

Droneprosjektrapport

Interreg



Medfinansieras av
EUROPEISKA UNIONEN

Sverige – Norge



1. Innledning

Transport- og logistikk-løsninger innenfor helse- og omsorgstjenester står overfor store utfordringer, spesielt i distriktskommuner der lange avstander, værforhold og begrensede ressurser påvirker tjenestetilbudet. I Norge er behovet for innovative løsninger særlig aktuelt, da den demografiske utviklingen viser en betydelig økning i antall eldre. Ifølge Statistisk sentralbyrå (SSB, 2024) vil andelen personer over 80 år nesten dobles innen 2050, noe som vil legge press på eksisterende helse- og omsorgstjenester.

I denne konteksten har bruken av autonome droner blitt utforsket som en potensiell løsning for å effektivisere logistikk, redusere transportkostnader og sikre levering av mat, medisiner og andre nødvendige varer. Internasjonalt har slike systemer allerede blitt testet og implementert i ulike sammenhenger. Storbritannias National Health Service (NHS) har gjennomført flere prosjekter hvor droner transporterer blodprøver mellom sykehus og laboratorier, noe som har ført til reduserte behandlingstider og økt effektivitet i helsesystemet (NHS, 2023). I Norge er prosjektet i Røros blant de første forsøkene på å bruke droner for regelmessige hjemmeleveranser i kommunal sektor, noe som gjør dette til et banebrytende og innovativt initiativ.

Formålet med dette prosjektet er å evaluere hvorvidt autonome droner kan fungere som en bærekraftig løsning for hjemmetjenesten i Røros kommune. Ved å analysere både de tekniske og operasjonelle aspektene ved dronetransport, samt vurdere tjenestens sosiale aksept og økonomiske bærekraft, søker denne rapporten å svare på følgende forskningsspørsmål:

- I hvilken grad kan autonome droner effektivisere levering av mat og nødvendige varer til hjemmeboende brukere sammenlignet med tradisjonelle metoder?
- Hva er de største teknologiske, regulatoriske og operasjonelle utfordringene knyttet til bruk av droner i hjemmetjenesten?
- Hvilken innvirkning kan autonome droneleveranser ha på klimaavtrykket til kommunale tjenestetilbud?
- Hvordan påvirker bruk av droner brukernes opplevelse av tjenesten, og hvilken rolle kan denne teknologien spille i å redusere ensomhet blant eldre?

Rapporten bygger på kvantitative data fra testflyvninger, kvalitative tilbakemeldinger fra brukere og helsepersonell, samt sammenligninger med internasjonale erfaringer.

2. Bakgrunn og kontekst

2.1 Demografiske utfordringer og behovet for nye logistikk-løsninger

Røros kommune har i dag en befolkning på omtrent 5 500 innbyggere, og står overfor en betydelig demografisk endring i årene som kommer. Per 2024 er 22 prosent av befolkningen over 67 år, og det forventes at antallet personer over 80 år vil øke med 98 prosent innen 2050 (SSB, 2024). En slik utvikling vil føre til økt etterspørsel etter hjemmetjenester og kreve nye og mer effektive løsninger for distribusjon av mat, medisiner og andre nødvendige varer til hjemmeboende eldre.

Samtidig viser statistikk fra Helsedirektoratet (2023) at antallet helsearbeidere per innbygger i distriktskommuner er synkende. Dette skaper utfordringer for hjemmetjenesten, som allerede har begrensede ressurser og ofte må håndtere lange transportavstander. Tradisjonelt har hjemmetjenesten i Røros benyttet bilbaserte leveranser, hvor ansatte kjører kommunale kjøretøy for å levere måltider til hjemmeboende brukere. Dette innebærer betydelige kostnader både i form av tid, drivstoff og CO₂-utslipp. For å illustrere dette er den ukentlige kjørelengden for hjemmetjenesten i Røros kommune beregnet til omtrent 6 250 km, noe som tilsvarer over 325 000 km per år. Dette fører til høye driftskostnader og betydelig miljøbelastning. Dersom autonome droner kan ta over en del av disse leveransene, kan dette bidra til en mer effektiv bruk av kommunens ressurser, samtidig som klimagassutslippene reduseres betraktelig.

I lys av disse utfordringene har Røros kommune, i samarbeid med Aviant AS og Green Flyway, gjennomført dette pilotprosjektet for å teste hvorvidt autonome droner kan erstatte eller supplere tradisjonelle matleveranser. Hensikten har vært å undersøke hvorvidt droner kan bidra til å:

- Redusere tidsbruk og ressursforbruk i hjemmetjenesten.
- Minimere klimagassutslipp fra transportsektoren i kommunen.
- Skape et mer fleksibelt og forutsigbart leveransesystem for brukerne.
- Utforske muligheten for direkte hjemlevering fremfor faste leveringspunkter.

2.2 Nasjonale og internasjonale erfaringer med droneleveranser

Bruken av droner i logistikkjenester har økt betydelig de siste årene, særlig innen medisinsk transport og vareleveranser i områder med krevende infrastruktur. Storbritannias National Health Service (NHS) har implementert dronetransport av blodprøver og medisinske prøver mellom sykehus, noe som har redusert transporttidene med opptil 50 prosent (NHS, 2023). I Afrika har organisasjonen Zipline benyttet droner til å levere medisiner og vaksiner til avsidesliggende områder, noe som har forbedret tilgangen til livsviktige helsetjenester i regioner med begrenset infrastruktur (Zipline, 2022).

I Norge har droner primært vært brukt til kommersielle formål, som fotografering, inspeksjon og overvåkning, men Aviant AS har vært en av de ledende aktørene i å teste autonom dronetransport i helsesektoren. Selskapet har gjennomført flere vellykkede prosjekter som demonstrerer hvordan droner kan integreres i både helse- og logistikkjenester.

Blant de viktigste prosjektene er:

Nordre Land kommune (2023–2024): I dette prosjektet har Aviant testet regelmessige droneleveranser av medisiner fra apotek til hjemmeboende eldre. Formålet var å sikre raskere og mer presise leveranser i områder der det er langt til nærmeste apotek. Resultatene viste at dronene kunne levere medisiner opptil 60 prosent raskere enn tradisjonell biltransport, samtidig som de reduserte transportkostnadene for kommunen.

Torslanda og Björkö, Sverige (2023): Aviant gjennomførte et pilotprosjekt på den svenske vestkysten for å teste droneleveranser av medisiner og blodprøver mellom fastlandet og øysamfunn. Prosjektet viste at droner kunne være en stabil og pålitelig løsning for medisinsk transport til områder med begrenset infrastruktur, og resultatene danner grunnlaget for videre implementering i Skandinavia.

Funäsdalen, Sverige (2022–2023): I samarbeid med Green Flyway har Aviant operert dronetransport av blodprøver mellom Funäsdalen og Östersund. Dette var et av de første prosjektene i Skandinavia som testet langdistanse

droneleveranser for helsesektoren, og det viste hvordan autonome droner kan redusere transporttidene mellom medisinske laboratorier i distriktsområder.

Kyte – kommersielle droneleveranser til privatpersoner: Siden 2023 har Aviant også driftet Kyte, en kommersiell tjeneste for autonom hjemmelevering av varer til privatpersoner. Kyte er allerede operativ i Lillehammer, Sjusjøen og Trondheim, hvor kunder kan bestille dagligvarer og medisiner via en app og få dem levert med drone. Dette er et av de første eksemplene i Norden på at droner brukes til direkte leveranser til privatmarkedet, og erfaringene herfra viser at teknologien fungerer i både urbane og rurale områder.

Prosjektet i Røros bygger videre på denne kompetansen og markerer et viktig steg mot å teste dronetransport som en integrert del av hjemmetjenesten.

3. Prosjektpartnere og samarbeid

Prosjektet ble gjennomført som et samarbeid mellom Røros kommune, Aviant AS og Green Flyway, med støtte fra forskningsmiljøer og lokale aktører. Hver av partene spilte en sentral rolle i planlegging, gjennomføring og evaluering av pilotprosjektet.

3.1 Røros kommune

Røros kommune tok initiativ til prosjektet som en del av sitt arbeid med å utvikle bærekraftige og effektive løsninger for hjemmetjenesten. Kommunen stilte med nødvendig infrastruktur og tilgang til helse- og omsorgstjenester for å teste hvordan droneleveranser kunne avlaste hjemmetjenesten og forbedre logistikken for mat- og medisindistribusjon.

Røros kommune bidro også med brukerinvolvering, ved å identifisere deltakere til prosjektet og tilrettelegge for intervjuer og tilbakemeldinger fra både brukere og helsepersonell.

3.2 Aviant AS

Aviant AS er en ledende aktør innen autonom dronetransport i Skandinavia, med erfaring fra mer enn 5 000 flyvninger for helsesektoren, kommuner og private aktører siden 2021. For å kunne gjennomføre autonome droneoperasjoner i Norge og Sverige har Aviant jobbet tett med nasjonale og internasjonale luftfartsmyndigheter for å sikre at alle operasjoner oppfyller gjeldende sikkerhetskrav.

Aviant har utviklet operasjonsprosedyrer i henhold til EASA (European Union Aviation Safety Agency) sine retningslinjer for ubemannede luftfartøy, og har oppnådd SAIL-II sertifisering for Beyond Visual Line of Sight (BVLOS)-operasjoner i flere regioner. Dette innebærer at dronene kan operere uten at en pilot har visuell kontakt, noe som er avgjørende for effektiv droneleveranse over lengre avstander.

Selskapet har også samarbeidet med Luftfartstilsynet i Norge for å utvikle retningslinjer for sikker bruk av droner i helsesektoren. Videre har Aviant vært en del av Green Flyway-prosjektet, et skandinavisk testsamarbeid for elektrisk luftfart og autonome droner.

3.3 Green Flyway

Green Flyway er et skandinavisk innovasjonsprosjekt som fokuserer på testing og utvikling av elektrisk luftfart og droneteknologi. Prosjektet er et samarbeid mellom aktører i Norge og Sverige, og Røros er en av deres testarenaer for grønn luftfart. Green Flyway hadde en viktig rolle i:

- Tilrettelegging av luftrom for BVLOS (Beyond Visual Line of Sight)-operasjoner.
- Regulatorisk arbeid og søknader til Luftfartstilsynet for å få nødvendige tillatelser til droneflyvningene.
- Samarbeid med forskningsmiljøer for å analysere miljøpåvirkning og potensielle skaleringsmuligheter.

3.4 Øvrige samarbeidspartnere

I tillegg til de tre hovedpartnerne var det flere andre aktører som bidro til prosjektet:

- Coop Glåmos og Coop Brekken, som fungerte som leveringspunkter og bidro med tilrettelegging for mottak av varer.
- Vaktmestertjenesten i Røros, som testet hvordan dronene kunne brukes til transport av små varer og utstyr.
- Forskningsmiljøer, inkludert NTNU og SINTEF, som fulgte prosjektet for å vurdere energieffektivitet, klimafordeler og teknologiske utfordringer.

4. Prosjektgjennomføring og arbeidspakker

Prosjektet ble strukturert i fem arbeidspakker som dekket alt fra planlegging og regulering til operasjonell testing og mulighetstudier for videre drift.

Arbeidspakker	Leveranser	Pris (KNOK)	Frist for leveranse
AP1: Demo av droneleveranse	L1.1 En demolevering med drone på Røros i forbindelse med «Green flyway 2»	50	Mai 22
AP2: Risikoanalyser og regulativ godkjenning	L2.1: Risikoanalyse av flyruter. L2.2: Godkjenning til gjennomføring.	100	August 20
AP3: Droneflyvninger på Røros	L3.1: 2 måneder med flyvninger, 4 dager i uken.	400	1. Okt - 1. Des
AP4: Mulighetsstudie av drift for kommunen	L4.1: Dialog med kommune om hva drone kan bidra med. L4.2: Klargjøring av de mest lovende bruksområdene.	50	1 Jan 2025
AP5: Rapport	L5.1: En oppsummering av flyvninger, økonomisk potensiale og andre definerte resultater	50	1 Jan 2025

Fig 1 - struktur av prosjekt og arbeidspakker

4.1 Arbeidspakke 1 - Demonstrasjon av dronelevering



Den første fasen i prosjektet omfattet en demonstrasjon av droneteknologien for å skape forståelse og aksept i lokalsamfunnet. Den 21. mai 2024 ble en testflyvning gjennomført fra Røros lufthavn til Skistuggu, hvor dronen leverte en testlast bestående av to alkoholfrie øl fra Røros Bryggeri.

