



Droneoperasjoner ved skredutsatt veg

Forslag til organisering og videre utvikling

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 1024



Tittel

Droneoperasjoner ved skredutsatt veg

Undertittel

Forslag til organisering og videre utvikling

Forfatter

Emil Solbakken, Halgeir Dahle, Tore Humstad,
Regula Frauenfelder (NGI)

Avdeling

Fagressurs Drift og vedlikehold

Seksjon

Geofag Drift og vedlikehold 1

Prosjektnummer

C15115

Rapportnummer

1024

Prosjektleder

Tore Humstad

Godkjent av

Tore Humstad

Emneord

GEOSFAIR, drone, UAS, skred, beredskap

Sammendrag

Rapporten er utarbeidet som del av forskningsprosjektet GEOSFAIR og tar for seg hvordan vegeiere best kan utnytte droner i håndteringen av skred og skredfare. Det foreslås noen utvalgte tiltak som har som mål å (1) sikre at vi har droner og piloter i nærheten av der skredene går, (2) forbedre datakvaliteten og (3) øke bruken av droner i aktive og organisatoriske sikringstiltak. En satsing på disse områdene vil ikke bare kunne føre til raskere og bedre beslutninger etter at skredet har truffet veg, men også gi vegeiere helt nye muligheter for overvåkning og tidlig varslings.

Title

Drone operations for roads exposed to natural hazards

Subtitle

Recommendations for organization and further development

Author

Emil Solbakken, Halgeir Dahle, Tore Humstad,
Regula Frauenfelder (NGI)

Department

O&M Planning and Engineering Services

Section

Geomechanics

Project number

C15115

Report number

1024

Project manager

Tore Humstad

Approved by

Tore Humstad

Key words

GEOSFAIR, drone, UAS, natural hazards, preparedness

Summary

This report is made as part of the GEOSFAIR research project and explores how road owners best can utilize drones in dealing with natural hazards. A few selected measures are proposed, aimed at (1) ensuring that we have drones and pilots near exposed road sections, (2) improving data quality, and (3) increasing the use of drones in active and organizational protection measures. Focusing on these areas may not only lead to faster and better decisions after an incident, but also provide road owners with entirely new opportunities for monitoring and early warning.



INNHold

1	Introduksjon.....	4
1.1	Definisjoner	4
2	Gjennomføring av droneoperasjoner ved skredutsatt veg	5
3	Støttesystemer	6
3.1	Datahåndtering.....	6
3.2	Beslutningsstøtte.....	6
3.3	Forskning, utvikling og innovasjon	7
4	Operasjoner i Statens vegvesen.....	8
4.1	Nåværende situasjon	8
4.2	Anbefalinger for videre utvikling	8
5	Eksempler på bruk	9
5.1	Kontrollingeniør med drone.....	9
5.2	Automatisert prosessering og publisering av Lidar-data	10
5.3	Fjernassistert flygning gjennom DJI FlightHub2	11
5.4	Dronestasjoner	12
6	Konklusjon	14
	Referanser	15

1 Introduksjon

Droner har i løpet av få år gått fra å være et leketøy for spesielt interesserte til et helt nødvendig verktøy i håndteringen av skred og skredfare på veg. Den raske teknologiske utviklingen gir stadig større muligheter, men også økende forventninger og krav til Statens vegvesen og andre vegeiere som droneoperatører. Der vi for kort tid siden så på gevinster ved å bruke drone i stedet for helikopter, ser vi nå på gevinster ved å kunne styre dronen fra kontoret, uten å være fysisk til stede.

Gjennom forskningsprosjektet GEOSFAIR¹ har Statens vegvesen sammen med NGI og Sintef, med støtte fra Norges forskningsråd, undersøkt hvordan droner kan støtte vurderinger av snøskredfare på veg. Denne rapporten avslutter arbeidet med arbeidspakke 4, som har sett på hvordan nye data og metoder praktisk kan tas i bruk. I rapporten forsøker vi å løfte blikket og se på hvilke organisatoriske grep som kan gjøres for å utnytte droner best mulig i arbeid med alle typer skred, i situasjoner der skredfaren skal vurderes eller der det allerede har gått et skred på veg.

Vi beskriver først ulike måter droneoperasjoner i skredområder kan gjennomføres på, samt nødvendige støttesystemer. Deretter ser vi på dagens situasjon i Statens vegvesen, og foreslår noen fokusområder for videre utvikling. Til slutt viser vi noen praktiske eksempler på hvordan geofagmiljøet i Statens vegvesen har utforsket og stadig jobber med nye måter å bruke drone på i situasjoner med skred og skredfare på veg.

