



**FORSVARET**  
Forsvarets høgskole

## **Drone versus tjenestehund**

*Substitusjon eller komplementære kapabiliteter?*

**Eliseo Moen Ponta**

Masteroppgave

Forsvarets høgskole

vår 2024

---

---

# Forord

Alle som har skrevet en masteroppgave vet at det er krevende, møysommelig og tidvis frustrerende arbeid. Heldigvis er det også givende! Å kunne tilbringe et helt år i landets hovedstad sammen med likesinnede profesjonsutøvere fra alle deler av forsvarssektoren har vært en sann glede. Det er likeså et privilegium å få anledning til å sette av så mye tid til akademisk selvrealisering i en hverdag som i utgangspunktet er preget av høyt tempo og korte tidsfrister.

Omtrent halvveis i forskningsprosjektet fikk jeg vite at jeg skulle tiltre som sjef for Forsvarets hundeskole fra 1.august 2024. Dette er naturligvis noe jeg ser frem til med stor entusiasme og motivasjon, men som for studiens del introduserte et forskningsetisk dilemma.

Den aller største takken går til min veileder, Kåre Dahl Martinsen, som også har fungert som motivator og tidvis terapeut. Takk for samarbeidet og alle gode råd! Takk også for din tålmodighet, optimisme og fantastiske humor. En stor takk til Henrik på biblioteket på FHS, som har fikset og ordnet ved alle anledninger. Helt rått!

Tusen takk til alle respondentene som har tatt seg tiden i en travel hverdag og bidratt med sin kompetanse og erfaring. Uten dere hadde ikke dette forskningsprosjektet latt seg gjøre.

Avslutningsvis, en stor takk til familie, gode venner og kollegaer som har tatt seg tiden til gjennomlesing, korrektur og refleksjon – og ikke minst, alle de herlige Teams-samtalene. Dere vet hvem dere er!

Eliseo Moen Ponta

Bodø, 13.mai 2024

---

# Sammendrag

Dagens eksponentielle teknologiutvikling endrer omgivelsene våre i høy hastighet. Kunstig intelligens (KI) og maskinlæring åpner dører for utvikling av både ny og eksisterende teknologi. Om dette betyr at stadig mer intelligente og autonome maskiner kan overta for mennesker og dyr er et betimelig spørsmål. Bruk av hunder i militære operasjoner har en historie som strekker seg fra antikken til moderne tid. Hundens enestående luktesans, kombinert med evnen til å lære, har gjort den til en verdifulle verktøy i mange sammenhenger. Droner har også vært brukt i militære operasjoner i flere tiår, og plattformen har vist seg som et effektivt verktøy i militære operasjoner. Sivil satsning har akselerert utviklingen ytterligere, og droner ses på som banebrytende innovasjoner. En premissgiver for dette er KI og økt autonomi. Vil autonome droner være «det nye» som kan erstatte «det gamle»? Eller vil de være komplementære til en av naturens beste biologiske sensorer?

Denne oppgaven er en kvalitativ tilfellestudie som benytter redningsaksjonen etter kvikkleirskredet på Gjerdrum i 2020. Jeg undersøker bakenforliggende faktorer som kan forklare hvordan droner og tjenestehunder kan brukes. Gjennom tilfellestudien søker oppgaven å besvare problemstillingen:

*I hvilken grad kan droner erstatte militære tjenestehunder som sensorplattform?*

Opgaven søker å peke på årsakssammenhengene mellom hvilke situasjoner droner og tjenestehunder egner seg i, med bakgrunn i deres styrker, svakheter og operative begrensninger.

Studien identifiserer tydelige forskjeller i hvordan droner og tjenestehunder presterer i ulike miljøer. Funnene indikerer at droner kan erstatte tjenestehunder i høyintensive og farlige situasjoner, samt på områder som kan overlates til automatisert deteksjon. KI og økt autonomi vil kunne forbedre dronenes funksjonalitet og gjøre dem mer anvendelige i andre sammenhenger. Likevel kan ikke droner erstatte tjenestehunders unike sensoriske evner. Studien konkluderer med at en kombinasjon av droner og militære tjenestehunder vil gi størst operativ effekt. Samtidig understrekes viktigheten av å balansere mellom høyteknologiske løsninger og lavteknologiske alternativer for å opprettholde operativ evne under varierte forhold. Tilfellestudier er tradisjonelt lite egnet for generalisering ut over det tilfellet som undersøkes. Likevel anses noen av funnene gjort her som til dels mulig å generalisere til andre tilfeller, herunder militære operasjoner.

---

# Summary

Today's exponential technological development is rapidly changing our environment. Artificial Intelligence (AI) and machine learning are opening doors for the development of both new and existing technologies. Whether this means that increasingly intelligent and autonomous machines can replace humans and animals is a timely question. The use of dogs in military operations has a history that stretches from antiquity to modern times. The dog's exceptional sense of smell, combined with its ability to learn, has made it a valuable tool in many contexts. Drones have also been used in military operations for several decades, and the platform has proven to be an effective tool in military operations. Civil investment has further accelerated development, and drones are seen as disruptive innovations. A premise for this is AI and increased autonomy. Will autonomous drones be "the new" that can replace "the old"? Or will they complement one of nature's best biological sensors?

This thesis is a qualitative case study that utilizes the rescue operation following the quick clay landslide in Gjerdrum in 2020. I examine underlying factors that can explain how drones and working dogs can be used. Through the case study, the thesis seeks to answer the research question:

*To what extent can drones replace military working dogs as a sensor platform?*

The thesis seeks to identify the causal relationships between the situations in which drones and working dogs are suitable, based on their strengths, weaknesses, and operational limitations.

The study identifies clear differences in how drones and working dogs perform in various environments. The findings indicate that drones can replace working dogs in high-intensity and dangerous situations, as well as in areas that can be left to automated detection. AI and increased autonomy could improve drone functionality and make them more applicable in other contexts. However, drones cannot replace the dog's unique olfaction sensory system. The study concludes that a combination of drones and military working dogs will provide the greatest operational effect. At the same time, the importance of balancing high-tech solutions and low-tech alternatives to maintain operational capability under varied conditions is emphasized. Case studies are traditionally not suitable for generalization beyond the case being studied. Nevertheless, some of the findings made here are considered partially generalizable to other contexts, including military operations.

---

# Innholdsfortegnelse

<b>1 Innledning</b>	<b>1</b>
1.1 PROBLEMSTILLING	3
Forskningsspørsmål 1	4
Forskningsspørsmål 2	4
1.2 AVGRENSNING	5
1.3 OPPGAVENS STRUKTUR	5
<b>2 Sentrale begrep</b>	<b>6</b>
2.1 MILITÆRE TJENESTEHUNDER	6
2.2 DRONER	7
Kunstig intelligens i droner	8
Autonomi i droner	9
2.3 MILITÆR INNOVASJON	10
2.4 INTEGRASJON AV TEKNOLOGIER	12
2.5 FREMVOKSENDE OG DISRUPTIVE TEKNOLOGIER	14
<b>3 Metode</b>	<b>15</b>
3.1 UNDERSØKELSESDSIGN	15
Valg av tilfelle	16
3.2 EGNE BIAS	17
3.3 KILDER	17
Dokumentstudier	18
Intervju	18
Innsamling, koding og behandling av data	19
3.4 FORSKNINGSKVALITET	20
Undersøkelseeffekt	20
<b>4 Analyse og drøfting</b>	<b>21</b>
4.1 DRONEINNOVASJONEN	21
Innovativ bruk av drone	21
Droner som styrkemultiplikator	22
Banebrytende droner	24
Oppsummering	25
4.2 TILFELLESTUDIE: GJERDRUM	25
Hendelsesforløpet	26
Bruk av drone og hund på Gjerdrum	27
Oppsummering	34
4.3 VIDERE ANALYSE AV SENSORPLATTFORMENE	35
Sensoren	36
Autonomien	39
Operasjonsmiljøet	43
Luftromskoordineringen	47
Operatøren	50
Oppsummering	52
4.4 INTEGRASJON SOM MULIGHET	53
Personlig overvåkning og rekognosering	53
Styrkemultiplikator i vakthold	54
Droner for risikoreduksjon	55
Oppsummering	56

---

<b>5 Konklusjon .....</b>	<b>56</b>
5.1 GYLDIGHET.....	56
Intern gyldighet .....	56
Ekstern gyldighet .....	57
5.2 OPPGAVENS FUNN.....	58
<b>Forkortelser .....</b>	<b>60</b>
<b>Litteraturliste .....</b>	<b>61</b>
<b>Vedlegg 1 – Respondenter .....</b>	<b>72</b>
<b>Vedlegg 2 – Godkjenning fra SIKT .....</b>	<b>74</b>
<b>Vedlegg 3 – Informasjonsskriv .....</b>	<b>75</b>
<b>Vedlegg 4 – Intervjuguide .....</b>	<b>79</b>

---

# 1 Innledning

«All teknologi er skapt for å løse problemer» (Strømke, 2023, s. 252).

I Forsvarets langtidsplan (LTP) kunngjøres flere teknologiske investeringer i milliardklassen. Nytt luftvern, nye helikoptre, nye fregatter, nye ubåter, nye langtrekkende presisjonsvåpen og nye langtrekkende droner står på anskaffelseslisten for neste periode (Prop. 87 S (2023-2024)). Planen er ambisiøs. Er løsningen på Forsvarets problemer noe så enkelt som bare å anskaffe ny teknologi, eller er det viktigere at vi forstår hvordan den skal brukes og utnyttes?

Dagens teknologiske utvikling går fort. Sammenlignet med sivil sektor, er ikke Forsvaret kjent for å være den som raskest omfavner endring og teknologiske nyvinninger. I forsvarssjefens fagmilitære råd (FMR) fra 2023 oppfattes budskapet om etatens manglende evne til å implementere ny teknologi som tydelig: «For å utnytte fremvoksende og banebrytende teknologier må Forsvaret tenke nytt. [...] tradisjonelle anskaffelsesløp tar ikke tilstrekkelig høyde for tempoet. Forsvarssektoren må redusere tiden fra konsept- og eksperimentstadiet til anskaffelse og bruk» (Forsvaret, 2023, s. 110). Det gis et inntrykk av at implementeringen av ny teknologi går for treigt. En rapport fra Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) mener at tempo vil være viktig: «Om vi totalt sett blir bedre eller dårligere stilt overfor en fremtidig motstander, er avhengig av hvem som er flinkest og raskest til å implementere og utnytte ny teknologi» (Østevold et al., 2023, s. 41).

Kravene og forventningene som stilles til Forsvaret fremstår som høye. Ny teknologi fremmes som løsningen, og den må implementeres fort for å ikke havne bakpå. Ny teknologi kan resultere i strukturelle endringer. Nytt materiell kan føre med seg endrede krav til opplæring, kompetanse og infrastruktur. Hva gjør vi da med det vi allerede har eller holder på å implementere? Et vedvarende dilemma for militære organisasjoner er balansen mellom investering i nytt materiell og oppgradering eller modernisering av eksisterende utstyr (Mayer, 2023, s. 67). Dette dilemmaet vil også være relevant i konteksten av sensorplattformer, hvor droner tilbyr et moderne alternativ til tradisjonelle tjenestehunder.

I forrige LTP ble det hevdet at:

En vanlig feil ved innføring av ny teknologi er at denne tilpasses til eksisterende organisasjon og operasjonsmåte, fremfor at organisasjon og operasjonsmåte endres for å hente ut effekten som ny teknologi kan tilføre. (Prop. 14 S (2020-2021), s. 66)



---

På grunn av hastigheten til teknologiutviklingen, kombinert med militære organisasjoners treghet og kompleksitet, kan det å endre organisasjon og operasjonsmåte hver gang ny teknologi innføres være utfordrende. Teknologen Scott Brinker (2016) har trukket en kobling mellom teknologiutvikling og organisasjonsutvikling. Han anvender Martecs lov for å illustrere at tempoet til teknologiutviklingen er eksponentiell, mens organisasjoner endres logaritmisk, altså langsomt og lineært (Brinker, 2016). Årsaken er at endring av organisasjoner i hovedsak innebærer å endre menneskelig adferd – det tar tid. Oppsummert argumenterer Brinker for at mennesker ikke klarer å ta inn over seg hastigheten på nåværende utvikling og implementere ny teknologi fort nok. Basert på budskapet i FMR er det ikke urimelig å anta at denne utfordringen også gjelder for Forsvaret. En måte å håndtere den hurtige teknologiutviklingen kan være å «prioritere kapabiliteter som er modulære, har bred anvendelighet og størst mulig utviklingspotensial» (Beadle & Diesen, 2015, s. 39).

Kunstig intelligens (KI), autonomi og ubemannede plattformer er blant teknologiene som beskrives som potensielle «game changers», altså banebrytende (Østevold et al., 2023, s. 26). Med en gang noe omtales som en banebrytende teknologi, eller en disruptiv innovasjon, styrer det forventningene våre til teknologien. Ubemannede plattformer, som for eksempel droner, får en slags «revolusjonerende» status. Lars Lervik, sjef for Hæren, har tidligere advart mot slike forventninger: «Det nytter ikke å kjøpe ett supervåpen og tro at du har løst alle problemene. Det handler om å sette ting sammen i system [...]» (Johnsen, 2023). Han snakket riktignok i kontekst av brigader, men poenget står seg. Forsvarets hovedmateriell, slik som kampfly, fartøy og stridsvogner, er dyrt materiell som krever et betydelig støtteapparat i form av personell, kompetanse, infrastruktur og logistikk. Anskaffelse, innfasing og drift av slike systemer kan ikke gjøres på impuls. Men hva med mindre systemer?

Jeg har lenge vært nysgjerrig på å undersøke om droner virkelig er den innovative teknologien som noen hevder. Kan KI og økt autonomi endre dronens rolle i militære operasjoner? Vil ny teknologi og nye løsninger alltid være å foretrekke, eller kan integrasjon med eksisterende systemer være mer hensiktsmessig? Det er ikke gitt at *nytt* betyr *bedre*. Som tidligere hundefører er jeg fascinert av hva en hund er i stand til. Hundens deteksjonsegenskaper fremstår som magi når man ser det på nært hold. Samtidig er jeg opptatt av teknologi og innovasjon, systemintegrasjon og praktiske løsninger. Mulighetsrommet (og fallgruvene) som finnes innenfor KI er spesielt interessante. Min holdning er at Norge som et lite land først og fremst må tenke smart, fremfor stort. Med dette som bakteppe ønsker jeg å se på hvordan droner og tjenestehunder presterer i konkurranse med hverandre. Begge må anses som kapable sensorplattformer, men der den ene er høyteknologisk og ny, er den andre er lavteknologisk og velutprøvd.

---

## 1.1 Problemstilling

Vi finner eksempler på bruk av hunder i krigføring langt tilbake i historien. «Krigshunder» ble benyttet for flere tusen år siden av både egyptere, babylonere, grekere og romere, men også under Napoleon, den amerikanske borgerkrigen og andre verdenskrig (Hoeflinger, 2013). Selv om svenskene var tidligst ute i nordisk sammenheng, har også det norske forsvaret benyttet tjenestehunder i flere tiår. I 1953 ble Forsvarets Hundeskole opprettet og siden den gang har bruken av hund i Forsvaret blitt stadig mer utbredt (Leraand, 2021). Med sin svært velutviklede luktesans og gode hørsel egner hunden seg godt til bruk som sensor. En sensor er «et instrument som avgir et signal som en reaksjon på en nærmere bestemt fysisk påvirkning fra omgivelsene», og mennesker og dyr sine sanser «[...] kan ses på som *biologiske sensorer*, der de avgitte signalene sendes gjennom nervesystemet» (Hofstad, 2023).

Til sammenligning er droner relativt nytt i norsk forsvarssammenheng. Selv om Norge har benyttet droner for å trene på nedskyting av luftmål i lang tid, anskaffet Forsvaret droner til bruk som sensor først i 2010 (Røkke, 2016). Dronetypen som den gang ble anskaffet var ment som et rent verktøy for observasjon, og hadde ingen offensiv kapabilitet. Norge har så langt ikke anskaffet bevæpnede droner. Derimot har Norge en ambisjon om å anskaffe og innfase langtrekkende overvåkningsdroner innen utgangen av 2032 (Prop. 87 S (2023-2024), s. 58-59). Disse dronene skal primært brukes som en sensorplattform til overvåking av Norges maritime interesseområder. Små droner har også vist seg å være kapable som sensorplattformer, og brukes gjerne av mindre enheter for å skape lokal situasjonsforståelse. En annen sensorplattform som gjør dette, er militære tjenestehunder.

Det er vesentlige forskjeller på en drone og en hund, hver av dem har ulike styrker og svakheter. En drone lever ikke, det er en forhåndsprogrammert maskin som tradisjonelt tenker binært i form av 0 og 1. En hund er på sin side en levende organisme, som til forskjell fra en drone trenger mat, hvile og stimuli. En tjenestehund kan ikke lagres i en kennel over lang tid og kun tas frem når behovet for den oppstår. Dersom man ønsker at tjenestehunden skal kunne fungere slik den er tiltenkt må den aktivt holdes i gang. En drone kan i større grad ligge på en hylle fram til behovet for den oppstår, og den vil sannsynligvis fungere like godt som da den ble plassert der. En drone kan vel og merke utsettes for stans eller opphør i bruk for gjennomføring av vedlikehold, reparasjon og tilsvarende.

Utviklingen innen KI gjør droner mer anvendelige i krig, både til analyse, overvåking og målbekjempelse. I tillegg vil bruken av droner i fremste linje kunne erstatte mennesker og dermed redusere risikoen for tap av menneskelig liv. Som et eksempel har diskusjonen om ubemannede fly

---

kan erstatte bemannede fly, pågått i årevis (Trsek, 2008; Forsvarsdepartementet, 2013; Defence & Security, 2020). På bakgrunn av dette er det like naturlig å stille spørsmål om det kan forventes at ubemannede dronesystemer vil erstatte andre former for biologiske livsformer på stridsfeltet. Militære tjenestehunder representerer i dag en unik kapabilitet innen deteksjon. Med kapabilitet menes her «[e]vnen til å utføre en bestemt oppgave» (Forsvaret, 2019, s. 238). Eksempler på dette kan være evnen til å detektere personell og eksplosiver, eller bidra til økt situasjonsforståelse.

Med bakgrunn i denne tematikken har det blitt utledet følgende problemstilling for studien:

### **I hvilken grad kan droner erstatte militære tjenestehunder som sensorplattform?**

For å gjøre problemstillingen mer forskbar er det nødvendig å spisse den. Derfor er det utviklet to forskningsspørsmål som skal bidra med dette.

### **Forskningsspørsmål 1**

Når noe blir anerkjent som en innovasjon, påvirker det forventningene våre til teknologien. Innovasjon impliserer noe nytt eller en betydelig forbedring av det som allerede eksisterer. Hvis droner som sensorplattform representerer en militær innovasjon, kan det innebære en ny og bedre teknologi som vil være i stand til å erstatte tjenestehunder.

Forskningsspørsmål 1 er derfor:

- *I hvilken grad kan droner betraktes som en militær innovasjon?*

### **Forskningsspørsmål 2**

For å kunne si noe om i hvilken grad droner kan erstatte tjenestehunder er det nødvendig å undersøke årsakssammenhengene mellom hvordan plattformene brukes, og hvorfor de brukes slik.

Forskningsspørsmål 2 er derfor:

- *Hvordan kan droner og tjenestehunder anvendes som sensorplattformer, og hvordan kan deres styrker og svakheter påvirke bruken?*

---

## 1.2 Avgrensning

Denne studien tar først og fremst for seg bruken av droner og tjenestehunder. Droner er militære plattformer som kan anvendes for å oppnå målsetninger og effekter i hele kommandokjeden. Tjenestehunder, derimot, har sin primære bruk innenfor det taktiske nivået. Taktisk nivå omhandler bruk av styrker for å gjennomføre oppdrag med formål om å oppnå militære mål (Forsvaret, 2019, s. 251), og kan i mange sammenhenger ses på som utførende ledd. Oppgaven vil ikke ta for seg anvendelsen av disse sensorplattformene for de tre andre kommandonivåene.

Både droner og hunder har flere bruksområder. En drone kan påmonteres våpensystemer. En hund kan også anvendes offensivt, som et mindre dødelig våpen. Denne studien fokuserer på anvendelsen som sensor. Bakgrunnen for dette er at forskjellen i den offensive bruken av droner og hunder er så stor at det ville vært unaturlig å sammenligne disse to basert på deres skadepotensial.

Bruken av autonome ubemannede plattformer i krig løfter flere etiske og juridiske problemstillinger. Det samme gjør bruken av hunder i risikofylte militære operasjoner. Formålet med denne oppgaven er å avdekke muligheter og begrensninger i teknologien, og vil derfor ikke inkludere de etiske og juridiske aspektene av diskusjonen.

Oppgaven bruker kvikkleirskredet på Gjerdrum i 2020 som tilfelle. Det er mange læringspunkter å hente i kjølvannet av katastrofen på Gjerdrum. Denne oppgaven fokuserer i hovedsak kun på egenskaper som er relevante for hvordan droner og tjenestehunder ble benyttet under redningsaksjonen, samt vurderingene som ble gjort av sentrale aktører.

## 1.3 Oppgavens struktur

I neste kapittel vil de sentrale begrepene i oppgaven redegjøres for. Kapittel 3 begrunner de metodiske valgene som er gjort for å besvare oppgavens problemstilling. Kapittel 4 inneholder tilfellebeskrivelsen, samt videre analyse og drøfting. Oppgavens gyldighet og funn presenteres i kapittel 5.

---

## 2 Sentrale begrep

Dette er ikke en teoritestende studie. Studiens mål er å undersøke, beskrive og få innsikt i et fenomen, snarere enn å teste spesifikke teorier eller hypoteser. De sentrale begrepene som er lagt til grunn i dette kapitlet er hovedsakelig ment for å gi forståelse, avklare og avgrense studiens analyse- og drøftingsdel.

### 2.1 Militære tjenestehunder

Hunden tenker og føler. Den trenger næring, søvn og stimuli fra omverdenen. På disse områdene er den helt lik et menneske. Der hunden derimot skiller seg betraktelig fra mennesket, er sansesystemet den bruker for å forstå verden rundt seg. Der mennesket i hovedsak benytter seg av synet for å orientere seg, bruker hunden nesen. Hundens sanser er overlegne menneskets. Synet er godt utviklet. Hunden har begrenset fargesyn, men den er god til å oppfatte bevegelser på langt hold. I tillegg ser hunden bedre i mørke og mørketilvenningen er langt hurtigere enn hos mennesket.

