/nb-no/microsoft-teams/join-a-meeting>



Figur 11 Droneoperatøren setter en «ping» (diamant symbol) på elgen – dronen «husker» da GPS koordinatene til der dyret sist ble sett (skjermdump fra Test 1 «Streaming test»).

Termiske sensorer bruker infrarød stråling for å måle temperaturer. Det finnes forskjellige typer termiske sensorer, og hver type kan ha sin egen fargepalett for å visualisere temperaturene som måles. Den mest vanlige typen fargepalett er en gråskala, som viser temperaturene som lys- eller mørkegrader. En varm gjenstand vil ha en lysere gråtone enn en kald gjenstand. Andre typer fargepaletter kan bruke farger som rødt, gult og grønt for å vise variasjoner i temperaturer. En rød farge kan indikere en høy temperatur, mens en grønn farge kan indikere en lavere temperatur. I noen tilfeller kan også blå og lilla farger brukes for å visualisere ekstremt kalde temperaturer. Alle disse fargepalettene viser ulike temperaturforskjeller. Det finnes ingen fasit på hvilken palett som er best, da dette varierer med sensortype, temperatur og omgivelser, men også brukerens erfaring og personlige preferanser.



Figur 12 Droneoperatøren viser frem sensitiviteten av dronens termiske sensor ved å vise et handavtrykk (rød pil) på bilens karosseri (skjermdump fra Test 1 «Streaming test»).





Figur 13 Ulike fargepaletter for å synliggjøre termiske data. Paletten velges etter oppdrag, værforhold og pilotens erfaring (skjermdump fra Test 1 «Streaming test»).

**TEST 2 «Streaming event».** For å aktivt involvere interesserte i prosjektet og vise fram muligheten av å involvere folk som ikke kan være fysisk tilstede, inviterte vi til et Streaming event den 14. oktober 2022.

Møtet ble gjennomført via Microsoft Teams og ledet av NIBIO mens Biodrone viste frem en droneoperasjon. En droneoperatør fra Biodrone og to observatører fra Biodrone og NIBIO var fysisk tilstede under droneflygning fra Skallstuggu Fjellstue (450 m over havet) i Levanger. Online hadde vi deltakere fra et beitelag, NIBIO ved Norsk viltskadesenter, Norsk Sau og Geit (NSG) og Statens Naturoppsyn. Flere var invitert og interessert, men hadde ikke tid for å delta akkurat denne dagen på relativt kort varsel på grunn av værbetingelser. Dronen selv var en «deltaker» i møtet som gjorde det mulig å følge med på dronens kameraopptak. Møtelederen satt på PC i NIBIO Tromsø og ledet kommunikasjon med dronepiloten i Snåsa, som selv deltok via telefon. Alle andre deltakere kunne kommentere via chatten, men måtte dempe lyden og skru av kamera. Dette var nødvendig for å redusere støy og distraksjon for droneoperatøren. Vi opplevde et forbedret videosignal under streaming av droneflygningen når alle andre deltakere skrudde av kamera.

Dronesystemet var det samme som under Test 1. Til tross for kulde (-11°C) og vind (10.7 m/s) kunne oppdraget gjennomføres, men kulden var etter hvert et problem for piloten som slet med å bruke hendene. Det ble demonstrert oversikt over området fra ulike flyhøyder, dronens rekkevidde, batterikapasitet og termisk opptak. Denne gangen fant vi dessverre ikke noen dyr som kunne følges, men dronepiloten viste frem termisk sensitivitet av dronens sensor ved å vise fram den termiske avtrykk av en hånd som ble holdt på et stykke ved (se beskrivelsen under Test 1). Når dronen var på bakken ble det også diskutert de ulike fargepaletter som kan brukes for å fremstille termiske spor (se beskrivelsen under Test 1).

Deltakere hadde mulighet til å stille spørsmål og angi flyretning, flyhøyde, kameraretning, zoom og ikke minst til å kommentere. Alle var overrasket over kameraopplysningen og detaljene en kunne se når dronen flyr rett over en skog med relativt tett vegetasjon.

### 3.5 Fremtidsperspektiv

I framtiden kan en forvente økt bruk av droner i beitenæringen og sikkert også som forebyggende eller konfliktforebyggende tiltak. Ut ifra erfaringen de siste årene kan en forvente en trend der markedet/etterspørsel for nye teknologiske muligheter øker, teknologien utvikler seg raskt mens prisene for batterier og sensorene går ned. Vi forventer et økende tilbud av dronesystemer med variert utstyr som kan kjøpes som hyllevare. Som beskrevet i kap 1.2.5 forventer vi at dronebruk i FKT sammenheng må gjennomføres i spesifikk kategori, det vil si av profesjonelle droneoperatører. Vi anbefaler å hente inn et godt kunnskapsgrunnlag i form av FoU prosjekter der nye teknologier og prosedyrer testes på en vitenskapelig måte.