Forberedelsene til denne demonstrasjonen inkluderte 1) risikovurderinger, 2) flygeografi-analyse og 3) koordinering med flyplassmyndigheter. Luftfartstilsynet ble konsultert for å sikre at operasjonene fulgte gjeldende regelverk, og det ble utarbeidet en detaljert flygeplan. Nabovarsel ble sendt ut til berørte husstander for å sikre lokal aksept.

Selve flyvningen ble gjennomført med en gjennomsnittlig hastighet på 65 km/t, og dronen brukte seks minutter hver vei. Leveransen ble utført ved hjelp av vinsjing, og hele operasjonen ble fullført på under 15 minutter. Denne demonstrasjonen bidro til å vise at droneteknologien kunne fungere under kontrollerte forhold, men også at faktorer som vær og infrastruktur måtte tas med i videre planlegging.

4.2 Arbeidspakke 2 - Regulatorisk godkjenning og ruteplanlegging

Etter den innledende demonstrasjonen ble det gjennomført en omfattende regulatorisk prosess for å sikre at operasjonene var i samsvar med nasjonale og internasjonale luftfartsregler. Luftfartstilsynet godkjente prosjektet etter en vurdering av operasjonsmanualer, risikovurderinger og tekniske spesifikasjoner.

For å sikre trygge flyruter ble det gjennomført detaljerte analyser av luftrom, 4G-dekning og bakkerisiko. Leveringspunktene ble strategisk plassert ved Coop Glåmos og Coop Brekken for å sikre enkel tilgang, samtidig som risikoen for konflikt med beboere ble minimert. Tidlig dialog med lokalsamfunnet viste at enkelte naboer var skeptiske til

støy og synligheten av droner i nærområdet. Det ble derfor etablert en informasjonsprosess hvor berørte parter fikk tilgang til detaljer om prosjektet og operasjonelle prosedyrer.

For å overvåke dronene i sanntid ble det implementert Remote-ID, som gjorde dem synlige i UTM-systemet. Dette sikret at både flygeledere og andre luftfartsaktører hadde oversikt over dronens posisjon.

4.3 Arbeidspakke 3 - Operasjonelle droneflyvninger

Hoveddelen av prosjektet besto av operative droneflyvninger mellom Øverhagaen BHVS og leveringspunktene ved Coop Glåmos og Coop Brekken. Totalt ble det gjennomført 46 flyvninger over en periode på 25 operasjonsdager.

Forberedelser og oppstart

Før de operative flyvningene kunne starte, ble det gjennomført flere forberedelser. En av de første oppgavene var å etablere en operasjonell base ved St. Olavs Røros som fungerte som utgangspunkt for alle flyvninger. Basen ble utstyrt med nødvendig infrastruktur inkludert ladestasjoner for dronene, kommunikasjonsutstyr og sikkerhetsmateriell.

Deretter ble det utviklet detaljerte flyruter basert på tidligere risikoanalyser og regulatoriske føringer. Disse rutene ble testet gjennom simuleringer i planleggingsverktøyet før de første operative flyvningene. Leveringspunktene ved Coop Glåmos og Coop Brekken ble klargjort, og det ble satt opp skilting og informasjonsplakater for å informere lokalsamfunnet om prosjektet.

Den største utfordringen i denne fasen var å sikre stabil 4G-dekning langs flyrutene. Tidligere analyser viste at enkelte områder hadde svake signaler, noe som kunne føre til midlertidig tap av kommunikasjon med dronen. Dette ble løst ved å optimalisere rutene for å unngå lavtliggende områder med begrenset dekning.

Gjennomføring av flyvningene

De første operative flyvningene startet med en serie testleveranser der dronen fraktet dummy-laster for å verifisere stabilitet, navigasjon og leveringspresisjon. Disse testene ble utført under ulike værforhold for å vurdere dronens yteevne i realistiske scenarier. Etter vellykkede tester begynte ordinære leveranser for hjemmetjenesten. Leveransene ble utført

fire dager i uken og fulgte et fastsatt tidsskjema der dronene hentet matpakker fra St. Olavs Røros og transporterte dem til Glåmos og Brekken.

Flyvningene viste at dronen kunne opprettholde høy presisjon ved leveranser og at vinsjesystemet fungerte pålitelig. Leveringene ble utført raskere enn tradisjonell biltransport, med en gjennomsnittlig reduksjon i leveringstid på 23–33 %, avhengig av destinasjon.



Utfordringer:

Værforholdene viste seg å være en av de største utfordringene i prosjektet. Totalt ble 38 flyvninger kansellert, hvorav 31 før takeoff og 7 underveis. Hovedårsakene var sterk vind på 13 m/s eller mer, tåke og 4G-tilkoblingsproblemer. Det er viktig å påpeke at flyvningene ble gjennomført i de mest vindfulle månedene i Røros og at det, senere i prosjektet, gradvis ble mer stabile forhold og lavere kanselleringsrate.

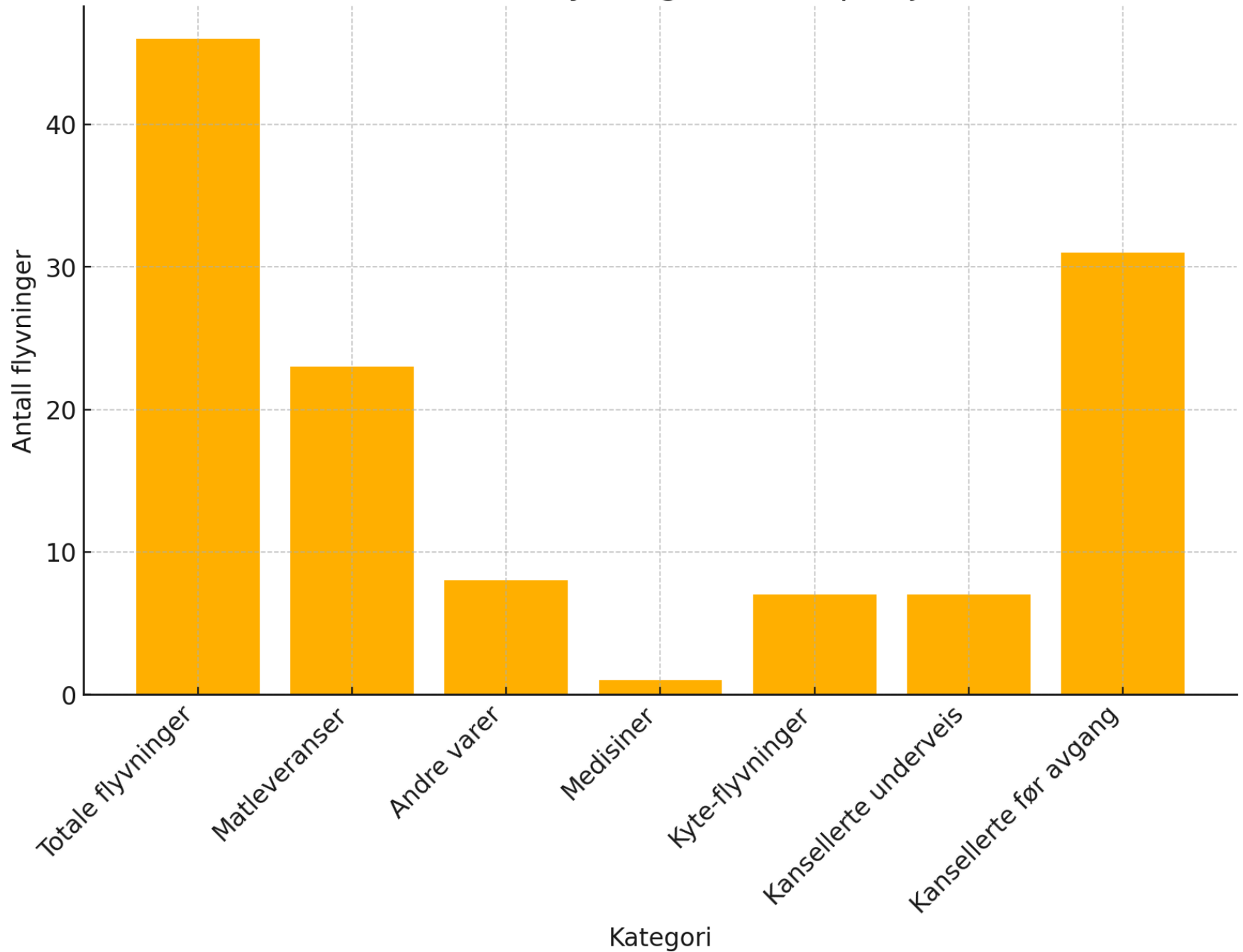
Utover vindproblemer ble fire flyvninger avbrutt på grunn av ising på vinger og flaps.

En utfordring var også at matleveransene var planlagt for spesifikke tidspunkter, men at mottakerne ikke alltid var til stede. Dette medførte at enkelte leveranser måtte mellomlagres ved leveringspunktet, noe som krevde ekstra koordinering mellom droneoperatørene og helsepersonell. Men det var en god løsning for både brukere, helsepersonell og butikken siden ting gikk fort og brukeren gikk inn på butikken og kanskje handlet noe samtidig.

Oversikt over flyvninger

Kategori	Antall flyvninger	Bemerkninger
Totale flyvninger med kansellerte.	46	Antall flyvninger inklusive Kyte-leveranser og vaktmestertjenester
Flyvninger med matleveranser	23	Middag levert til Glåmos og Brekken
Flyvninger med andre varer	8	Inkluderte leveranser til vaktmester
Flyvninger med medisiner	1	Reell medisinleveranse med drone
Kyte-flyvninger	7	Leveranser av mat til privatkunder
Kansellerte flyvninger underveis	7	Vind, 4G-utfordringer, tåke, ising
Kansellerte flyvninger før avgang	31	Vind på 13 ms/ eller mer

Oversikt over flyvninger i droneprosjektet



Figur 2 - Oversikt over gjennomførte flyvninger

Væretfordringer og kanselleringer

Værforholdene på Røros viste seg å være en av de største operative utfordringene i prosjektet. Totalt ble 39 flyvninger kansellert på grunn av ugunstige forhold, hvorav 32 ble avlyst før takeoff, og 7 måtte avbrytes underveis.

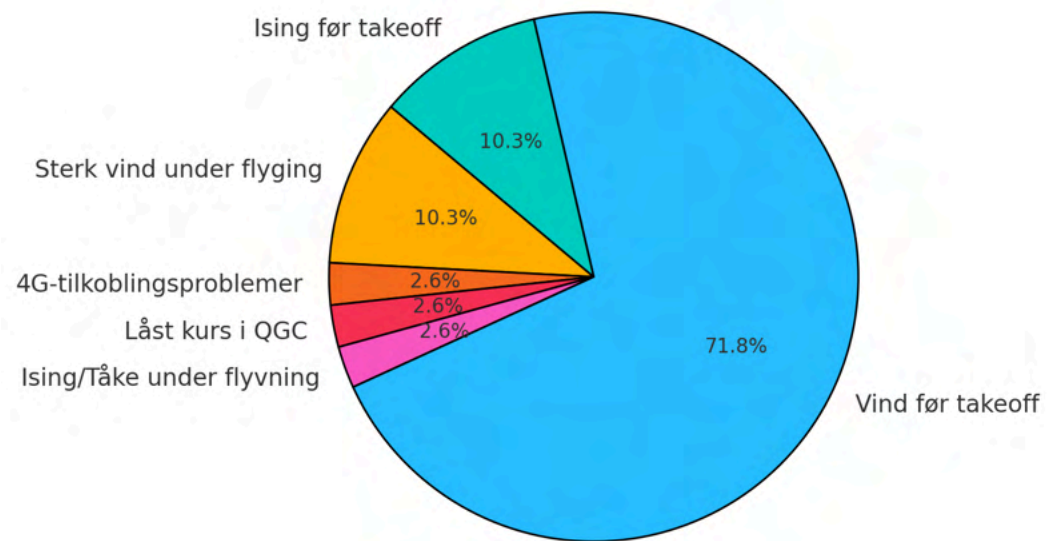
Viktigste årsaker til kanselleringer:

Sterk vind: Fire flyvninger ble avbrutt i luften på grunn av vindhastigheter over 12 m/s, noe som gjorde det utrygt å fortsette leveransen.