Hunden har en velutviklet hørsel. Den evner å detektere retninger på lyder, i kombinasjon med evnen til å filtrere ut lyd. Denne egenskapen er i stor grad motivasjonsbestemt og medfører at hunden kan hvile uforstyrret av bakgrunnsstøy og fortsatt reagere på lyder den er opplært til å gjenkjenne. Luktesansen er hundens viktigste informasjonskilde. Hunden har mellom 70-220 millioner luktkeller i motsetning til menneskets 5-20 millioner (Bjander, 2022). Selve luktorganet har en stor overflate, hvor luktecellene er plassert, og informasjonen går direkte til hjernen via kraftige nervetråder. Til sammenligning med menneskets luktesans benytter hunden rundt en tredjedel av hjernen til å tolke lukter, mens mennesket kun benytter 5 prosent (Bjander, 2022). Hunden har med andre ord et sett med egenskaper som er vanskelig å gjenskape teknologisk.

Militære tjenestehunder er trent til å bruke lukt, hørsel og syn for å fungere som sensorer for å detektere personell, materiell eller andre kjemiske forbindelser. De kan også benyttes som et mindre dødelig maktmiddel mot mennesker. Militære tjenestehunder deles inn i to hovedkategorier - patruljehund og søkshund. En patruljehund er en hund som inngår i patruljen og gjør den bedre i stand til å løse enkelte typer oppdrag som eksempelvis rekognosering, kontraoppklaring eller generelle forflytninger i områder hvor det kan befinne seg fiendtlig personell. En søkshund spesialiseres i søk på innlærte luktkilder innenfor ulike felt. Dette kan eksempelvis være eksplosiver, våpen eller narkotika. Militære tjenestehunder er en allsidig og fleksibel ressurs som er enkelt å ha

---

med seg. «Dogs are a low-technology option that can augment a security assistance program and more importantly, can be logistically sustained by any host nation» (Whelan, 2014, s. 10).

Hunderasene som primært nyttes i Forsvaret er Schæfer (tysk gjeterhund) og Malinois (belgisk fårehund). Disse rasene blir regnet som best for å løse militærrelaterte oppgaver, siden de har den ideelle kombinasjon av god luktesans, utholdenhet, hurtighet, styrke, mot og intelligens, samt tilpasningsdyktighet i de fleste typer værforhold (Whelan, 2014, s. 39–40). I denne studien vil tjenestehunder ofte omtales som en sensorplattform og de ulike sansene som sensorer. Her er nesens primærsensoren. Hund som sensorsystem refererer til hundeeekvipasjen, altså hund og hundefører i samvirke.

## 2.2 Droner

En drone er en farkost uten pilot om bord, som enten fjernstyres eller opererer autonomt ved hjelp av teknologi. De fleste forbinder en drone med noe som opererer i lufta, men det finnes flere varianter som opererer både på land, på vann og under vann. Denne studien omhandler i hovedsak luftbårne fjernstyrte farkoster, også kjent som Unmanned Aerial Vehicle (UAV) eller Remotely Piloted Aircraft (RPA). UAV og RPA refererer kun til selve farkosten. Unmanned Aerial Systems (UAS) og Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) viser til systemet som helhet. Disse begrepene er ofte mer utbredt innenfor sivil og militær luftfart, da de understreker at dette er et system som består av andre avgjørende bestanddeler enn bare selve flyet. Selv med alle disse fagbegrepene synes begrepet *drone* å være mer allmenn kjent. For å gjøre det mer hensiktsmessig for lesere som ikke er kjent med luftfartsregelverk eller forsvarsakademisk språk, benyttes derfor begrepet droner når det i denne studien snakkes om fjernstyrte og autonome luftfarkoster.

Droner varierer i størrelse og utforming, og blir klassifisert deretter. Enkelte droner kan kastes i luften fra hånden, mens andre krever rullebane. De minste veier kun noen få gram, mens de største er like store som passasjerfly. Droner kan ha fastvingekonstruksjon, slik som vinger på et fly, eller de kan ha roterende blader slik som helikoptre. Sistnevnte kategori inkluderer også såkalte multikopter som har to eller flere roterende blader. Droner kan utstyres med ulike sensorer som kan se og lytte, samt fange opp ulike flyktige molekylære bindinger som eksempelvis gass. Primærsensoren til en drone er en bildesensor i form av et høyoppløselig kamera som kan observere detaljer på lang avstand. I dag er det mulig å overføre høyoppløselige video i nær sanntid direkte fra dronen ved hjelp av datanettverk og satellitter. Noen droner har sensorer for å se i det infrarøde spektrum eller termiske signaturer, noe som gjør dem godt egnet til bruk på natten. Rekkevidden forbedres stadig,

---

og noen luftbårne droner kan være så små, eller fly så høyt, at de er vanskelige å oppdage for folk på bakken. Droner kan utstyres med ulike våpensystemer og dermed også fungere som en offensiv kampplattform.

Når denne studien omtaler *droner* på generell basis, så refererer den til luftbårne droner innenfor NATO klasse 1(a-c)<sup>1</sup> (UK Ministry of Defence, 2017, s. 18). Dette er små droner med en maksvekt (MTOW<sup>2</sup>) opp til 20kg som benyttes av mindre taktiske enheter som lag, tropp eller kompani. Oppgaven avgrenser seg til disse dronene fordi de har et bruks- og anvendelsesområde tilsvarende tjenestehunden. Studien vil tidvis omtale andre type droner, men når dette gjøres vil klassifiseringen av dronen spesifiseres. Når droner omtales som sensorplattform refereres det til selve dronen med tilhørende sensorer, hvorav bildesensoren er den primære. Drone som sensorsystem (UAS/RPAS) refererer til både dronen, operatøren, kontrollsystemet og eventuell infrastruktur. Droner i klasse 1(a-c) har som regel ikke egen infrastruktur. Det er som regel forbeholdt de aller største droneklassene.

## Kunstig intelligens i droner

KI omtales som en banebrytende teknologi som kan få stor innvirkning på fremtidens droner. Selv om det allerede i dag er en begrenset grad av KI i droner, så indikerer forskning at det vil øke betydelig. En beskrivelse av KI som enkelt oppsummerer begrepet er «[...] å få maskiner til å utvise det som vanligvis blir ansett som intelligent oppførsel» (Waage, 2022). Hensikten med KI i droner er å gjøre dronen mer autonom. Med autonom menes ikke her å gjøre den helt fri fra menneskelig interaksjon, selv om det i teorien også er mulig. Det handler i hovedsak om å kunne frigjøre kapasitet hos operatøren ved å la KI for eksempel planlegge flyruten til dronen, eller ta seg av mesteparten av bildeprosesseringen.

En av revolusjonene innen KI er *maskinlæring*. Dette begrepet omhandler maskiners evne til å løse oppgaver gjennom prøving og feiling, og forutsetningene for å lykkes med dette er at maskinen må ha en oppgave å løse, et datagrunnlag å trene på, samt evnen til å lære (Strümke, 2023, s. 58). Et slikt dataprogram kalles gjerne en maskinlæringsalgoritme. Ved å trene maskinlæringsalgoritmene på de riktige datasettene, vil man eksempelvis kunne utnytte dronens sensorer langt mer effektivt for å oppdage det vi ønsker at den skal oppdage.

---

<sup>1</sup> NATO klasse 1 strekker seg opp til en vektklasse på 150kg. Klasse 1 er delt inn i: a (nano), b (micro <2kg), c (mini 2-20kg) og d (small >20kg) (UK Ministry of Defence, 2017, s. 18).

<sup>2</sup> MTOW: Maximum takeoff weight

---

## Autonomi i droner

Autonomi i maskiner skiller seg fra autonomi i mennesker. Der hvor menneskelig autonomi handler om evnen til å ta egne valg og styre ens eget liv uten ytre påvirkning, handler autonomi i maskiner om evnen til å vurdere, opptre og beslutte uten direkte menneskelig kontroll og oversikt (Strümke, 2023, s. 250–255). Utviklingen av autonomi i droner henger sammen med utvikling av KI og maskinlæring. Droner blir mer autonome etter hvert som utviklingen av KI går fremover. I dag har droner blitt så «smarte» at de nesten kan fly seg selv. Det krever mindre av den som flyr dronen. Uten å gå for langt inn på de tekniske forskjellene, kan dronenes selvstendighet deles i tre kategorier – automatikk, delvis autonomi og full autonomi (Dyndal & Birkeland, 2016, s. 48–51). NATO mener at skillet mellom automatikk og autonomi går på hvorvidt utførelsen av en predefinert handling gjøres med eller uten initiering fra operatøren (Joint Air Power Competence Centre, 2010, s. 21). Definisjonen fremstår noe forenklet. I så fall kan alle de automatiserte prosessene som finner sted i dronen, som stabilitetskontroll, betegnes som autonome fordi operatøren verken styrer eller setter i gang disse prosessene.

Ulike grader av autonomi kan ses på som en skala som starter der hele prosessen er underlagt menneskelig kontroll og som slutter der mennesket slett ikke er involvert i prosessen. Skalaen deles gjerne inn i kategoriene human-in-the-loop (HITL), human-on-the-loop (HOTL), og human-out-of-the-loop (HOOTL). I korte trekk, HITL innebærer direkte menneskelig kontroll, gjerne i sanntid, HOTL innebærer overvåking og indirekte styring, og HOOTL innebærer helt autonom drift uten menneskelig inngrep (Benjamins, 2021, s. 50). Full autonomi tilsier altså at systemet er selvstyrt. Noen vil hevde at fullt autonome droner innebærer at systemet fatter beslutninger på egenhånd, men basert på en forhåndsprogrammert intensjon og overordnet målsetning for oppdraget (Dyndal & Birkeland, 2016, s. 50). Dette kan være alt fra at dronen bestemmer hvor den skal fly, hva som skal rapporteres og i ytterste konsekvens hvilke mål som skal engasjeres. Når man i dag snakker om fullt autonome maskiner og systemer er det mange som kan få bilder i hodet av Skynet og drapsrobotene fra Terminator-filmene. Selv om det helt klart er en teoretisk mulighet for at teknologien en dag kan havne der, så er dette fortsatt «[...] milevis unna det vi er i ferd med å utvikle i dag» (Strümke, 2023, s. 280).

Dronene som omtales i denne studien kan sies å ligge et sted mellom «direktestyrte» og «operatørassisterte», men på vei mot «operatørdelegerte» (Dyndal & Birkeland, 2016, s. 49). De fleste små droner får konkrete føringer fra operatøren, men noen typer innehar samtidig en viss evne til å utføre selvstendige handlinger ved hjelp av automatiserte prosesser og forhåndsprogrammert



---

informasjon. Eksempler på dette kan være stabiliseringssystemer, autopilot og deteksjonsalgoritmer. Store og komplekse milliardklasse-droner som eksempelvis RQ-4A Global Hawk kan omtales som delvis autonome da de kan gjøre det meste på egenhånd og trenger kun «operatørtilsyn» under oppdragsløsningen (Dyndal & Birkeland, 2016, s. 50).

## 2.3 Militær innovasjon

Innovasjon i sin enkleste form er «[...] det å skape eller innføre noe nytt som endrer en etablert metode eller oppfatning» («Innovasjon», u.å.), eller rett og slett at noe er «nytt, nyttig og nyttiggjort» (Tangen, 2023). Når begrepet derimot tillegges en militær kontekst, blir det straks mer komplisert. Begrepet har vært gjenstand for omfattende diskusjon. En forklaring er at forskere legger ulike faktorer til grunn avhengig av om de klassifiserer militær innovasjon som en prosess; et resultat; et initiativ fra toppen eller fra bunnen av organisasjonen; etter grad av suksess eller oppnådd endring; eller som ulike kombinasjoner av dette (Horowitz & Pindyck, 2023).

Adam Grissom, som har en doktorgrad i krigsstudier, har også bemerket fraværet av en felles definisjon. Han hevder på sin side at det må foreligge tre faktorer for at noe skal kunne kalles militær innovasjon. «First, an innovation changes the manner in which military formations function in the field. [...] Second, an innovation is significant in scope and impact. [...] Third, innovation is tacitly equated with greater military effectiveness» (Grissom, 2006, s. 907). Basert på disse kriteriene, mener Grissom at for noe skal kunne omtales som en militær innovasjon, må det være av så stor betydning at det resulterer i en vesentlig endring i overordnet praksis eller krigføringspraksis som igjen fører til en signifikant økning i militær effektivitet, altså økt kampkraft eller forsvarsevne. Hva som fører til at militære organisasjoner omfavner endring har også vært gjenstand for diskusjon. Tradisjonelt har det vært to måter å se på militære organisasjoners endringsevne. På den ene siden betraktes vanligvis militære organisasjoner som svært tradisjonelle og motvillige til store endringer, men på den andre siden kan de likevel være i stand til å gjøre betydelige endringer med hensyn til hvordan de forbereder seg til kamp basert på hvem de skal kjempe mot (Farrell & Terriff, 2002, s. 4). Den første betraktningen er basert på ideen om at militære foretrekker å holde fast ved velprøvde strategier og strukturer, i stedet for å omfavne nyvinninger. Hvordan skjer da innovasjon i militære organisasjoner?

Statsviteren Stephen Peter Rosen har forsket på hvordan innovasjoner i det tjuende århundre har endret hvordan kriger blir utkjempet. I Rosens bok *Winning the Next War: Innovation and the Modern Military* undersøker han under hvilke omstendigheter militær innovasjon finner sted:

---

fredstids, krigstids og teknologisk innovasjon (Rosen, 1994, s. 7). Betydelige innovasjoner innenfor de to første kategoriene kan oppsummeres som «[...] major changes in the behavior of military organizations, changes in how they fight or organize for war» (Rosen, 1994, s. 185). Definisjonen forutsetter at militær innovasjon har ført til endring av den militære organisasjonen. Rosen har bevisst utelukket teknologi fra de to første kategoriene, med mindre den nye teknologien kunne påvises å være årsaken til den organisatoriske endringen. Der Rosen kategoriserer freds- og krigstidsinnovasjon som innovasjon i organisasjonen, mener han at teknologisk innovasjon er noe annet. Teknologisk innovasjon handler om å bygge maskiner, og maskiner kan åpne en ny kvalitativ dimensjon, mellom egne og motstanderens styrker (Rosen, 1994, s. 40).

Statsviterne Michael C. Horowitz og Shira Pindyck forsøkte å utarbeide en felles definisjon av *militær innovasjon* ved å undersøke og sammenligne et hundretalls ulike tekster om temaet. De endte med å definere militær innovasjon som «changes in the conduct of warfare designed to increase the ability of a military community to generate power» (Horowitz & Pindyck, 2023, s. 99). I denne definisjonen kan vi trekke paralleller til Grissoms (2006, s.907) tre kriterier. Begge legger til grunn at noe endres i måten å føre krig på, og begge legger til grunn at resultatet må bidra til økt operativ evne. Der de divergerer, er at Grissoms forutsetning om at noe må være betydningsfullt eller ha stor innvirkning. Det kan dog argumenteres for at dersom det innføres noe nytt som endrer måten krigen utkjempes på, så har det implisitt også hatt stor innvirkning.

Som Horowitz og Pindyck (2023) poengterer, så er det liten konsensus om definisjonen av militær innovasjon. Basert på teorien synes de to største forskjellene å være om innovasjon regnes som selve prosessen eller som resultatet av prosessen. Statsviterne Theo Farrell og Terry Terriff skiller på hva noe skal kalles ut ifra graden av endring eller mengden forstyrrelser den påfører organisasjonen (organizational disruption) (Horowitz & Pindyck, 2023, s. 95). Videre mener de det er *utfallet* som bestemmer hvorvidt den militære endringen er stor eller liten av karakter. Ifølge Farrell og Terriff (2002) er innovasjon bare én av tre ulike måter militær endring forekommer, og de to andre er tilpasning (adaptation) og etterlikning (emulation). Innovasjon utvikler nye militære teknologier, taktikker, strategier og strukturer; tilpasning justerer eksisterende militære midler og metoder, og kan føre til innovasjon over tid; og etterlikning importerer nye verktøy og krigsmetoder gjennom imitasjon av andre militære organisasjoner (Farrell & Terriff, 2002, s. 6).

Selv om militær tilpasning også kan medføre store endringer i organisasjonen på flere nivåer, resulterer gjerne militær innovasjon i en doktrinell endring, etablering av nye avdelinger eller implementering av nye kapabiliteter. Farrell påpeker for øvrig at det ikke vil være fordelaktig å sette

---

alt for tydelige skiller mellom innovasjon og tilpasning, og at man heller bør anse dem som to punkter på en glidende skala (Farrell, 2013, s. 7).

Innovative teknologier blir forbundet med betydelig forbedring eller fremskritt i forhold til det som allerede eksisterer. Som et resultat skapes forventninger om at den nye teknologien vil kunne løse ett eller flere problemer mer effektivt, pålitelig eller bedre enn eksisterende løsninger. På en annen side kan for mye «hype» føre til urealistisk høye forventninger (M. Jacobsen, 2016, s. 31). Dette kan medføre skuffelse eller mistillit til teknologien på lang sikt. Selv om våre forventninger til teknologien kan øke dersom den er innovativ, er det viktig å være realistisk og kritisk i vurderingen av faktiske ytelse og nytteverdi.

Seniorforsker ved FFI, Michael Mayer, poengterer at det kan være mer verdifullt å identifisere og forstå hvordan en teknologi kan påvirke, fremfor å håndfast klassifisere den som «disruptiv» eller «revolusjonerende» (Mayer, 2023, s. 14). Å fokusere på å forstå den reelle og spesifikke bruken av teknologien kan gi et mer nyansert og nøyaktig bilde av rollen som teknologien kan få i militære sammenhenger. I denne studien forstås militær innovasjon som *innføringen av noe nytt som fører til betydelige endringer i atferden, organiseringen eller taktikken til militære styrker, rettet mot å forbedre forsvarsevne og oppnå større effektivitet i krigføring*. Noe nytt kan i denne sammenhengen både være noe fysisk, som våpen og materiell, eller noe abstrakt, som konsepter og metoder.

## 2.4 Integrasjon av teknologier

Når man snakker om integrasjon av ulike teknologier benyttes ofte begrepet *teknologikonvergens*. Å konvergere betyr «å nærme seg», eller at noe «nærme[r] seg en bestemt og endelig grense» («Konvergere», u.å.). Selv om vi finner ulike former for konvergens innenfor biologi, matematikk, økonomi, kultur og teknologi, er begrepets fellesnevner at ulike elementer integreres og danner en ny helhet.

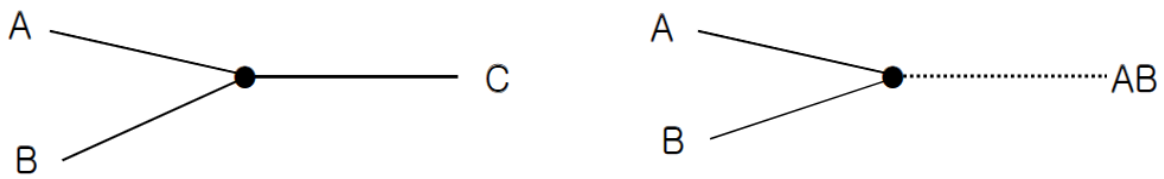
Første gangen teknologikonvergens ble brukt i en vitenskapelig artikkel var av den amerikanske økonomen Nathan Rosenberg i 1963 (Rosenberg, 1963). I artikkelen *Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840-1910*, ser han på hvordan ulike produsenter løste beslektede problemer knyttet til teknologi ved å dele løsningene imellom seg. Selv om produsentene lagde ulike produkter, kunne problemene knyttet til prosess og produksjon likevel være av samme karakter (eksempelvis kraftoverføring, kontrollmekanismer, mateanordninger osv). Fordi problemene var de samme, kunne produkter som tilsynelatende fremstod som helt urelaterte, allikevel være like teknologisk. Dette

---

fenomenet, hvor ulike tekniske ferdigheter og metoder ble integrert kalte Rosenberg for «teknologisk konvergens» (Rosenberg, 1963, s. 423). Et eksempel på dette er droner. Forut for dagens droner, har flere typer teknologier fra ulike fagområder konvergert. Fagområder som aerodynamikk, fremdrift, miniatyrisering, batteri, posisjonering, kommunikasjon, sensor, programvare og dataprosessering, for å nevne noe. De første ubemannede flyene kan spores tilbake til tidlig 1900-tallet (Mayer, 2019, s. 18–19). Likevel har de ulike teknologiene måttet ha riktig modningsgrad før de kunne integreres med hverandre og dermed skape noe kvalitativt nytt.

Et annet uttrykk som ligner på teknologikonvergens, er teknologifusjon. Professor ved universitetet i Tokyo, Fumio Kodama (1986), tok i artikkelen *Japanese innovation in mechatronics technology* for seg hvordan innovasjon skjer gjennom teknologifusjon. Kodama hevder at det finnes to grunnleggende former for innovasjon – den ene er det teknologiske gjennombruddet og den andre er teknologisk fusjon (Kodama, 1986, s. 45). Gjennombruddsinnovasjon, er ifølge Kodama, assosiert med sterkt lederskap i en spesifikk industri, mens fusjonsinnovasjon muliggjøres ved en samlet innsats fra flere ulike bransjer. Videre ser Kodama på teknologiske trender på 70- og 80-tallet, og bruker strukturell analyse for å avdekke når og hvordan fusjon av ulike teknologier inntraff. Han konkluderer med at nesten all utvikling innenfor *high technology*, altså den høyeste formen for teknologi som er tilgjengelig, skjedde ved hjelp av teknologifusjon. På bakgrunn av dette konkluderer han med at teknologifusjon vil bli en standard måte å innovere på innenfor høyteknologi i fremtiden (Kodama, 1986).