#### 3.5.1 Automatisk gjenkjenning av dyr

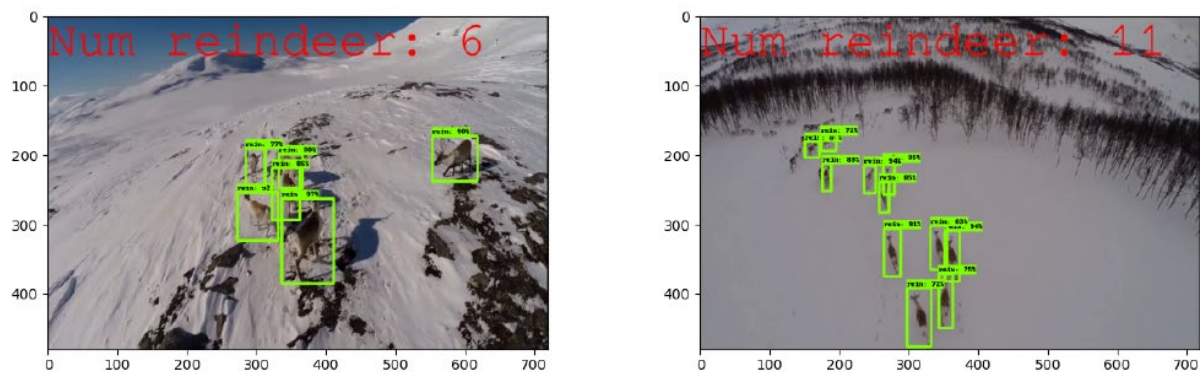
Droner som automatisk gjenkjenner dyr kan brukes til enten telling eller overvåkning av dyr. Vi forventer hovedsakelig økt utvikling og bruk av maskinlæring og kunstig intelligens («artificial intelligence» eller AI), kombinert med forskjellige sensortyper og integrasjon med domenespesifikk elektronikk (f.eks. smarte øremerker, klaver eller andre typer sporingsenheter).

Den siste tiden har både algoritmer og beregningsplattformer brukt til trening av AI-modeller gjennomgått en rivende utvikling. Dette muliggjør nær-sanntidsprosessering på droner, og nye produkter springer gjerne ut av dette. Flere aktører som f.eks. NORCE, NIBIO og Biodrone har plattformer som kan brukes til å tilpasse algoritmene etter norske vær- og lysforhold, og disse vil trolig føre til at teknologien blir mer tilgjengelig for alle. Biodrone utførte en test av dette i forbindelse med et oppdrag for Statsforvalteren i 2021, som viste at telling av sau er relativt enkelt å gjennomføre (Figur 14). Når maskinlæringsalgoritmene er justerte til bruksområdet, kan man laste ned egne apper på telefonen eller enheten som brukes til å styre dronen med, og man kan utføre AI-telling av sau i sanntid.



Figur 14 Gjenkjenning og telling av sau på beite ved hjelp av kunstig intelligens (upublisert, Biodrone 2021).

På grunn av reinens mer varierte og kamuflerte utseende (sesongmessige og individuelle forskjeller i pelsfarge og gevir) samt en mer variert bakgrunn (snø, skog, fjell, lyng osv.) er gjenkjenning av rein ved hjelp av AI litt mer utfordrende. NORCE og NIBIO har jobbet med et oppdrag for Statsforvalteren i Troms og Finnmark siden 2021 der vi kan vise at et slik system også kan fungere for reintelling (Figur 15). Vi jobber med å utvikle algoritmen videre, definere standardiserte instruksjoner til droneoperatører (AGL og vinkel for opptak) og jobber mot en brukervennlig applikasjon.



Figur 15 Gjenkjenning og telling av rein i et rasutsatt område (t.v.) og under leting i et skogsområde (t.h.) ved hjelp av kunstig intelligens (upublisert, NIBIO & NORCE 2021, bildemateriale N.O. Oskal).

Når regelverket åpner for drone-in-a-box løsninger, det vil si autonome dronesystemer, vil man kunne utstasjonere selvgående dronestasjoner i utsatte områder der dronen rykker ut til rein- eller saueflokkene ved indikasjoner på stress. Dronen vil da trolig kunne skille mellom rovdyr og beitedyr ved hjelp av kamera og IR sensor kombinert med AI. En kan tenke seg bruk av høyttalere for å skremme vekk rovdyr, men vi har per dags dato ingen kunnskap om effekten av slike tiltak og dyrenes evne til tilvenning.

### 3.5.2 Kadaversøk

Det finnes flere muligheter for kadaversøk med droner (se kap. 3.2), men per dags dato har vi lite kunnskap om effektiviteten.

- Termiske sensorer er sensitive nok for å oppdage – og muligens ved hjelp av AI identifisere – ferske kadaver – dette må da foregå enten direkte etter dyret er antatt dødt når kroppstemperaturen fortsatt er enda høyere enn miljøet rundt, eller noe senere når nedbrytingsprosessen har kommet i gang.
- Droner kan benytte seg av GPS posisjoner sendt fra dødsvarslere, det vil si GPS klaver på utmarksbeitende dyr. Så vidt vi vet finnes det enda ikke en applikasjon som kobler overvåkningssystemet med et dronesystem, men vi forventer en slik utvikling, særlig med tanke på autonome dronesystemer (se drone-in-a-box).
- Når utmarksbeitende dyr er utstyrt med andre elektroniske hjelpemidler (øremerker/klaver) blir det i fremtiden sikkert mulig å overvåke dyrene med en drone som har en mottaker. Per dags dato er det mest sannsynlig at kommunikasjon mellom dyr og drone blir mulig via Bluetooth teknologien, som har – i motsatt til passive RFID merker - tilstrekkelig rekkevidde.