Målgruppa for rapporten er først og fremst ledere, på alle nivå, som har ansvar for skredutsatt veg eller droneforvaltning og nødvendige støttesystemer.

1.1 Definisjoner

Følgende definisjoner gjelder for begreper som i rapporten er brukt på en spesiell måte:

<i>Droneoperasjon</i>	Bruk av drone for innsamling av data på et spesifikt sted for et spesifikt formål. Droneoperasjonen omfatter alle prosesser knyttet til flygningen og styring av sensorer.
<i>Fagperson</i>	Geofaglig rådgiver som vurderer skredfare på vegne av vegeier.
<i>Skredutsatt veg</i>	Vegstrekning som periodevis er utsatt for skredfare og som derfor kan bli stengt av skred eller skredfare.

¹ GEOSFAIR (Geohazard Survey From Air)

<https://www.vegvesen.no/geosfair>

2 Gjennomføring av droneoperasjoner ved skredutsatt veg

For å beskrive behov og krav til droneoperasjoner i skredområder deler vi operasjonene inn i tre ulike typer, etter hvordan de praktisk gjennomføres:

- **Stedlige operasjoner:** Operasjonen gjennomføres i sin helhet av personer på stedet. Dette er den vanligste måten å operere drone på i dag, og innebærer at personer med nødvendig pilot- og fagkompetanse må være til stede.
- **Fjernassisterte operasjoner:** Operasjonen utføres av pilot på stedet, med støtte fra en annen pilot eller fagperson som ikke er til stede. Slik støtte skal sørge for at innsamlede data dekker faglige behov og kan omfatte alt fra muntlige instruksjoner underveis til planlegging av kartleggingsoppdrag og fjernstyring av sensorer.
- **Fjernstyrte operasjoner:** Flyging utføres av pilot som ikke er til stede eller automatisk etter forhåndsprogrammerte oppdrag. Drone og sensorer er utplassert i dronestasjon, og det er ikke behov for å ha verken pilot- eller fagkompetanse på stedet.

En oversikt over typiske kjennetegn og viktige egenskaper ved de ulike operasjonstypene er gitt i Tabell 1. Skillet mellom stedlige og fjernassisterte operasjoner er ikke nødvendigvis klart definert, men synliggjør fordelene ved å gjøre operasjonene mindre avhengige av at fagpersonen som skal vurdere situasjonen er fysisk til stede.

Tabell 1. Typiske kjennetegn og viktige egenskaper ved stedlige, fjernassisterte og fjernstyrte operasjoner ved skredutsatt veg.

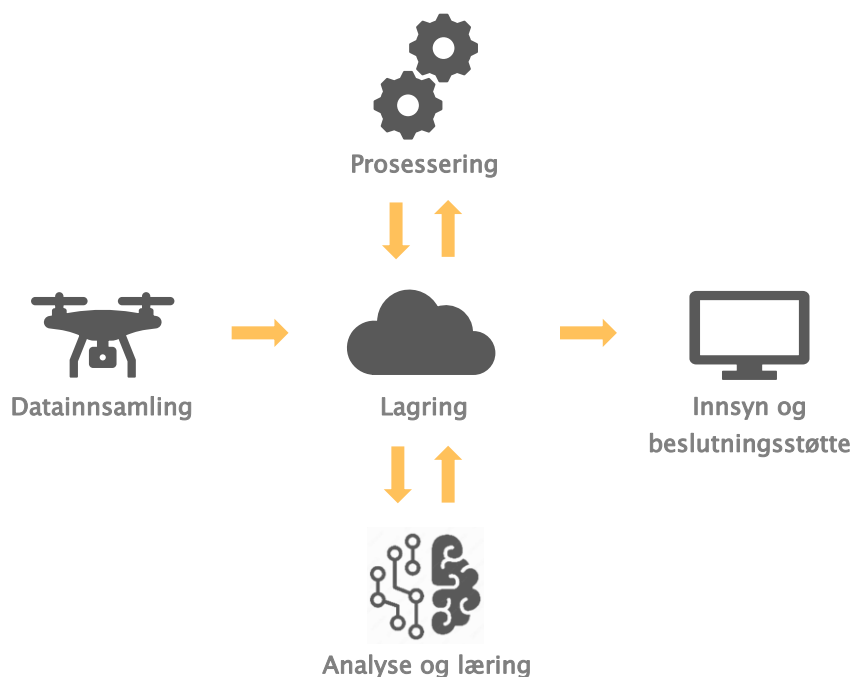
	Stedlige operasjoner	Fjernassisterte operasjoner	Fjernstyrte operasjoner
Spesielt egnet for	Planlagte enkeltoppdrag Akuttoppdrag	Akuttoppdrag	Regelmessig overvåking Akuttoppdrag på steder med høy skredfrekvens eller særlig sårbart vegnett
Krav til utstyr	Ingen spesielle krav	Live overføring og overvåking av oppdrag Live overføring av bilder og video God mobildekning (4g/5g)	Live overføring, overvåking og kontroll av oppdrag Automatisk opplasting av bilder, video og andre sensordata Dronestasjon, fast eller mobil Nettstrøm God mobildekning (4g/5g) eller kablet nett
Krav til ferdigheter og kvalifikasjoner	Godkjent pilot hos godkjent operatør Pilot må ha tilstrekkelig fagkunnskap til å samle inn gode data	Godkjent pilot hos godkjent operatør Pilot trenger ikke ha forhåndskunnskap om datainnsamling	Godkjent pilot hos godkjent operatør må styre/overvåke og kunne avbryte oppdrag
Aktuelle operasjonskategorier	Åpen kategori (A1, A2, A3) Spesifikk kategori (SORA)	Åpen kategori (A1, A2, A3) Spesifikk kategori (SORA)	Spesifikk kategori (SORA)
Bruk i Statens Vegvesen	Ja, utstrakt	Delvis, ikke systematisert	Under utprøving
Spesielle utfordringer	Pilot må ha godkjenning for spesifikk kategori for å fly utenfor synsrekkevidde Utføres ofte av fagperson med lang reiseveg	Pilot må ha godkjenning for spesifikk kategori for å fly utenfor synsrekkevidde	Gjeldende regelverk er uprøvd Teknologien kan være umoden