Den sør-koreanske teknologiprofessoren, Kong-rae Lee, går et skritt videre i å forsøke å forklare begrepet teknologifusjon. Han legger til grunn Kodamas forståelse av *teknologifusjon* i utviklingen av sin definisjon og kommer fram til at teknologifusjon er «[...] en horisontal integrasjon av ulike teknologier», hvor horisontal integrasjon er en form for absorbering av ulike teknologifelt med et formål om å skape nye funksjoner og produkter (Lee, 2007, s. 48). Etter å ha presentert denne definisjonen sammenligner Lee særtrekkene til *teknologifusjon* med et annet begrep, *teknologikombinasjon*, for å synliggjøre begrepsforskjellene. Ett av funnene er at teknologifusjon gjerne medfører en betydelig endring i det endelige produktet eller at fusjoneringen av to teknologier ender opp med å skape noe helt nytt. Teknologikombinasjon på sin side medfører som regel kun forbedringer eller oppgraderinger, og at teknologien beholder sine opprinnelige egenskaper (Lee, 2007). Dette visualiserer han ved hjelp av en figur:



Figur 1: Illustrasjon som viser forskjellene på teknologifusjon (venstre) og teknologikombinasjon (høyre) (Lee, 2007, s. 49)

Ved å se på disse to ulike fremstillingene av teknologi som integreres, kan det argumenteres for at konvergens og fusjon av teknologi ligner på hverandre. I denne studien forstås teknologikonvergens som prosessen som forener teknologi som tidligere fremstod som adskilt eller urelatert, gjerne inn i én og samme enhet. Teknologiene som konvergerer er i tillegg forventet å skape «nye og bedre muligheter» etter at de integreres med hverandre (Rjaanes et al., 2020, s. 18). Inntrykket er at konvergens av teknologi vil kreve mer omfattende forskning, utvikling og eksperimentering for å realisere potensialet av integrasjonen. Samtidig kan påvirkningen fra konvergens få større innvirkning på måten vi sloss: «Technological convergence, in the synergy of micro-miniaturization, computing power, robotics, and sensors, is altering the methods of war» (Antal, 2023, s. x).

Teknologikombinasjon peker også på en form for integrasjon av ulike teknologier, men hvor hensikten primært er å forbedre eller oppgradere eksisterende systemer eller produkter. I denne prosessen beholder teknologien ofte sine opprinnelige egenskaper, men får tilført nye funksjoner eller forbedret ytelse gjennom kombinasjonen med andre teknologier. Oppfatningen er at teknologikombinasjon ikke nødvendigvis må innebære en teknisk integrasjon, men kan også oppnås gjennom endringer i organisasjonen eller praktisk bruk. Teknologikonvergens og teknologikombinasjon gir to ulike perspektiver på hvordan vi kan forstå integrasjon av teknologi.

## 2.5 Fremvoksende og disruptive teknologier

Konvergerende teknologier må ikke forveksles med begrepet fremvoksende og disruptive teknologier (EDT<sup>3</sup>), til tross for at det er en kobling imellom begrepene. Fremvoksende teknologier er en betegnelse som gjerne brukes på umoden teknologi, eller teknologi som er helt i startfasen og som derfor kan være lite anvendbar (Andås, 2020, s. 9). Disruptive teknologier, også kjent som banebrytende teknologier, er et begrep som først ble introdusert i 1995 om teknologi som har potensial til å utfordre og omforme tradisjonelle forretningsmodeller (Bower & Christensen, 1995).

<sup>3</sup> EDT: Emerging and Disruptive Technologies

---

I en artikkel 20 år senere presiserer Christensen at disruptiv innovasjon, i kommersiell sammenheng, skjer ut ifra etablering i to ulike segmenter – Lavprissegmentet (Low-end foothold) eller ny-markedssegmentet (new-market foothold) (Christensen et al., 2015). Begrepet disruptive teknologier i forsvars- og sikkerhetssammenheng benyttes om teknologi som drastisk kan endre måten vi utkjemper krigen på, og som ofte vil fremtvinge endringer i operasjonskonsepter og strategier (Rjaanes et al., 2020, s. 18). KI er et eksempel på en teknologi som omtales som disruptiv eller banebrytende (Andås, 2020, s. 32) .

Harald Andås (2020) bruker stridsvognen som eksempel på teknologi som var avhengig av konvergens for å nå sitt fulle potensial og bli banebrytende. Han poengterer at selv om stridsvognen som plattform fremstod som en svært lovende teknologi, så hadde den lite utvikling inntil motor-, girkasse-, belte- og pansringsteknologi konvergente under 1.verdenskrig (Andås, 2020, s. 9). Og selv om det også skjedde betydelige forbedringer på plattformen i mellomkrigstiden, så var det først da ytterligere teknologi konvergente under 2.verdenskrig at stridsvognen virkelig fikk vist den banebrytende effekten den hadde på mekanisert krigføring (Andås, 2020, s. 9). Droner i dag, på lik linje som stridsvognen i mellomkrigstiden, er en lovende teknologi. Stridsvognseksemplet kan være med på å underbygge argumentet om at det virkelige mulighetsrommet til droner fortsatt ikke er realisert. Ytterligere konvergens mellom KI og droneteknologi kan være katalysatoren som gjør at dronen får anledning til å vise frem sin banebrytende effekt på moderne krigføring.

## 3 Metode

I dette kapittelet redegjøres det for den metodiske tilnærmingen som benyttes for å besvare problemstillingen. Hensikten er å gi en forklaring og begrunnelse for valg av undersøkelsesdesign og kilder.

### 3.1 Undersøkelsesdesign

Et undersøkelsesdesign knytter dataene som skal samles inn (og konklusjonene som skal trekkes) med de opprinnelige spørsmålene i studien (Yin, 2018, s. 24). Undersøkelsesdesignet skal etablere en metodisk tilnærming som skal sikre at de innsamlede dataene adresserer og svarer på studiens problemstilling. Målsetningen med denne studien er å sammenligne droner og tjenestehunder som sensorplattform, og avdekke hvorvidt droner er i stand til å gjøre det samme som en tjenestehund. Det eksisterer lite forskningsdata som kan bistå med å finne svar på dette. Mangel på tallgrunnlag og

---

statistikk gjorde en kvantitativ metode lite hensiktsmessig. Dermed ble en kvalitativ tilnærming sett på som den mest velegnede metoden. For å oppnå målsetningen til studien vil jeg undersøke hvordan droner og tjenestehunder brukes, og hvorfor. Derfor har jeg valgt å gjennomføre en tilfellestudie. Tilfellestudier har som mål å analysere hendelser slik at årsakene trer tydeligere frem, og det er samspillet mellom kontekst og hendelse som står sentralt. Det betyr at overføringspotensialet av eventuelle funn, ikke tillegges særlig vekt. Dessuten anses enkelttilfellestudier for å være lite egnet til generalisering av funn ut over tilfellet som undersøkes (D. I. Jacobsen, 2022, s. 107). Det kan riktignok argumenteres for at en grad av generalisering er mulig dersom andre situasjoner eller omstendigheter er tilstrekkelig like de som har blitt studert (replication studies) (S. G. Walker & Carr, 2021). For å kunne gjøre dette må det være klare fellestrekk i miljømessige forhold. Det er grunn til å forvente at noen funn gjort i denne studien, til en viss grad, vil ha en overføringsverdi til andre lignende forhold.

Spørsmålet i problemstillingen fokuserer primært på å evaluere graden av en mulig erstatning av noe, og er derfor muligens mer et spørsmål om *omfang*. Robert K. Yin (2018, s. 10) sier at *i hvilken grad*-spørsmål i utgangspunktet er best egnet for spørreundersøkelser og analysestudier av arkivdata. Et *hvordan*-spørsmål ville derimot kunne fokusert mer direkte på mekanismene bak erstatningen. Yin påpeker at problemstillingen i en tilfellestudie bør starte med spørreordet *hvordan* eller *hvorfor*, da dette er den beste måten å spore en prosess over tid, fremfor å kun se på frekvens (Yin, 2018, s. 10). Derfor er forskningsspørsmålet som har fokus på å hente ut årsakssammenhengene fra tilfellestudien utledet til å være: *Hvordan kan droner og tjenestehunder anvendes som sensorplattformer, og hvordan kan deres styrker og svakheter påvirke anvendelsen?* På den måten berøres spørsmålet om hvordan droner kan erstatte tjenestehunder, ved å implisere en sammenligning av funksjonalitet og effektivitet basert på plattformenes kvaliteter.

## Valg av tilfelle

Som nevnt over skal problemstillingen i denne studien besvares ved hjelp av en tilfellestudie. Det er flere årsaker til at redningsaksjonen på Gjerdrum er valgt som tilfelle. Det avgjørende er at både droner og tjenestehunder ble benyttet under redningsaksjonen, og dermed passer tilfellet godt for å svare på problemstillingen. For det andre har Gjerdrum skjedd i nyere tid. At det har skjedd i nyere tid har gjort det mulig å oppdrive primærkilder for å supplere med informasjon der den skriftlige dokumentasjonen har vært mangelfull. For det tredje er dette en kjent hendelse som hadde bred mediedekning, noe som gjør det enklere å finne sekundærkilder i form av nyhetsartikler, dokumenter og andre studier. På grunn av hendelsens omfang har Hovedredningssentralen (HRS) utarbeidet en

---

omfattende evaluering om håndtering av hendelsen (Hovedredningsentralen, 2021). Dette tilfellet gir meg anledning til å gå dypt inn i hendelsen for å forsøke å få fram en så «virkelighetsnær» beskrivelse som mulig (D. I. Jacobsen, 2022, s. 106).

## 3.2 Egne bias

Det å studere egen organisasjon har både positive og negative sider. Som regel vil man ha kjennskap til språk og kultur, og som «innsider» vil man lettere få tak i informasjon (D. I. Jacobsen, 2022, s. 59). Ulempen er forutinntatthet, fordi dette er «noe man tross alt kan». Et slikt bias kan føre til at man overser, bevisst unngår eller ubevisst glemmer å undersøke deler av tematikken (D. I. Jacobsen, 2022, s. 59). Jeg har bakgrunn som hundefører i Forsvaret, og har derfor førstehåndserfaring i bruksområdene til en militær tjenestehund. Jeg har sett hvordan den jobber, og jeg har god kjennskap til hva den er i stand til. Allerede i starten av forskningsprosjektet ble det tydelig at jeg var forutinntatt. For eksempel viste det seg at formuleringen på noen av de første forskningsspørsmålene fremhevet hundens egenskaper overfor dronens. Bevissthet rundt dette har stått sentralt under hele forskningsprosjektet. I sum vil jeg likevel hevde at kompetansen min innenfor det hundefaglige har gjort meg ydmyk med tanke på fagfeltets kompleksitet, spesielt i møte med de som har jobbet profesjonelt med tjenestehunder i flere tiår.

Som nevnt i forordet fikk jeg underveis i forskningsprosjektet ny stilling som sjef Forsvarets hundeskole. Dette kompliserte prosessen ytterligere. Ikke nok med at jeg skulle starte å jobbe i et av fagmiljøene jeg forsket på, jeg skulle i tillegg bli leder for det. Dette har testet egen integritet, og evnen til å holde et kritisk blikk under datainnsamlingen og underveis i analysen av materialet. Jeg har også måttet være bevisst at det kunne bli en faktor som påvirket svarene i noen av intervjuene. Å ha sparringspartnere uten kjennskap til oppgavens tema og fagområde har derfor vært et viktig bidrag under forskningsprosessen. En utelukkende positiv konsekvens av dette arbeidet har vært at jeg har fått inngående kjennskap til avdelingen, menneskene og dyrene som jeg skal jobbe med fra høsten av. Videre har jeg fått økt forståelse for potensialet som finnes ved å kombinere ny teknologi med allerede etablerte metoder innen hundefaget.

## 3.3 Kilder

I dette forskningsprosjektet har det blitt benyttet flere ulike kilder. Offentlige dokumenter, hovedsakelig fra HRS og FFI, har vært mine primærkilder. Det har også vært gjennomført ett intervju med en førstehåndskilde. Sekundærkilder som har vært benyttet, er lærebøker, forskningsartikler og



---

nyhetsartikler. I tillegg er det gjennomført kvalitative intervju av fagpersoner tilknyttet både hundemiljøet, dronemiljøet og forskningsmiljøet i Forvaret.

## Dokumentstudier

Det finnes en del forskning om bruken av både hunder og droner i militær kontekst. Forskning relatert til militære tjenestehunder handler stort sett om hundens luktesans, reliabiliteten til hunden og hvordan hundens psykiske tilstand kan påvirkes i ulike situasjoner og miljø (Kokocińska-Kusiak et al., 2021; Drake, 2020; Lagutchik et al., 2018). Forskning relatert til droner, droneteknologi og bruken av droner er nesten overveldende. Det er utgitt et stort antall vitenskapelige artikler om påvirkningen droner har hatt på moderne krigføring. Det er derimot ikke funnet noen vitenskapelige studier som sammenligner bruken av droner og tjenestehunder.

## Intervju

Fordi det finnes lite litteratur på dette området har intervjuer vært avgjørende. Intervjuer er en god måte å innhente både fakta og personlige betraktninger. Da dette er en oppgave som i hovedsak involverer to forskjellige fagfelt har det vært viktig å ta i personell fra begge fagmiljøene. Førstehåndskilden fra Gjerdrum har i tillegg tegnet et nyansert bilde av hendelsesforløpet på Gjerdrum, i tillegg til å bidra med egen fagkompetanse.

Innledningsvis ble respondentene valgt ut målrettet på bakgrunn av min personlige kjennskap til deres kompetanse innenfor de relevante fagmiljøene. Jeg har også brukt snøballmetoden (D. I. Jacobsen, 2022, s. 197), altså at jeg har blitt anbefalt potensielle respondenter av dem jeg intervjuet. Et avgjørende kriterium for valg av respondenter, var først og fremst deres praktiske erfaring med bruken av hund eller droner. Å finne respondenter med kompetanse innen kunstig intelligens og autonomi har også vært viktig. Datainnsamlingen foregikk i perioden februar-mai 2024. Alle intervjuene ble gjennomført som semistrukturerte intervju med en intervjuguide. En av respondentene har som nevnt førstehånderfaring som hundefører fra kvikkleirskredet på Gjerdrum. Det har vært utfordrende å finne respondenter med tilsvarende kjennskap til hvordan droner ble brukt på Gjerdrum, noe som har resultert i at mye av empirien om dette er hentet fra skriftlige kilder. På en annen side er bruken av drone skriftlig dokumentert på en bedre måte enn bruken av hund.

## Oversikt over respondenter

Respondent	Grad/Navn	Stilling/funksjon	Intervjudato	Sted
CB	Kommandérsersjant Carsten Bækken	Sjef Våpenseksjonen ved FHSK	26.mars 2024	Teams
CH	Politioverbetjent Christian Høie (siv)	Instruktør og hundefører i Oslo politidistrikt	18.mars 2024	Teams
HJN	Oberstløytnant Hans Jørgen Nordskog	Stabsoffiser RPAS i UAS-seksjonen ved Luftforsvarets våpenskole.	11.mars 2024	Fysisk i Bodø
ORN	Olav Rune Nummedal (siv)	Forsker ved FFI	4.april 2024	Teams
SD	Oversersjant Stian Driveklepp	Troppersjant i hundetroppen på 132 luftving Ørland	22.mars 2024	Teams
SH	Sjur Haugen (siv)	Utviklingskoordinator ved FHSK	19.mars 2024	Teams
TRF	Tomas Roll Frømyr (siv)	Seniorforsker ved FFI	18.mars 2024	Teams

## Innsamling, koding og behandling av data

Innledningsvis i forskningsprosjektet satt jeg med en oppfatning av at jeg kom til å mangle data. Årsaken var at jeg jeg klarte ikke finne noe tidligere forskning på dette området. Av den grunn gjorde jeg en feil mange før meg har gjort, nemlig å lage for mange forskningsspørsmål. Jeg trodde mange spisse og konkrete forskningsspørsmål ville gi meg breddeforståelsen jeg trengte for å kunne besvare alle aspektene av det jeg mente var min «snevre» problemstilling. Omfanget av antall forskningsspørsmål reflekteres til dels i intervjuguiden. Etter at intervjuene ble gjennomført gikk det opp for meg at jeg satt på store mengder data. Det som også ble tydelig etter intervjuene var at sakens natur var langt mer kompleks enn jeg opprinnelig trodde. I tillegg intervjuet jeg tre ulike personellkategorier – fagpersoner i hundemiljøet, fagpersoner i dronemiljøet og personer fra forskningsmiljøet – noe som fordret ulike spørsmål. Dette gjorde kodingen av svarene utfordrende.

---

Styrken med intervju som datainnsamlingsmetode er innhenting av personlige betraktninger. Dette kan også være en svakhet. Svarene kan være preget av bias, dårlig husk eller uklart språk (Yin, 2018, s. 121). Siden svarene er respondentenes subjektive meninger, må svarene tolkes. Det er viktig å forstå hva respondentene *mener*. Tolkning, koding og kategorisering av respondentenes svar har vært en omfattende og tidkrevende prosess. Bruk av båndopptaket under intervjuene sikret at jeg kunne ettergå respondentenes svar. Samtlige intervju ble transkribert. Å formidle korrekt informasjon er viktig i enhver studie. For å styrke påliteligheten i svarene har alle respondentene fått tilsendt sitatsjekk og kontekst hvor jeg har benyttet meg av informasjon gitt i intervjuene. Dette har vært viktig for å kvalitetssjekke at det de *mente* var riktig tolket av meg.

## 3.4 Forskningskvalitet

### Undersøkelseeffekt

Undersøkelseeffekten i intervjuer dreier seg om hvordan intervjueren kan påvirke respondentene gjennom innholdet i spørsmålene og hvordan samtalen utfolder seg. Faktorer som intervjuerens posisjon, kroppsspråk, holdninger og formulering kan påvirke respondentenes svar. Respondentenes fagkompetanse og erfaring er med på å styrke studiens pålitelighet. I tillegg ble intervjuguide med spørsmål sendt ut på forhånd slik at respondentene i større grad kunne forberede seg. Hensikten med intervjuene var ikke å teste forkunnskaper, men å avdekke fakta. Derfor har det også vært tilrettelagt for at respondentene kunne uttrykke seg fritt om emnet. Alle intervjuene med unntak av ett ble gjennomført via videosamtale. Ingen av respondentene opplevde problemer med dette, og derfor antas det ikke å ha påvirket svarene deres.

Flere av respondentene har kjennskap til meg fra før. Noen av de som ble intervjuet vil også få meg som sin fremtidige sjef. Da verken tematikken eller spørsmålene som er stilt, er kontroversielle, er det liten grunn til å tro at svarene er formet av deres tilknytning til meg eller min fremtidige posisjon. Alle respondenter i oppgaven har valgt å stå frem med sitt fulle navn. Respondentene har i tillegg fått tilsendt sitater som er benyttet, og har fått anledning til å kommentere og komme med presiseringer dersom utsagnet har vært feil eller misvisende. Dette er faktorer som anses som styrkende for påliteligheten til intervjuene, noe som også styrker oppgavens reliabilitet.

---

## 4 Analyse og drøfting

I dette kapittelet vil det innsamlede materialet bli gjennomgått og presentert i lys av forskningsspørsmålene. Innledningsvis, i kapittel 4.1, diskuteres det kort hvorvidt droner kan regnes som en innovasjon. I kapittel 4.2 presenteres studiens tilfelle og analyse. Videre i kapittel 4.3 vil de viktigste slutningene fra tilfellestudien analyseres og drøftes ytterligere. Avslutningsvis, i kapittel 4.4, vil det redegjøres kort for mulighetene som finnes gjennom integrasjon av sensorplattformene.

### 4.1 Droneinnovasjonen

#### Innovativ bruk av drone

Selv om bruk av droner verken er nytt i historisk perspektiv eller i internasjonal sammenheng, så har ikke Norge implementert plattformen i utstrakt grad. Dette på tross av at Forsvaret har brukt måldroner siden 1973, og små taktiske droner siden 2010 (Røkke, 2016, s. 9–10). Som småstat er Norge avhengig av et moderne forsvar med innovative løsninger som kan kompensere for en befolkning av beskjeden størrelse. Det norske forsvaret er ikke stort nok til å anskaffe for mange ulike plattformer. Samtidig vet vi at det innebærer økt risiko å satse alt på en ting.

Som nevnt i innledningen er ubemannede plattformer blant teknologiene som beskrives som mulig banebrytende teknologier (Østevold et al., 2023, s. 26). Det er vel og merke store forskjeller på dronesystemer. Øverst på skalaen finner vi store komplekse RPAS som RQ-4 Global Hawk. Disse dronesystemene krever mye personell, egen infrastruktur, et utdannings- og sertifiseringssystem, samt omfattende vedlikehold og ettersyn. På den nedre delen av skalaen finner vi små kommersielle droner. Slik forbrukermarkedet har utviklet seg har droner blitt både billige og tilgjengelige. Enhver privatperson i Norge kan få tak i alt fra enkle hobbydroner til 5-6000 kroner til store profesjonelle droner til over 300.000 kroner (Frantzen, 2020).

Historisk sett har bruken av droner vært forbeholdt militære organisasjoner, og utviklingen har vært drevet av militære interesser. Når det gjelder de aller største dronene stemmer nok dette fortsatt. Forsker ved FFI, Olav Rune Nummedal, sier at det hovedsakelig er det kommersielle markedet som nå driver den teknologiske utviklingen av små og billige droner, og militære organisasjoner har blitt forbigått i utviklingen (ORN). Kommersielle droner har vesentlig forandret måten å jobbe på innen en rekke områder i sivilsamfunnet, blant annet innen nyhetsdekning, film og tv, inspeksjon og

---

vedlikehold av infrastruktur, samt redningsoperasjoner. Av den grunn kan det hevdes at droner er en banebrytende innovasjon (Gynnild, 2022).

Droner har på ett tiår gått fra å være forbeholdt militær anvendelse, til å bli en lett tilgjengelig og nærmest allemannseid luftfarkost, som kan opereres av enhver person med en smarttelefon. Mellom 2015 og 2022 økte antall registrerte dronepiloter i Norge fra rundt 200 til nesten 18 000 (Sørenes et al., 2022). Kommersielle droneprodusenter har med andre ord klart å skape et helt nytt marked der det tidligere ikke var et marked i det hele tatt, noe som i seg selv kan hevdes å være disruptivt. I alle fall om vi skal tro Christensen sin forståelse av disruptiv innovasjon gjennom ny-markedssegmentet: «In the case of new-market footholds, disrupters create a market where none existed. Put simply, they find a way to turn nonconsumers into consumers» (Christensen et al., 2015).

Spørsmålet er hva denne banebrytende innovasjonen innebærer for militære organisasjoner? Som nevnt i innledningen fremstår det at Forsvaret sliter med implementering av ny teknologi. Bruk av kommersiell teknologi kan være en bidragsyter til hurtigere teknologiutnyttelse for Forsvaret. Ulike fagmiljøer kan ta i bruk billige kommersielle droner til bruk under trening og øving, samt til konseptutvikling. Dette vil også gjøre det enklere å identifisere nye muligheter og fylle eksisterende kapabilitetsgap. På denne måten kan militære enheter gjøre seg erfaringer med hvordan droner kan brukes før en eventuell implementering i senere tid. Eventuelt om den ikke kan brukes. En hemsko for dette er at ingen kvadrokopter-droner foreløpig er godkjent av Forsvarsmateriell (FMA) for anskaffelse og bruk for avdelinger i Forsvaret (HJN). Foreløpig er det kun fastvingedroner, samt én liten nanodrone<sup>4</sup> som er godkjent for anskaffelse og bruk.