### 3.5.3 Ettersøk og skadefelling

Droner kan brukes for å søke etter skadete beitedyr eller dyr som har spredt seg over store områder, noe som kan gjøre dem mer utsatt for angrep fra rovdyr. Droner kan også brukes for å overvåke eller felle rovvilt.

Rovviltpolitikken legger opp til et fellingsregime der felling gjelder både de ordinære, bestandsregulerende virkemidlene som kvotejakt og lisensfelling, og skadefelling ved akutte skadesituasjoner. I alle tilfeller kan droner være til god nytte for kommunalt eller interkommunalt oppnevnte skadefellingslag ved å avdekke store eller vanskelig tilgjengelige områder der en forventer at et rovdyr oppholder seg. Dette kan være i kombinasjon med kadaverfunn (med eller uten drone) i området.

Der forsøk på skadefelling utføres av registrerte lisensjegere, må vedkommende få opplæring i dronebruk eller bygge erfaring i samarbeid med droneoperatører. Fellingsoppdragets karakter vil gjøre det naturlig at en forventer droneoperasjoner i spesifikk kategori da relevante områder ofte er store og i vanskelig eller utilgjengelig terreng.

Vårt inntrykk med bakgrunn i egne erfaringer og intervjuene vi gjennomførte er at kunnskapen om dronebruk til ettersøk og felling er liten. Muligens er holdningen til nye metoder mer negativ enn nødvendig på grunn av manglende erfaring. Dette skyldes muligens mangel på systematiske forsøk rundt bruk av drone til å spore dyr og mulige effektivisering med tanke på tidsforbruk.

Deltakere i fellingslag mottar godtgjøring. Utbetalinger skjer på grunnlag av satser fastsatt av Klima- og miljødepartementet samt rapport fra fellingsleder om fellingsforsøket og den tid som er benyttet. Da disse utbetalinger ikke må overskride rammer som fremgår av statsforvalterens vedtak om felling, er det viktig å teste ut mulige økonomiske innsparinger ved dronebruk. Sammenspillet mellom droneoperatør og skadefellingslaget må avklares og testes.

Et viktig hjelpemiddel kan da være streaming, det vil si et nettbasert møte for fellingslaget der en droneoperatør inviterer til deltakelse i droneflygning. Video fra dronen deles med deltakerne i møtet (Teams, Zoom, Google Meet osv.) og deltakere kan samarbeide med piloten for å finne skadevoldende dyr. Jegere kan f.eks. gi innspill på måten piloten skal lete etter rovdyr, spor eller kadaver i henhold til dyrenes atferd. Dyreeiere kan spille inn observasjoner fra området, dronen kan brukes for å undersøke utilgjengelig terreng osv. Slik kan en raskt og effektivt bruke mest mulig informasjon fra ulike aktører for å begrense og/eller overvåke ettersøksområdet og kanskje samarbeide med et fellingslag på bakken.



## 4 Konklusjoner

Etter avklaring med oppdragsgiveren (Statsforvalteren i Trøndelag på vegne av rovviltnemnda i region 6 Midt-Norge) har vi tilpasset spørsmålene (se kap. 1.1) litt for å være mer relevante.

De opprinnelige spørsmål gjelder RO1 droner og tap av sau til fredet rovvilt. Siden regelverket om RO1 droner gjelder ikke lenger (sist oppdatert av European Union Aviation Safety Agency, EASA, i mars 2022; se kap. 1.2.2), erstattet vi RO1 med «åpen kategori».

Vi har utvidet spørsmålene om tap av sau til tap av rein (kap. 4.2) for å omfatte relevante beitenæringer.

Siden lovverket om dronebruk i åpen kategori er svært begrensende, inkluderer vi tilleggsinformasjon om bruk av droner i spesifikk kategori som FKT. Vi anser dette som relevant i tilfelle reinbeitedistrikter eller beitelag søker om FKT midler for innkjøp av profesjonelle dronetjenester, noe vi forventer å se mer av i nær fremtid. Ut ifra FKT ordningen (kap. 1.2.1), rammeverket om dronebruk (kap. 1.2.2), og resultatene (kap. 3), kan vi per dags dato gi følgende svar (som etter hvert må tilpasses den teknologiske utviklingen):

### 4.1 Kan bruk av droner i åpen kategori forebygge tap av beitedyr til fredet rovvilt på utmarksbeite?

Droneoperasjoner i åpen kategori som kan forebygge tap av beitedyr til fredet rovvilt kan per dags dato omfatte (1) tilsyn, (2) flytting av dyr fra områder med skadevoldende rovdyr, (3) automatisk gjenkjenning og telling av dyr så lenge dronen er innen synsrekkevidde. Åpen kategori gjelder utelukkende droneoperasjoner under 120 m over bakken eller vannet og innenfor synsrekkevidde (VLOS) der dronepiloten kan selv se dronen eller samarbeide med en observatør som har visuell kontakt med dronen. Avhengig av lysforholdene, bakgrunn og dronetype, dronens belysning, dronens størrelse og farge gir det en svært begrenset operasjonsradius av 50-200 m.

Alle operasjoner der dronepiloten ikke har direkte visuell kontakt med dronen (f.eks. benytter seg av en skjerm på mobiltelefon), og ikke har en observatør med visuell kontakt til dronen, er operasjoner utenfor synsrekkevidden (BVLOS), det vil si er automatisk operasjoner i spesifikk kategori.