Ising: Ved fire tilfeller ble det registrert isdannelse på dronen, noe som påvirket aerodynamikken og førte til kansellering av flyvninger.

Tåke: Enkelte dager var tåketettheten så høy at dronen ikke kunne operere trygt, selv med visuelle inspeksjoner før avgang.

For å håndtere disse utfordringene ble operasjonstidene justert slik at flest mulig flyvninger ble gjennomført på ettermiddagen, når værforholdene var mer stabile.



Figur 3 - Fordeling av årsaker til kansellerte flyvninger

Brukeraksept og tilbakemeldinger fra lokalsamfunnet

En viktig del av prosjektet var å vurdere hvordan droneteknologi ble mottatt av brukerne og lokalsamfunnet. Det ble gjennomført intervjuer med helsepersonell, mottakere av matleveranser og lokale innbyggere for å hente tilbakemeldinger.

Tilbakemeldinger fra helsepersonell:

Flere ansatte i hjemmetjenesten uttrykte at dronene hadde potensial til å avlaste dem, spesielt på dager med høy arbeidsbelastning. Enkelte mente at teknologien kunne bli enda mer verdifull hvis den kunne levere direkte til pasientenes hjem, i stedet for til sentrale leveringspunkter.

Tilbakemeldinger fra brukere:

Mottakerne av matleveranser rapporterte at dronene leverte maten innenfor akseptable temperaturgrenser, men enkelte ønsket mer fleksibilitet i leveringstidspunktet. Enkelte eldre brukere uttrykte også skepsis til teknologien, men aksepten økte etter hvert som dronene ble mer synlige i lokalsamfunnet.

Tilbakemeldinger fra øvrig lokalbefolkning:

Det var generelt stor interesse for prosjektet, og flere uttrykte ønske om at teknologien kunne brukes til andre formål, som medisinske leveranser eller nødtransport. Enkelte naboer til leveringspunktene på Glåmos uttrykte imidlertid misnøye med støy og skilting, noe som førte til at informasjonsplakater ble flyttet og lysinstallasjoner justert.

4.4 Arbeidspakke 4 – Mulighetsstudie for langsiktig drift

Gjennom prosjektet ble det tydelig at droneteknologi har et betydelig potensial for å effektivisere hjemmetjenesten i Røros kommune, men at teknologien fortsatt må modnes for å kunne operere i større skala og i mer komplekse miljøer. I dagens pilotprosjekt ble leveransene utført til faste leveringspunkter, men for at droner skal kunne avlaste hjemmetjenesten i enda større grad, må det utvikles løsninger som muliggjør leveranser direkte til brukernes hjem

Kommunen ser at dersom droneteknologien videreutvikles til å kunne fly i mer urbane strøk og utføre presise dør-til-dør-leveranser, vil behovet for slike tjenester øke betraktelig. En skalering av denne teknologien kan gjøre det

mulig å avlaste helsepersonell ved at nødvendige forsyninger som mat, medisiner og medisinsk utstyr leveres automatisk til hjemmeboende brukere. Dette kan frigjøre tid for helsepersonell og sikre mer effektive leveranser, spesielt i perioder med høy belastning på tjenesten. For å få en bedre forståelse av hvordan droner kan implementeres på en større skala, er det behov for flere pilotprosjekter som kan undersøke teknologiske og logistiske utfordringer knyttet til fullintegrert drift i hjemmetjenesten. Slike prosjekter bør fokusere på både tekniske aspekter som værrobusthet, samt regulatoriske og samfunnsmessige faktorer som sikkerhet, samfunnsaksept og økonomisk bærekraft.

Videre prosjekt vil kunne kartlegge dagens rutiner i hjemmetjenesten for å identifisere hvilke ruter, områder og tidspunkter som kan avlastes ved bruk av droner. Dette inkluderer en detaljert analyse av leveringsfrekvens, type forsyninger som transporteres, og hvor stor andel av leveransene som kan automatiseres uten at det påvirker kvaliteten på tjenesten. En slik studie vil være avgjørende for å utvikle en skalerbar og bærekraftig modell for droneleveranser i kommunal sektor. Ved å analysere operasjonelle data og kombinere dette med erfaringer fra helsepersonell og brukere, vil man kunne utarbeide konkrete anbefalinger for videre utvikling og implementering. Det er også viktig å vurdere samspillet mellom droner og eksisterende transportmidler for å sikre en optimal kombinasjon av teknologier.

Videre testing vil derfor være nødvendig for å sikre at autonome droner kan bli en integrert del av hjemmetjenesten i fremtiden. Røros kommune anser dette som et viktig innovasjonsområde og vil i samarbeid med Green Flyway fortsette arbeidet med å utforske mulighetene for å utvide bruken av droner i helse- og omsorgssektoren.

4.5 Arbeidspakke 5 – Prosjektrapport og evaluering

Evalueringen av prosjektet bygget videre på funnene fra mulighetsstudien og hadde som hovedmål å vurdere i hvilken grad droneleveranser kunne integreres i hjemmetjenesten i Røros kommune. Prosjektet representerte en viktig milepæl for Green Flyway, ettersom dette var et av de første langvarige testprosjektene med en kommunal aktør som kunde. Resultatene viste at teknologien har et stort potensial, men at det er behov for ytterligere testing og en gradvis implementeringsprosess for å realisere alle fordelene.

Sammenlignet med tidligere pilotprosjekter for droneteknologi i Norge og Skandinavia var testperioden i Røros spesielt verdifull. Green Flyway gjennomførte en langvarig operativ test med Røros kommune som reell kunde, noe som gjorde det mulig å evaluere tjenesten i en faktisk driftskontekst, snarere enn gjennom kortvarige demonstrasjoner. Dette var et unikt skritt i utviklingen av autonome droneleveranser i offentlig sektor.

Resultatene fra prosjektet bekreftet antakelsene om at droner kan effektivisere mat- og medisindistribusjon i distriktene. Samtidig avdekket testperioden flere operative utfordringer, særlig knyttet til værforhold og behovet for mer fleksible leveringsløsninger.

En av de viktigste lærdommene fra evalueringen var at testperiodens varighet spilte en avgjørende rolle i å kunne samle inn relevante data og vurdere samfunnsaksept. I løpet av de to månedene med operasjon ble det observert en økende forståelse og aksept for droneleveranser blant både brukere og lokalsamfunnet. Dette styrker argumentet for at fremtidige testprosjekter bør ha enda lengre varighet for å sikre at alle faktorer, inkludert sesongvariasjoner og endringer i tjenestebehov, blir analysert grundig. Videre implementering av droneteknologi i hjemmetjenesten avhenger av at teknologien blir enda mer robust og pålitelig under krevende værforhold. Det er også nødvendig å utforske hvordan dronene kan integreres med kommunens øvrige transportinfrastruktur for å skape en hybridmodell hvor droner supplerer bilbaserte leveranser.

En annen viktig faktor er hvordan tjenesten kan skaleres økonomisk. Prosjektet viste at droneleveranser kan være kostnadseffektive, men en bredere implementering krever en grundig vurdering av driftsmodeller og finansiering. Evalueringen anbefaler derfor at videre pilotprosjekter ser på hvordan droner kan inngå som en del av en kostnadseffektiv og bærekraftig transportmodell for hjemmetjenesten.

Figur 5 - oversikt over alle skarpe flyvninger utført i prosjektet

Dato	Matleveringer	Medisinleveringer	Kyte	Test	Kansellert in flight	Kansellert før flight	Luftfartøy	Oppsummering	Flyvninger
30. September 2024	1					0	NT15, NT16	Første demonstrasjonsflyvning fullført med Greenflyway og Røros helsevesen. Flyvning til Glåmos gikk etter planen. Levering av middag og dessert (874g).	Flight #5507: Rute transportlevering, OK
1. oktober 2024	1					0	NT15, NT16	Mange besøkende inkludert NRK og ordføreren. Perfekt flyvning til Glåmos.	Flight #5516: Rute transportlevering, OK
2. oktober 2024	1		1			0	NT15, NT16	To leveranser, én til privatkunde og én til helsevesenet. Noe misnøye fra nabo i Glåmos.	Flight #5517: Kyte Rute transportlevering, OK; Flight #5519: Rute transportlevering, OK
3. oktober 2024	2			1		0	NT15, NT16	Stor interesse på Røros, første flyvning til Brekken. Utførte manuell levering.	Flight #5525: Rute transportlevering, OK; Flight #5534: Flyvning fra Brekken til Røros; Flight #5544: Rute transportlevering, Manuell levering
7. oktober 2024	1					1	NT15, NT16	Avbrøt operasjonsdag etter én flyvning på grunn av sterk vind.	Flight #5580: Rute transportlevering, OK Vindfull flyvning
8. oktober 2024						2	NT15, NT16	Operasjonsdag avlyst på grunn av sterk vind.	Ingen flyvninger
9. oktober 2024						2	NT15, NT16	Operasjonsdag avlyst på grunn av sterk vind.	Ingen flyvninger
10. oktober 2024						1	NT15, NT16	Operasjonsdag avlyst på grunn av sterk vind.	Ingen flyvninger
14. oktober 2024			1		1	1	NT15, NT16	En produktiv dag med mange små oppgaver. Leveransen på flyvning to ble avbrutt på grunn av vind.	Flight #5603Kansellert i loiter: Kansellert; Flight #5607: OK
15. oktober 2024				1	1	2	NT15, NT16	Levering av mat avlyst på grunn av 4G-tap. Feilsøkte fail-safe-problemer.	Flight #5608: Temperaturtest; Flight #5609: Flere feil, men returnerte trygt
16. oktober 2024	2			1		0	NT15, NT16	Perfekt dag, tåke lettet etter kl. 12. Leveringer til Glåmos.	Flight #5614: Temperaturtest; Flight #5615: OK; Flight #5617: OK
17. oktober 2024						1	NT15, NT16	Ingen flyvning på grunn av sterk vind.	Ingen flyvninger
21. oktober 2024						2	NT15, NT16	Operasjonsdag kansellert på grunn av sterk vind.	Ingen flyvninger
22. oktober 2024				2		2	NT15, NT16	Levering av mat kansellert på grunn av vind.	Flight #5643: Vindtest, kansellert; Flight #5646: Svevetest.
23. oktober 2024			1			1	NT15, NT16	Gjennomførte leveranse til en Kyte-kunde. Avlyste helsetjenestelevering på grunn av sterk vind.	Flight #5649: OK.
24. oktober 2024			1	1	1		NT15, NT16	Besøk fra DSV. Perfekt demoflyvning.	Flight #5653: hover på 80m; Flight #5658: Demoflyvning, OK. Flight #5662
25. oktober 2024			1				NT15	Gjennomførte én flyvning for innhold med 360-kamera.	Flight #5663: OK.
28. oktober 2024						2	NT15	Ingen flyvninger på grunn av vind (13 m/s).	Ingen flyvninger
29. oktober 2024			1		1	2	NT15, NT16	Mistet Insta 360-kamera. Dialog med helsetjenesten om å fly før vinden øker.	Flight #5670: OK; Flight #5671: Kansellert pga. vind.
30. oktober 2024						2	NT15, NT16	Operasjonsdag kansellert på grunn av kraftige isingsforhold.	Ingen flyvninger
31. oktober 2024						1	NT15, NT16	Operasjonsdag kansellert på grunn av kraftige isingsforhold.	Ingen flyvninger
4. November 2024	2					0	NT15	Perfekte flyforhold. NT15 ble satt på bakken grunnet gnistrende QS8-kontakt.	Flight #5701: OK; Flight #5703: OK.
5. November 2024	2					0	NT16	Gode værforhold. NT16 viste bedre 4G-dekning enn NT15.	Flight #5707: OK; Flight #5709: OK.
6. November 2024						2	NT15, NT16	Operasjonsdag kansellert på grunn av kraftige isingsforhold.	Ingen flyvninger
7. November 2024			1				NT15, NT16	3-4 flyvninger planlagt, men kun én utført pga. isingsforhold.	Flight #5723: OK.
11. November 2024	2					0	NT15	To flyvninger til Glåmos gikk knirkefritt, noe is på vingene etter første flyvning.	Flight #5743: OK; Flight #5747: OK.
12. November 2024				1		0	NT15, NT16	Vel gjennomført demoflyvning med flere viktige deltakere til stede.	Flight #5764: OK, Manuell levering.
13. November 2024	2					0	NT15, NT16	Perfekt flyvær, to leveranser for helsetjenesten fullført.	Flight #5771: OK; Flight #5772: OK.
14. November 2024						1	NT15, NT16	Operasjonsdag kansellert på grunn av kraftige isingsforhold.	Ingen flyvninger
18. November 2024						2	NT15, NT16	Operasjonsdag kansellert på grunn av kraftige isingsforhold.	Ingen flyvninger
19. November 2024	2					0	NT15, NT16	Leverte varm mat til Glåmos, og planla demoer for skoler.	Flight #5802: OK, Varm mat; Flight #5804: OK, Varm mat.
20. November 2024					1	2	NT15, NT16	Avlyste levering av pizza til Glåmos pga. tåke og ising.	Flight #5808: Kansellert pga. tåke.
21. November 2024					1	1	NT15	Demonstrasjon for skolebarn, logg måtte trekkes ut manuelt.	Flight #5810: OK, Leveranse avlyst pga. vind.
25. November 2024	1				1	1	NT15, NT16	Gjennomførte én flyvning før vinden økte og avlyste videre leveranser.	Flight #5816: OK; Flight #5817: Kansellert pga. vind.
26. November 2024	2	1				0	NT15	Første levering av reseptbelagte medisiner fra Røros til Brekken.	Flight #5818: OK; Flight #5822: OK; Flight #5823: OK.
27. November 2024	2					0	NT15	To leveranser til Glåmos. Gikk veldig bra.	Flight #5829: OK; Flight #5828: OK.
28. November 2024				1		0	NT15	Vellykket demo for videregående skole, NRK og Airdodge.	Flight #5832: Demoflyvning, OK.
SUM	23	1	7	8	7	31			