## **Droner som styrkemultiplikator**

Militære innovasjoner skal øke forsvarsevnen. En måte det norske forsvaret kan gjøre dette på er å få mer ut av den enkelte ansatte i forsvarsektoren. Siden det å utvide menneskets kognitive kapasitet i utgangspunktet er vanskelig, må teknologiske løsninger tas i bruk på en slik måte at personellet benyttes mer effektivt. Et alternativ vil være å kun bruke mennesker der du må og så la fjernstyrte plattformer «[...] løse de oppgaver som er spesielt utfordrende eller risikofylte for mennesker» (Østevold et al., 2023, s. 16–17). Dersom fjernstyrte eller autonome droner kan føre til at land som Norge, med liten befolkning, kan øke egen kampkraft og forsvarsevne, vil det kunne argumenteres for at droner nettopp er en form for militær innovasjon.

---

<sup>4</sup> Den godkjente nanodronen heter Black Hornet og er en liten helikopterdrone med to rotorere.

---

En av hovedegenskapene til en drone er at den er ubemannet. Dette er ikke nødvendigvis synonymt med at den krever færre folk, tvert imot. Slik de fleste små dronene opereres i dag krever de fleste systemene personell utover operatøren. Et MUAS<sup>5</sup>-lag i Hæren består av seks personer. Det trengs kun to for å fly selve dronen, men for å sikre kontinuerlig drift av systemet, og samtidig ivareta hvile, overlapp og generell rekondisjonering, kreves det tre ganger så mange (ORN). Det betyr at én drone med ett kamera binder opp seks personer for å sikre kontinuerlig drift. Selv om denne dronen i mange tilfeller vil være en uvurderlig kapabilitet, er det også begrenset hvor mange steder den kan se samtidig. På en annen side er den umiddelbare gevinsten ved bruk av droner at man reduserer risikoen for personellet (ORN). Selv om dronen blir tatt ut, kan operatøren overleve, noe som naturligvis er svært fordelaktig i krig. Til sammenligning med et bemannet fly hvor tapet av plattformen med større sannsynlighet kan innebære tap av piloten og eventuell besetning. Man slipper også å havne i en situasjon hvor piloter som har skutt seg ut må hentes hjem (HJN). Ved å bruke en ubemannet plattform kan beslutningstakere føle seg mer komfortable med å akseptere høyere risiko i militære operasjoner, siden menneskeliv ikke settes i fare (ORN).

Forsvarskommisjonen skriver at: «For små nasjoner kan ubemannede systemer være en styrkemultiplikator som muliggjør kapasitet man ellers ikke kunne oppnådd» (NOU 2023:14, 2023, s. 126). Godt integrerte systemer kan få større effekt samlet enn de ellers ville hatt som enkeltstående system hver for seg. Et eksempel på dette kan være hvordan synergien mellom sensor, beslutningstaker og effektor kan resultere i en mer virkningsfull enhet enn hva selve våpensystemet ville vært på egenhånd (Sjef Hæren, 2021, s. 14). Integrering av teknologi på riktig måte kan skape kampkraft. Det er med andre ord kanskje ikke så farlig at MUAS krever en del personell. En av de store gevinstene med droner er at de kan redusere risikoen for personellet ved å øke avstanden til fienden eller fjerne operatørene fra stridsfeltet fullstendig. Dronen vil ikke nødvendigvis øke forsvarsevnen, men man vil i det minste kunne beholde forsvarsevnen, på bakgrunn av at man mister mindre personell i krigen. Økt autonomisering av droner vil etter hvert kunne tilby en skaleringsmulighet som strekker seg ut over antall mennesker i organisasjonen, og resultatet vil være å kunne få til mer med mindre (ORN).

Droner ga stor nytteverdi første gang norske styrker tok dem i bruk i et krigsteater i 2010. Dronene gjorde små enheter i Afghanistan i stand til å få et oversiktsbilde over stridsfeltet på en måte de aldri hadde hatt før. Oppdraget til denne dronen, kjent som Raven, var å fungere som en «flyvende kikkert» som skulle gi norske styrker økt situasjonsforståelse, bedre egesikkerhet, samt øke

---

<sup>5</sup> Mini Unmanned Aerial System. I Norge benyttes klasse 1-dronen RQ-20 Puma.

---

treffsikkerheten under operasjoner (Røkke, 2016, s. 69). Systemet ble operert av to personer. Under øvelse Nordic Response 2024 (NR 24) ble det testet et FFI-utviklet dronesvermsystem, kalt *Valkyrie*. En av forskerne på prosjektet sier at systemet, slik det er i dag, kan fly 10-20 droner samtidig (Reppen-Gjelseth, 2024). I denne sammenhengen kan man virkelig begynne å diskutere droners evne til å fungere som styrkemultiplikatorer på stridsfeltet. En forutsetning for dette vil være å øke bildeprosesseringen og autonomien til dronene, og denne teknologien bygger i stor grad på KI (ORN). Utviklingen innen KI vil derfor være en premissgiver for å lykkes med anvendelsen av droner i sverm.

## Banebrytende droner

Droner kan være en styrkemultiplikator. Hvorvidt dronen er banebrytende, er derimot en annen sak. I militær kontekst skal banebrytende innovasjoner ofte resultere i endringer av operasjonskonsepter og strategier. Militær innovasjon, på sin side, medfører endringer i atferd, organisering eller taktikk. Forskjellen er subtil, men det kan forstås som at det handler om innvirkningen innovasjonen har på den militære organisasjonen. Det har de siste to årene blitt publisert flere videoer på internett og gjennom nyhetsmedier, spesielt fra Ukraina, som viser droner som slipper granater ned i tårnluker på stridsvogner (Hambling, 2024). Selv om dette kan anses som en innovativ bruk av droner, så kan det neppe hevdes å ha endret operasjonskonsept eller strategi. Under 2.verdenskrig trente eksempelvis Sovjetunionen opp «anti-stridsvognhunder» som de brukte aktivt under deler av krigen (Today I Found Out, 2015). Hensikten var å få hundene til å løpe under stridsvognen og detonere eksplosiver. Ikke nok med at hele ideen var svært inhuman, men det var heller ikke spesielt effektivt. Poenget som her ønskes belyst er at ideen om «fjernstyrte» eksplosiver for å ta ut fiendtlige styrker ikke er noe nytt. Droner har i dette tilfellet ikke vesentlig endret krigens karakter, operasjonskonsept eller strategi. Man benytter andre midler og metoder for å gjøre det samme, i dette tilfellet, ødelegge en stridsvogn.

Denne måten å anvende droner på har derimot ført til en endring i taktikk. Fra det perspektivet kan det argumenteres for at droner er en militær innovasjon. Med formål om å ta ut en stridsvogn, har Ukraina har oppnådd større effekt med bruk av droner, enn Sovjetunionen gjorde med bruk av hunder. Nye kombinasjoner og anvendelser av teknologi er også en form for innovasjon: «Drones, for instance, have not done away with the vital need for infantry, tanks, and artillery. [...] [N]ew technologies by themselves do not change warfare, but novel applications, concepts, and combinations of those technologies do» (Antal, 2023, s. 12). Å kalle droner for en banebrytende innovasjon synes derimot vanskeligere å argumentere for. Selv om droner har økt militære organisasjoners evne til overvåkning, rekognosering og målfatning, har de tilsynelatende ikke helt

---

endret det grunnleggende paradigmet for militær strategi som man har forbundet med tidligere banebrytende innovasjoner. Skal droner endre operasjonskonsept og strategier, så må de ha en helt annet effekt på stridsfeltet enn hva de har hatt hittil. Som tidligere forsvarssjef Sverre Diesen skriver:

Dersom en militært teknologisk nyvinning skal ha så store konsekvenser at det påvirker den objektive anvendeligheten av militærmakt og fører til andre valg av grunnleggende strategi, ligger det i sakens natur at det må dreie seg om epokegjørende teknologiske gjennombrudd (Diesen, 2022, s. 22).

## Oppsummering

Det er ikke innlysende hvorvidt droner kan karakteriseres som en banebrytende innovasjon. Om droner kan anses som en militær innovasjon er derimot en annen sak. Nytteverdien til droner på taktisk nivå kan være stor, men verdien vil også henge sammen med måten militære styrker velger å bruke teknologien. Småstaten Norge er avhengig av styrkemultiplisering gjennom teknologiske løsninger for å kunne stå imot en overlegen motstander. Droner åpner opp for nye metoder å effektivisere militære operasjoner. En innovativ anvendelse av droner vil kunne sørge for nettopp dette. En forutsetning for å lykkes med utnyttelsen av mulighetene teknologien gir, er at norske militære styrker begynner å gjøre seg erfaringer med hvordan droner kan brukes i ulike situasjoner.

Selv om droner kan betraktes som en militær innovasjon er vanskelig å fastslå om teknologien er tilstrekkelig innovativ til å erstatte tjenestehunder. Det er rimelig å anta at dagens bruk av droner er et mer effektivt våpen mot stridsvogner enn det hunden var under 2.verdenskrig. Dette kan vel og merke ikke brukes som sammenligningsgrunnlag for å hevde at droner vil være mer effektive som sensorplattform også. For å kunne si noe om dette må dronens egenskaper undersøkes nærmere, og måles opp imot tjenestehundens. Dette er formålet med kapittel 4.2.

## 4.2 Tilfellestudie: Gjerdrum

Forsvarets oppgaver er gitt i LTP. Av Forsvarets syv oppgaver er oppgaver 1-5 identifisert som dimensjonerende (Prop. 87 S (2023-2024), s. 49). Det betyr at de legger grunnlaget for hva Forsvaret skal være i stand til, inkludert innretning, størrelse, utstyr og treningsnivå. All den tid Norge ikke er i krig, er bistand til sivilsamfunnet noe av det Forsvaret gjør på nesten daglig basis. Ifølge oppgave 7 i LTP skal Forsvaret «[...] etter anmodning [bistå] sivile myndigheter, når det sivile samfunnet ikke har tilstrekkelige ressurser til å håndtere hendelser, anslag, ulykker og katastrofer» (Prop. 87 S (2023-



---

2024), s. 53). Selv om bistand ikke er en av de militære kjerneoppgavene, så har Forsvaret likevel kompetanse og ressurser som er godt egnet til redningsformål. Forsvaret, sammen med den sivile delen av totalforsvaret, skal verne om norske samfunnsverdier i fred, krise og krig. En undersøkelse av hvordan droner og hunder har vært brukt i redningsoperasjoner kan bidra til å forklare hvordan droner og militære tjenestehunder kan benyttes til å løse Forsvarets øvrige oppgaver.

I Norge har hunder vært benyttet i søk- og redningsaksjoner i over 70 år (NRH, u.å.). Bruk av droner i søk- og redningsoperasjoner er et nyere fenomen. Selv om noen politidistrikt startet med bruk av droner tilbake i 2012 (Marx, 2021, s. 9), var det ikke før i 2022 at alle politidistrikt ble operative med egen dronekapasitet (Justis- og beredskapsdepartementet, 2022). På grunn av økningen i antall droner under leteaksjoner og naturkatastrofer har HRS utgitt en interimveileder som regulerer krav og bruk av droner under redningsoperasjoner (Kjøllmoen, 2022). Hovedveilederen er fortsatt under utarbeidelse.

## Hendelsesforløpet

Klokken 03:56 natt til onsdag den 30. desember 2020 gikk strømmen i Gjerdrum, tre minutter senere kom første melding til 112 (Hovedredningssentralen, 2021, s. 33). Øst politidistrikt ringte kort tid etter til HRS på Sola, og det første som ble nedskrevet i loggen til HRS om hendelsen var: «Melder om stort jord/leireskred på Gjerdrum. Flere hus er tatt og står «på kanten». Behov for ressurser til stedet. Svært uavklart situasjon» (Solheim & Thommessen, 2021). På tross av den uavklarte situasjonen ble katastrofealarmen utløst kl.04:19, kun 20 minutter etter første varsling til 112. En time senere hadde redningshelikopteret fra Rygge startet søket nede i skredgropa, og innen klokken var 06:20 var alle de 15 synlige skredtatte reddet opp fra skredgropa med livet i behold (Hovedredningssentralen, 2021, s. 33). Samme kveld bekreftet politiet at ti personer fortsatt var savnet (Røed-Johansen et al., 2020). På grunn av farlige og ustabile forhold ble søket innledningsvis begrenset til bruk av helikopter med termisk kamera, og ble etter hvert utvidet til bruk av droner. Det var først utpå dagen første nyttårsdag, mer enn 48 timer etter skredet, at det ble ansett som trygt nok til å iverksette søk nede i skredgropa med bakkemannskaper (Hovedredningssentralen, 2021, s. 66). Her deltok bakkemannskaper fra *urban søk og redning* (USAR<sup>6</sup>) og hundeevipasjer fra politiet. I løpet av de neste dagene ble syv av de ti savnede funnet omkommet. Dette ble gjort både

---

<sup>6</sup> USAR: Urban Search and Rescue. USAR er en spesialtrent gruppe innenfor brann- og redningstjenesten som driver med lokalisering og livredning i helt eller delvis kollapsede strukturer, ras eller andre urbane og industrielle konstruksjoner (NRBR, 2022). Dette kan innebære alt fra leir-, jord- og steinskred til kollapsede bygg, broer og tunneler.

---

ved hjelp av bildemateriale fra droner og ved hjelp av politiets tjenestehunder. Den siste savnede ble funnet omkommet 22.mars 2021 (Eggesvik, 2021), nesten 3 måneder etter skredet.

## **Bruk av drone og hund på Gjerdrum**

Redningsaksjonen på Gjerdrum ble delt inn i tre faser – (1) Akutt livreddende fase, (2) søk etter savnede og (3) søk etter antatt omkomne (SEAO) (Hovedredningsentralen, 2021). De to første fasene ble ledet av HRS og sistnevnte fase var under ledelse av politiet. For denne studien er det mest naturlig å se på bruken av drone og hund i fase 2 og 3. Årsaken er at hund ikke ble benyttet i det hele tatt i den akutte fasen, og bruken av drone i denne fasen var svært begrenset da «værforholdene vanskeliggjør bruken, og avbrytes etter kort tid» (Hovedredningsentralen, 2021, s. 40).

### **Bruk av drone**

Selv om droner ikke ble nevneverdig brukt i den akutte fasen, var plattformen en viktig bidragsyter i de to påfølgende fasene etter kvikkleirskredet. Basert på det som står i evalueringsrapporten til HRS, er det identifisert at droner ble benyttet til fire ulike oppgaver: søk etter overlevende, kartlegge skredgropa, holde øye med skredkanten og bakkemannskapet, samt gi de som ledet operasjonen økt situasjonsforståelse i sanntid (Hovedredningsentralen, 2021).

Nummedal sier at en av styrkene med denne sensorplattformen, nesten uavhengig av situasjon, er fleksibiliteten. «Du har evne til å plassere sensoren egentlig når som helst og hvor som helst, med lite til ingen planlegging» (ORN, 00:20:09- 00:20:16). Nå som teknologien i tillegg har blitt mye mer tilgjengelig, kan dette gi stor gevinst i redningsøyemed. Der folk har en tendens til å gå seg bort, skade seg, eller bli sittende fast og ha behov for redning er som regel i områder med redusert fremkommelighet.

En av de største teknologiske forbedringene på droner er kamerateknologien, størrelsen på den og tilgjengeligheten på den. Sensorteknologi som tidligere var forbeholdt store kostbare systemer, er nå tilgjengelig for hvem som helst gjennom vanlige elektronikkforhandlere (ORN). Oberstløytnant Hans Jørgen Nordskog beskriver at han ikke nødvendigvis opplever at oppløsningen har blitt så dramatisk mye bedre, men miniatyriseringen av teknologien har gjort at man får samme type teknologi i en mindre pakke. «Der hvor en sensor [før] veide 10 kilo, så er en like god sensor i dag kanskje 4 kilo» (HJN, 00:10:56-00:11:03). Dette vil bety mye for en drone med maksvekt (MTOW) på 10-15kg. I tillegg, der man tidligere måtte benytte helikopter som plattform for å forsterke med termisk

---

kapasitet, finnes i dag tilsvarende kapasitet i en liten kommersiell drone som kan bæres i en sekk. Dette kan være en an forklaringene på hvorfor bruk av droner under redningsaksjoner har økt.

En ny måte å bruke droner på som ble relevant under denne redningsoperasjonen var kartlegging av skredgropa. Andøya Space produserte detaljerte 3D-kart av skredområdet ved hjelp av bilder og video fra blant annet droner. Videre sammenlignet analytikere fra Etterretningsbataljonen disse bildene opp mot eksisterende kartdata for å avdekke hvor hus og bygg stod før skredet, og hvor det var sannsynlig at de befant seg etter skredet (Arstad, 2021). Hensikten var å avgrense søkeområdet for å kunne prioritere ressursene på en bedre måte.

I fasen «søk etter savnede» er det anslått at det ble fløyet i overkant av 200 timer med droner (Hovedredningssentralen, 2021, s. 42). Selv om bruken av droner under redningsaksjonen på Gjerdrum var omfattende, var bruken av droner også preget av utfordringer. Været i starten var for krevende for dronetrygging og de kunne derfor ikke benyttes i den mest kritiske delen av operasjonen. Det skal nevnes at dette ikke var avgrenset til kun droner, da hele fem av ni tilkalte helikoptre ble hindret av været de første morgentimene etter skredet (Hovedredningssentralen, 2021, s. 61).

Dette illustrerer en av svakhetene med luftbårne rotorplattformer, og droner er intet unntak. Både Nordskog, Nummedal og seniorforsker på FFI, Tomas Roll Frømyr, er tydelige på at været utgjør en av de største risikofaktorene for bruk av droner (HJN, ORN, TRF). Norge preget av et krevende arktisk klima. Vind, nedbør og tåke, kombinert med lave temperaturer kan by for utfordringer for bruken av droner, og da spesielt droner innenfor NATO klasse 1(a-c). I den akutte fasen ble dronetrygging stanset, og innsats fra helikopter ble prioritert i stedet. I den akutte fasen handler det om å redde liv og de som leder operasjonen må planlegge hvordan ressursene kan nyttes best mulig, med hensyn til både effekt og sikkerhet. Droner har også muligheten til å komme tett på bakken uten å forstyrre stabiliteten til underlaget. I kollapsede bygg kan droner gi gode nærbilder av bygningsmassen og i et snøskred vil de kunne fly tett på bakken uten fare for å utløse et nytt skred, noe som ikke alltid er mulig for et helikopter. Dette ble identifisert som en styrke ved bruk av droner på Gjerdrum da de klarte å finne flere husdyr i live:

Droner har muligheten til å detektere vrakmassene mer detaljert og nærmere enn hva helikopter gjør. Med sine termiske kamera, finner dronene flere levende dyr i fasen søk etter savnet. Droner komplementerer helikoptersøk og gjør termiske søk mer kontinuerlig og utholdende. (Hovedredningssentralen, 2021, s. 63)

---

Dersom droner og helikopter i dag skal nyttes i samme område, er det stort sett to alternativer. Enten må dronene operere adskilt i et segregert luftrom<sup>7</sup>, eller de kan operere i samme luftrom, men på forskjellige tidspunkt. Dette kalles tidsseparasjon og er den løsningen som ble brukt på Gjerdrum. Nordskog sier at han tror droner alltid vil kunne virke positivt i en sivil bistandssituasjon og at droner i nesten alle typer redningsoperasjoner vil gi en økt gevinst (HJN). Han understreker samtidig at det vil være essensielt å kunne utøve kontroll over de luftbårne innsatsfaktorene. En konsekvens av å ikke ha tilstrekkelig kontroll kan gi økt risiko for at dronebruken reduserer effekten av helikopteret. Evalueringsrapporten til HRS er tydelige på at «helikopter vil være den primære livreddende ressursen i forbindelse med leirskred» (Hovedredningsentralen, 2021, s. 61). Det kan argumenteres for at dette også vil gjelde ved andre typer redningsaksjoner som snøskred, flom osv. En av årsakene til at helikopter prioriteres som innsats, er at droner som luftressurs ikke kan evakuere personell. Droner kan detektere og brukes til å lede andre ressurser inn på ulykke- eller katastrofestedet, og i noen tilfeller droppe utstyr, men de kan ikke fysisk hente ut noen (HJN). Til sammenligning er et helikopter både en sensor og et transportmiddel, som i de fleste tilfeller kan redde ut kritisk skadd personell mye raskere enn de fleste andre plattformer.

Nordskog eksemplifiserer hvordan droner kan ende opp med å være til hinder for helikopter med en historie fra en redningsaksjon i Bergensområdet. Hendelsen inntraff for noen år tilbake, så det var fortsatt redningshelikopteret Sea King som fløy oppdraget. Da Sea King ankom stedet fikk de ved en tilfeldighet vite at det var to droner som fløy i området. Da meldte de tilbake at de ikke kom til å fly inn i det området før noen hadde kontroll på de to dronene (HJN, 00:22:05 – 00:22:35). Nordskog påpeker at han ikke vet hva som var den mest egnede plattformen til å løse situasjonen i dette tilfellet, men at resultatet uansett var at helikopteret nektet å fly inn før dronene var ute av området. Dette er i og for seg forståelig. Helikopter kan fly rundt 200-250km/t, og små droner kan være vanskelige å oppdage. Skulle de i tillegg treffe frontruta eller en av rotorene, kan resultatet bli fatalt (Sørenes et al., 2022).

Frømyr forteller om et annet tilfelle fra Vealøs i oktober 2023, som også understreker betydningen av luftromskontroll. Hendelsen skjedde under en militær teknologidemonstrasjon som viste frem både helikopter (Bell 412), jagerfly (F-35) og droner. Han forteller at arrangøren hadde gjort sitt beste for å koordinere alle aktivitetene i tid og rom. På tross av dette fløy det plutselig et sivilt helikopter gjennom området. Til tross for at alle prosedyrer og risikoreducerende tiltak var fulgt, ble luftrommet

---

<sup>7</sup> Segregated airspace: Airspace of specified dimensions allocated for exclusive use to a specific user(s) (ICAO, 2012, s. x).