Mange droner i åpen kategori (opp til 25 kg) er utstyrt med batterier som gir større rekkevidde og sensorer egnet til mer omfattende operasjoner (BVLOS, high altitude). Store droner som f.eks. en Matrice 300 er relativt kostbare systemer, noe som hever terskelen for at operatører i beitenæringen kjøper dette. Likevel kan disse dronesystemer brukes i åpen kategori. Begrensninger i bruk settes i første omgang av regelverket. Dronepiloter som ikke er godt kjent med regelverket kan lett forflytte seg fra en operasjon i åpen klasse til en operasjon i spesifikk kategori under flygningen, f.eks. ved å fly for høyt eller for langt for å se dronen og retningen den beveger seg.

### 4.2 Hvordan kan bruk av droner i åpen kategori forebygge tap av sau og rein til fredet rovvilt på utmarksbeite?

Ut ifra regelverket for bruk av droner gjelder FKT droneoperasjoner i åpen kategori i første omgang svært lokalt begrensede tiltak med en operasjonsradius av 50-200 m, det vil si flokktilsyn, flytting av dyr fra områder med skadevoldende dyr og gjenkjenning og telling av beitende dyr (manuell fra statiske dronebilder eller ved hjelp av kunstig intelligens). Det er ikke mulig å skille slike FKT operasjoner fra operasjoner i vanlig drift.

### 4.3 I hvilke typer habitat er bruk av droner i åpen kategori egnet til å forebygge tap av sau og rein til fredet rovvilt på utmarksbeite?

Alle droneoperatører er ansvarlig for å fly dronen trygt og må velge områder

- der det er lov å fly med drone. Tettbebygde strøk, flyplasser, naturreservater, verneområder, militære områder o.l. må utelukkes før en tenker på type habitat (se kap. 1.2.3).
- der det er god satellitt- og mobildekning (se dekningskart<sup>18</sup> og f.eks. appen GPS plan<sup>19</sup>). Noen områder, særlig daler omgitt av bratte fjell, kan ha delvis dårlig dekning for telekommunikasjon, noe som gjør dem uegnet for droneoperasjoner. Rein befinner seg ofte i utilgjengelig terreng med dårlig dekning. Se også punkt 4.4.
- der piloten (evt. ved hjelp av en observatør) har god visuell kontakt med dronen. En operasjonsradius av maks. 200 m forutsetter først og fremst gode lysforhold, noe som kan være en utfordring i nord, særlig om høst og vinteren når dagslyset er begrenset. Ikke minst bestemmer flyhøyden (AGL), navigasjonslys og fargen av dronen (oftest svart) synligheten av dronen. En svart drone blir raskt usynlig mot en mørk bakgrunn (skog, fjell og mørke skyer, se også kap. 3.3).

Loverket om bruk av droner i åpen kategori begrenser tiltak til operasjoner innenfor synsrekkevidden, noe som i de fleste tilfeller vil virke mer utelukkende enn type habitat og vegetasjon. Åpne markområder med lite vegetasjon vil gjøre droneoperasjoner enklere, men det er teknisk mulig å bruke droner over skogsområder hvis en kan begrense overvåkingsområdet til arealet rett (90°) under dronen. I slike tilfeller må en observatør i tillegg til piloten være til stede.

Termiske sensorer kan være til hjelp i områder med tett vegetasjon. Ved bruk av alle luftbårne sensorer som ikke er RGB skal sensorbruken forhåndsmeldes til Nasjonal sikkerhetsmyndighet før bruk. Der skal typen sensor, f.eks. IR, NIR, LiDAR, Multispektral etc spesifiseres, formålet med sensorbruken, lokasjon og tidspunkt og informasjon om hvem som utfører dette. Etter vår erfaring er dette trolig noe som er svart neglisjert.

### 4.4 I hvilke typer habitat er bruk av droner i åpen kategori ikke egnet til å forebygge tap av sau og rein til fredet rovvilt på utmarksbeite?

I første omgang kan droner brukes i alle habitater og begrensningene ligger først og fremst i regelverket. Dronebruk som FKT er avhengig av droneoperatørens mulighet for å oppdage dyr eller spor. Habitat som ikke er egnet for bruk av droner i åpen kategori til FKT er områder der

- det ikke er lov å fly (se kap. 1.2.2 og 1.2.3),
- det er ingen eller dårlig satellitt- og mobildekning eller piloten står i dekningsklyggen (bak objekter som skjerner for signalene), f.eks. i bratte fjellområder; om piloten står i kanten av en skog, vil

---

<sup>18</sup> <https://www.telenor.no/dekning/#dekningskart> <https://www.telenor.no/dekning/#dekningskart>

<sup>19</sup> <https://apps.apple.com/us/app/gps-plan/id623849032>

piloten ha begrenset signalstyrke om dronen flyr bortenfor skogen da signalene ikke klarer å penetrere skogen nok til å gi god dekning.

- piloten og observatøren ikke kan holde visuell kontakt med dronen, f.eks. er det vanskelig å se en svart drone mot en mørk bakgrunn (fjell, skog og skyer).
- dronen brukes uten termisk sensor (må forhåndsmeldes til NSM) i områder med tett vegetasjon (f.eks. over granskog) eller hvis dronepiloten ikke kan tolke termiske data. Det er mulig å bruke et vanlig kamera (RGB) over granskog, men da er synsfeltet svart begrenset til et lite areal rett under (90°) dronen. I de fleste tilfeller gjør det en droneoperasjon med vanlig kamera over skog i åpen kategori lite effektiv og vi ville da anbefale bruk av termisk sensor i kombinasjon med en RGB kamera.