6. Arbeidspakkeutførelse

Denne delen skisserer gjennomføringen av de fem planlagte arbeidspakkene for dronepilotprosjektet på Røros. Hver arbeidspakke ble vellykket gjennomført, og bidro til prosjektets overordnede mål.

6.1 Arbeidspakke 1 - demonstrasjon av dronelevering

Skistuggu i Røros 21.05.2024

Den første arbeidspakken innebar å demonstrere en vellykket droneleveranse for å vise frem teknologiens potensial. Det ble gjennomført en flyging mellom Røros lufthavn og Skistuggu.

6.1.2 Planlegging

Det ble utført en risikoanalyse og ruteplanlegging for å sikre en trygg BVLOS operasjon. Det ble laget en flygeografi som vi også brukte senere til arbeidspakke 2, men med noen justeringer. Flight geography er et område vi lager som vi kan fly innenfor, i dette området så må vi vurdere all Bakke og luft risiko, se mer info i arbeidspakke 2. Koordinering med flytårnet og flyplass ble utført i forkant via mail om tilgang til flyplass og hvem vi skulle snakke med når operasjon ble utført.

Aviant måtte legge frem beskrivelse av flyveplaner og tidspunkter.

Det ble koordinert med GreenFlyway hva vi skulle levere og hvor mottaker av pakken skulle stå for og opprettholde sikkerhetsavstander. Det var ca 20 personer til stede da levering ble utført.

6.1.3 Gjennomføring

Kl.10:00 møtte Aviant opp på Røros lufthavn og fikk tilgang til et areal i sørenden der vi kunne sette opp drone og se at alt var klart før demo flyvning. Vi opererte med en pilot som gjorde Ground Crew jobben samtidig. Demo-flyvning ble utført kl 14:00. Pilot snakket med Lars Erik Fagernæs fra Aviant under levering. Lars Erik hadde ansvar for å informere folk om hva drone gjorde og hvordan systemet fungerer. Det ble vellykket levering av to alkoholfrie øl fra Røros bryggeri.

flyve tid til Skistuggu var på 6 minutter, levering ble utført på 3 minutter og flyvetiden tilbake var på 6 minutter. Under er bilder av takoff, Flyve rute og leveringsområdet.



6.2 Arbeidspakke 2 - Reguleringer og ruteplanlegging

Alle nødvendige tillatelser ble innhentet fra Luftfartstilsynet. Som en del av forberedelsene ble det gjort omfattende risikovurderinger for å sikre sikkerheten og effektiviteten av operasjonene. Leveringspunkter ble nøye valgt for å sikre tilgang og minimere forstyrrelser i nærområdene. Nabovarsel og informasjon ble gitt til berørte lokalsamfunn for å sikre samfunnsaksept og redusere motstand. (se punkt 9. i rapport) for mer info rundt dette.

Videre ble rutene visuelt fremvist ved hjelp av kart og digitale verktøy for å tydeliggjøre planene. Sikkerhetssystemer inkluderte integrasjon med UTM-systemet (Unmanned Traffic Management) for digital synlighet, samt overvåkning via HEMSWX. Disse tiltakene bidro til å sikre både driftssikkerhet og sosial aksept for prosjektet.

Dronene våre er utstyrt med Remote-ID, som gjør at vi vises i SafeSky-appen. Vi testet dette, og dronene våre var synlige 100 % av tiden, selv når vi mistet 4G-forbindelse i noen sekunder langs ruten.

HEMSVX kontaktet Greenflyway og Aviant i starten av prosjektet for å teste en egen HEMSVX-boks som skulle fange opp signaler fra dronen og gi en mer presis posisjon ved flyvning nær mottakeren. Vi oppdaget raskt at boksen hadde svært lav rekkevidde, med et gjennomsnitt på ca. 600 meter, og at den virket mindre presis enn vårt eget Remote-ID-system.

Dette ble kommunisert til HEMSVX, og vi ble enige om å la boksen stå på basen oppe på taket til arbeidsvognen ut prosjektperioden, slik at de kunne samle inn data på aktivitet i det nedre luftrommet rundt Røros sentrum.

Risiko	Sannsynlighet	Konsekvens	Tiltak
Vind over 12 m/s	Høy	Høy	Avlyse flyvninger
Begrenset 4G-dekning	Lav	Medium	Justere flyruter
Samfunnsmotstand	Medium	Medium	Tidlig dialog og nabovarsel

Risikomatrise

6.3 Arbeidspakke 3 - Droneflyvninger på Røros

I løpet av driftsperioden ble det gjennomført flyvninger fire dager i uken i gjennomsnitt med noen variasjoner på grunn av værforhold som tåke og vind. Det ble levert hovedsakelig kalde måltider til brukerne. I øvrig ble det levert to varme måltider fra Røros sykehus til Coop Glåmos og tre flyvninger med vellykkede temperaturmålinger. I det ene tilfellet måtte dronen returnere til base på grunn av mangel på personale fra Green Flyway på Glåmos. I samarbeid med den lokale vaktmesteren la vi til rette for levering av bøker og essensielle maskinvareartikler som spiker og skruer. Dette var noe både skolen, biblioteket og vaktmester var veldig engasjerte i. Vi samarbeidet godt på tlf om leveringer og varer. Aviant hadde også en dag på Brekken skole der de snakket om dronesystemet til elever, lærere, barnehage og lokale folk.

Samtidig gjennomførte vi flyvninger for vår [Kyte food delivery service](#), som tilbyr takeaway med droner til private forbrukere i Røros-området i timer hvor kommunale leveranser ikke var planlagt. Dette gjorde at vi kunne undersøke interessen fra lokalbefolkningen i området. Se *vedlegg 1* for komplett oversikt over alle flyvninger med tidskoder. Leveringene av kalde måltider var gjennomgående vellykkede.

6.4 Arbeidspakke 4 - Mulighetsstudie for langsiktig drift

I forbindelse med droneprosjektet på Røros ble det gjennomført et arbeid for å utforske de økonomiske, miljømessige og operasjonelle fordelene ved droneleveringstjenester. Ambisjonen var å lage en mulighetsstudie som kunne gi et helhetlig bilde av hvordan droner kan integreres i eksisterende logistikk og tjenestetilbud i kommunen. Underveis i prosjektet ble det imidlertid klart at omfanget av et slikt studie var større enn først antatt, og at ingen av partene hadde en fullstendig forståelse av hvor omfattende og ressurskrevende dette arbeidet faktisk ville være.

For å strukturere arbeidet ble det avholdt ukentlige møter mellom prosjektpartnerne, hvor erfaringer, utfordringer og muligheter fra foregående uke ble diskutert, og tiltak for kommende uke ble planlagt. Der snakket vi også om hva vi kunne teste utover i prosjektet som kommunen ville ha nytte av. Disse møtene bidro til viktig erfaringsutveksling, men ble i varierende grad dokumentert, noe som gjorde det vanskelig å bruke dem som en direkte del av en formell mulighetsstudie.

Den 12. november ble det arrangert en konferanse med workshop i regi av Aviant, Greenflyway og Røros kommune. Selv om arrangementet ikke var spesifikt rettet mot mulighetsstudien, ble dronemuligheter for kommunen diskutert i workshopen. Dette ga verdifulle innspill til hvordan droner kan brukes i ulike sektorer, men var ikke tilstrekkelig for å dekke alle aspektene av en fullstendig analyse.

Gjennom prosjektperioden ble det gjort flere forsøk på å innhente informasjon om eksisterende logistikk og transportbehov for å vurdere hvordan droner kunne bidra som en del av fremtidige løsninger. Dette viste seg å være mer tidkrevende enn forventet, og tilgang til relevante data var en utfordring. En viktig lærdom fra prosjektet er at en grundig mulighetsstudie krever et mer strukturert rammeverk, samt dedikerte ressurser og tydeligere definerte roller for datainnhenting og analyse. Samt innsikt i hvordan arbeidet gjøres i dag.

Selv om mulighetsstudien ikke ble gjennomført i sin opprinnelige form, har prosjektet gitt verdifull innsikt i hvordan droneteknologi kan anvendes i Røros-regionen. Arbeidet som er gjort, danner et viktig utgangspunkt for videre utforsking av droneløsninger, og erfaringene fra prosjektet gir nyttig læring for fremtidige initiativer.

Figur 5 viser et bilde av hvordan levering med drone kan hjelpe til med at helsepersonell er ute til bruker og har glemt noe fra sykehus/bosenter. Slik det gjøres i dag må helsepersonell kjøre tilbake for å hente gjenstand. Men med bruk av drone så kan helsepersonell bestille gjenstand via app og dermed tilbringe tiden med bruker eller kjøre til neste bruker samtidig som dronen flyr ut gjenstanden.



6.5 Arbeidspakke 5 - Prosjektrapport

Denne rapporten oppsummerer alle aspekter ved droneprosjektet i Røros og inneholder en omfattende gjennomgang av innsamlede data, miljømessige, økonomiske vurderinger og tilbakemeldinger fra interessenter. Rapportens mål er å gi et helhetlig bilde av prosjektets resultater og fungere som en veiviser for fremtidig utvikling av autonome droneløsninger. De viktigste funnene inkluderer:

Dataanalyse:

- Totalt 46 flyvninger ble gjennomført, hvorav 23 var skarpe flyvninger for levering av mat, og 8 var dedikert til transport av andre varer som bøker, skruer, 1 med medisiner, 7 Leveranser av mat til privatkunder, 7 Kansellerte flyvninger underveis.
- Drivstoff- og energiforbruk ble dokumentert, med dronene som brukte henholdsvis 0,32 kWh for flyvninger til Brekken og 0,13 kWh til Glåmos, noe som er betydelig lavere enn tilsvarende biltransport (13,36 kWh og 5,68 kWh for elbil).
- Prosjektet dokumenterte en reduksjon på 96 % i CO₂-utslipp sammenlignet med elektriske kjøretøy, basert på livssyklusberegninger.