---

brutt av noen som ikke hadde tilstrekkelig forståelse av situasjonen eller som trodde det var klar bane (TRF, 00:29:24-00:30:04). Dette er et eksempel som viser at selv godt utdannede flygere kan gjøre feil når det kommer til operasjoner i luftrommet.

Diskusjonen rundt luftromskontroll var også aktuell på Gjerdrum. Denne problematikken ble som nevnt primært løst ved tidsseparasjon mellom droner og helikoptre (Hovedredningssentralen, 2021, s. 42). Det resulterte i at sikkerheten ble bedre ivaretatt, men som konsekvens kunne ikke bemannede og ubemannede sensorplattformer operere i lufta samtidig. Til tross for denne begrensningen ble samvirket mellom de to plattformene, og hvordan de klarte å komplementere hverandre for å gjøre søket mer vedvarende og uavbrutt, fremhevet som en god løsning (Hovedredningssentralen, 2021, s. 63). Rapporten identifiserer ikke mangelen på samtidighet som negativ. En forklaring til at dette ikke ble opplevd som negativt kan være fordi det ble hentet inn spesialiststøtte fra Forsvaret i form av en JTAC. En JTAC, eller en Joint Terminal Attack Controller, er en form for mobil militær flygeleder. De er spesialutdannet i å lede ulike typer luftromsressurser, som fly, helikopter eller droner, i krise- og krigssituasjoner (HJN). De kan med andre ord koordinere bruken av flere luftfartøy i tid og rom, i uoversiktlige og krevende omgivelser. Per i dag er det ikke kjent om andre aktører utenom Forsvaret utdanner personell med akkurat denne kompetansen (HJN). Dette viste deg å være en viktig ressurs å ha i under redningsaksjonen på Gjerdrum. Et av besetningsmedlemmene på redningshelikopteret fra Rygge uttalte blant annet: «På vei inn i området ble separasjon utført på en utmerket måte ved hjelp av JTAC i KO [kommandoplassen] som ledet dronene og helikoptertrafikk i søksområdet» (Hovedredningssentralen, 2021, s. 44). Utrykningsleder i Nedre Romerike brann og redningsvesen, Morten Helgesen, som også deltok i redningsaksjonen på Gjerdrum, sa blant annet dette til UAS Norway:

Hele operasjonen har gått veldig bra, og mye av grunnen er at alle som fløy droner var samlokalisert. Og det er kanskje det viktigste vi har lært her. [...] En annen ting vi har lært etter å ha jobbet tett med politi og Sea King i redningsfasen, er at det er mulig å jobbe tett med helikopter så lenge man vet hva man driver med og holder dronen på riktig side.  
(Martinsen & Frantzen, 2024)

Bruken av droner etter kvikkleirskredet i Gjerdrum fremstår i stort som en suksesshistorie, selv om det var utfordringer forbundet med innsatsen. I og med at det er gitt ut en interimveileder for bruk av droner i redningsaksjoner, fremstår det som at HRS anerkjenner verdien droner kan ha i redningsoperasjoner. Det finnes også eksempler internasjonalt hvor kombinasjonen av droner og tjenestehunder brukes aktivt i søk og redning av savnede personer (DJI Enterprise, 2023).

---

## Bruk av hund

Bruk av hunder i redningsoperasjoner har som nevnt tidligere en lang historie i Norge. Det er en robust, utprøvd og kjent sensorplattform. Til forskjell fra dronene, var det i prinsippet ingenting værmessig som hindret hundeeekvipasjene fra å operere nede i skredgropa. Det som derimot var en hindring, var usikkerheten rundt stabiliteten til de kollapsede strukturene i skredområdet, samt faren for at det skulle gå nye skred. Det ble tidlig besluttet at det var for farlig for hundeeekvipasjene å gå ned i gropa (Elgaaen, 2020). Dette illustrerer en av utfordringene med hund som sensorsystem.

Risiko og risikoaksept er faktorer innsatsledere må forholde seg til i redningsoperasjoner, på lik linje som sjefer må i militære operasjoner. Vestlig verdisyn verdsetter liv, og bruken av hundeeekvipasjer i krevende eller farlige situasjoner dikteres ut ifra to forhold: faren for hunden og faren for hundeføreren. Dersom en innsatsleder eller militær sjef står overfor en situasjon som innebærer stor fare for liv og helse, kan det hevdes at det prinsipielt sett vil være betydelig enklere å sende inn en drone fremfor en hundeeekvipasje. Hendelsesforløpet på Gjerdrum understøtter denne antakelsen. Beslutningen om å ikke sende ned hundeeekvipasjer i den akutte fasen medførte at en av de tradisjonelt best egnede sensorene til denne typen arbeid ikke ble benyttet. I alle typer høyrisikooperasjoner er det viktig å ha et bevisst forhold til ulike trusler og farer for å unngå ugjennomtenkte handlinger som kan føre til tap av liv eller andre viktige innsatsressurser.

Det var først tidlig dag 3 (fredag 1.januar) at hundeeekvipasjer og spesialtrente bakkemannskaper med USAR-kompetanse ble sendt ned i skredgropa. En av hundeeekvipasjene som ble satt inn var politioverbetjent Christian Høie og hunden hans Jeger. Høie innledet med å si at hundeførerne fra Oslo politidistrikt hadde en liten fordel ved at de akkurat hadde vært i Danmark og trent i ruiner, og dermed skapt en forventning hos hundene nede i bakken (CH). Videre la han vekt på at det på likevel var noen av hundene som reagerte på miljøet:

Vi kan jo trene og forberede hundene på masse ulike scenarier. [...] Det vi så var at flere av hundene våre reagerte på miljøet i seg selv. Det ble overveldende for dem. [...] Det lukter mye, alt lukter mye menneske. Miljøet der ble tidvis ganske ekstremt. For eksempel, den ene hunden kom inn [i søksområdet], og hele huset var snudd, så du gikk, hva skal jeg si, baksiden av trappa. Altså, hundeførere som var der inne, sa at du ble desorientert bare av å være der. For at alt var på hodet når du jobbet inni der. (CH, 00:30:32 – 00:31:30)

Dette viser at selv godt trente tjenestehunder kan oppleve utfordringer i krevende omgivelser. Som utsagnet til Høie beskriver, er det ikke bare hundene som kan bli påvirket av å jobbe i et slikt miljø,

---

men hundeførerne også. Hunder er svært gode på å lese kroppsspråk, det er slik de primært kommuniserer. En stresset, usikker eller ukomfortabel hundefører vil kunne projisere disse følelsene over på hunden, noe som igjen vil kunne påvirke hundens evner. Det stilles dermed store krav til både hunder og hundeførere under slike forhold.

Kravet til separasjon mellom en luftressurs og bakkepersonell er ikke like stort som mellom to eller flere luftressurser. Folk på bakken og farkoster i lufta kan som regel operere i samme område samtidig. Likevel ble det på Gjerdrum etablert en sikkerhetsavstand mellom bakkepersonellet og dronene i lufta, for å redusere risikoen for personskader dersom en drone havarerte (Hovedredningssentralen, 2021, s. 63). På grunn av den høye risikoen bakkemannskapet utsatte seg for når de beveget seg nede i skredområdet, forklarer Høie at det ga en trygghet å ha dronene i lufta fordi dronene fløy over og holdt øye med dem (CH). Dronene fungerte på dette tidspunktet mer som et sikkerhetstiltak enn et søketiltak. Videre forklarer Høie at sammenlignet med et helikopter, støyer dronen betydelig mindre, noe som gjorde det enklere å kommunisere og generelt enklere å jobbe (CH). Det er også andre grunner til at lite støy kan være en fordel når man fortsatt søker etter overlevende. Primærsensoren til hunden er nesen, men hunden har også god hørsel. Dersom det befinner seg begravde mennesker i live, som signaliserer etter hjelp, vil hunden kunne nyttiggjøre seg av kombinasjonen av lyd og lukt for å raskere finne frem til kilden. Ønsker man å utnytte denne kapasiteten hos hunden kan det argumenteres for at en drone vil gi bedre forutsetninger for dette. Høie mener uansett at helikopter i de aller fleste tilfeller være den beste ressursen å ha i lufta (C. Høie, personlig kommunikasjon, 11.mai.2024). En konsekvens av å bortprioritere helikopteret, til fordel for drone, være at evakuering ved funn av overlevende kan ta lenger tid.

Tidligere i oppgaven beskrev jeg hvordan droner ble brukt for å lage 3D-kart. Et av bruksområdene til 3D-kartene var å danne grunnlaget for analysene som skulle avgrense og spisse søksområdet. Dette var en relativt ny måte å bruke droner på. I forbindelse med dette, trekker Høie frem en situasjon hvor han opplevde en utfordring knyttet til intern kommunikasjon og anvendelsen av hundeevipasjene (CH). Basert på etterretningsanalysen skulle innsatsressursene prioriteres i konkrete områder. Høie forteller at de ofte måtte bevege seg til fots fra innsettingsområdet til søksområdet, gjennom deler av skredet. På et tidspunkt, på vei gjennom skredet, merker han en tydelig adferdsendring på hunden sin. Jeger reagerer på noe, men klarer aldri helt å lokalisere kilden. «[...] min egen hund slo på det, sånn 2-3 ganger. Plutselig bare la han seg ned, sånn helt ut av det blå» (CH, 00:21:59-00:22:06). Under internkoordineringsmøtet på kvelden, med de andre hundeførerne, avdekkes det at fem eller seks av de andre hundene har reagert på tilsvarende måte i samme område. På bakgrunn av det ber hundeførerne om muligheten for å få sjekket det ut, men får

---

tilbakemelding om at de skal holde seg til det området de er tildelt. «Etterretning sier at det skal ikke være noe der», ble de fortalt (CH, 00:22:44-00:22:46). I intervjuet gir Høie uttrykk for at han oppfattet argumentet som merkelig. Han som har jobbet med hund i mange år sier: «Er ikke hundenes en av de mest pålitelige etterretningskildene vi har?» (CH, 00:22:50-00:22:53). Nå i ettertid tror han det kan skyldes manglende forståelse om hvordan tjenestehunden fungerer.

Tiden går, de fortsetter å søke av det området de er tildelt og finner det de skal finne. Fasen «søk etter savnede» blir avsluttet og de går over i SEAO-fasen. Da denne fasen initieres er Høie en av dem som blir oppringt, med spørsmål anbefaling om hvor de skal begynne å grave. Han husker området som hundene hadde vist interesse for. Alle hundeførerne er enige om at dette er et område som bør prioriteres. Det startes et systematisk søk- og gravearbeid i området. Hundene søker av. Når det er gjort, graves og flyttes skredmassen, og deretter søkes det av på nytt. Når de til slutt finner, oppdager de at en lyktestolpe har blitt presset ned i bakken i nærheten av funnstedet. Den sannsynlige forklaringen er at:

[...] lukten har gått gjennom det røret, og kommet opp der hvor hundene våre har markert.  
[...] Og det er nettopp det som er fantastisk med hundenesa, den følger der hvor lukten kommer opp. Og det lå jo [noen] 10-15 meter ifra, langt under bakken. (CH, 00:24:40-00:25:08)

Høie poengterer at det naturligvis kan være andre faktorer enn bare lyktestolpen som har spilt inn, men observasjonen anses som interessant likevel. Det kan være flere forklaringer til at de som ledet operasjonen ikke valgte å prioritere området som tjenestehundene hadde reagert på. En forklaring, som Høie antydte, kan være manglende kunnskap og forståelse for hva hunden er i stand til, og hvordan hundeevipasjene jobber. En annen forklaring kan være at de som ledet operasjonen hadde større tillit til droneteknologi enn de hadde til hunden. Forventninger til en teknologi kan spille inn på hvordan man velger å benytte seg av den. Noen mennesker har kanskje en større tilbøyelighet for å stole på ny teknologi enn andre. Adferdsbiolog Karen Pryor (2007, s. 175) har merket seg hvordan de «som har blitt født etter 1950» tar i bruk nye metoder «[...] uten frykt eller motstand, akkurat som barn av i dag tar i bruk datamaskiner som foreldrene deres fremdeles kvier seg for å bruke». Den yngre delen av samfunnet er kanskje mer tilbøyelige for å ta i bruk ny teknologi for å løse problemer. Det er vanskelig å få svar på dette uten å prate med dem som ledet operasjonen. Likevel er det viktige funn å hente ut av dette eksemplet. For det første viser eksemplet at hunden har en unik evne til å detektere, og samtidig gi signaler om det gjennom adferden sin. Det andre som dette eksemplet viser, er at kommunikasjon og forståelse for hverandres fagfelt er viktig. Det er viktig å



---

forstå styrkene og svakhetene til ulike ressurser og metoder. Uten kunnskap om hvordan til de ulike sensorplattformene virker, er det vanskelig å utnytte dem fullt ut.

## Oppsummering

Tilfellestudien av kvikkleirskredet på Gjerdrum illustrerer hvordan droner og tjenestehunder kan benyttes. På noen områder kan de brukes til det samme, men på andre områder bidrar de med noe eget. Begge sensorplattformene er relevante når det kommer til redningsoperasjoner. Gjennom tilfellestudien har det blitt identifisert noen sammenhenger mellom bruk av drone og tjenestehund. Hvorvidt en drone eller en tjenestehund er plattformen som egner seg best vil være avhengig av flere faktorer. Basert på hvordan de ulike sensorplattformene ble benyttet på Gjerdrum kan det trekkes noen foreløpige slutninger. De viktigste slutningene er kategorisert og oppsummert her:

### Sensorrelatert:

- Primærsensoren til en drone og til en hund er vesentlig forskjellig, og har forskjellige egenskaper som egner seg godt i noen tilfeller og mindre godt i andre.
- Droner med termisk kamera er svært nyttig i redningsoperasjoner. Droner med slik sensor har derimot vanskeligheter med å finne begravde folk som ikke ligger på overflaten.
- Tjenestehunder har en unik evne til å spore opp kilden til lukten. De kan dermed brukes til å finne personell og materiell som ikke avgir en audio-visuell signatur eller varmesignatur.
- En tjenestehund kan detektere lyd i tillegg til lukt.
- Dronens primærsensor kan formidle data i nær sanntid til flere aktører. Disse dataene kan i tillegg lagres for senere analyse og bruk, for eksempel til kartlegging og evaluering.

### Plattformrelatert:

- Bruk av droner gir et elevert perspektiv som kan være til stor nytte for både de som befinner seg i situasjonen, men også for de som leder operasjonen.
- Bruk av droner sammen med andre luftressurser forutsetter koordinering av luftrommet.
- Bruk av helikopter prioriteres som regel over bruk av droner i redningsoperasjoner. Droners manglende evne til å hente ut overlevende er en av forklaringene til dette.
- Droner og tjenestehunder har svært ulik måte å formidle det sensoren detekterer.

---

#### Omgivelsesrelatert:

- Været har stor påvirkning på droner. En tjenestehund er ikke like hemmet av været.
- Fremkommeligheten til droner og tjenestehunder er ulik da de opererer i to ulike domener.
- Droner egner seg bedre enn tjenestehunder dersom omgivelsene er utrygge og risikofylte. Slike situasjoner innebærer ofte også en økt risiko for hundefører.
- Hunder og hundeførere kan få emotive reaksjoner i høyintensive og krevende omgivelser, da de ofte må jobbe tett på hendelsen. Dronesystemet påvirkes i langt mindre grad av dette da droneoperatøren kan jobbe på lenger avstand.

#### Operatørrelatert:

- Operatøren har en viktig rolle i begge sensorsystemene. Hundeføreren vil dog være en spesielt viktig faktor for hvor godt tjenestehunden fungerer som sensor.
- Plattformforståelse er viktig for å utnytte sensorene optimalt.
- Kravene som stilles til droneoperatører og hundeførere er svært forskjellig.

Basert på disse funnene kan det så langt hevdes at bruken av droner og tjenestehunder under redningsaksjonen på Gjerdrum var komplementær. En kombinasjon av sensorsystemer bidro til å løse oppdraget, til tross for at ti av livene ikke stod til å redde. Dette illustrerer at kombinasjon av teknologi, gjort på riktig måte, kan gi en god effekt.

### **4.3 Videre analyse av sensorplattformene**

I dette kapitlet blir funnene fra tilfellestudien av kvikkleirskredet i Gjerdrum undersøkt videre. Fokuset vil være på å belyse dronens og tjenestehundens styrker og svakheter i ulike situasjoner. Formålet er å bedre forstå hva som forårsaker at sensorplattformene anvendes slik de gjør og hvorfor det er slik. Dette vil bidra til å styrke forklaringskraften bak hvordan droner kan, eller ikke kan, erstatte tjenestehunder.

Slutningene i forrige kapittel ble inndelt i kategorier som var relatert til sensoren, plattformen, omgivelsene og operatøren. Basert på disse kategoriene vil videre analysere gjøres ut ifra disse operative parameterne: (1) Primærsensorens egenskaper, (2) autonomien til plattformen, (3) operasjonsmiljøets påvirkning, (4) utfordringer med luftromskoordinering og (5) operatørens rolle.

---

## Sensoren

En av de største forskjellene på drone og hund som sensorplattform er hva som er primærsensoren. Droner benytter i de aller fleste tilfeller en bildesensor (kamera), og en hund benytter nesen sin. Et kamera på en drone vil kunne observere ulike bølgelengder eller lys innenfor det elektromagnetiske spektrumet (EMS). Den mest utbredte sensortypen på droner er et vanlig kamera, som fanger opp lys fra den visuelle delen av EMS. Dette er det samme lyset som det menneskelige øyet er i stand til å oppfatte. En annen type bildesensor som blir stadig mer vanlig på droner, er den infrarøde sensoren, også kjent som termisk kamera. Disse kameraene benytter infrarød stråling til å skape bilder, på samme måte som vanlige kameraer bruker synlig lys. Bildene som genereres visualiserer temperaturforskjeller i miljøet ved å vise varmestrålingen som ulike overflater avgir. Svakheten med bildesensorene til droner er at det er begrenset hvor mange steder de kan se samtidig. Norsk Folkehjelp har gjort seg erfaringer med bruk av drone, spesielt når det kommer til det å lete etter folk, slik som på Gjerdrum:

Det oppleves som veldig vanskelig å finne noen kun med videobilde fra en drone. Erfaringen er derfor at man må ha varmesøkende kamera for at dette verktøyet skal kunne brukes. Samtidig ser man ofte mange varmesignaturer i et søkebilde, og derfor er muligheten for zoom også nyttig. Man kan fly nærmere i stedet for å ha zoom, men dette tar ofte mye lenger tid. (Windju, 2020)

En annen svakhet med termiske kamera at de ikke kan detektere livløse personer som har blitt kalde. Den vil derfor også ha vanskeligheter med å detektere nedkjølte personer som har samme temperatur som omgivelsene (CH). Tidligere har det også vært slik at man har måttet velge mellom å ha vanlig kamera og termisk kamera, noe som gjorde at lysforhold kunne skape en begrensning på bruken av dronen. Miniaturisering av sensorteknologi har gitt de nyeste dronene en mulighet for å bære både dagkamera og termisk kamera samtidig (ORN). På den måten kan dronen, ved hjelp av sensorkombinasjon, få forbedret ytelse i ulike miljøer og situasjoner. Stadig bedre deteksjonsalgoritmer bidrar også til å assistere operatøren med å analysere informasjonen i bildet.

En hunds nese fungerer på en vesentlig annerledes måte. Hundens luktesystem er svært avansert. Kokocińska-Kusiak et al. (2021, s. 2) beskriver at selve luktorganet til hunden er bygget opp på lik linje med de fleste pattedyr, og under sniffing separeres den inhalerte luften langs to luftveier - en øvre og en nedre. Den nedre luftveien ned fører til lungene, men kan også brukes for å puste ut luft. Den øvre luftveien fører direkte til hundens luktsenter hvor molekylene fra luften blir akkumulert og

---

forhindret i å bli pustet ut (Kokocińska-Kusiak et al., 2021, s. 2). Dette gir hunden en spesiell evne til å inhalere flyktige molekyler for lengre analysering, samtidig som den klarer å puste normalt. Som nevnt i kapittel 2.1 har hunden mange millioner flere luktceller, eller reseptorer, sammenlignet med mennesker. Takket være disse reseptorene får hunden en unik evne til å oppfatte, analysere og skille mellom et bredt spekter av lukter. Når reseptorcellene registrerer luktstoffer, genereres impulser som overføres gjennom luktnerven til luktelappen i hjernen (Kokocińska-Kusiak et al., 2021, s. 2–3). Her blir luktsignalene behandlet og tolket av ulike områder i hjernen. Denne kompleksiteten gjør hundens nese til en avansert sensor for deteksjon av kjemiske forbindelser.

Hunden har evne til å samle inn både sanntids- og historisk informasjon om omgivelsene sine, samt evne til å oppsøke selve luktkilden. Det er denne kombinasjonen som er vanskelig å gjenskape ved hjelp av teknologi (SD). På en annen side er integrasjon av hundens nese med annen teknologi vanskelig, og hundeførers evne til å observere og tolke hundens adferd er foreløpig den beste måten å formidle signalene som hunden sender. Dette gjør at systemet får to kritiske bestanddeler som gjør det mulig å overse viktig informasjon. Det ene er hundens evne til å detektere og det andre er hundeførers evne til å tolke.

Å sammenligne sensorene til en drone og til en hund blir derfor som å sammenligne epler og pærer. Likevel har teknologiutvikling innenfor ulike områder forsøkt å gjenskape det som biologiske sensorer ute i naturen i dag gjør. Denne formen for innovasjon omtales som biomimikk, og er basert på tanken om at naturen allerede har løst de samme problemene som vi forsøker å løse («Biomimicry», u.å.). Vi finner flere eksempler på maskiner som «lukter». Et eksempel på dette er partikkeldetektorer som gjenkjenner eksplosiver (ETD<sup>8</sup>), tilsvarende de vi finner på flyplasser. Et annet eksempel er CBRN<sup>9</sup>-detektorer, som er laget for å oppdage kjemiske, biologiske, radiologiske og nukleære stoffer og signaturer. I tillegg har ulike former for kunstige og elektroniske neser eksistert i flere år, som kan benyttes til alt fra deteksjon av kreft til sur vin (Jørgensen, 2010; Kaste, 2023). Noen av dem har begynt å bli svært avanserte, og de kan detektere både partikler og damp, og spørsmålet om hvorvidt slike maskiner kan erstatte hundens luktesans har blitt stilt (Lempriere, 2017). En vanlig utfordring med denne typen «elektroniske sniffere» er at de ikke er designet for å søke av store områder, eller benyttes i bevegelse. Verken kommandørsersjant Carsten Bækken, Høie, Nummedal eller Frømyr tror elektroniske sensorer helt uten videre kan gjenskape hundens luktesans (CB; CH; ORN; TRF). Bækken understreker at dersom noen aktivt forsøker å kamuflere egen lukt eller signatur, så vil

---

<sup>8</sup> ETD: Explosive Trace Detector

<sup>9</sup> CBRN: Chemical, Biological, Radiological, Nuclear.