## 4.5 Kan drone brukes i kombinasjon med andre elektroniske hjelpemidler i beitenæringen?

Mange dyr på utmarksbeite er merket med elektroniske hjelpemidler i form av RFID øremerker (f.eks. Datamars<sup>20</sup>). En kan tenke seg at fremtidas øremerker kan kobles til dronesystemer hvis en kan ivareta vern av sensitive opplysninger. Per dags dato er rekkevidden for avlesning av øremerkene en begrensende faktor, men ny Bluetooth teknologi gjør det sannsynlig at kommunikasjon mellom elektroniske øremerker og droner kan snart foregå over flere 100 m.

Det er vanlig at en del av dyrene på utmarksbeite er utstyrt med GPS klaver (f.eks. Telespor<sup>21</sup>, FindMy<sup>22</sup>, NoFence<sup>23</sup>, Anicare<sup>24</sup>, RealTimeID<sup>25</sup>). Slike overvåkningssystemer kan sende dyrenes posisjon i regelmessige intervaller (mellom 4 timer – 1 uke) eller hvis dyret er antatt omkommet på grunn av lite forflytning (basert på GPS signal) eller mangel av bevegelse (basert på akselerometer data). En «dødsvarsel» blir da sendt direkte til dyreeierens smarttelefon med dyrenes siste GPS posisjon uavhengig av rapporteringsintervall.

Per dags dato er det mulig å sende en drone til en gitt posisjon (f.eks. siste posisjon meldt av dødsvarsleren). Dette kan være til nytte for å ettersøke skadete dyr, finne kadaver, dokumentere tap av beitedyr eller for å overvåke fredet rovvilt utstyrt med GPS sendere. Det betyr at en kombinasjon av elektroniske hjelpemidler med droner kan brukes av dyreeiere, SNO, fellings- og jaktlag og forskere.

Så vidt vi vet finnes det enda ikke applikasjoner som kobler dyrenes informasjoner / posisjoner direkte til droner, men en ville forvente en slik utvikling i nær fremtid. I en FKT sammenheng kan en kombinasjon av droner og elektroniske hjelpemidler være relevant hvis droner kan samle inn informasjon over antall dyr i et område, savnede lam eller kalv som ikke lenger er i nærheten av mora eller utypiske bevegelsesmønstre i flokken, f.eks. etter et rovdyrangrep. Avhengig av type sendere kan dette mest sannsynlig utføres i åpen kategori der piloten har visuell kontakt med dronen eller – i fremtiden - til og med av automatiserte dronesystemer.

---

<sup>20</sup> <https://shop.datamars.no/welcome>

<sup>21</sup> <https://telespor.no/>

<sup>22</sup> <https://www.findmy.no/>

<sup>23</sup> <https://www.nofence.no/>

<sup>24</sup> <https://anicare.fi/nb/forside/>

<sup>25</sup> <https://realtimed.no/no/>

Mens vi vet at beitenæringen ønsker seg en kombinasjon av elektroniske hjelpemidler med droner (se 3), er vi per dags dato ikke kjent med slike produkter på det norske markedet. Det er viktig å nevne at teknologien for de fleste ovenfor nevnte bruksområder er tilgjengelig, men er fortsatt ikke tilstrekkelig tilpasset beitenæringen med tanke på pris, batterikapasitet, brukerevne, lovverket og ikke minst tilpassede system- og softwarespesifikasjoner som hylleware. Særlig i reindrift som benytter seg av tradisjonelle øremerker istedenfor de elektroniske øremerker vanlig hos småfe, kan det ta lengre tid før vi ser en nytte av elektroniske øremerker kombinert med droner. Likevel kan posisjonsdata fra GPS klaver godt utnyttet.

## 4.6 Anbefaling på utstyr egnet for formålet

For dette formålet ville vi anbefalt droner i Mavic serien. Grunnen til dette er at de er enkle å ha med seg, noe som er svært viktig med tanke på logistikk ute i felt. De bruker relativt små batterier som kan lades på 12v uttak i snøscooter, bil, traktor, ATC osv. Dronene koster fra 8 000 til 70 000 NOK, avhengig av type sensor de er utstyrt med. De mest solgte dronene på markedet koster 10 000 – 25 000 NOK.

Vi anbefaler å bruke termisk sensor, da dette vil effektivisere arbeidet betraktelig, gitt at brukeren kan tolke slike bilder. Termisk sensor kan brukes i åpen kategori, men må meldes til NSM.

Det er mulig å fly avanserte droner med en vektgrense på 25 kg (f.eks. Matrice 300) i åpen kategori. Likevel er dette trolig et verktøy brukt av profesjonelle operatører i spesifikk kategori. Systemet er dyrt og vanskelig å transportere og lade, noe som trolig hever terskelen for at operatører i beitenæringen kjøper dette. For å få det beste ut av et slikt system, brukes det best i spesifikk kategori.

## 4.7 Hvordan kan bruk av droner i spesifikk kategori forebygge tap av sau og rein til fredet rovvilt på utmarksbeite?

Ved å fly i BVLOS kan droner i spesifikk kategori avdekke større områder enn droner i åpen kategori. Dette gjør det mulig å bruke droner på en mer variert måte, men stiller også høyere krav til piloten som da må være tilknyttet et godkjent droneselskap.