Interessenttilbakemeldinger:

- Positive tilbakemeldinger fra brukerne på dronens leveringspresisjon. De fikk også levert et par varme middager, og syntes maten holdt en akseptabel temperatur.
- Lokale samarbeidspartnere som Coop uttrykte interesse for å videreføre leveranser, spesielt for logistikk til avsidesliggende områder. Det ble snakket om hvordan dette kunne bli et tilbud for folk som bor i distriktet og hvordan dette kunne hjelpe til med at folk ble boende lenger der. Butikkene hadde nok også gagnet av en slik permanent løsning for å utvide vareutvalget fra den større butikken på Røros. Før var det mer variert med utvalg som for eksempel nybakte brød, varm kylling på fredager. Det er i stor grad helt borte nå.

Miljøpåvirkning:

- Prosjektet viste hvordan bruk av droner kan bidra til reduksjon av lokal trafikkbelastning, utslipp og energiforbruk.
- En kombinasjon av data fra NTNU og prosjektets egne beregninger anslår en total reduksjon på 98,5 % i karbonfotavtrykk for dronetransport kontra elbil.

Økonomisk vurdering:

- Potensial for reduserte drivstoffkostnader og arbeidskostnader ved å erstatte biltransport for leveranser.
- Potensial for fremtidig utvidelse til kommersielle leveranser, inkludert private kundeordninger gjennom Kyte-tjenesten.

Identifiserte utfordringer:

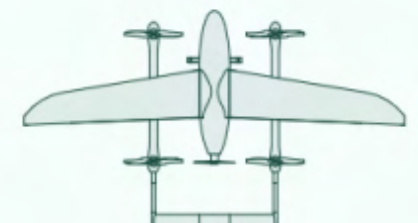
- Vind og tåke ble fremhevet som nøkkelfaktorer som påvirket operasjonene, med fire kanselleringer grunnet vind og én kansellering grunnet ising.
- Begrenset 4G-dekning i enkelte områder krevde nøye ruteplanlegging, men dette ble løst ved å tilpasse rutene til terrengforholdene.

Den anbefaler økt fokus på samfunnsaksept og opplysningsarbeid i forkant av fremtidige prosjekter, samt utforskning av alternative leveringssteder for å minimere naboerelaterte utfordringer. I tillegg foreslås en videreutvikling av dronemodeller for å forbedre vær- og vindmotstand.

7. Dronespesifikasjoner

To droner ble brukt i dette prosjektet: NT15, NT16. NT er en forkortelse for Notus, navnet på den greske guden for søravinden. Begge dronene er VTOL-fly (vertical take-off and landing). VTOL-er er betydelig effektive ettersom de kombinerer et multirotorflys vertikale flyvning med et *fixed wing* flys for overflyvning. Denne kombinasjonen av teknikker gir derfor en løsning med flere fordeler, som lang rekkevidde, høy hastighet, effektiv manøvrerbarhet, evne til å sveve jevnt og minimalt med horisontal plass som kreves for å starte et VTOL-fly i motsetning til et fastvinget fly som krever en rullebane eller en stor åpen plass.

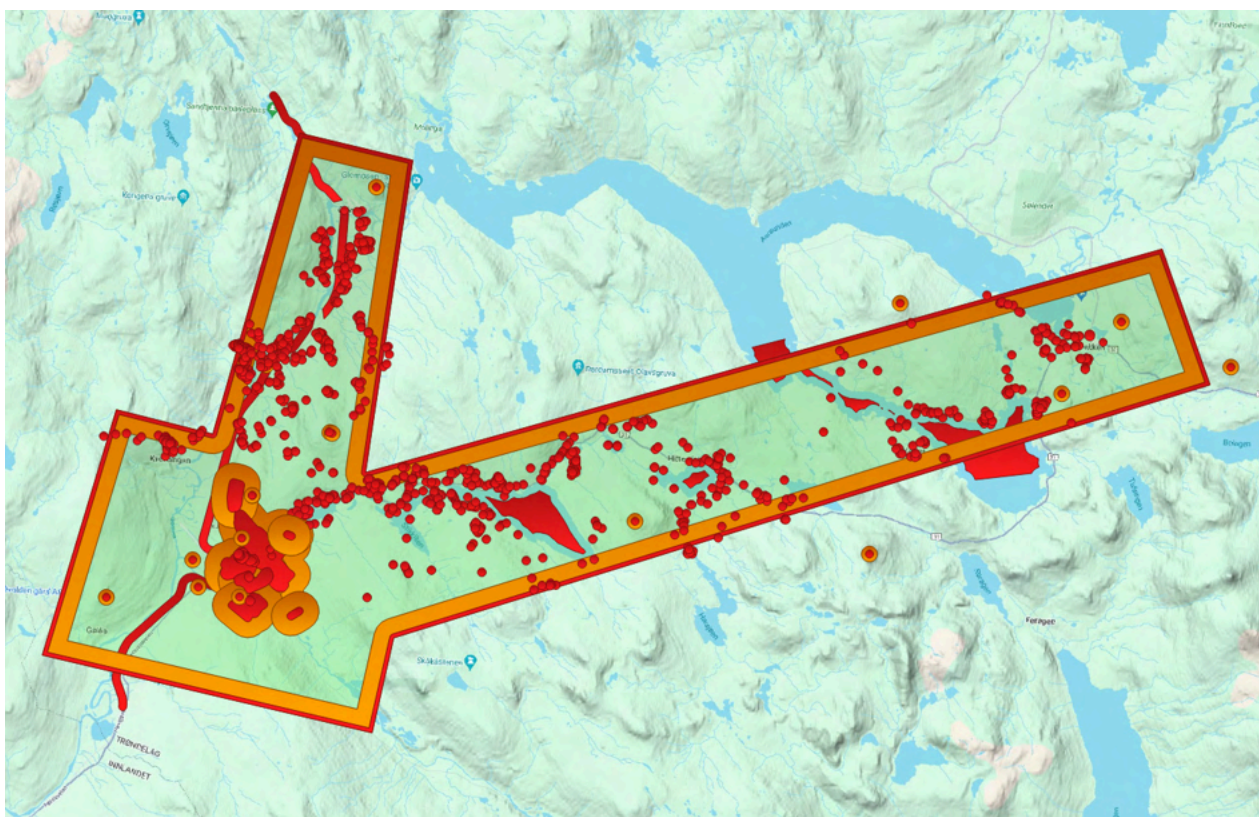
Weight:	7.5 KG
Wingspan:	2.6 m
Max range:	135 KM
Max load:	2.5 KG
Speed:	95 KM/H



8. Data fra risikoanalyse

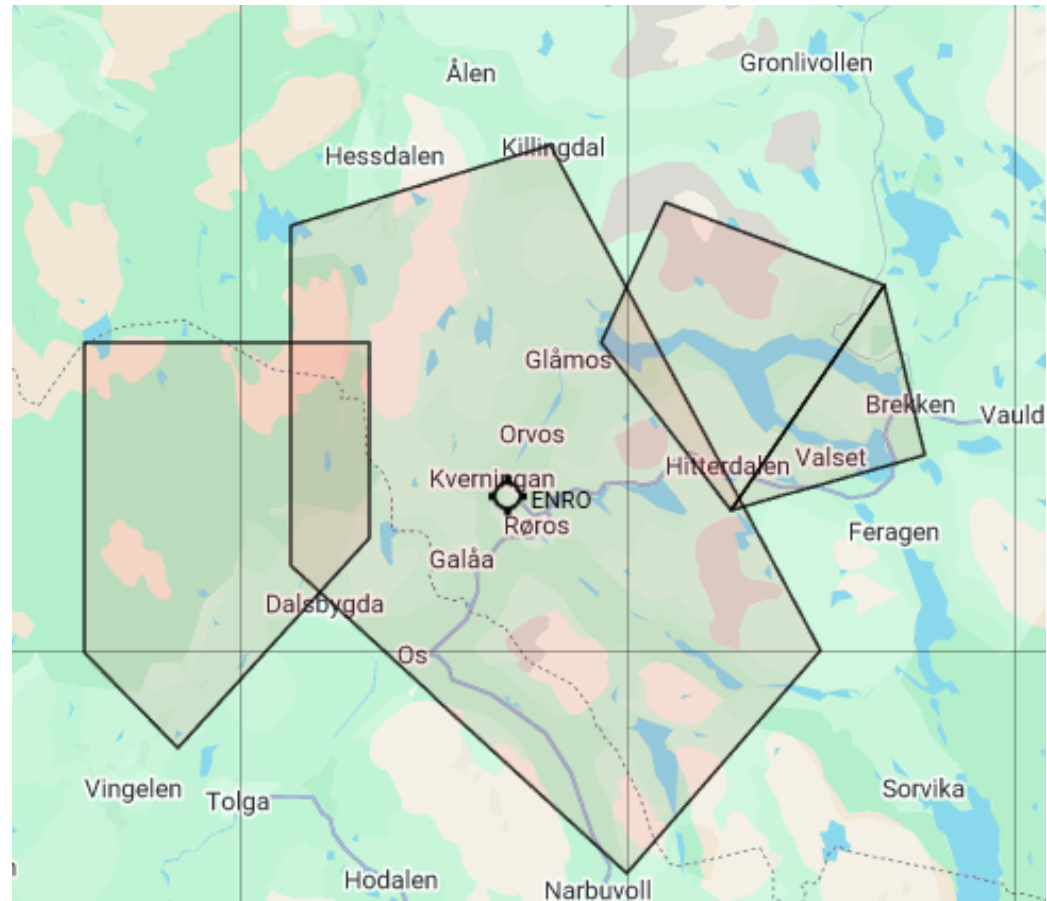
Flyvningene i Røros støtte på flere operative utfordringer knyttet til terreng og værforhold. Analysen viste at:

- Vindhastigheter over 12 m/s resulterte i kanselleringer i fire tilfeller. Dette påvirket 10 % av de planlagte flyvningene.
- Tåke skapte utfordringer ved oppstart, men bruk av DJI Mavic 2 Pro tillot manuell vurdering av flyruten.
- Fjellterreng med begrenset 4G-dekning ble kartlagt og unngått ved planlegging av alternative ruter.



Bakkerisiko er vist på bildet over med rød og oransje farge

Skoler, barnehager, boligfelt, Røros lufthavn, tettstedet Røros, sjøer og veier



Kart over luftrom rundt Røros.

1. I midten TIZ, Klasse G luft rom som går fra OFT til 4500FT
2. Lengst vest er et "danger area" som sist var aktivt i 2022
3. Lengst øst er to danger area som sist var aktivt i 2022

8.1 Vurderte risikoer og strategier

- Vær som vind, tåke og temperaturer var sentrale utfordringer som ble overvåket nøye. For å håndtere dette ble det brukt HEMSWX-systemet for sanntids værdata, og operasjoner ble avlyst ved vindstyrker over 12 m/s.
- 4G-dekning ble analysert. Fjellterreng med begrenset dekning ble unngått ved å velge ruter gjennom flatt terreng med stabile signaler.
- Flyrutene ble planlagt for å minimere stigninger i terrenget, noe som reduserte batteriforbruket og økte driftseffektiviteten.
- Landingsplasser er designet for sikkerhet og funksjonalitet, inkludert avgrensede områder for å unngå ulykker. Konflikter med naboer på Glåmos fremhevet viktigheten av tidlig dialog og samfunnsaksept.