3 Støttesystemer

3.1 Datahåndtering

Uavhengig av hvordan droneoperasjonen utføres, bør operatøren (organisasjonen) ha en plan og en struktur for hvordan innsamlede data skal lagres, brukes og gjenbrukes. Hovedelementene som bør inngå i en slik struktur er illustrert i Figur 1. Som et minimum bør det finnes tydelige retningslinjer for hvordan data skal håndteres, selv om selve databehandlingen foregår manuelt og på et individuelt nivå. Det bør imidlertid være et mål at fagpersoner skal bruke tiden på faglige vurderinger, og ikke på behandling av stadig mer komplekse data. Så mye som mulig av databehandlingen bør derfor foregå automatisk.

Den teknologiske utviklingen går raskt, og det vil være behov å ta i bruk data fra stadig nye droner og sensorer. Slik situasjonen er i dag er det heller ikke mulig å unngå bruk av produsenteide programmer og webplattformer for innsamling og prosessering av data. Vellykket automatisering av databehandling forutsetter derfor et fleksibelt rammeverk der ulike komponenter kan legges til og oppdateres etter behov, og som er i stand til å takle store og stadig økende datamengder.



Figur 1. Hovedelementene som må inngå i en struktur for god bruk og gjenbruk av dronedata.

3.2 Beslutningsstøtte

Ferdig behandlede data må som et minimum presenteres i en eller flere innsynsløsninger, der fagpersonen selv finner og vurderer tilgjengelig informasjon. Typiske resultater fra datainnsamling med drone er stedfestede enkeltbilder og to- og tredimensjonale terrengmodeller. For å vurdere disse resultatene trengs blant annet funksjonalitet for å måle avstander og volum samt å se på endringer over tid.

Etter hvert som datagrunnlaget og analysemetodene blir bedre, bør støtten til fagpersoner i større grad være basert på automatiske analyser og tolkninger av data. Dette kan for eksempel skje gjennom at den mest relevante informasjonen automatisk gjenkjennes og framheves, eller at en virtuell fagperson kommer med konkrete råd og fungerer som diskusjonspartner. Hva som er gjennomførbart og ikke minst hensiktsmessig vil variere mellom ulike typer situasjoner, og slike løsninger ligger et stykke fram i tid. Grunnlaget bør imidlertid legges allerede nå med et fokus på strukturering og analyse av data.