Etter vår erfaring opplever de fleste som jobber i beitenæringen at det ikke er relevant å søke om tillatelse for droneoperasjoner i spesifikk kategori da dette er svært dyrt og tidskrevende. Likevel forventer vi at den generelle økningen i profesjonelle droneinnsats vil også merkes i FKT sammenheng, enten ved samarbeid med spesialiserte droneoperatører eller ved kunnskapsutvikling innenfor næringen. Mens vi mangler per dags dato et godt kunnskapsgrunnlag for dronens effektivitet, ser vi følgende bruksområder for droner i spesifikk kategori:

Drone og rovdyr:

- Spore GPS merkede dyr
- Finne og følge snøsporet om vinteren (gaupe og jerv)
- Kadaversøk for å spore rovdyr (f.eks. jerv)
- Spring og lokalisering av rovdyr i store eller utilgjengelige områder. Dersom en akutt skadesituasjon har oppstått, kan en begrense området å søke etter rovvilt i. Et kjapt skadeuttak vil bidra til å redusere skadeomfanget av husdyr og kostnader for felling.
- I framtid kunne det være mulig å skremme rovdyr f.eks. ved hjelp av akustiske signaler
- I framtid kunne det være mulig å ta ut skadevoldende rovdyr med drone



#### Drone og beitedyr:

- Tilsyn, særlig i utilgjengelig terreng
- Overvåkning av flokken, særlig når GPS posisjoner viser på endret atferd (f.eks. etter et rovdyrangrep)
- Flytting fra områder der rovdyr er
- Etersøk av skadete beitedyr og kadaversøk
- Oversikt over skadesituasjoner
- i framtid kunne det være mulig å koble informasjon fra øremerker/klaver til dronen

Per dags dato har vi dessverre bare noen få anekdotiske fortellinger og ingen vitenskapelig dokumentasjon over slike droneoperasjoner. Her er det behov for forskning på og utvikling av relevante prosesser. Spesifikk trenger vi mer kunnskap om når (årstid og dagstid) og hvor (hvilke typer terreng, type bakgrunn) de ulike rovdyrarter kan oppdages ved hjelp av drone med tanke på utseende, atferd og termisk spor (temperaturforskjell mellom dyret og miljøet) gjennom året særlig med tanke på pelsskifte og pelsens isolerende egenskaper. Ikke minst finnes det lite informasjon om fysiologiske reaksjoner (puls, blodtrykk og stresshormoner) av beitedyr, tamme og ville dyr på droner og deres evne til å tilpasse seg over tid. Sistnevnte er en viktig faktor når en vurderer å bruke droner for å skremme rovdyr bort fra et område ved hjelp av lys- eller akustiske signaler.

# Litteraturreferanse

- Aarseth, J. 2022 Nytt veiledningsmaterieill til reindriften. Boazodoallo-οππασατ : Reindriftnytt 1:20. <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/reindrifft/reindrifft-i-norge/reindriftnytt>
- Abd-Elrahman, A., Pearlstine, L. & Percival, F. 2005 Development of pattern recognition algorithm for automatic bird detection from unmanned aerial vehicle imagery. *Surveying and Land Information Science* 65(1):37-45.
- Anderson, K. & Gaston, K. 2013 Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11:138–146. <https://doi.org/10.1890/120150>
- Aniceto, A., Biuw, M., Lindstrøm, U., Solbø, S., Broms, F. & Carroll, J. 2018 Monitoring marine mammals using unmanned aerial vehicles: quantifying detection certainty. *Ecosphere* 9:e02122. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2122>
- Aspholm, P. E. & Jørgensen, G. 2016 Kobling av RFID teknologi og droner i reindriften. NIBIO Rapport 2(102):1-16. <https://nibio.brage.unit.no/nibio-xmlui/handle/11250/2415928>
- Beaver, J., Baldwin, R., Messinger, M., Newbolt, C., Ditchkoff, S. & Silman, M. 2020 Evaluating the Use of Drones Equipped with Thermal Sensors as an Effective Method for Estimating Wildlife. *Wildlife Society Bulletin* 44(2):434–443. <https://doi.org/10.1002/wsb.1090>
- Chabot, D. & Bird, D. 2012 Evaluation of an off-the-shelf unmanned aircraft system for surveying flocks of geese. *Waterbirds* 35:170–174. <https://doi.org/10.1675/063.035.0119>
- Chabot, D. & Bird, D. 2015 Wildlife research and management methods in the 21st century: Where do unmanned aircraft fit in? *Journal of Unmanned Vehicle Systems* 3: 137–155. <https://doi.org/10.1139/juvs-2015-0021>
- Clarke, R. & Moses, L. 2014 The regulation of civilian drones' impacts on public safety. *The Computer Law and Security Review* 30:263–285. <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2014.03.007>
- Colefax, A., Butcher, P., Pagendam, D. & Kelaher, B. 2019 Reliability of marine faunal detections in drone-based monitoring. *Ocean and Coastal Management* 174:108–115. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.03.008>
- Ditmer, M., Vincent, J., Werden, L., Tanner, J., Laske, T., Iazzo, P., Garshelis, D. & Fieberg, J. 2015 Bears Show a Physiological but Limited Behavioral Response to Unmanned Aerial Vehicles. *Current Biology* 25(17):2278-2283. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.07.024>
- Ditmer, M., Leland, K., Tanner, J., Vincent, J., Callahan, P., Iazzo, P., Laske, T. & Garshelis, D. 2019 Bears habituate to the repeated exposure of a novel stimulus, unmanned aircraft systems. *Conservation Physiology* 7(1). <https://doi.org/10.1093/conphys/coy067>
- Dukovitz, Z. 2020 Drones for CSI—How Drones Can Help Criminal Forensic Scientists Find Human Remains. UAV coach. <https://uavcoach.com/drones-criminal-forensics>
- FOR-2020-11-25-2460: Forskrift om luftfart med ubemannet luftfartøy i åpen- og i spesifikk kategori. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2020-11-25-2460>
- Frantzen, J. 2021 Droner i reindriftnæringen: Vil telle rein med droner og AI. UAS Norway. <https://www.uasnorway.no/droner-i-reindriftnaeringen-vil-telle-rein-med-droner-og-ai/>