---

«[...] potensielt lukt og variabler fanges opp av en biologisk sensor, der kanskje den elektroniske sensoren ikke har samme sensitivitet, mobilitet eller kapasitet» (CB, 00:17:21-00:17:39).

Det var først i 2023 at forskere klarte å lære opp en robot til å lukte (TAUVOD, 2023). Måten de oppnådde dette på var ved hjelp av en såkalt biohybrid sensor, som kombinerer biologiske sensorer fra dyr med elektroniske komponenter. I dette tilfellet brukte forskerne ørkengresshoppens luktorgan (antennen) og elektroantennografiteknologi, kombinert med KI (Neta et al., 2023). Systemet klarte å detektere flyktige substanser (lukter) i svært små mengder. Målet ifølge Neta, en av forskerne på prosjektet, er å «[...] create a robot with a sense of smell that will be able to distinguish between smells and to locate them in space» (Reuters, 2023). Dette er et godt eksempel på teknologikonvergens. Her integreres ulike teknologier for å skape noe helt nytt – en intelligent luktende maskin. Foreløpig ser dette ut til å kun ha vært testet i laboratorieomgivelser. Ifølge Frømyr er man likevel langt unna å klare å gjenskape det som en hund i dag gjør i reelle omgivelser:

Fra et fysisk perspektiv bør det vel være mulig å gjøre det. Men meg bekjent er det ingen som har laget noe som er i nærheten av å ha mulighet til å drive søk over store områder, kombinert med den formen for nøyaktighet som en hundenes har. Og det er også ganske imponerende hvordan en hund basert på såpass små luktbilder også klarer å finne retninger. [...] Det er «mind blowing» etter min mening. De kjemikaliedetektorene som er naturlige å putte på en drone i dag er ikke i nærheten av det greiene der. (TRF, 00:46:46-00:47:30)

Et eksempel som underbygger utsagnet til Frømyr er et prosjekt som NATO Science & Technology Organization (STO) holder på med. NATO STO har nylig testet droner med ulike påmonterte sensorer for å detektere improviserte bomber (IED<sup>10</sup>). Det ble testet flere typer sensorer i dette prosjektet. Radar, optiske sensorer, sensorer som kan detektere ledninger og andre elektroniske komponenter, sensorer som detekterer metall, og sensorer som detekterer forandringer i underlaget fra en dag til en annen, er noen av eksemplene (NATO Science & Technology Organization, 2023, 1:12-1:53). Teknologien virker fortsatt umoden og i et tidlig stadium, og det fremstår ikke som at disse sensorene kan måle seg med følsomheten og hurtigheten til en hund. Spesielt ikke over et større område. Likevel vil et slikt dronesystem gi store fordeler når det gjelder å skape avstand til trusselen eller fareområdet. Alle disse forsknings- og testprosjektene viser at teknologiutviklingen går fremover. Sistnevnte studie viser også fleksibiliteten til dronesystemet. Det er nesten bare fantasien som setter grenser for hva slags sensorer som kan påmonteres en drone. Samtidig må det nevnes at

---

<sup>10</sup> IED: Improvised Explosive Device

---

det også er mulig å påmontere ekstra sensorer på en hund for å øke informasjonstilfanget. I Thailand ble eksempelvis kameravester påmontert gatehunder i et forsøk på å bekjempe kriminalitet (Furuly, 2017). I norsk militær sammenheng har det blitt utviklet en kameravest for tjenestehunder som blant annet vil kunne øke hundeførers situasjonsforståelse, i tillegg til å muliggjøre nye måter å anvende hunden på (Forsvarsmateriell, 2024). Dette viser at teknologi lar seg integrere på mange måter.

Slik teknologien er i dag virker det ikke mulig å trekke en slutning for hvorvidt en elektronisk sensor er i stand til å erstatte hundens luktesans, og følgelig om dronen kan erstatte tjenestehunden som sensorplattform. Det blir som nevnt som å sammenligne epler og pærer. Hver av sensorene har sine styrker og svakheter, men foreløpig er hundens luktesans overlegen i flere mange sammenhenger, spesielt ute i reelle omgivelser. Samtidig har dronens sensorer en kapasitet til å samle inn og formidle annen type informasjon som kan være mer hensiktsmessig i noen situasjoner sammenlignet med hva hundenesen kan tilby. Til tross for at forskere har forsøkt å gjenskape biologiske sensorer vi finner i naturen ved hjelp av teknologikonvergens, er det ingen som har lyktes med dette på en måte som er anvendelig i felten. Slike sensorer må være i stand til å operere ute i den virkelige verden og under krevende forhold, utenfor et laboratorium. Hvorvidt biomimikk er veien å gå for å skape gode elektroniske sensorer gjenstår også å se. Det som naturen i det minste kan vise oss er at det i teorien er mulig å lage. Som forsker Inga Strümke sier:

Likevel har vi en god grunn til å tro at det er mulig i praksis å lage generell [kunstig] intelligens, av den enkle grunn at menneskehjernen finnes. Hjernens eksistens demonstrerer at materie organisert på riktig måte, og med evne til å utføre de riktige prosessene, kan gi opphav til intelligens. (Strümke, 2023, s. 277)

Ved å bruke samme resonnement vil det være omtrent like innlysende at hundens luktesans også kan gjenskapes, på lik linje med menneskelig intelligens. Utfordringen er å forstå hvordan vi skal sette sammen alle de ulike delene på riktig måte. Og før vi kan sette alle delene sammen på riktig måte, må vi finne ut av hva disse delene i det hele tatt er. For det er heller ikke gitt at svaret ligger i å forsøke å gjenskape hundens luktesans basert på det vi observerer ute i naturen. Som Strümke også er inne på, ble utviklingen av fly lenge begrenset av at datidens ingeniører forsøkte å bygge fly som etterlignet vingelagene til fugler (Strümke, 2023).

## **Autonomien**

Evnen til å ta selvstendige beslutninger er noe som skiller disse to sensorplattformene. Under SEA0-fasen etter kvikkleirskredet på Gjerdrum fortalte Høie at tjenestehunden hans trakk mot en annen

---

retning enn de egentlig var på vei. Dette er et godt eksempel som viser at hunden, som et tenkende individ med egen indre motivasjon, evner å gjøre noe som droner ikke klarer. Nemlig det å ta selvstendige valg basert på læring og erfaring. Innføringen av KI kan endre på dette. Som nevnt i kapittel 2.2 er det forskjell på autonomi i maskiner og mennesker. Denne forskjellen kan strekkes til å gjelde mellom maskiner og hunder også.

En hund er autonom i den forstand at den er et levedyktig enkeltindivid. Den tenker selv og foretar valg. Paradokset er at hundetrening i stort består av å fortelle hunden, ved hjelp av ulike virkemidler, hvilken adferd som er akseptabel. Slik kan vi påvirke hunden til å ta valgene vi ønsker eller gjøre de handlingene vi ønsker at den skal gjøre. Det teoretiske grunnlaget for dette har sin opprinnelse i psykologien og har gått under mange navn, blant annet adferdsmodifikasjon, shaping, behaviorisme og forsterkningsteori (Pryor, 2007, s. 11). En hund trenger bare et titalls gode gjennomføringer for å lære hva som er rett og galt. Det er autonomien til hunden i kombinasjon med treningsnivået som er premissgivende for hvor godt den vil fungere som sensor, og om hunden vil finne det vi ønsker at den skal finne. Høie beskriver godt effekten av god trening og det man i hundemiljøet omtaler som å *skape riktig forventning og motivasjon* hos hunden:

[...] uavhengig av hva som skjer foran, i hvert fall i min erfaring, [vil hunden] gjøre den oppgaven han er satt til. Hvis han får, i mitt tilfelle, menneskefert i nesa, så vil han faktisk registrere den menneskeferten selv om han gjør noe helt annet. Med riktig trening så vil han også følge opp den [lukten] automatisk uten at han trenger å spørre meg om det. Han vil bare dra av gårde og lokalisere. [...] Og det er per nå den eneste sensoren, meg bekjent, som klarer å jobbe ut fra de forutsetningene. (CH, 00:08:09-00:08:42)

Som et levende individ kan hunden lære. Når hunden først er trent i søkeprosessen på et luktbilde, kan den læres inn på nye stoffer i løpet av to uker, og etter én til fire nye uker vil den kunne detektere dette stoffet i miljøet den skal operere i (Karlsrud et al., 2019, s. 35). En tjenestehund vil også relativt enkelt kunne tilvennes fra å søke etter eksplosiver til å søke etter eksempelvis narkotika eller elektronisk utstyr (CB). Dette gjør tjenestehunden til en fleksibel sensorplattform som kan «omprogrammeres» gjennom hele levetiden, noe som ikke alltid er mulig med andre typer sensorer (SH). Eksempelvis vil en termisk sensor stort sett forbli en termisk sensor. Hunden som sensorplattform kan med andre ord tilpasses ulike oppdrag og situasjoner. Hunden har i tillegg en unik evne til å kombinere erfaring og læring. Dette innebærer at hunden kan handle basert på asymmetri, altså oppdage og reagere på avvik fra det normale miljøet utfra tidligere erfaringer (CB). Autonomien til hunden skaper en uforutsigbarhet som kan være både positiv og negativ. Positiv i den

---

forstand at en uforutsigbar sensorplattform er utfordrende for en motstander å forholde seg til, og negativ fordi dagsform og humør kan påvirke ytelsen (CB).

Autonomi i droner blir en helt annen sak. Som presentert i kapittel 2.2 henger utvikling av autonomi i droner sammen med utvikling av KI og maskinlæring. Prosessen for å lære en drone å forstå forskjellen på noe, er vesentlig annerledes enn prosessen for å lære en hund noe. Der en hund krever et titalls eksempler, trenger en maskin titusenvs (Strümke, 2023, s. 277–278). Full autonomi tilsier at systemet er selvstyrt og kan ta beslutninger på egenhånd basert på en overordnet intensjon. Med dette som premiss vil heller ikke en tjenestehund kunne betegnes som fullautonom. Hundefører er fortsatt en avgjørende del av hundeevipasjen, eller hundesystemet (SH). Uten hundefører vil ikke hundens potensial kunne utnyttes fullt ut. Ifølge beskrivelsene til Dyndal og Birkeland (2016, s.49) havner dronene i denne studien i det øvre sjiktet av «direktstyrte fly». Dagens teknologiutvikling er vel og merke i ferd med å gjøre også de mindre dronene mer selvstendige og på vei mot å utvise en grad av delvis autonomi. Nummedal påpeker at noe av det de jobber med på FFI, er ikke å gjøre droner mer autonome for at de skal kunne operere fullstendig på egenhånd:

Det betyr ikke at du skal ta operatøren ut av systemet, men at du skal støtte operatøren til å kunne gjøre mer med den kapasiteten som man har. For i de fleste system så er det egentlig operatøren som er flaskehalsen. Det er din kognitive belastning, det er dine ressurser som er begrensningen. Både i din kapasitet til å gjøre flere ting, men også i din evne til å gjøre ting over tid. (ORN, 00:55:05-00:55:34)

Hensikten med denne autonomiseringen er å få til mer med mindre. I kapittel 4.1 ble dronesvermprosjektet til FFI fremmet som et eksempel på et system som kan bli en styrkemultiplikator for Forsvaret. En av målene med prosjektet er å øke autonomien i droner slik at man, med samme mengde personellressurser, skal kunne fly et større antall droner. Som nevnt trengs det seks personer for å kunne holde en Pumadrone kontinuerlig i lufta. Målet med dronesvermprosjektet er å øke antall droner, uten å øke antall mennesker. Nummedal mener KI vil være helt avgjørende for å lykkes med dette. For Forsvaret vil verdien kunne være stor, uavhengig av om systemet skal brukes på en statisk lokasjon eller i en mobil operasjon slik det ble gjort under øvelse NR 24. Utfordringen med dagens system, slik Nummedal beskriver det, er ikke å fly selve systemet, det er å følge med på videofeeden og tolke dataene som dronen samler inn (ORN). KI vil bidra til å effektivisere dette arbeidet.



---

[...] vi [ser] nå at den teknologiske utviklingen på kunstig intelligens og maskinlæring gjør at du får veldig mange flere automatiserte prosesser, som gjør at du faktisk er i stand til å gi fra deg en del av den grovprosesseringen til kunstig intelligens. Ikke at du skal ha noe som er fullstendig ubemannet eller autonomt, uten man-in-the-loop, og der ting tar avgjørelser på egenhånd. [...] [Hvis systemet kan] ta unna 95% av den furuskogen du sitter og ser på og så heller få et varsel på at her er det noe du må inn å bruke din operatørfaring, din menneskelige vurderingsevne, på hva det er du faktisk ser på. [...] Så kan heller maskinen ta seg av å sitte og se på furuskogen som ikke er interessant. (ORN, 01:05:17-01:06:10)

Frømyr legger til at dagens teknologi strengt tatt allerede tillater operatører å håndtere flere droner samtidig ved hjelp av enkle deteksjonsalgoritmer, som legger de relevante funnene i kø. Operatøren som sitter og følger med på disse deteksjonene kan selv bestemme om det skal følges opp eller ignoreres (TRF). Under NR 24 ble det vist at det også var mulig å sammenkoble dette systemet med andre enheter. Alle dronene ble styrt fra en CV-90<sup>11</sup> vogn. I stedet for å styre individuelle droner fra hver enkelt CV-90, brukte man en vogn som sentralisert kommandovogn til å styre en større dronesverm. Dronesvermen genererte et felles situasjonsbilde for de andre sammenkoblede vognene, og systemet viste fram en effektiv og fleksibel måte å bruke droner på (TRF). Det var også mulig å gjøre tilpasninger og endringer i oppdraget underveis. Frømyr eksemplifiserer hvordan KI-assistert programvare kan gi droner økt autonomi til å utføre oppdraget dersom noe må endres:

[...] hvis du har gitt syv droner et ansvar å avsøke et område, og plutselig finner du noe som gjør at du ønsker å oppdragsendre tre av dem, så vil de andre, de siste fire, redistribuere det [opprinnelige] søksområdet mellom seg. (TRF, 00:21:51-00:22:07)

En tjenestehund vil sannsynligvis aldri kunne benyttes på denne måten. Forklaringen ligger i hundesystemets begrensede interoperabilitet. Det er ingen måte å få til en sømløs deling av hundens sensordata med andre enheter. Evnen til samhandling og sanntidsdeling av informasjon med andre systemer må i så fall gjøres via hundeføreren, noe som vil være et forsinkende ledd. Et annet område en maskin har et stort potensial til å skille seg fra en biologisk sensorplattform, er evnen til å huske, lagre og analysere store mengder informasjon. Mens en tjenestehund kan være trent på å finne mellom 20-30 ulike typer eksplosiver, kan en maskin lære å detektere flere tusen kjemiske forbindelser. Kombineres dette med flere typer sensorer og økt autonomi, kan dronen bli en

---

<sup>11</sup> CV-90: Combat Vehicle 90. Beltedrevet pansret kjøretøy. Benyttes av Hærens avdelinger. Kommer i ulike konfigurasjoner og kan brukes som blant annet stormpanser-, oppklarings-, og kommandovogn.

---

slagkraftig plattform – også til militære formål. Økt autonomi i droner vil potensielt kunne skifte balansen i hvordan vi i dag benytter ubemannede plattformer i oppdragsløsning.

## Operasjonsmiljøet

En av funnene rundt bruk av droner og hunder etter kvikkleirskredet på Gjerdrum var omgivelsenes påvirkning på sensorplattformene. Slike omgivelser, i militær kontekst, omtales gjerne som operasjonsmiljøet. Operasjonsmiljøet består av en rekke faktorer innenfor det fysiske og ikke-fysiske domenet som er avgjørende å forstå for å anvende militære ressurser effektivt (Forsvaret, 2019, s. 21). Forståelsen av operasjonsmiljøet vil være viktig uavhengig av om ressursene anvendes offensivt, defensivt eller humanitært. Faktorer i det fysiske domenet kan by på en rekke utfordringer for ulike sensorsystemer. Avhengig av sensoren, vil nedbør, vind, luftfuktighet, temperatur, lysforhold, luftkvalitet og annen støy påvirke effektiviteten. Samtidig vil faktorer i det ikke-fysiske domenet, slik som cyberrommet og EMS, introdusere nye angrepsflater og sårbarheter. I dette underkapittelet er det tatt et utvalg av de to faktorene som fremstod som mest fremtredende på Gjerdrum. En som tilsynelatende påvirket dronen mest – *klima*, og en som tilsynelatende påvirket hunden mest – *miljøforurensning og støy*. Samtidig vil det knyttes noen kommentarer til det *ikke-fysiske operasjonsmiljøet* da det anses som relevant å adressere.

### Klima

Klima er en del av det fysiske operasjonsmiljøet alle militære enheter må forholde seg til. Faktorer som værforhold, vind, temperatur og lysbetingelser vil kunne ha ulik innvirkning på sensorplattformers evne til å operere eller detektere. Klima var også en faktor som påvirket redningsaksjonen på Gjerdrum. I den akutte fasen var været så dårlig at droner og et fåtall helikoptre måtte avbryte innsatsen. Samtidig kunne været ha vært betydelig verre enn hva det var. Norge, som arktisk kystnasjon, har et krevende klima å operere i. Alle respondentene i denne studien har påpekt at droner har en stor svakhet når det kommer til påvirkningen fra klima (CB; CH; HJN; ORN; SD; SH; TRF). Som en elevert sensor som skal se nedover, vil eksempelvis et tjukt skydekke, tåke eller mye nedbør, begrense bildesensorens effekt. I militær kontekst kan det være nok å hive ut en røykgranat før effekten av dronens sensor blir redusert. Det hjelper ikke å ha en sensor som kan fly høyt og raskt hvis den ikke klarer å se noe. I tillegg vil høy vind begrense farkostens evne til å fly, slik som på Gjerdrum. I dag finnes det flere systemer i droner, som eksempelvis stabilitetskontroll, som assisterer operatøren i operasjonen av plattformen, noe som kan redusere påvirkningen fra været. Nummedal mener at droner som operer i norsk klima først og fremst er sårbare for ising, dernest vind (ORN).

---

Nordskog understreker også problemet med ising, og følger opp med at Norge «[...] sannsynligvis er det vanskeligste stedet i verden å operere droner» (HJN, 00:18:01-00:18:03). Dronens evne til å fungere i lys og mørke er avhengig av sensoren, men i prinsippet kan den fungere særdeles godt i både lys og mørke. I noen tilfeller kan droner egne seg bedre enn tjenestehunder i mørket fordi de kan se utenfor visuelt lys dersom de har påmontert et termisk kamera.

En tjenestehund vil fungere nesten uavhengig av værforhold, strøm og datatilgang. Høie mener en av de største fordelene med tjenestehunden er at den fungerer godt i stort sett alle miljøer (CH).

Bækken sier at hunden i veldig mange sammenhenger vil være spesielt godt egnet under utfordrende vær- og vindforhold, hvor andre sensorer vil oppleve problemer (CB).

Utviklingskoordinator på FHSK, Sjur Haugen, påpeker vel og merke at vindretningen har mye å si for hunden: «Hvis vinden går feil vei, har hunden mindre muligheter til å fange opp luktmolekyl, og da kan den i utgangspunktet være tett på [luktkilden] uten at den klarer å finne noe» (SH, 00:10:54-00:11:08). Temperaturer kan også bli en utfordring, spesielt dersom det er veldig varmt, men tjenestehunder har som regel god robusthet i norsk klima. Sammenlignet med droner har hunder mye større fleksibilitet når det kommer til været (TRF). Hunder egner seg også godt i de fleste lysforhold, men den vil naturligvis ha begrensinger hvis det begynner å bli «stupmørkt» (CH, 00:09:54). Klimatiske forhold synes å påvirke dronen i større grad enn tjenestehunden. Norsk arktisk klima er et utfordrende miljø for droner å operere i, og både plattformen og sensoren kan begrenses av klima. Tjenestehund som plattform oppfattes som en mer motstandsdyktig og allsidig plattform, som fungerer godt i norsk klima. Sensoren, eller luktesansen, kan få redusert effekt dersom vindretningen er feil.

Været påvirket redningsaksjonen på Gjerdrum. Både droner og noen helikoptre ble på et tidspunkt forhindret fra å fly på grunn av været. Dronene blir i stor grad bli påvirket av ising og vind. Droner kan av den grunn oppleve betydelige begrensninger i norsk klima, selv om teknologiske løsninger som stabilitetskontroller til en viss grad hjelper. Tjenestehunder er derimot betydelig mer motstandsdyktige under ulike klimatiske forhold, og de vil fungerte effektivt under de fleste værforhold. Oppsummert, når det gjelder klimatiske forhold, kan det tyde på at tjenestehunder er en mer pålitelig og allsidig sensorplattform i Norges utfordrende klima, sammenlignet med droner.

### **Miljøforurensning og støy**

I Høies beskrivelse av forholdene på Gjerdrum, fremhevet han en utfordring som hundene møtte nede i skredgropa. «Det lukter mye, alt lukter mye menneske» (CH, 00:31:11-00:31:15). Mye lukt i et område kan påvirke hundens evne til å detektere. Dette omtales ofte som kontaminering av

---

området. Patruljehunder er trent til å finne mennesker, og det innebærer at hundene læres opp til å følge menneskelukt. Derfor vil områder hvor det har gått mye folk være vanskeligere for hunden å avspøke, sammenlignet med et område som er «urørt». Hunden vil klare å skille de forskjellige individlukten fra hverandre, men det bidrar til å komplisere luktbildet. Hunden må konsentrere seg mer og kan bli fortere sliten. Forskning viser imidlertid at godt trente hunder evner til å følge spor med betydelig presisjon, selv i områder som er kontaminert. Dette gjelder også lenge etter at personen har forlatt stedet:

«Scientific results show that after appropriate training, dogs can match odors from different parts of the same human body. Moreover, dogs can trace a path of human odor through very busy city centers, up to 48 h[ours] after they have been created, with an average accuracy of 77.5%» (Kokocińska-Kusiak et al., 2021, s. 10).