3.3 Forskning, utvikling og innovasjon

Skredsiking av veger har tradisjonelt blitt gjort ved å bygge tunneler, flytte veglinje eller lage fysiske sikringskonstruksjoner. Det siste tiåret har aktive og organisatoriske tiltak fått større plass, og blitt et alternativ til dyre sikringskonstruksjoner og tunneler. Aktive og organisatoriske tiltak kan for eksempel bestå av automatisk skreddeteksjon, stedsspesifikk skredvarsling og forebyggende skredutløsning. Snødekkets eller andre terrengoverflaters utvikling er spesielt viktig for slike tiltak, og er et eksempel på et område der droner kan gi oss helt nye muligheter.

Nasjonal digitaliseringsstrategi 2024–2030 (Digitaliserings- og forvaltningsdepartementet, 2024) peker på behov for samordning i offentlig sektor og en fremtidsrettet digital infrastruktur for å utnytte mulighetene som ligger i datadrevet innovasjon og kunstig intelligens. Nasjonal transportplan 2025–2036 (Samferdselsdepartementet, 2024) fremhever også bruk av ny teknologi som et viktig satsingsområde, og vektlegger samtidig sårbarheten vi som samfunn pådrar oss gjennom økt digitalisering. En økt satsing på digitalisering i årene som kommer legges også til grunn i Vegvesenets prioriteringer og virkemidler for FoU (Statens vegvesen, 2024).

Det framstår derfor som naturlig at datafangst fra drone må være gjenstand for forskning, utvikling og innovasjon i årene som kommer. Bruk av droner til håndtering av skred og skredfare innebærer ofte spesialiserte operasjoner i vanskelig terreng og i dårlig vær, noe som krever at vi selv er med på å drive fram og ta bruk ny teknologi dersom vi skal utnytte mulighetene som ligger der. Dette gjelder både drone- og sensorteknologi, men også hvordan data behandles og deles på en fornuftig og mest mulig samfunnsnyttig måte.

4 Operasjoner i Statens vegvesen

4.1 Nåværende situasjon

Droneoperasjoner ved skredutsatt veg utføres i dag nesten alltid som stedlige operasjoner, der det som oftest er fagpersonen selv som er pilot. Dette fungerer godt i mange situasjoner, men gir også begrensninger i form av hver enkelt fagpersons godkjenning, kompetanse, utstyr og nærhet til den skredutsatte vegen (Reutz m. fl., 2022). Fagpersoner har for eksempel opplevd det som utfordrende å skulle prioritere tidkrevende godkjenningsprosesser, samt å holde seg oppdatert på både droneteknologi og tilhørende regelverk, ved siden av alle andre oppgaver. De siste årene har enkelte driftsenheter og entreprenører også skaffet seg piloter og enkle droner. Disse kan ofte levere bilder og video til fagpersoner kort tid etter en skredhendelse, noe som åpner for en betydelig raskere vurdering og gjenåpning av veg. Tilsvarende bidrag kan også komme fra konsulent eller andre samarbeidspartnere, eksempelvis nødetater, kommuner, NVE eller Bane NOR.

Drone brukes foreløpig mest til å samle inn enkeltbilder og video, men bruken av terrengkartlegging med fotogrammetri og lidar er økende. Regelmessig kartlegging har vært gjort i avgrensede perioder, men er normalt for ressurskrevende til å kunne utføres av fagpersoner over lengre tid. Databehandlingen er foreløpig stort sett helt avhengig av manuelle operasjoner, og det finnes ingen felles struktur for lagring og organisering av data utover tradisjonelle delte filområder. Unntaket er det skybaserte ArcGIS-produktet Site Scan, som nylig er tatt i bruk. Her tilbys automatisk generering av terrengmodeller basert på dronebilder (fotogrammetri), samt lagring og verktøy for publisering av resultater.

4.2 Anbefalinger for videre utvikling

Forslag til prioriterte mål og tiltak for droneoperasjoner ved skredutsatt veg er gitt i Tabell 2. De to første målene tar utgangspunkt i at fagpersoner skal få informasjon som setter dem i stand til å gjøre gode vurderinger, og at det i akutte situasjoner skal skje så raskt som mulig. For disse målene kan vi komme langt med å bruke droner omtrent på samme måte som i dag, ved å endre på forutsetningene for hvem som kan fly dronen og forenkle behandlingen av innsamlede data. Det tredje målet, om bruk av droner i skredsikringstiltak, krever at vi både tar i bruk helt ny teknologi og at vi tar store steg som droneoperatør. Det vil samtidig kunne gi oss helt nye verktøy for overvåkning og tidlig varsling.

Tabell 2. Forslag til prioriterte mål og tiltak for droneoperasjoner ved skredutsatt veg.