Risikoreduksjonsstrategier inkluderer

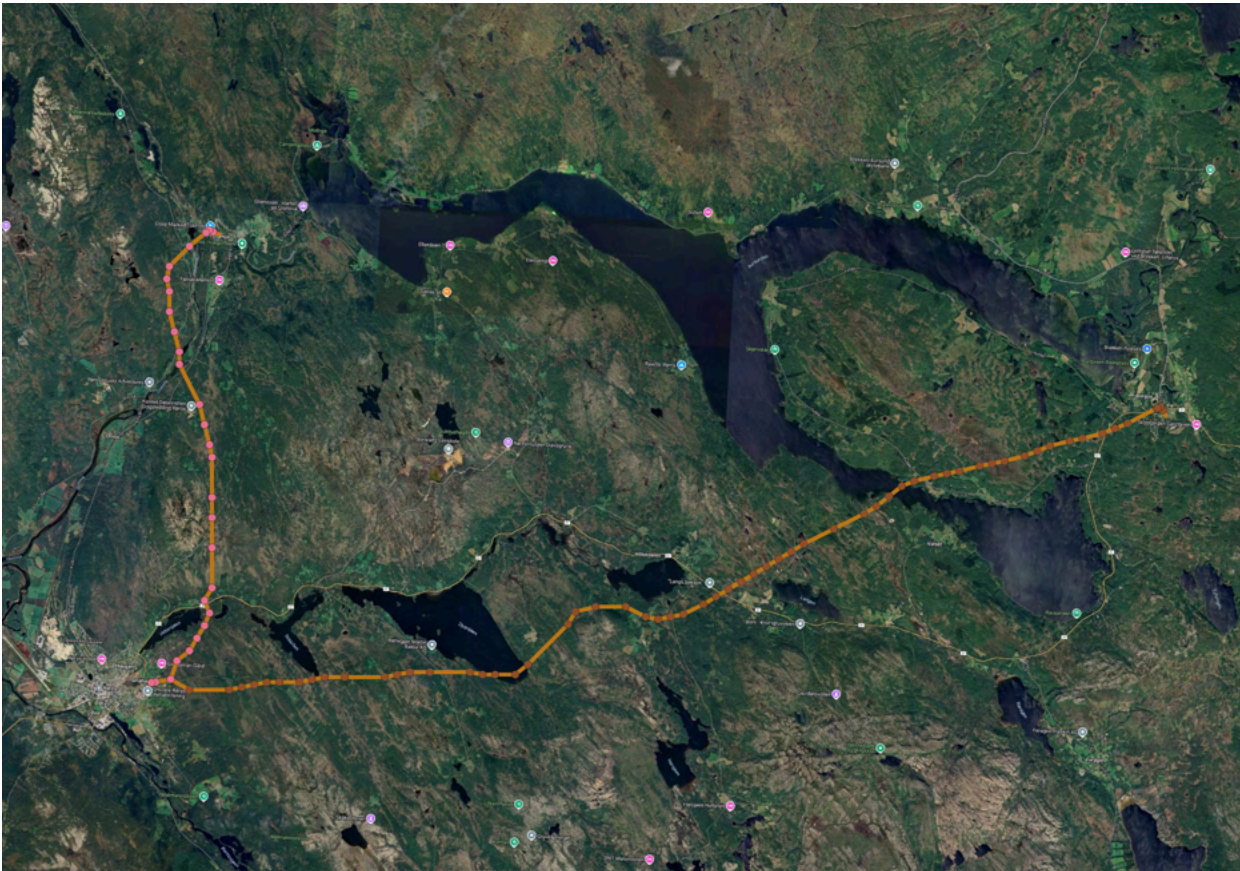
- Redundante failsafe-systemer for å sikre dronens stabilitet i kritiske situasjoner.
- Opplæring av piloter i nødhåndtering.
- Bruk av avanserte digitale verktøy for ruteplanlegging og overvåkning.

8.3 Stedsanalyse

Stedsanalysen inkluderer vurdering av flyturen fra Øverhagaen BHVS til både Brekken og Glåmos. Analysen besto av dokumentasjon av satellittoversikt, terrengkart, endepunkter, alternativt luftrom og 4G-dekning. Disse elementene sikret at ruten var sikker og effektiv.

8.4 Satellittoversikt

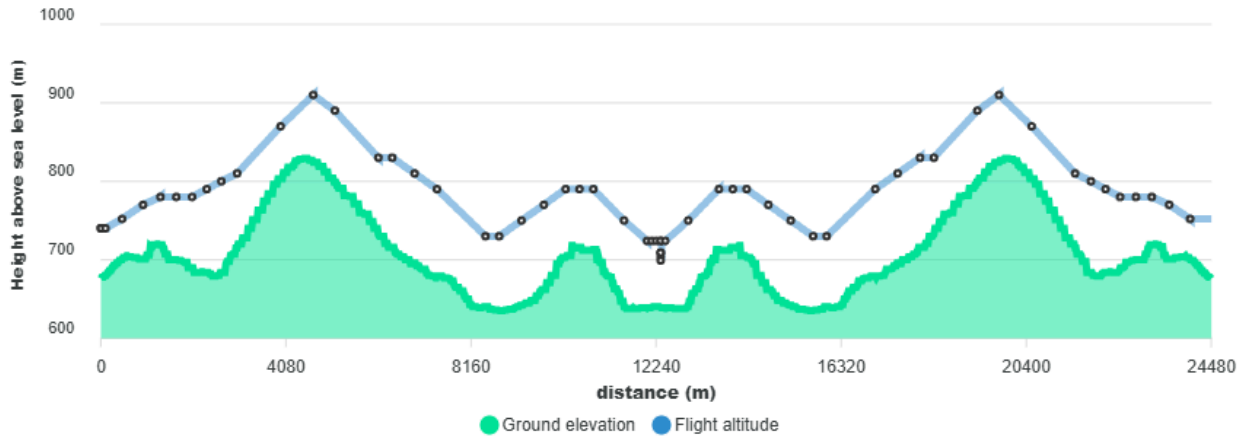
I flygingen mellom Røros og Brekken og Glåmos ble spesifikke start- og landingssteder identifisert. Disse plasseringene tok hensyn til tilgjengelighet og sikkerhet, samt minimalisering av støy og innvirkning på lokalbefolkningen.



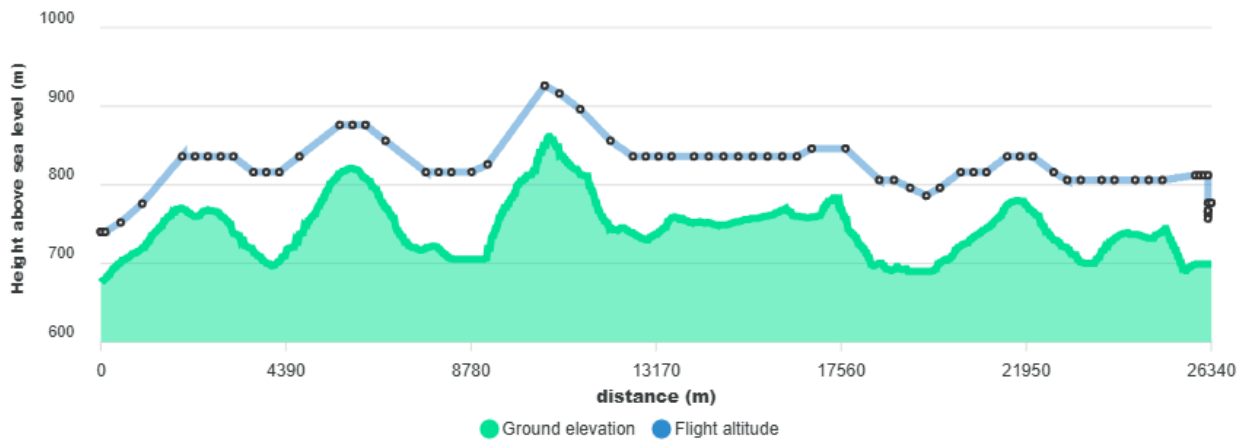
8.5 Oversikt over terrengkart

Som vist i terrengkartet og høydeprofilen nedenfor, ble flyrutene valgt med fokus på flatest mulig terreng for å redusere batteriforbruk. Flyging i fjellområder ble unngått så godt som mulig på grunn av høy energibruk og begrenset 4G-dekning. Dette bidro til å sikre stabile flyvninger uten tekniske avbrudd.

Elevation profile



Elevation profile



8.6 Oversikt over endepunkter og alternativer

Nødvendig dokumentasjon for flyoppdragsplaner ble utarbeidet i henhold til Aviants driftshåndbok. Rutens start- og landingspunkter ble vurdert for tilgjengelighet, sikkerhet og lokale forhold. Det ble valgt å legge leveringsområdene til Coop Brekken og Coop Glåmos i stedet for hjem til kunder og brukere, basert på følgende grunner:

1. Aviant har godkjenning for å operere rutetransport fra faste punkter i hele Norge. Dersom vi skulle utføre On-Demand delivery end-to-end på Røros, ville dette krevd en omfattende søknad til Luftfartstilsynet, som har en behandlingstid på flere måneder. Dette kunne ikke gjennomføres før prosjektstart.
2. Det ble også avtalt med GreenFlyway og Røros kommune at de ønsket å ha leveringsområder ved Coop-butikkene for å samle folk der og gjøre det til et møtepunkt, hvor vi i prosjektet også kunne snakke med folk og få mer samfunnsaksept. Dette virket å være svært vellykket ettersom mange fikk se dronen og snakket om prosjektet.

Takeoff-/landingsplattformen ble bygget av Aviant med tilstrekkelig lys og skilting om droneflyvning. Det ble også satt opp sperrebånd.

Leveringsområdene ble utarbeidet av Røros kommune. Det ble lagt ut euro-paller og satt ned staurer som et sperretau ble hengt på. Det ble også satt opp en egen infotavle på Glåmos og Brekken, like ved leveringsplattformen, som informerte om prosjektet. Der ble det også hengt opp lys som ble automatisk aktivert når det ble mørkt.

Aviant kjørte med bil og besøkte naboene til både takeoff- og leveringsplassene for å informere om prosjektet og varigheten. Ansatte ble møtt med et smil i døra og nysgjerrige folk som ikke så på dette som et problem, men heller syntes det var bra med litt aktivitet i området. Det ble ikke oppnådd kontakt med en nabo til takeoff-området før prosjektstart da de var reist utenlands på ferie. Det ble heller ikke oppnådd kontakt med en nabo til ett leveringsområdet på før prosjektstart.

Disse naboene viste litt misnøye etter starten av flyvningene. Aviant besøkte da naboene og ga bedre informasjon om prosjektet, og de ga da sitt samtykke til at dette skulle gå helt fint. En person ønsket ikke kontakt med Aviant eller Greenflyway. Aviant forsøkte å ringe, besøke og sende en utfyllende SMS med informasjon om sikkerhetsprosedyrer. Naboen skulle få all info fra kommunen, så dette ble videreformidlet til dem, og Røros kommune overtok dialogen med

vedkommende. Dette viser hvor viktig det er med tydelig kommunikasjon og info på forhånd av slike prosjekter. Spesielt når det er noe helt nytt og ukjent som skal utføres.



Takeoff: Øverhagaen Helsesenter
Startsted på Røros

Øverhagaen BHVS ligger 33,6 km vest for Coop Breken og 15 km sør for Coop Glåmos.



Levering: Coop Brass *i Glåmos*

Planlagt leveringssted i Glåmos ligger i nærheten av regionveien og Coop-butikken.



Levering i Brekken

Planlagt leveringssted i Brekken ligger på et lite åpent område like ved Coop-butikken på foreningslokalet. Det ble satt et eget punkt for levering av pakker med vinsj, ca 100 meter unna landingspunktet. Se rødmerking på kartet.

8.7 4G-dekning

Stabil 4G-dekning var avgjørende for å sikre operasjoner. Fjellområder med begrenset dekning ble kartlagt og unngått, og alternative ruter ble planlagt for å sikre kontinuerlig kommunikasjon mellom dronen og kontrollsenteret. Blåfargen på bildet under viser områdene med god 4G-dekning av Telenor, noe som gir høy datahastighet og gir operatøren en mer stabil videofeed.