Kontaminering vil ikke bare være en utfordring for hunden, men det kan også gi en utfordring for hundefører. Det er stor forskjell på å lete etter savnede innenfor et avgrenset område, slik som på Gjerdrum eller i et snøskred, sammenlignet med en stor skog (CH). Under en redningsaksjon i skogen vil det være utfordrende for en hundefører å bedømme om hunden følger sporet av den som faktisk er savnet eller en vilkårlig annen, spesielt dersom det har beveget seg mye folk i området (CH). Dette forholdet vil også være overførbart til Forsvaret. Det vil kunne være like vanskelig for en militær hundeevipasje å vite om de forfølger sporet av fienden eller andre vennlige. En drone vil vel og merke også kunne ha utfordringer med å skille på enkeltpersoner i et område med mye folk.

En annen utfordring for hunden er luftforurensning. CBRN- og giftige industristoffer (TIM<sup>12</sup>) er noe hunder er svært følsomme for, og på lik linje som mennesker vil de bli påvirket negativt av å jobbe i et slikt operasjonsmiljø (CB). Dronen som plattform vil forbli upåvirket av dette og vil kunne fungere helt fint under slike forhold. Begrensningene for dronen vil i større grad være avhengig av om disse stoffene røyklegger lufta, eksempelvis brennende bildekk eller tilsvarende. Her ligger ikke begrensningen i plattformens evne til å operere, men i sensorens evne til å se gjennom røyken, på tilsvarende måte som skydekke eller tåke.

Under redningsoperasjonen på Gjerdrum nevnte Høie desorienteringen noen opplevde nede i skredområdet (CH). Dette illustrerer en annen begrensning i hundesystemet, nemlig effekten av ytre påvirkninger. Hundens evne til å holde fokus kan påvirkes negativt av høye lyder, eksplosjoner og kaos. Eksempelvis vil ikke hunden fungere optimalt i høyintensitetssituasjoner med høy fremdrift,

---

<sup>12</sup> TIM: Toxic Industrial Materials

---

artilleriild og lignende (CB). En hund vil, sammenlignet med en drone, i langt større grad bli hemmet av ytre påvirkninger som kan utløse instinkt- og emotive reaksjoner:

[The dog] is subject to outside influences that can have a direct bearing on its behavior and performance, such as noise, decomposing bodies, dust, and engine exhaust fumes. Males can be distracted by females; both sexes can be distracted by other dogs, other animals, people, food, or anything that may strike the dog's curiosity. (Whelan, 2014, s. 19)

Operasjonsmiljøet som norske tjenestehunder opererer i kan tidvis være svært krevende.

Uoversiktlige situasjoner med skyting, eksplosjoner og en stresset hundefører er eksempler på ytre faktorer som kan påvirke hundens evne til å holde fokus på oppgaven den skal gjøre (CB; SH). En drone vil i tilsvarende situasjoner være helt uaffektet av slike faktorer.

Både droner og tjenestehunder vil påvirkes av faktorer i det fysiske domenet, men på ulike områder. Der hvor en drone i stor grad påvirkes av klima, er en tjenestehund langt mer motstandsdyktig. En tjenestehund vil derimot påvirkes i større grad ytre faktorer som giftige og farlige stoffer, samt emotive faktorer. Dette vil ikke påvirke en drone i det hele tatt.

#### **Det ikke-fysiske domenet**

Det var primært elementer i det fysiske domenet som ble avdekket som utfordringer for sensorplattformene under redningsaksjonen på Gjerdrum. Det synes likevel relevant å knytte noen kommentarer til det ikke-fysiske operasjonsmiljøet. Årsaken er at effekten av påvirkningen fra denne delen av operasjonsmiljøet er vesentlig forskjellig mellom en biologisk og en elektronisk sensorplattform. Siden dette vil ha kunne ha betydelig innvirkning på bruken anses det som relevant å adressere denne faktoren i forbindelse med det aktuelle forskningsspørsmålet.

Dagens sikkerhetspolitiske situasjon er anspent, og omgivelsene endrer seg raskt. Et nytt globalt våpenkappløp er underveis, samtidig som vi opplever en økende polarisering mellom autoritære og demokratiske samfunnsmodeller (Prop. 87 S (2023-2024), s. 13). Vestlige land har samtidig gjort seg avhengige av en høyteknologisk infrastruktur, noe en motstander vil kunne utnytte. Russland forblir Norges dimensjonerende motstander, og vi har sett at de har både evne og vilje til å bruke militærmakt mot et naboland. Russland har tidligere vist evne og vilje til å bruke cyberangrep som virkemiddel (Etterretningstjenesten, 2020, s. 23). I tillegg har de satset tungt på utvikling av EK-kapabiliteter i et forsøk på å undergrave dominansen til NATO innenfor EMS og samtidig forstyrre Vestens avhengighet til det (Mayer, 2023, s. 18). Denne teknologien har Russland brukt mot

---

ukrainske droner (Thompson, 2024). Samtidig ser vi at russerne også setter inn droner mot ukrainerne, da plattformen har vist seg effektiv til blant annet rekognosering og målfatning, samt kinetiske angrep.

En hund er «immun» fordi den ikke vil kunne hackes eller påvirkes av elektronisk krigføring (EK). En drone avgir både en audio-visuell signatur og elektronisk signatur (ORN). Den elektroniske signaturen åpner dronen opp for en ny angrepsflate som en motstander kan utnytte. Droner er data- og nettverksbaserte maskiner, og vil på bakgrunn av dette være sårbare i cyberdomenet. Programvare og maskinlæringsmodeller er digitale systemer som vil være sårbare for digitale angrep. Droner er også sårbare for påvirkning i EMS. De kan påvirkes av EK-midler som jammere, spoofere og høyenergilasere (Thompson, 2024). En liten drones motmidler mot EK er begrenset fordi slike beskyttelsestiltak ofte er forbehold større plattformer. Droner er avhengige av fungerende nettverks- og kommunikasjonsløsninger for å fungere optimalt. Uten dette påvirkes dronens evne til å transmittre data, navigere, eller i verste fall, holde seg i luften. Der digitale systemer legger til rette for interoperabilitet, gjør de seg samtidig sårbare for utnyttelse, påvirkning og nektelse.

Droner (og andre digitale systemer) som kan utsettes for cyberangrep og elektronisk krigføring vil kreve nye forsvarsstrategier og forsterkede sikkerhetstiltak for å beskytte dem mot slike trusler. Derfor er det viktig å utvikle robuste nettverk- og kommunikasjonssystemer og andre tiltak for å sikre interoperabilitet, uten å øke sårbarhet.

## Luftromskoordineringen

Med unntak av været, var luftromskoordineringen noe av det som skapte mest utfordringer under redningsaksjonen på Gjerdrum. Her ble problemet løst ved blant annet bruk av en JTAC fra Forsvaret. Og med stor suksess. En JTAC er vel og merke en begrenset ressurs, og vil av den grunn ikke alltid være tilgjengelig. I de tilfellene må luftromskoordineringen løses på en annen måte. Bemannet luftfart har gode rutiner for tildeling av luftrom. Ubemannet luftfart er derimot ikke like godt integrert i rutineene. Ifølge Nordskog skyldes det at mange droneoperatører ikke driver med luftfartsoperasjoner i det daglige slik som Luftforsvaret eller et flyselskap:

For slike aktører er droner mer et verktøy, på lik linje med andre ting, som eksempelvis hunden. [...] Dette kan by på utfordringer når veldig mange plutselig skal opp i dette strengt regulerte luftrommet hvor mange andre har sitt profesjonelle virke. (HJN, 01:39:40-01:40:00)

---

Droner tilfører kompleksitet i koordineringen av luftrommet. Det må ofte tas valg mellom å tillate dronebruk eller bemannet luftfart, spesielt i fredstid hvor risikotoleransen er lav. Sivile droneoperatører stilles overfor ulike formalkrav basert på dronens vekt, hastighet, og om den opereres innenfor (VLOS<sup>13</sup>) eller utenfor synsrekkevidde (BLOS<sup>14</sup>). Disse kravene er lovfestet i ulikt regelverk (Luftfartsloven, 1994; Forskrift om luftfartøy som ikke har fører om bord, 2016). Forsvaret er unntatt disse reglene, men har egne interne bestemmelser for å ivareta rollen som militær luftfartsmyndighet (Sjef Luftforsvaret, 2024). Bestemmelse for militær luftfart (BML) gjelder for hele forsvarssektoren.

En av de største utfordringene med droner oppstår når disse skal operere sammen med bemannet luftfart. Operasjonshøyden for dronekategoriene som denne studien omhandler, ligger mellom 100 og 1000 meter over bakken (ORN). I denne høyden er det primært helikoptertrafikk som berøres. Droneflygning i nærheten av flyplasser, slik som må Gjerdrum, vil dog kunne påvirke annen lufttrafikk i tillegg. Denne problematikken vil også være relevant på og rundt militære flybaser. En av hovedprinsippene i BML hva gjelder militær bruk av ubemannede luftfarkoster, er at den skal operere i segregert luftrom (Sjef Luftforsvaret, 2024, s. 50). Hvis ubemannede farkoster skal operere i samme operasjonsområde som andre militære luftfartøy, må det utarbeides en egen luftromskontrollplan. Det kan med andre være ord komplisert å fly droner, selv for militære enheter. Nummedal forklarer at noe av grunnen til dette, er NATOs tidlige adopsjon av teknologien. NATO, med amerikanerne i spissen, var blant de første organisasjonene som integrerte ubemannede luftfartøyer i sitt konsept (ORN). Det skjedde i en tid da teknologien fortsatt var relativt ny og kostbar sammenlignet med tradisjonelle systemer. Som et resultat ble droner behandlet som lignende bemannede luftfartssystemer. Det innebar at organisasjon, opplæring, drift og koordinering av luftrom for ubemannede systemer, ble håndtert på samme måte som for bemannede systemer (ORN). I tillegg ble det overordnede ansvaret for droner lagt til den delen av organisasjonen som allerede håndterte bemannede systemer. I Norge, på lik linje med de fleste land, var det Luftforsvaret.

Nordskog tror at svaret på dagens utfordring vedrørende droner og luftromskontroll ligger i teknologien: «Jeg tror [det er] teknologi som må løse det, prosedyrer er for begrensende, så det må en teknologisk løsning til - som vi kan stole på. Basically et automatisk anti-kollisjonssystem» (HJN, 01:51:24-01:51:30). Nummedal mener derimot at en ren teknologisk løsning ikke er tilstrekkelig. Han

---

<sup>13</sup> VLOS: Visual Line of Sight

<sup>14</sup> BLOS: Beyond Line of Sight

---

sier at sannsynligheten for kollisjoner i lufta i utgangspunktet er lav, og av den grunn kan mange situasjoner håndteres gjennom forbedrede prosedyrer og en mer dynamisk koordinering av luftrommet (ORN). Nummedal anerkjenner samtidig at om vi hadde hatt et anti-kollisjonssystem som fungerte, så ville det løst mye av problemet, men at slik det er i dag, så må det et større samspill til. Frømyr er også tydelig: «Det er mer et spørsmål om vilje enn teknologi nå» (TRF, 00:27:27-00:27:33). Han hevder at kommando- og kontrollsystemer som integrerer både bemannet og ubemannet luftfart ville effektivisert luftromskontrollen, og at motstanden mot prosedyreforandringer primært skyldes mangel på risikovillighet (TRF). Frømyr har nok mye rett i at viljen til å endre prosedyrene er en viktig brikke i dette. For at man skal klare å utnytte mulighetsrommet som finnes i droner, må man ha vilje til å tilpasse dagens regelverk. «Ubemannet luftfart får [...] som hovedregel ikke samme prioritet på luftromstilgang som bemannet luftfart i dagens system. [...] Denne utfordringen må løses før man kan hente ut potensialet knyttet til bruk av droner i norsk luftrom» (Samferdselsdepartementet & Forsvarsdepartementet, 2021, s. 37). Et av tiltakene som er foreslått er å gjøre endringer på hva slags luftfart som skal få prioritering i lav operasjonshøyde:

[...] sett mot antall droneaktører som opplever å få forhøyet risikoen i deres operasjoner når helikoptre eller kampfly kommer i lav høyde, er det på et tidspunkt relevant å vurdere om en skal snu på prioriteringen. Altså at bemannet luftfart er de som må «melde fra» når de er i lavere luftrom. (Meld. St. 10 (2022–2023), s. 164)

Det gjenstår å se om det er nok vilje i de faglige og politiske miljøene til å gjennomføre denne endringen. Nordskog siterer sjefen for UAS-seksjonen, som pleier å si at: «En av de mest innovative arenaene i verden, som droneverdenen er, møter noe av det mest konservative regulerte systemet som finnes i luftfarten, og så skal du få dette til å jobbe sammen» (HJN, 00:57:35-00:57:56). Som Machiavelli også identifiserte på 1500-tallet: «Det må her fremholdes at intet er vanskeligere å utføre, mer tvilsomt i sitt utfall og farligere å lede, en å innføre en ny tingenes tilstand» (Machiavelli, 2003, s. 30).

Den tradisjonelle prioriteringen av bemannet luftfart sammen med de strikte reguleringene, skaper utfordringer for droneoperatører, spesielt for de som ikke har luftfartsoperasjoner som en del av sitt daglige virke. Dette leder til komplekse situasjoner der beslutninger må tas om hvem som skal ha tilgang til luftrommet, særlig i fredstid hvor sikkerhet prioriteres høyt. Selv om teknologiske løsninger som automatiske anti-kollisjonssystemer kan være med på å forbedre situasjonen, er det en erkjennelse at også dynamisk luftromskoordinering og viljen til å endre prosedyrer er nødvendig for å kunne integrere droner mer effektivt i luftfarten. Dette peker mot et fortsatt behov for å balansere



---

innovasjonen innen droneteknologi med et konservativt og regulert luftrom. All den tid luftromskoordinering forblir en utfordring, vil droner ha vanskeligheter med å kunne erstatte tjenestehunder som sensorplattform, gitt hundens evne til å operere uavhengig av slik regulering.

## Operatøren

Både droner og tjenestehunder er avhengig av en operatør siden de ikke er fullautonome. Selv om tjenestehunder opererer selvstendig til en viss grad, løser de ikke oppdraget på egenhånd og rapporterer tilbake. I Forsvaret finnes det både vernepliktige og ansatte i rollen som hundefører og som droneoperatør. Hoveddelen av disse er vernepliktig personell. Årsaken til dette er at verneplikten utgjør fundamentet i Forsvarets bemanningsstrategi (Prop. 87 S (2023-2024), s. 106).

På systemnivå er oppgavene til en droneoperatør og en hundefører sammenlignbare, da begge handler om å styre plattformen og tolke data fra sensorene. Forskjellene oppstår i tolkningen av signalene. En droneoperatør fokuserer på å analysere visuelle data fra skjermen, en prosess som er forsterket av fremskritt innen bildeprosesseringsteknologi og deteksjonsalgoritmer. Tolkningen er i mer eller mindre grad automatisert og assistert av teknologi. I kontrast krever en hundefører dyptgående forståelse for og tolkning av hundens adferd, noe som kan lede til misforståelser dersom hundeføreren feiltolker signalene.

En hundefører må være bevisst «[...] the emotions that run “up and down the leash”» (Drake, 2020, s. 348). Oversersjant Stian Driveklepp sier at det er en grunn til at når militære styrker driver med *anti-hund*, altså en villet handling for å unngå å bli funnet av tjenestehunder, så forsøker de primært å lure hundeføreren og ikke hunden (SD). Ved å forstyrre samarbeidet mellom sensoren og operatøren, setter man i praksis hele sensorplattformen ut av spill. Hvis hundeføreren tviler på signalene hunden gir, så hjelper det ikke om hunden har rett. Samspillet mellom hund og hundefører er kritisk, og førerens kompetanse spiller en avgjørende rolle i effektiviteten til sensorplattformen. Individuelle forskjeller hos hver enkelt hund gjør også at hundeførerens erfaring blir enda viktigere. Driveklepp understreker at om du på en annen side har en godt trent hundeevipasje, har du et potent sensorsystem som er svært vanskelig å unnslipe (SD).

Som nevnt i underpunktet om luftromskoordinering, har droneoperatører et regelverk de må forholde seg til. Der hvor de aller største dronene krever utdanning og kompetanse på nivå med en vanlig pilot, krever de mindre dronene langt mindre utdanning (HJN). Ifølge Nordskog er formalutdanningen som kreves for å fly de små dronesystemene egentlig ganske overkommelig, men den må likevel gjennomføres. Kravene som stilles til en hundefører er mindre rigide. Selv om det

---

følges et eget godkjennings- og sertifiseringsprogram, er det ingen lovpålagte regler som forteller hva slags type hund man kan bruke i hvilke situasjoner, og hva slags utdanning som kreves. Det er ingen andre enn FHSK som fagansvarlig for hundetjeneste i Forsvaret som bestemmer kravene. Høie forklarer at en dyktig hundefører kan maksimere hundens potensial og oppnå bemerkelsesverdige resultater, mens en mindre kvalifisert hundefører kan begrense hundens evne til å utføre oppgaver effektivt (CH). Dette illustrerer en grunnleggende svakhet i avhengighetsforholdet mellom hund og hundefører. Uten riktig veiledning og støtte er det en risiko for at hundens evner ikke blir fullt utnyttet. Driveklepp nevner også at samspillet mellom hund og hundefører kan være en utfordring. Han sier at hunden i rollen som sensor kan bli sterkt påvirket av den menneskelige faktoren, og det kan være stor forskjell i prestasjonen til en tjenestehund med en hundefører kontra en annen (SD). Utsagnene støttes av litteraturen:

Until humans have a full understanding of the potential of canine olfaction, the possibility remains that in using dogs' sense of smell for work, the limits still lie in humans' perception and learning, rather than in the dogs' olfactory system. (Kokocińska-Kusiak et al., 2021, s. 9)

Der hvor en droneoperatør kan assisteres av teknologi for å operere dronen og tolke signalene, er en hundefører i større grad avhengig av sin egen erfaring og kompetanse. Derfor kan det argumenteres for at ytelsen til tjenestehunden som sensorplattform i større grad avhenger av hundeførerens ferdigheter. «You could teach an old dog new tricks, but could not teach a new handler old behaviors» (K. J. Walker, 2008, s. 28). Haugen peker på et mulig systemisk problem når han snakker om begrensning i utnyttelse av hunden (SH). Han argumenterer for at det ikke nødvendigvis er hundeføreren alene som begrenser potensialet til hunden, men at en mulig årsak ligger i hvordan Forsvaret organisatorisk har innrettet seg for å kunne utdanne gode nok operatører og hunder:

Vi har [også] kennelsituasjonen. Det gjør jo at inntak og seleksjon av hunder blir et kompromiss med hva systemet kan håndtere, kontra hvilke egenskaper som hundene har. Så det er jo på sett og vis ikke hunden i seg selv som er begrensningen, men det er systemet vårt som tilsier hvilke hunder vi kan ta inn i tjeneste og ha. [...] [Hundeføreren] er også en del av spillet, og god trening og utdanning av hundefører er veldig viktig. Og når du har mange hundeførere som er i førstegangstjenesten, så er det jo begrenset hvor gode de kan bli. Litt det samme med hundetrenerne som gjør utdanningen på hundene. Der kan også kompetanse- og erfaringsnivået være en begrensning. (SH, 00:11:56- 00:14:02)

---

Droner og tjenestehunder er begge avhengige av operatører, men opereres gjennom på ulike måter. Droneoperatører kan benytte avansert teknologi for å styre dronen og analysere data fra dronens sensorer, understøttet av fremskritt innen bildeprosessering og deteksjonsalgoritmer. I motsetning må hundeførere stole på sin erfaring og tolkning av hundens adferd, noe som kan lede til misforståelser hvis signalene feiltolkes. På den andre siden, vil en godt trent og erfaren hundeequipasje kunne være et meget effektivt sensorsystem. Forskning visere at båndet mellom hund og hundefører er avgjørende for at ekipasjen skal være effektiv:

[...] however, one thing has remained constant: the emphasis placed on the bond between dog and handler. This affective connection is integral to the functioning of the team and must therefore be carefully developed and maintained by the handler, the trainers, and by the program as a whole. (Drake, 2020, s. 348)

Mens sivile droneoperatører møter detaljerte lovkrav basert på dronens spesifikasjoner, er kravene til hundeførere mindre formelle, men vel så viktige. Droner drar nytte av teknologiske fremskritt, mens tjenestehunders ytelse i større grad avhenger av hundeførerens ferdigheter og erfaring.

## Oppsummering

Gjennom de undersøkte operative parametrene, fremkommer det tydelige forskjeller i droners og tjenestehunders operative egenskaper og anvendelighet i ulike omgivelser. Selv om teknologiske fremskritt innen KI og maskinlæring potensielt kan øke dronens autonomi og anvendelighet, står det klart at tjenestehundens unike sensoriske evner ikke fullt ut kan erstattes av dronens sensorer. Sensitiviteten til hundenesen, hundens evne til å lokalisere luktkilden og muligheten for å detektere der noen «har vært» er vanskelig å erstatte teknologisk. Det samme gjelder hundens evne til å lære.

De største forskjellene manifesterer seg innenfor ulike deler av operasjonsmiljøet. Droner møter på betydelige utfordringer i norsk klima og kan bli negativt påvirket av vær, vind, nedbør og temperatur, mens tjenestehunder viser en betydelig større tilpasningsevne til lignende forhold. Droner vil egne seg betydelig bedre enn tjenestehunden i høyintensive situasjoner. Det samme gjelder i områder med mye forurensning og støy. På en annen side har droner en betydelig og særegen sårbarhet i møte med cyberrommet og EK, noe som ikke påvirker tjenestehunder.

Krav til luftromskoordinering er en faktor som skaper en ekstra utfordring for droneoperasjoner. For å øke brukervennligheten til droner kreves det både vilje til å justere og tilpasse dagens regelverk, men også innovative teknologiske løsninger som kan bidra til sikker og effektiv bruk. Bruken av

---

tjenestehunder er ikke påvirket av lignende regulative utfordringer. Til sist, operatørens rolle og evner veier tyngre i hundesystemet enn i dronesystemet. En droneoperatør trenger formalkompetanse basert på sivilt og militært regelverk, men kan i større grad støtte seg på automatisering og avanserte algoritmer for å utnytte dronens egenskaper. En hundefører er i større grad avhengig av dybdekompetanse og erfaring for å maksimere hundens potensiale. Sammenligningen synliggjør viktigheten av å forstå plattformenes styrker og svakheter, for å bedre kunne nyttiggjøre seg av dem i en gitt situasjon.