Mål	Tiltak
Ha droner og piloter i nærheten av der skredene går	Innføre krav om droneberedskap i driftskontrakter Forbedre intern droneberedskap Øke antall piloter som kan fly i spesifikk kategori
Forbedre datakvaliteten	Definere krav til utstyr og innsamlede data Legge til rette for fjernassisterte operasjoner Strukturere og automatisere databehandlingen
Øke bruken av droner i aktive og organisatoriske sikringstiltak	Legge til rette for fjernstyrte operasjoner

5 Eksempler på bruk

5.1 Kontrollingeniør med drone

I driftsområdet «9302 Haugesund» har en erfaren kontrollingeniør i flere år vært en aktiv dronebruker. Kontrakten omfatter blant annet riksveg 13 gjennom Suldal, som er særlig utsatt for steinsprang. Mens nærmeste geolog i Statens vegvesen fram til nylig har befunnet seg i Bergen, en fire timers ferge- og kjøretur unna, er kontrollingeniøren stort sett raskt på plass når noe har skjedd. Framme på stedet kan han ta bilder og dele disse med geologen, som dermed kan gjøre en vurdering uten å forlate kontoret.

Så lenge hendelsen ikke er for komplisert, kan dette gi en mye mer effektiv håndtering. Etter steinspranghendelser er det for eksempel ofte behov for rensk før vegen kan åpnes igjen. Hvor raskt dette blir bestilt, har stor betydning for hvor lenge vegen må holdes stengt. Når renskelaget så er på plass, gir bildene geologen et godt grunnlag for å diskutere situasjonen med de som er der. Da kan vi ofte også avgjøre om det er behov for ytterligere sikringstiltak. For hvert enkelt steinsprang, kan det at kontrollingeniører bruker drone spare geologen for en hel arbeidsdag i bil og samfunnet for mange timer med stengt veg.

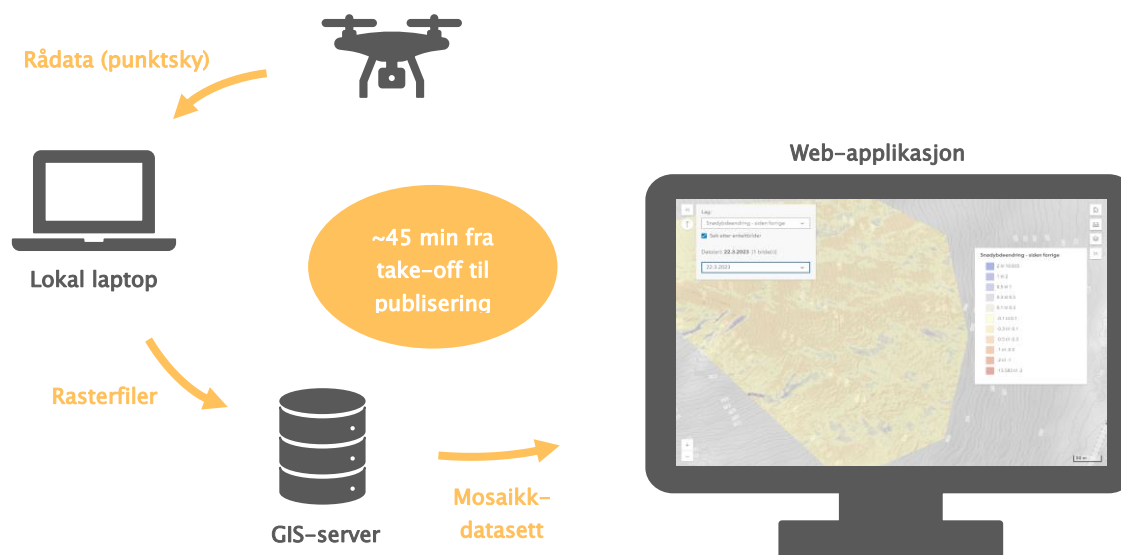
Et eksempel på en slik hendelse er vist i Figur 2.



Figur 2. Steinsprang på Rv. 13 ved Breidvika i Suldal, 23. februar 2021 (Solbakken, 2021). Bilde A og B viser skredløp og løsneområde før rensk, og bilde C viser løsneområde etter rensk. Dronebilder tatt av kontrollingeniør gjorde at rensk ble satt raskt i gang, og at vegen kunne åpnes igjen uten at geolog måtte rykke ut. Foto: Peer Einar Klungtveit.