- Frid, A. & Dill, L. 2002 Human-caused disturbance stimuli as a form of predation risk. *Conservation ecology* 6(1). <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art11/>
- Gonzalez, L., Montes, G., Puig, E. & Johnson, S. 2016 Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and Artificial Intelligence Revolutionizing Wildlife Monitoring and Conservation. *Sensors* 16:97. <https://doi.org/10.3390/s16010097>
- Hansen, I., Strand, G., Krange, O., Mattisson, J., Støen, O., Kårstad, S., Eilertsen, S.M., Winje, E., Austmo, L., Skogen, K. & Lindhjem, H. 2020 Vurdering av FKT-ordningen. NIBIO Rapport 6(130):1-127. <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2020/desember-2020/vurdering-av-fkt-ordningen/>
- Hartley, R., Henderson, I. & Jackson, C. 2022 BVLOS Unmanned Aircraft Operations in Forest Environments. *Drones* 6(7):167. <https://doi.org/10.3390/drones6070167>
- Heim, N. & Taylor, A. 2021 Dens and Drones - using unmanned aerial vehicles to search for wolverine reproductive dens in the Rocky Mountains (Preliminary report). [https://thefurbearers.com/wp-content/uploads/Heim\\_Dens-and-Drones\\_PreliminaryReport\\_2021.pdf](https://thefurbearers.com/wp-content/uploads/Heim_Dens-and-Drones_PreliminaryReport_2021.pdf)
- Houston, A., Prosser, E. & Sans, E. 2012 The cost of disturbance: A waste of time and energy? *Oikos* 121:597–604. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2011.19594.x>
- Isaacks, M. 2015 The Use of Near-Infrared Remote Sensing in the Detection of Clandestine Human Remains, Texas State University. <https://digital.library.txstate.edu/handle/10877/5875>
- Kalacska, M. & Bell, L. 2006 Remote Sensing as a Tool for the Detection of Clandestine Mass Graves. *Canadian Society of Forensic Science Journal* 39(1):1-13. <https://doi.org/10.1080/00085030.2006.10757132>
- Kalacska, M., Bell, L., Sanchez-Aofeifa, A. & Caelli T. 2009 The application of remote sensing for detecting mass graves: an experimental animal case study from Costa Rica. *Journal of Forensic Sciences* 54(1):159-66. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2008.00938.x>
- Mapes, K., Pricope, N., Baxley, J., Schaale, L. & Danner R. 2020 Thermal imaging of beach-nesting bird habitat with unmanned aerial vehicles: Considerations for reducing disturbance and enhanced image accuracy. *Drones* 4:12. <https://doi.org/10.3390/drones4020012>
- McEvoy, J., Hall G. & McDonald, P. 2016 Evaluation of unmanned aerial vehicle shape, flight path and camera type for waterfowl surveys: Disturbance effects and species recognition. *PeerJ Publishing* 4:e1831. <https://peerj.com/articles/1831/>
- McIntosh, R., Holmberg, R. & Dann, P. 2018 Looking without landing – Using remote piloted aircraft to monitor fur seal populations without disturbance. *Frontiers in Marine Science* 06:202. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00202>
- Meisingset, E. 2022 Deteksjon og estimering av lokal tetthet av villsvin med bruk av drone. Webinar.
- Mo, M. & Bonatakis, K. 2022a An examination of trends in the growing scientific literature on approaching wildlife with drones. *Drone Systems and Applications* 10(1):111-139. <https://doi.org/10.1139/dsa-2021-0003>
- Mo, M. & Bonatakis, K. 2022b Approaching wildlife with drones: Using scientific literature to identify factors to consider for minimising disturbance. *Australian Zoologist* 42:1–29. <https://doi.org/10.7882/AZ.2021.015>