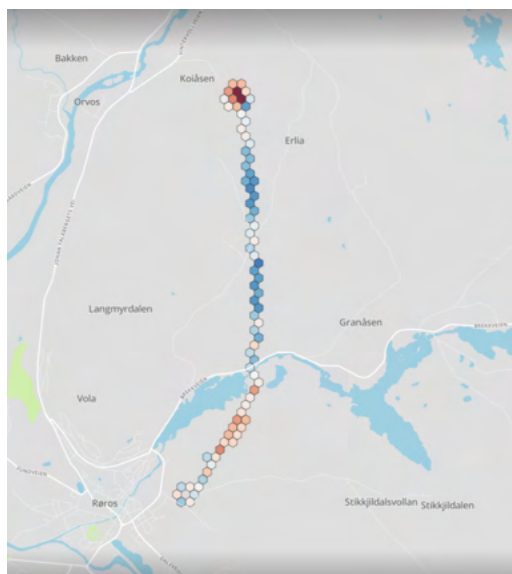
Dekningskart: Telenor

Langs flyruten til Glåmos oppdaget vi et område der dronen opplevde tap av 4G-dekning. Dette skyldes mest sannsynlig at dronen bytter antennene for 4G under flyvningen. Vi har nå funnet en løsning på dette, men under prosjektperioden ble failsafe-innstillingene justert slik at dronen kunne tolerere tap av 4G-dekning i opptil 30 sekunder, i stedet for de opprinnelige 15 sekundene.

Et av hovedproblemene vi har identifisert med 4G-signalets kvalitet under droneoperasjoner er høyt støynivå. Når dronen flyr over terrenget, befinner den seg innenfor synslinjen til flere basestasjoner. Dette fører til at den mottar signaler fra flere nabotårn samtidig, noe som forstyrrer signalets stabilitet.

For å redusere dette problemet har vi aktivert en funksjon som lar dronen bytte mellom ulike 4G-frekvensbånd. På denne måten kan den automatisk velge frekvensbåndet med lavest støynivå til enhver tid, noe som sikrer mer stabil kommunikasjon.

Bildet nedenfor viser en visualisering av 4G-signalet, med fargekoder for områder med god og dårlig dekning på flyvningene vi gjorde før forbedringene..



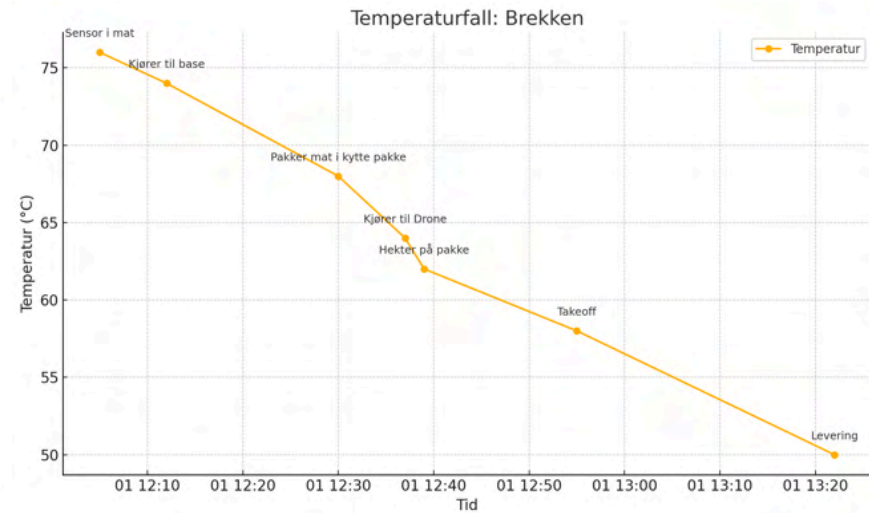
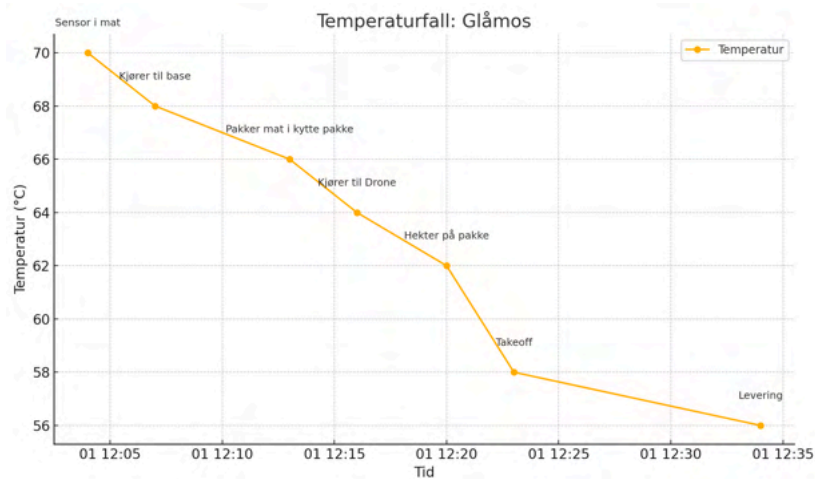
9. Temperaturdata fra matleveranser

Å opprettholde riktig temperatur for matvarer under transport er avgjørende for å sikre matsikkerhet og kvalitet. Gjennom hele testperioden ble det registrert temperaturdata for alle flyvninger for matleveransene for å evaluere dronens evne til å bevare optimale forhold. Dataene fremhever systemets evne til å møte regulatoriske standarder for mattransport. På disse flyvningene holdt maten en temperatur på ca 50°C ved servering og med tanke på den tiden som ble brukt for levering er det ingen fare for bakterievekst.

Ref § 13. Særskilte bestemmelser om varmebehandling og varmholding

Næringsmidler som omsettes varme, skal gis en varmebehandling som er tilstrekkelig for å hindre mikrobiell vekst, og deretter holdes ved 60 °C eller høyere.

Med sikte på levering til sluttforbruker kan temperaturen ved transport og servering være lavere enn 60 °C, dersom dette ikke innebærer noen helserisiko.



Bildene under viser hvordan Aviant pakket maten for å holde på temperatur og beskytte emballasjen.



10 Gjennomsnittlig tid brukt fra start til slutt per flyvning.

Tider inkluderte bakke håndtering av drone, henting av mat og kjøring, flyvarighet og leveringstider.

1. Forberedelse før flyvning
 - Sett opp dronen og gjør klar til takeoff:
 - Tid: 12 minutter
 - *Oppsettet gjøres én gang om dagen.*
 - Hent mat i Øverhagaen/Sykehuset:
 - Tid: 2 minutter/10minutter
 - Gjør klar pakken:
 - Tid: 1 minutt
 - Forbered til flight:
 - Tid: 2 minutter
2. Tidsbruk for flere flyvninger på samme dag
 - Bytte batteri og klargjøre til neste flight:
 - Tid: 5–6 minutter
 - *Dette gjelder ved gjennomføring av flere turer på én dag.*
3. Flyruter og leveringstider
 - Flyrute til Glåmos:
 - Takeoff og flytid: 9 minutter
 - Leveringstid: 2 minutter og 30 sekunder
 - Flyrute til Brekken:
 - Takeoff og flytid: 17 minutter
 - Leveringstid: 2 minutter og 30 sekunder

Ved gjentatte flyvninger på rad gir dette en total tidsbruk (fra drone lander til den er tilbake til leveringspunkt) på:

- Glåmos: ca 16 min
- Brekken ca 24 min

Disse tallene viser at vi kan gjennomføre fire leveringer i timen til Glåmos med to droner, og to leveringer i timen til Brekken. Videre utvikling av systemene våre, som vi jobber med, vil gjøre det mulig for piloten å operere flere droner samtidig. Dette vil øke antall leveringer per time ytterligere og samtidig gjøre tjenesten mer fleksibel for flere aktører i samme tidsrom.

10.1 Tid ved kansellerte flyvninger

Det ble også identifisert tilfeller der flyvninger ble kansellert ved landingsplassene på grunn av vind. Dette førte til at dronene måtte returnere til Røros med lasten, som deretter ble kjørt ut med bil. Denne omveien medførte forsinkelser på opptil 45 minutter for enkelte brukere.

Kommunens involvering i mottak av leveranser ved leveringspunktene var en viktig del av prosjektet og pågikk daglig mellom kl. 14:00 og 15:30. Det ble vurdert om leveransene kunne gjennomføres uten kommunens tilstedeværelse, men to hovedfaktorer understøttet fortsatt deltakelse. For det første fungerte kommunens representanter som en verdifull informasjonsressurs på leveringsstedene, hvor de bidro til økt samfunnsaksept og formidlet prosjektets målsettinger til innbyggere. Dette arbeidet ble supplert av Green Flyway, som deltok aktivt i flere av leveransene for å normalisere bruken av droneteknologi. For det andre viste det seg at enkelte brukere med faste leveranser ikke alltid møtte opp til avtalt tid. I disse tilfellene overtok helsepersonell ansvaret for å lagre maten i Coop-butikkens kjøleanlegg inntil brukeren hentet den. Dette samarbeidet mellom kommunen og de lokale butikkene sikret at matleveransene opprettholdt sine kvalitetsstandarder og ble tilgjengelig for brukerne på en praktisk måte.

11. Droner sammenlignet med veitransport

11.1 Tidsbesparelser

Autonom dronetransport reduserer leveringstiden betraktelig sammenlignet med tradisjonell veitransport. For leveranser mellom Øverhagaen BHVS og Coop Brekken gikk reisetiden ned med 33 % (fra 30 minutter til 20 minutter).

For Coop Glåmos reduseres reisetiden med 23 % (fra 13 minutter til 10 minutter). Disse tidsbesparelsene øker tjenesteeffektiviteten og gir raskere respons på presserende leveringsbehov.

11.2 Reduserte CO2-utslipp

Med hensyn til miljøet har bruk av en drone for transport av mat 99 % mindre CO2-utslipp sammenlignet med en bensinbil og 95 % mindre utslipp enn et elektrisk kjøretøy. Når vi vurderer livssyklusanalysen til en elbil, ser vi at over tonn råvarer, som aluminium og litium, må utvinnes. Delene må også fraktes til fabrikkene der bilen bygges, og det går med opptil 10 tonn CO2-ekvivalenter bare for å produsere bilen. På den annen side har en drone kun 6 kg materialer og betydelig mindre utslipp er involvert i å produsere den.

I dette prosjektet har vi brukt en gjennomsnittlig av 0,32 kWh to fly from Røros to Coop Brekken and 0.13 kWh fra Røros til Coop Glomås, hvor en elbil skulle bruke cirka 13.36 og 5,68 kWh på tilsvarende avstander. Dette er 41 ganger så mye energi. Det siste året har energimiksen i Midt-Norge vært cirka 31 gram CO2-ekvivalenter per kWh (energiogklima.no). Daglig kjøring mellom Røros – Brekken og Røros – Glomås tilsvarer et utslipp på 0,15 tonn CO2-ekvivalenter, mens en drone bruker 0,005 tonn CO2-ekvivalenter. Dette tilsvarer $(0,15t - 0,0052g) / 0,1508g = 96,6 \%$ mindre CO2-utslipp ved bruk av drone sammenlignet med elbil hvis vi kun ser på utslipp knyttet til strømforbruk under selve transporten.

Beregningene er hentet fra en masteroppgave skrevet ved NTNU, hvor det ble gjennomført en full analyse av avstanden mellom Røros og Trondheim, med daglige turer over levetiden til en bil. Oppgaven konkluderte med at det var 98,5 % mindre CO2-utslipp ved bruk av drone enn en elbil.

12. Værforhold og kansellerte flyvninger

Været på Røros, som ligger i innlandet i Midt-Norge, er sterkt påvirket av den regionale topografien og de rådende vindmønstrene. Gjennomsnittlig vindhastighet er høyest i januar, med omtrent 14,5 m/s, og lavest i august, med rundt 7,9 m/s. Dette betyr at flyvninger mellom Røros og destinasjoner som Brekken eller Glåmos ofte opplever motvind i én retning og medvind på returen. Motvind kan forlenge flytiden med 5 til 7 minutter sammenlignet med medvind.

Under leveringer observerer piloten vindforholdene ved leveringsstedet ved å la dronen sirkle over området. Dette gir piloten mulighet til å vurdere om vindhastigheten ligger innenfor operasjonsgrensene. Dersom vindmålingene er for

høye, selv om det virker stille på bakken, er det tryggeste alternativet å avbryte leveringen og fly tilbake. For tilskuere kan dette virke merkelig, spesielt hvis vindkastene er få eller sporadiske. Men som pilot kan man ikke forutsi når neste vindkast vil komme, og sikkerhet må alltid prioriteres fremfor å vente på at forholdene eventuelt skal roe seg.