5.2 Automatisert prosessering og publisering av Lidar-data

Som del av forskningsprosjektet GEOSFAIR har Statens vegvesen undersøkt om lidarskanning med drone kan brukes til å forbedre snøskredvarslingen for Strynefjellet (Solbakken m. fl., 2024). En forutsetning for slik beslutningsstøtte er hyppige målinger og rask prosessering og formidling av data til snøskredvarslere. For å få til dette ble det utviklet en delvis automatisert dataflyt, skissert i Figur 3, som publiserte resultater med et minimalt behov for opplasting av data.



Figur 3. Dataflyt fra lidarskanning med drone til formidling av resultater til snøskredvarslere.

Datainnsamlingen besto av å måle inn snøoverflaten i løseområder for snøskred. Dette ble gjort på 22 ulike dager gjennom vinteren 2023. Prosessering og publisering av data ble utført på en lokal PC umiddelbart etter datainnsamling, og resultater ble presentert til snøskredvarslere i en enkel kartapplikasjon på nett. Presenterte resultater var skyggerelieff, endring i snødybde over ulike tidsperioder, snødybde og helning på snøoverflaten. Dette er nyttige data som vi til nå ikke har hatt metoder for å skaffe for skredenes løseområder.

Selve databehandlingen ble utført i to steg:

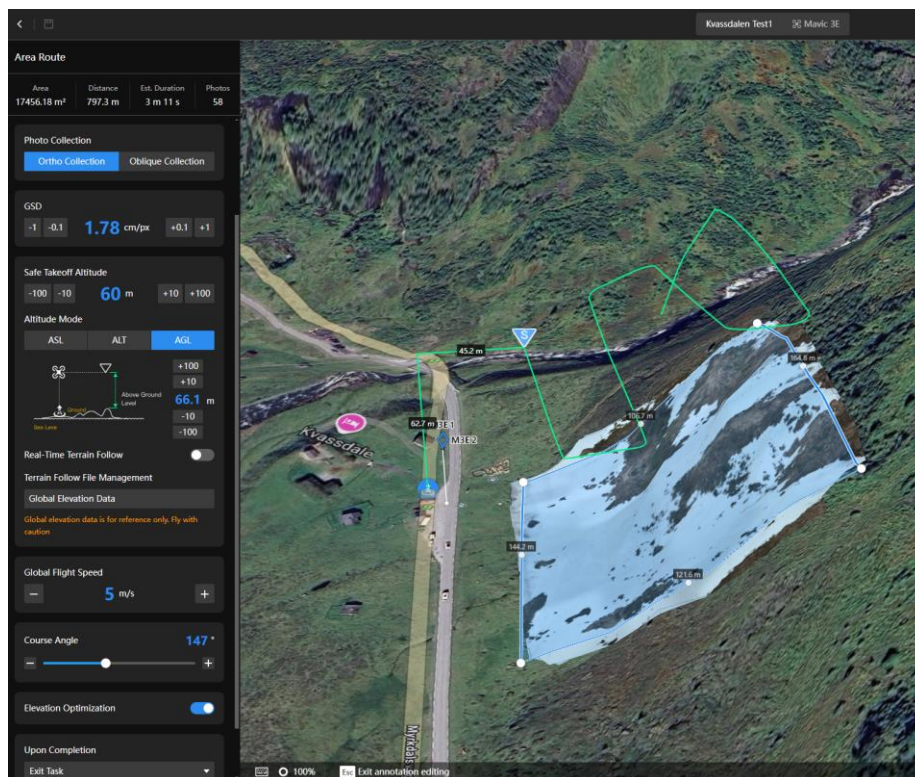
1. **Prosessering av rådata:** Det meste av datainnsamlingen ble gjort med lidarskanneren DJI L1, som krever bruk av programmet DJI Terra for prosessering av rådata. Prosessert punktsky ble eksportert til LAS-fil for videre prosessering.
2. **Automatisk produksjon og publisering av rasterdata:** Gjennom egenutviklet ArcGIS skriptverktøy kjørt på lokal PC i programmet ArcGIS Pro. Verktøyet sørget for:
 - Klassifisering og filtrering av punktsky
 - Omgjøring av punktsky til digital høydemodell
 - Beregning av kart over snødybde og endring i snødybde fra tidligere målinger
 - Opplasting av TIF rasterfiler til nettverksdisk (K:)
 - Publisering av rasterfiler til mosaikkdatasett publisert på ArcGIS Image server

5.3 Fjernassistert flygning gjennom DJI FlightHub2

[FlightHub2](#) er en webbasert løsning fra droneprodusenten DJI for å planlegge og overvåke droneflyvninger i samme organisasjon. Fjernassistert flyvning gjennomføres ved at:

1. Piloten starter dronen i felt og kobler den til internett og FlightHub2.
2. Fagperson/droneekspert lager flyplan fra kontoret og deler den med dronen ute i felt gjennom FlightHub2, se Figur 4.
3. Pilot mottar flyplan og kontrollerer at den ikke kommer i konflikt med terreng eller lufthindere i området.
4. Pilot overvåker luftrommet for andre aktører og avbryter flyvning om nødvendig.
5. Pilot startet oppdraget og dronen flyr oppdraget automatisk etter rute vist i kart i FlightHub2.
6. Fagperson/droneekspert overvåker live videofeed og hvor dronen er på kartet.
7. Under kartleggingsoppdrag vil et foreløpig ortofoto bli produsert underveis i flyvninga slik at man har et godt inntrykk av situasjonen med en gang dronen er ferdig med oppdraget. Høyoppløselig ortofoto publiseres automatisk når det er ferdig prosessert.
8. Dronen lander automatisk ved «homepoint»
9. Pilot kan slå av dronen når alle innsamlede data er opplastet til FlightHub2.

Slik kan dataflyt og kunnskap utnyttes på en bedre måte enn om man kun har droner som er koblet til en pilot.



Figur 4. Skjermdump som viser planleggingsverktøyet i FlightHub2. Blått polygon viser arealet man ønsker ortofoto/3D-modell. Flyplanen (i grønt) etableres automatisk etter at polygon og parametere i venstre marg er fylt ut. Kartet kan roteres for å verifisere at dronen ikke kommer i konflikt med terrenget, vist som en global terrengmodell. Ortofoto i blått polygon er etablert etter at flyvningen er gjennomført.

DJI-droner som kan kobles til FlightHub2:

- Matrice 30 serien
- Mavic 3E/3T
- Matrice 300 RTK
- Matrice 350 RTK
- Dock 1 og 2

Disse dronene er såkalte «Enterprise»-droner som har flere bruksmuligheter og også har en høyere innkjøpspris enn droner som Mini og Mavic 3. Muligheten til å koble dronene sammen i skyen gjennom FlightHub2 kan gi gevinster som overgår den ekstra kostnaden i innkjøp. Det finnes også andre leverandører til slike skyløsninger som kan integrere droner fra flere produsenter, slik som [FlytBase](#).

5.4 Dronestasjoner

Dronestasjoner er forventet å revolusjonere bruk av drone til inspeksjon, overvåking, ulykker og andre formål. Årsaken til det er at timekostnader knyttet til å operere droner i felt, samt at tilgjengeligheten til dronene kun er avhengig av ladetiden eller batteribytting til dronene. En person kan også koordinere droner på flere lokasjoner i løpet av kort tid.

Den teknologiske utviklinga går raskere enn hva regelverk tilknyttet dronebruk gjør. Dronestasjoner er relativt nytt og det er foreløpig kun begrensede ferdigdefinerte typer droneoperasjoner som tillater flyvning med dronestasjon, såkalte Predefined Risk Assessment (PDRA).

Skal man benytte seg av dronestasjoner fullt ut, faller det inn under flyvning uten at man ser dronen, såkalt Beyond Visual Line of Sight (BVLOS). Per i dag er det kun PDRA G-03 som er godkjent. Oppfyller man kravene til denne type operasjoner kan man kort sagt starte flyvninger allerede nå. En begrensing her er at man kun kan fly 30 m over bakken eller installasjoner. Denne operasjonstypen passer godt til for eksempel kraftlinjeinspeksjoner.

Risikoanalysemetodikken Specific Operations Risk Assessment (SORA) må gjennomføres dersom droneoperasjonen ikke faller inn under en godkjent PDRA. SORA'en skal beskrive droneoperasjonen og beskrive tiltak som gjør at den kan gjennomføres på en trygg måte.

I naturfaresammenheng kan dronestasjoner få stor betydning i følgende sammenhenger:

- Få tidlig oversikt dersom det har gått et skred eller annen naturfarehendelse, såkalt Drone as a First Responder (DFR)
- Regelmessige inspeksjoner av potensielle fareområder, som for eksempel i et ferskt skredområde.
- Regelmessige inspeksjoner i områder med aktiv skredkontroll.
- Deformasjonsmålinger knyttet til naturfarehendelser: skred, erosjon, flom, osv.
- Andre oppgaver i samme område, som for eksempel trafikkulykker.