- Murray, B., Anderson, D., Wescot, D., Moorhead, R. & Anderson, M. 2018 Survey and Insights into Unmanned Aerial-Vehicle-Based Detection and Documentation of Clandestine Graves and Human Remains. *Human Biology* 90(1):45–61. <https://doi.org/10.13110/humanbiology.90.1.03>
- Pfeifer, C., Barbosa, A., Mustafa, O., Peter, H., Rümmler, M. & Brenning, A. 2019 Using fixed-wing UAV for detecting and mapping the distribution and abundance of penguins on the South Shetlands Islands, Antarctica. *Drones* 3:39. <https://doi.org/10.3390/drones3020039>
- Rao, B., Gopi, A. & Maione, R. 2016 The societal impact of commercial drones. *Technology in Society* 45:83–90. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2016.02.009>
- Rebolo-Ifrán, N., Grilli, M. & Lambertucci, S. 2019 Drones as a Threat to Wildlife: YouTube Complements Science in Providing Evidence about Their Effect. *Environmental Conservation* 46:205–210. doi: 10.1017/S0376892919000080.
- Reid, M. 2014 Grounding Drones: Big Brother's Tool Box Needs Regulation Not Elimination. *Richmond Journal of Law and Technology* 20(3). <https://jolt.richmond.edu/files/2021/12/Grounding-Drones -Big-Brother s-Tool-Box-Needs-Regulation-Not-Eli.pdf>
- Salberg, A. 2015 Detection of seals in remote sensing images using features extracted from deep convolutional neural networks. I IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). <https://ieeexplore.ieee.org/document/7326163>
- Sardà-Palomera, F., Bota, G., Viñolo, C., Pallarés, O., Sazatornil, V., Brotons, L., Gomáriz S. & Sardà, F. 2012 Fine-scale bird monitoring from light unmanned aircraft systems. *Ibis* 154(1):177-183. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2011.01177.x>
- Solene, M., Davies, A., Demšar, U., Irvine, R., Stephens P. & Long, J. 2020 A systematic review of methods for studying the impacts of outdoor recreation on terrestrial wildlife. *Global Ecology and Conservation* 22:e00917. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00917>
- Wescott, D. 2018 Recent advances in forensic anthropology: decomposition research. *Forensic Sciences Research* 3(4):278-293. <https://doi.org/10.1080/20961790.2018.1488571>
- Weston, M., O'Brien, C., Kostoglou, K. & Symonds, M. 2020 Escape responses of terrestrial and aquatic birds to drones: Towards a code of practice to minimize disturbance. *Journal of Applied Ecology* 57:777–785. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13575>
- Wu, F., Zhu, W., Wu, B. & Zhao, X. 2019 Method of automatic counting of large herbivores from UAV images in the Source Region of Three Rivers. *Acta Theriol. Sin.* 39:450. <http://www.mammal.cn/EN/Y2019/V39/I4/450>
- Zmarz, A., Rodzewicz, M., Dąbski, M., Karsznia, I., Korczak-Abshire, M. & Chwedorzewska, K. 2018 Application of UAV BVLOS remote sensing data for multi-faceted analysis of Antarctic ecosystem. *Remote Sensing of Environment* 217:375–388. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.08.031>

# Appendix

## Appendix 1

### Intervjuguide for beitenæringen – bruk av drone som forebyggende tiltak mot rovviltskader i beitenæringene

Reinbeitedistrikt:

Beitelag/sauesankelag:

Bruker du/dere drone i driften?

#### Hvis nei:

Er det situasjoner hvor du kan se droner som et forebyggende tiltak mot tap til rovvilt?

#### Hvis ja:

1. Flyr du/dere drone selv, eller brukes innleid firma?
2. I hvilke situasjoner brukes drone (formål/oppå grunn avver)? Hvorfor? (kostnader, formål, type operasjoner mm). Skill mellom bruk av egne droner (eget bruk) og innleid firma.
3. I hvor stor grad kjenner du til regelverket? (godt, delvis, lite)
4. Mer om dronebruken:
  - a) Hvilken type drone brukes (fabrikat, vekt)
  - b) Hvilke tilleggsutstyr på dronen brukes (kamera, termisk sensor, LASER osv)?
  - c) Hvilken kategori dronebruk er det snakk om (åpen, spesifikk)? Begrunnelse.
  - d) Er distriktet/innleid droneoperatør registrert som droneoperatør hos luftfartstilsynet? (ja, nei, vet ikke)
  - e) Har den som betjener dronen (pilot) gjennomgått tilstrekkelig opplæring ihht regelverket? (ja, nei, vet ikke)
5. Kan drone i åpen kategori brukes som et forebyggende tiltak mot rovviltskader på beitedyr? I tilfelle, på hvilken måte? (kadaverdokumentasjon, sanking, tilsyn, skadefelling mm). Ser du noen begrensninger i forhold til dette? (Merknad: Forklar hva åpen kategori er/betyr)
6. Kan drone i spesifikk kategori brukes som et forebyggende tiltak mot rovviltskader på beitedyr? I tilfelle, på hvilken måte?
7. Er det andre elektroniske hjelpemidler i drifta (eks elektroniske øremerker) som kan brukes i kombinasjon med drone som kan være til hjelp med hensikt til å forebygge rovviltskader?

## Appendix 2

### Intervjuguide for interessenter – bruk av drone som forebyggende tiltak mot rovviltskader i beitenæringene

Stakeholder/interessent (f.eks. SNO, droneselskaper, fellingslag, forsker, ...):

Har du erfaring med droner i utmarksbeite?

Hvis nei:

Er det situasjoner hvor du kan se droner som et forebyggende tiltak mot tap til rovvilt?

Hvis ja:

1. I hvilke situasjoner kan droner brukes som FKT?
2. Hvilke begrensninger har dronebruk (teknisk – lovverket – åpen vs spesifikk)?
3. Hvordan ser dere framtida, f.eks. i tapsforebygging
4. Ser dere noen utfordringer/trusler med hensikt til dronebruk (eks fredet rovvilt)
5. (Andre informanter?)





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.