12.1 Begrensninger for vind:

For å begrunne Aviant sin vindbegrensning har vi gjennomført utallige tester i løpet av vår flyvetid. Vindbegrensningen vår på 10 m/s for NOTUS 2.0 dronen har flere årsaker. Kort fortalt er noen av begrunnelsene som følger:

1. **Rekkevidde:**

Vi må begrense vindgrensen for å oppnå den rekkevidden vi ønsker.

2. **Vekt på pakke og ytelse:**

Vi må balansere MTOW (maks takeoff weight) på dronen med ønsket vindbegrensning. Jo tyngre dronen er, desto mer må motorene jobbe for å holde dronen i luften, og desto mindre overskudd har motorene til å motvirke vinden.

3. **Vinsjing:**

Ved vinsjing fra 60–70 meters høyde kan pakken svaie opptil 15 meter sidelengs når det er 10 m/s vind. I vår ruteplanlegger sørger vi for at det ikke er høye gjenstander innenfor denne radiusen, og vi planlegger for områder hvor ingen gjenstander er høyere enn 1 meter innenfor en radius på 4 meter.

4. **Måling**

Måten vi måler vind på i flight er en airspeed sensor som dronen er utstyrt med. og begrensningen til dronen er mer enn 10m/s i en periode på over 3 sekunder.

12.2 Værbegrensninger

Værforholdene i Røros kan være utfordrende for droneoperasjoner, spesielt med tanke på temperatur, nedbør og vind. Basert på klimadata og erfaringer fra prosjektet, er de viktigste begrensningene oppsummert nedenfor:

Temperatur:

- Operasjonelt temperaturområde for dronene: -25 °C til +30 °C
- Registrerte temperaturer under prosjektet: -15 °C til +10 °C

Ekstreme temperaturer i regionen:

- Ned til -30 °C vinterstid (typisk i januar) og opp til +25 °C sommerstid (typisk i juli)

Nedbør:

- Maksimal nedbørsgrense for operasjon: 7 mm/t

Vind:

- Gjennomsnittlig vindhastighet: 7 m/s

Maksimale vindkast:

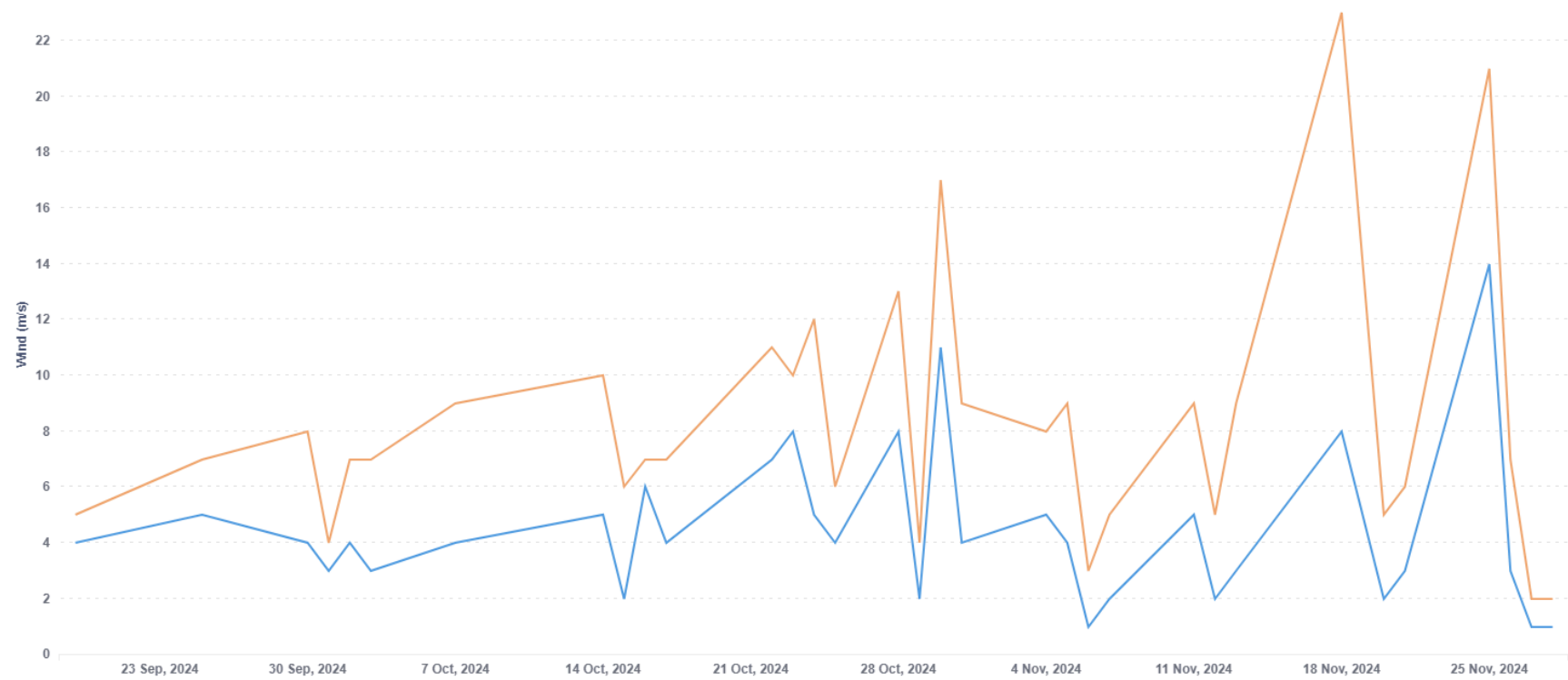
- Over 15 m/s, spesielt i vintermånedene

I prosjektperioden ble det ikke registrert problemer knyttet til temperatur, ettersom værforholdene lå innenfor dronenes operasjonelle grenser. Imidlertid ble høy luftfuktighet kombinert med minusgrader identifisert som en potensiell risiko, da dette kan føre til isdannelse på dronens overflater og komponenter.

Været i Røros varierer betydelig, noe som gjør planlegging av droneleveranser utfordrende. Tidligere erfaringer fra lignende prosjekter viser at tåke, fuktighet og raskt skiftende vindforhold kan påvirke operasjonene. Grafen nedenfor illustrerer vindforholdene i løpet av prosjektets to måneders varighet, og viser hvor ofte vindhastigheten nærmer seg eller oversteg dronenes operasjonelle begrensninger.

Wind strength per operation day

● Wind (m/s) ● Total wind (m/s)



Figur 12.2 - Vindstatistikk fra flyperiode

12.3 Begrensninger med tåke:

Tåke var en betydelig utfordring under noen av operasjonsdagene i prosjektet, spesielt i uke 5. Vi observerte raskt at tåke har en tendens til å legge seg kraftig i Røros sentrum og rundt det angitte startstedet.

I løpet av de første dagene avlyste vi operasjoner på grunn av minusgrader og tåke, risiko for ising og usikkerhet rundt tåkeforhold langs flyruten. Etter omtrent tre dager med tåke brukte vi imidlertid en DJI Mavic 2 Pro-drone. Denne dronen tillot oss å ta av i tåken og vurdere dens tetthet og høyde, samt bestemme om den strekker seg langs den tiltenkte flyruten.

Gjennom denne metoden oppdaget vi at tåken typisk lå i en høyde på rundt 50 meter under marsjhøyden til NOTUS-dronen og først og fremst var rundt startområdet. Spesielt forlenget tåken seg sjelden langs flyveien. Det var kun fire dager i løpet av prosjektet da tåke var til stede ved fjellkirken, som ligger midtveis mot Glåmos.

Denne tilnærmingen gjorde det mulig for oss å fortsette med flyvninger under tåkete forhold, samtidig som vi sikret trygge og effektive operasjoner.

Det ble kansellert en flyvning etter takeoff på grunn av Tåke..

Det ble kansellert totalt 4 flyvninger før takeoff på grunn av tåke.

Prosedyre i flight for å se om det er icsfare

Se på strøm, forbruk, throttle, pitch, høyde og kamera. Med denne dataen kan piloten se fort om det er icing fare i flight og dermed snu drone å fly tilbake til basen uten at det får andre konsekvenser som nødlanding og ustabil drone.

12.4 Sammendrag Værforhold:

Vinden i Brekken og Glåmos er rimelig forutsigbar, men byr på utfordringer lokalt på grunn av sin styrke og topografien i området. For å takle dette, flyttet Aviant de fleste flyvningene til ettermiddagen da været så ut til å være mer stabilt. Når det skal avgjøres om det er trygt å fly, gjør dronepiloten vurderinger angående vindstyrke, grad av turbulens, trakteffekt og nedbørsmengde.

14. Oppsummering av pilotprosjektet

Pilotprosjektet i Røros kommune har vist at autonome droner kan være et effektivt, bærekraftig og kostnadsbesparende supplement til tradisjonell transport i helse- og omsorgssektoren. Gjennom 46 operative flyvninger har prosjektet dokumentert betydelige tidsbesparelser, redusert miljøavtrykk og avlastning for helsepersonell. Samtidig har prosjektet avdekket utfordringer knyttet til værforhold, logistikk og regulatoriske begrensninger, som må adresseres før teknologien kan bli brukt i stor skala.

Hovedfunn:

- **Værforhold:** Vind og tåke førte til kansellering av 38 flyvninger, hvorav 31 før takeoff. Dronenes operasjonsbegrensninger må videreutvikles for å tåle mer krevende værforhold og sikre stabil helårsdrift.
- **Kapasitet:** Dronene håndterte leveranser på opptil ca 2,5 kg. For å oppnå større skala kreves et mer robust system med høyere leveringsvolum og levering hjem til kunden/brukeren.
- **Logistikk:** Droneleveranser reduserte leveringstid med opptil 33 %, men dagens løsning krever videre tilpasning for dør-til-dør-leveranser og mer fleksible hentepunkter for brukerne.
- **Samfunnsaksept:** Lokalsamfunnet var generelt positivt, men enkelte naboer uttrykte bekymringer knyttet til støy og plassering av leveringspunkter. Tidlig dialog og tilrettelegging er avgjørende for videre implementering.
- **Miljøpåvirkning:** Prosjektet viste at dronene kan redusere CO₂-utslipp med opptil 98,5 % sammenlignet med biltransport, noe som understreker deres potensial for bærekraftig logistikk i distriktene.
- **Økonomisk bærekraft:** Droneleveranser har potensial til å redusere transportkostnader, men videre studier er nødvendig for å kartlegge langsiktige driftsmodeller og finansieringsmuligheter.

Veien videre

For å realisere potensialet i autonome droneleveranser anbefales følgende tiltak:

1. **Teknologisk videreutvikling:** Forbedre værrobusthet, øke kapasitet og videreutvikle dør-til-dør-leveranser for å optimalisere tjenesten.
2. **Regulatorisk arbeid:** Sikre tilpasning av regelverk/godkjenning for å fly dør til dør for mer fleksibel og effektiv bruk av droner i helse- og omsorgssektoren.
3. **Skaleringsstudier:** Gjennomføre nye pilotprosjekter for å validere økonomisk bærekraft og utvide bruksområder, inkludert transport av varer til private personer, medisinske prøver og akuttmedisinske forsyninger.
4. **Samfunnsintegrasjon:** Styrke informasjonsarbeid og samarbeid med lokalsamfunn for å øke aksept og forståelse for droneteknologi.

For å bygge videre på resultatene fra dette pilotprosjektet, vil det være behov for å gjennomføre flere prosesser som analyserer hjemmetjenestens kostnader og tidsbruk knyttet til leveranser av mat og medisiner, med mål om å kvantifisere de potensielle gevinstene ved autonome droner. Videre testing vil være nødvendig for å utvikle skalerbare løsninger som kan integreres i kommunal drift.

Prosjektet markerer et viktig steg mot implementering av autonome droner i offentlig sektor. Videre suksess vil avhenge av tett samarbeid mellom forskningsmiljøer, offentlige aktører og næringslivet for å sikre en bærekraftig, pålitelig og kostnadseffektiv implementering av droneteknologi i helse- og omsorgstjenesten.

Av Gunhild Fretheim og Axel Brandtzæg
gunhild@aviant.no, axel.brandtzaeg@aviant.no