Bruk av dronestasjon i naturfaresammenhenger har typisk følgende spesifikasjoner:

- Fly inntil 120 m fra nærmeste bakkepunkt

- Fly inntil 1500 m høyere langs en fjellside enn dronestasjonen
- Områdene er typisk spredt befolket eller nær ubefolket
- Luftrommet kan være både kontrollert og ukontrollert
- Mulighet til å fly i mørket
- Bør ha mulighet til å fly uten at det er «line of sight» mellom drone og dronestasjon. Man må altså benytte 5G mobilnett.
- Dronen bør ha mulighet til å fly minst 3 km fra dronestasjonen
- Aktuelt utstyr på en drone:
 - Optisk kamera egnet til fotogrammetri
 - Termisk kamera
 - Lidarskanner

I dag har Statens vegvesen en dronestasjon, DJI DOCK 2, som benyttes til testing av bruksområde, samtidig som piloten er fysisk til stede og kan ta over styringa av dronen. Vinteren 2024/2025 testes utstyret for å få mer kunnskap om eventuelle begrensninger knyttet til drift i høyfjells vintervær. I løpet av første kvartal i 2025 er forhåpentligvis Statens vegvesen godkjent for å fly dronestasjonen fra kontoret. Da utplasseres dronestasjonen på et sted der slikt utstyr kan komme til nytte.

Med en dronestasjon er det greit å kunne fly fra et hvilket som helst kontor dersom man har et flerskjerms oppsett. Når man får flere dronestasjoner bør man ha dedikerte personer som har dette som en betydelig del av arbeidet. Samtidig bør man etablere egne rom som er dedikerte til å operere dronestasjonsoppdrag.

6 Konklusjon

I denne rapporten, som er utarbeidet som del av forskningsprosjektet GEOSFAIR, har vi sett nærmere på hva som skal til for å bruke droner så effektivt som mulig i håndteringen av skred og skredfare på veg. Vi foreslår å prioritere tiltak som:

- Sikrer at vi har droner og piloter i nærheten av der skredene går
- Forbedrer datakvaliteten
- Øker bruken av droner i aktive og organisatoriske sikringstiltak

Vi tror det ligger et stort potensial i å utføre en større del av droneoperasjonene som fjernassisterte og fjernstyrte operasjoner. Dette vil ikke bare kunne føre til raskere og bedre beslutninger etter at skredet har truffet veg, men også gi vegeiere helt nye muligheter for overvåkning og tidlig varsling.

Utnytting av potensialet i ny droneteknologi krever både organisatoriske grep og utvikling av gode støttesystemer som forenkler bruk og gjenbruk av data. Dette gjøres best gjennom kontinuerlig utvikling og tilpasning, der vi både er med på å drive fram og raskt kan ta i bruk ny teknologi.

Referanser

Digitaliserings- og forvaltningsdepartementet (2024): Framtidens digitale Norge – Nasjonal digitaliseringsstrategi (2024–2030)

<https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/fremtidens-digitale-norge/>

Reutz, E., Frauenfelder, R., Salazar, S., McCormack, E., Humstad, T. (2022): UAS for geohazard surveys relevant for roads. Consolidation of requirements – Analysis of questionnaire. Statens vegvesen rapport 1002 and NGI rapport 20210309-02-R,

<https://hdl.handle.net/11250/3164724>

Samferdselsdepartementet (2024): Nasjonal transportplan 2025–2036. Meld. St. 14 (2023–2024), <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-14-20232024/id3030714/>

Solbakken, E. (2021): Rv. 13 Lovravatnet – Skredfarevurderinger etter hendelser 23.–24. februar 2021. Statens vegvesen notat C14237-SKRED-01,

<https://dokument.vegvesen.no/dokument/basis/fil/20955962>

Solbakken, E., Dahle, H. og Humstad, T. (2024): Repeated UAS lidar scanning of snow surface to support site-specific avalanche warning. Proceedings of the International Snow Science Workshop, Tromsø, https://arc.lib.montana.edu/snow-science/objects/ISSW2024_O1.5.pdf

Statens vegvesen (2024): Nettside om “Satsingsområder og strategi” med beskrivelse av “Prioriteringer og virkemidler for FoUI i Statens vegvesen”. Lest 2.12.2024,

<https://www.vegvesen.no/fag/fokusomrader/forskning-innovasjon-og-utvikling/satsingsomrader-og-strategi/>



Statens vegvesen
Pb. 1010 Nordre Ål
2605 Lillehammer

Tlf: (+47) 22 07 30 00

firmapost@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

Tryggere, enklere og grønnere reisehverdag