Analysen viser samtidig at det ikke finnes noen «silver bullet», eller entydig løsning, i valg av sensorplattform. Både droner og tjenestehunder har sine unike styrker og svakheter, noe som understreker behovet for en balansert og situasjonsbestemt tilnærming til valg av sensorplattform. Funnene i dette kapitlet understøtter flere av funnene gjort i tilfellestudien. Etter en analyse av egenskapene konkluderes det med at droner og tjenestehunder må anses som komplementære, og at en integrert anvendelse av sensorplattformene vil gi størst fleksibilitet. Dersom man kun velger å bruke én av plattformene, mister man en del av denne fleksibiliteten. Samtidig risikerer man å stå uten sensordekning dersom visse forhold i operasjonsmiljøet gjør plattformen er uegnet.

## **4.4 Integrasjon som mulighet**

Integrasjon av ulike systemer og teknologier kan være krevende. Denne studien har vist at de tydelige forskjellene mellom droner og tjenestehunder kan være begrensende for effektiv systemintegrasjon. En tjenestehund kan eksempelvis ikke linkes direkte inn i nettverket til dronen. På samme tid kan ikke hundens måte å sanse verden på fremvises i et digitalt display. Foreløpig er dette samspillet avhengig av menneskelig involvering.

Studien har likevel avdekket at det største potensialet ligger i en kombinert bruk av sensorplattformene. På grunn av deres ulike styrker og svakheter komplementerer plattformene hverandre på en god måte. Det vil i dette kapitlet knyttes noen avsluttende kommentarer, gjennom tre eksempler, til områder hvor en integrasjon av plattformene kan fungere godt.

### **Personlig overvåkning og rekognosering**

I militære avdelinger benyttes i dag patruljehunden for å øke situasjonsforståelsen til laget. Den kan finne personell, spor etter personell, eller varsle om potensielle truser. Tjenestehunden er vel og merke ikke alltid nok. Først og fremst er det en begrenset ressurs i Forsvaret som tar tid å utdanne

---

(CB; SH). Uavhengig av om man driver offensive eller defensive operasjoner, kan det være nødvendig å øke situasjonsforståelsen ytterligere før man tar en beslutning om videre handling. Det finnes i dag flere typer små droner som kan være relevante i slik sammenheng. Et eksempel er den norskproduserte nanodronen Black Hornet. Dette er en drone som veier litt over 30 gram og er et verktøy for personlig rekognosering og overvåking (PRS<sup>15</sup>). Black Hornet gir enkeltpersoner og små enheter muligheten til å plassere en elevert sensor foran seg, i en blindsoner eller i andre områder med begrenset tilgang, på kort varsel og med relativt lite koordinering (ORN; TRF). En slik drone kan enkelt startes opp og hurtig gi et fugleperspektiv på situasjonen.

Dessverre er det som gjør denne dronen eksepsjonell, også dens største svakhet. Den svært liten. Batteritid, rekkevidde og klimatiske forhold kan derfor begrense brukbarheten. Driveklepp sier at et verktøy som Black Hornet ville vært utrolig effektivt i mange tilfeller, men at eksempelvis på Ørland, hvor han jobber, ville dronen i noen tilfeller vært ubrukelig fordi den ikke takler de lokale værforholdene (SD). En annen utfordring med en slik drone, som Frømyr påpeker, er at den binder opp operatøren ganske mye når dronen er i bruk, da man blir låst til å se på en skjerm (TRF). Under forhold eller situasjoner der denne dronen ikke egner seg, vil fortsatt tjenestehunden kunne gi en god situasjonsforståelse av nærområdet.

Likevel kan en slik sensorplattform tilføre små enheter en ekstra kapabilitet med å skape en bedre lokal situasjonsforståelse ved å kunne etablere et elevert perspektiv hurtig. Nordskog mener også at det å ha en drone, og være i stand til å bruke den, vil alltid være bedre enn å ikke ha den i det hele tatt (HJN). Nordskog tror at utviklingen av smartere dronesystemer og en automatisering av droneoperasjoner vil gjøre plattformen langt mer anvendelig enn den er i dag. «Én mann, én håndkontroller og én drone er veldig 2020» (HJN, 00:44:05-00:44:10). En slik drone vil være enkel å ha med seg og enkel å operere. Den kan være nyttig å ha dersom man enten ikke har en tjenestehund tilgjengelig eller om man ønsker å få et elevert perspektiv på noe hunden har signalisert at finnes «der fremme».

## **Styrkemultiplikator i vakthold**

Beskyttelse av militær infrastruktur er en viktig del av ethvert forsvarskonsept. Militære tjenestehunder har eksempelvis vært benyttet til forsvar av flybaser i lang tid, og de er i dag en integrert del av baseforsvaret. Imidlertid har tjenestehunder også sine begrensninger, spesielt når

---

<sup>15</sup> Personal Reconnaissance System

---

det gjelder dekning av svært store områder og kontinuerlig overvåking. Der tjenestehunder kan gi detaljert informasjon om omgivelsene fra bakken, kan droner som elevert sensorplattform raskt og effektivt skanne store områder. Ved å kombinere droner og tjenestehunder kan militære enheter få en helhetlig oversikt fra både luft- og bakkenivå, noe som forbedrer situasjonsforståelse og beslutningstaking. Droner kan identifisere og lokalisere mål eller trusler fra luften og deretter dirigere hundeekvipasjen og resten av utrykningsstyrken til stedet for videre håndtering av situasjonen.

Konseptet «Drone-in-a-box» kan være en måte å benytte droner på i et vakthold (HJN). Konseptet innebærer å sette ut bokser med droner omkring på baser eller garnisoner, som er tilknyttet det eksisterende alarmsystemet. Går det av en alarm et sted, kan man enten manuelt eller automatisk sende et signal til den dronen som er nærmest, som så vil fly ut dit alarmen ble utløst. Det finnes i dag ulike produsenter som leverer slike systemer (Dronehub, u.å.; Icaros, u.å.).

Dronesvermprosjektet til FFI er et annet eksempel på hvordan droner kan benyttes for å sikre og overvåke store områder. Et slikt svermsystem gir blant annet muligheten for «[...] kontinuerlige operasjoner ved at en drone kan overta for en annen. Og ikke minst, du har redundans, noe som er veldig undervurdert i fredstid» (ORN, 00:17:18-00:17:30).

Alle små droner vil begrenses av været. Luftromskoordineringen vil også gjøre seg gjeldene, spesielt hvis systemet skal benyttes på en militær flybase. På grunn av disse hindringene er det viktig å ikke bytte ut tjenestehunden med et slik system. Det er samtidig like viktig å ikke gjøre seg helt avhengig av et system med for mange operative begrensninger. Et strømbrydd kan eksempelvis sette systemet ut av drift. Kobler man i tillegg inn en trusselaktør, med evnen til påvirkning gjennom det ikke-fysiske operasjonsmiljøet, er det viktig å ha en lavteknologisk redundans. I norsk klima vil man også risikere at «droneboksene» og dronesvermene ikke alltid kan operere. Likevel vil alle anledninger hvor dronesystemet er operativt, gi militære vaktstyrker tilgang til et verdifullt verktøy som kan bistå i daglig oppdragsløsning.

## **Droner for risikoreduksjon**

En av årsakene til at militære styrker har benyttet hunder i krig, har vært for å redusere sannsynligheten for tap av menneskelig liv. Hunder ble sendt inn i svært farlige situasjoner. I dag er situasjonen en helt annen. Frank Mellemsæther, tidligere troppsjant i hundetroppen på Ørland flystasjon, har uttalt at: «Hundene er oss likeverdige. Vi blir enormt knyttet til dem. Det er flotte, lojale dyr med enestående sanser som kan fungere bedre enn moderne teknologi. De kan oppdage ting tidligere og raskere» (Aase & Sandblad, 2020). Hunder benyttes fortsatt i risikofylte situasjoner,

---

men bruk av droner kan bidra til å redusere denne risikoen. I situasjoner hvor det kan være farlig å sende inn personell, som etter leir- og snøskred, kollapsede bygninger eller minerammede områder, kan droner utføre en innledende vurdering fra en sikker avstand. Deretter kan tjenestehunder, som er trent til å oppdage mennesker eller spesifikke stoffer, brukes til mer detaljerte undersøkelser basert på informasjonen som dronene har levert. Et eksempel her er hvordan droner ble brukt til å lage 3D-modeller av skredområdet på Gjerdrum. En slik tilnærming minimerer risikoen for menneskelige operatører, samt at hundene utsettes for mindre risiko ved at farer og trusler kan identifiseres før den sendes inn i situasjonen.

## **Oppsummering**

Synergiene som kan oppnås ved å integrere droner og militære tjenestehunder er mange. Ved å forstå forskjellene, erkjenne svakhetene, og spille på styrkene kan man oppnå gode resultater. En kombinasjon av sensorplattformer kan effektivisere oppdragsløsningen og øke sikkerheten til norske styrker. Og dette ved hjelp av teknologi som allerede finnes i dag. Verken droner eller tjenestehunder egner seg i alle situasjoner. Ved å kombinere sensorplattformene kan de kompensere for hverandre begrensninger, og gi militære enheter fleksible verktøy til å møte dagens komplekse sikkerhetsutfordringer.

# **5 Konklusjon**

## **5.1 Gyldighet**

### **Intern gyldighet**

Intern gyldighet handler om hvorvidt forskningen måler det den ønsker å måle. I denne studien handler det om å gi svar på i hvor stor grad, eller på hvilken måte, en drone kan erstatte en tjenestehund som sensorplattform. For å kunne si noe om den interne gyldigheten må det vurderes hvor «virkelighetsnær» studien er, og hvorvidt det er dekning i konklusjonen til å si noe om årsakssammenhengene (D. I. Jacobsen, 2022, s. 99). Tematikken i denne studien har ikke vært forsket på tidligere. Dermed mangler det et sammenligningsgrunnlag som kunne ha gjort det mulig trekke konklusjoner om utviklingstrekk, samt vurdere om noen problemer er løst eller har endret seg.

Når det gjelder respondentenes troverdighet anses denne som meget høy. Det er flere årsaker til dette. For det første har respondentene lang erfaring og mye fagkunnskap om tematikken de har

---

blitt spurt om. Der de mener de ikke har hatt forutsetninger for å svare på et spørsmål, har de opplyst om dette. Inntrykket er at respondentenes svar har vært gode, reflekterte og hatt basis i fagkompetansen deres. Dette har gjort at de har fremstått med en høy troverdighet. Respondentene har heller ikke vært stilt kritiske og kontroversielle spørsmål som kan påvirke deres karriere. Det at de også velger å stå frem med fullt navn indikerer at informasjonen de har formidlet er sann. I tillegg har informasjonen gitt av respondentene i stort samsvar med funnene gjort i litteraturen. Jacobsen (2022, s.243) sier at: «Informasjon gitt fra flere uavhengige kilder gir en gyldig beskrivelse av fenomenet». Likevel har forskningen basert seg på å gjelde kun ett avgrenset tilfelle, og med et lite utvalgt respondenter. Andre tilfeller og andre respondenter kunne ha ført til andre svar. Studiens interne gyldighet anses likevel som høy.

## **Ekstern gyldighet**

Ekstern gyldighet, eller overførbarhet, handler om hvorvidt funnene kan generaliseres til andre tilfeller eller omstendigheter utenfor det man har undersøkt. Tradisjonelt regnes funn fra en enkelttilfellestudie som vanskelig å generalisere ut over det undersøkte tilfellet (D. I. Jacobsen, 2022, s. 115). Denne tilfellestudien synes derimot spesiell på dette punktet. Tilfellestudien av kvikkleirskredet på Gjerdrum har undersøkt hvordan droner og tjenestehunder ble brukt under hendelsen. Funnene i studien indikerer at det er en sammenheng mellom plattformenes kvalitative egenskaper og bruken av dem. Mange av plattformenes egenskaper vil være konstante og forbli de samme i lignende situasjoner. Værets påvirkning på en drone vil være lik uavhengig av om den brukes i en redningsoperasjon eller på et militært rekognoseringsoppdrag. Tilsvarende, om en tjenestehund går spor etter en person som har gått seg bort i skogen eller etter en person som forsøker å stikke av, er fortsatt egenskapene til hundenes de samme. På bakgrunn av dette, er det rimelig å anta at enkelte funn i denne studien med en viss en grad av sannsynlighet vil være overførbare til tilfeller ut over Gjerdrum. Denne antakelsen er imidlertid kun basert på dette enkelttilfellet. For å kunne bekrefte funnenes overførbarhet med større grad av sikkerhet, er det nødvendig å gjennomføre ytterligere studier. I siste instans er det mottakerne av informasjonen som må avgjøre hvorvidt funnene i denne studien er overførbare til deres egen situasjon (Kennedy, 1979). Ett annet viktig aspekt å ta hensyn til når det gjelder overførbarhet fra Gjerdrum, til for eksempel en militær operasjon, er at i militære operasjoner må også trusseldimensjonen inkluderes. En trussel, altså vilde handlinger fra en motstander, vil introdusere nye faktorer som kan påvirke bruken av sensorplattformene på nye måter. Trusseldimensjonen er ikke noe denne studien undersøker i nevneverdig grad.



---

## 5.2 Oppgavens funn

Hensikten med teknologi er å løse problemer. Banebrytende innovasjoner forstyrrer tingenes tilstand og skaper nye markeder. I militær kontekst er banebrytende innovasjoner ofte forbundet med endringer i krigføring og som fremtvinger nye operasjonskonsept og strategier. Det er uklart om droner representerer akkurat dette. Om droner vil være «det nye» som skal erstatte «det gamle» er også uklart. Uavhengig av hvor innovative droner er, vil utviklingen innen KI og maskinlæring gjøre dem mer relevante i fremtiden. Blir dronene intelligente nok kan det ikke utelukkes at de vil være i stand til å erstatte både mennesker og dyr på fremtidens stridsfelt. Om det derimot er lurt blir en helt annen diskusjon. Men – «Vi vet ikke hvilke gjennombrudd vi står overfor, hvor vanskelige de vil være, eller hva de vil innebære. Og akkurat derfor er spekulasjon om fremtiden blant det mest upresise av alle våre foretak» (Strümke, 2023, s. 279).

Kvikkleirskredet på Gjerdrum har belyst ulikheter i bruk av droner og tjenestehunder i en redningsoperasjon. Tilfellestudien identifiserte også noen årsakssammenhenger som forklarer hvorfor en sensorplattform ble brukt fremfor den andre. Områder hvor plattformenes egenskaper skiller seg fra hverandre har også blitt identifisert. Gjerdrum-tilfellet representerer imidlertid kun en liten del av et sammensatt problem. Analysen av hvordan sensorplattformene ble benyttet er bundet av hvordan forholdene var på Gjerdrum da redningsoperasjonen pågikk. Likevel bekreftes flere av funnene fra tilfellestudien i den påfølgende analysen av sensorplattformenes styrker og svakheter. Basert på tilfellestudien og analysen av sensorplattformenes styrker og svakheter, kan det konkluderes med at droner og tjenestehunder har distinkte egenskaper som gjør dem særlig egnet i ulike operative kontekster. Kan da droner erstatte militære tjenestehunder som sensorplattform? Basert på funnene som er gjort i studien, er det korte svaret: ja, på noen områder.

Det kanskje aller tydeligste området hvor droner kan erstatte tjenestehunder er i høyintensitetssituasjoner eller i situasjoner forbundet med stor fare for menneske- og dyreliv. Dette er til dels forbundet med vestlige lands verdisyn om å verne om liv, men det handler også om at dronen som plattform fysisk egner seg bedre i høyintensive situasjoner sammenlignet med tjenestehunder. Spesielt i krig vil det være mange arenaer hvor droner vil være et foretrukket verktøy fremfor tjenestehunder. Et eksempel på dette vil være i forurensede områder hvor motstanderen benytter seg av CBRN-stridsmidler. Krever i tillegg situasjonen deling av informasjon i sanntid vil dronen være et bedre valg. Et annet område hvor droner kan erstatte tjenestehunder som sensorplattform er til oppgaver som krever kontinuitet, og som kan løses ved hjelp av deteksjonsalgoritmer og automatiserte prosesser. Et eksempel på dette er overvåking av store

---

områder. Droner som sensorplattform egner seg bedre enn tjenestehunder til slike formål. I tillegg kan teknologiske fremskritt innen kunstig intelligens og maskinlæring potensielt øke dronens autonomi og anvendelighet.

Det er likevel klart at tjenestehundens unike sensoriske evner ikke fullt ut kan erstattes av dronens teknologiske sensorer. I tillegg har droner både fysiske og teknologiske begrensninger som gjør at plattformen ikke kan måle seg med tjenestehundens egenskaper og kvaliteter i visse situasjoner. Små droner har i tillegg noen sårbarheter som gjør at de med de relativt enkelt kan settes ut av spill eller ende med redusert effekt. Dette er sårbarheter som ikke rammer tjenestehunden. Et mer relevant spørsmål å stille er derfor ikke i hvilken grad droner kan *erstatte* tjenestehunden som sensorplattform, men i hvilken grad droner kan droner *komplementere* den.

Denne studien har identifisert at det ligger et uforløst potensial for Forsvaret i å kombinere disse to sensorplattformene. Integrasjon av teknologi må ikke skje gjennom krevende konvergensprosesser. Droner og tjenestehunder må ikke smeltes sammen til én enhet for å kunne gi nye og bedre muligheter. Gjennom kombinasjon kan begge plattformene forsterke hverandres styrker, samtidig som de kompenserer for hverandres sårbarheter. På samme tid er det viktig å erkjenne at innovasjon og endring av militære organisasjoner tar tid. Martecs lov<sup>16</sup> indikerer at utviklingen av teknologi går fortere enn organisasjoner klarer å anvende den. Å bygge et forsvar som baserer seg på tilpasning gjennom kombinasjon av ulike eksisterende løsninger, kan være en god måte å skape økt kampkraft og forsvarsevne. «Adaptation can, and often does, lead to innovation when multiple adjustments over time gradually lead to the evolution of new means and methods» (Farrell, 2013, s. 6).

Langt på vei handler det om en balanse. Droner kan være en styrkemultiplikator som kan gi betydelig økt kampkraft og forsvarsevne. Samtidig vil implementering av høyteknologiske løsninger, som droner, åpne opp nye angrepsflater som kan utnyttes av en motstander. Dette illustrerer godt paradokset hvor ny og avansert teknologi både utvider og kompliserer sikkerhetslandskapet. I dagens trusselbilde vil en motstander forsøke å nekte oss bruken av høyteknologisk infrastruktur, samtidig som vi vil forsøke å nekte ham. I situasjoner hvor kommunikasjon-, nettverk- og navigasjonssystemer er utilgjengelig eller har blitt kompromittert, kan tjenestehunder fortsatt operere som et effektivt sensorsystem. Dette viser at lavteknologiske løsninger som tjenestehunder kan være en viktig redundans, selv i moderne krigføring. Vi må være «Høyteknologisk når vi kan – lavteknologisk når vi bør og må» (Sjef Hæren, 2021, s. 14).

---

<sup>16</sup> Se side 2

---

## Forkortelser

BLOS	Beyond Line of Sight
BML	Bestemmelse for militær luftfart
CBRN	Chemical, Biological, Radiological and Nuclear
C-UAS	Counter-Unmanned Aerial Systems
EK	Elektronisk krigføring
EMS	Elektromagnetisk spektrum
EDT	Emerging and disruptive technologies
ETD	Explosive trace detector
FFI	Forsvarets forskningsinstitutt
FMA	Forsvarsmateriell
FMR	Forsvarssjefens fagmilitære råd
FHSK	Forsvarets Hundeskole
HITL	Human-in-the-loop
HME	Homemade explosives
HOOTL	Human-out-of-the-loop
HOTL	Human-on-the-loop
HRS	Hovedredningsentralen
JTAC	Joint Terminal Attack Controller
KI	Kunstig intelligens
KO	Kommandoplass
LTP	Langtidsplanen
MTOW	Maximum takeoff weight
MUAS	Mini Unmanned Aerial System
STO	Science & Technology Organization (NATO)
NR 24	Nordic Response 2024
RPA	Remotely Piloted Aircraft
RPAS	Remotely Piloted Aircraft System
SEAO	Søk etter antatt omkomne
TIM	Toxic Industrial Materials
UAS	Unmanned Aerial System
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
USAR	Urban Search and Rescue
VLOS	Visual Line of Sight

---

# Litteraturliste

Andås, H. (2020). *Emerging technology trends for defence and security* (FFI-rapport 20/01050).

Forsvarets forskningsinstitutt. <https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/2704/20-01050.pdf>

Antal, J. (2023). *Next War: Reimagining How We Fight*. Casemate Publishers.

Arstad, S. (2021, januar 8). *Til vanlig jobber de med militære scenarioer—Denne gangen var det en naturkatastrofe*. Forsvarets Forum. <https://www.forsvaretsforum.no/etterretning-gjerdrum-haeren/til-vanlig-jobber-de-med-militaere-scenarioer---denne-gangen-var-det-en-naturkatastrofe/176567?noLog=1>

Beadle, A. W., & Diesen, S. (2015). *Globale trender mot 2040—Implikasjoner for Forsvarets rolle og relevans* (FFI-Rapport 2015/01452). Forsvarets forskningsinstitutt. <https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/1183/15-01452.pdf>

Benjamins, R. (2021). A choices framework for the responsible use of AI. *AI and Ethics*, 1, 49–53. <https://doi.org/10.1007/s43681-020-00012-5>

Biomimicry. (u.å.). I *Cambridge Dictionary*. Cambridge University Press. Hentet 9. mai 2024, fra <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/biomimicry>

Bjander, E. F. (2022, februar 9). Visste du at hunder kan lukte humørsvingninger? *NRK*. [https://www.nrk.no/vestland/hvor-imponerende-er-hunders-luktesans-egentlig\\_-1.15815937](https://www.nrk.no/vestland/hvor-imponerende-er-hunders-luktesans-egentlig_-1.15815937)

Bower, J. L., & Christensen, C. M. (1995). Disruptive Technologies: Catching the Wave. *Harvard Business Review*, 73(1), 43–53.

- 
- Brinker, S. (2016, november 7). *Martec's Law: The greatest management challenge of the 21st century*. Chief Martec. <https://chiefmartec.com/2016/11/martecs-law-great-management-challenge-21st-century/>
- Christensen, C. M., Raynor, M. E., & McDonald, R. (2015). What Is Disruptive Innovation? *Harvard Business Review*, 93(12), 44–53.
- Defence & Security. (2020, desember 29). *The great drone debate*. Defence & Security Systems International. <https://www.defence-and-security.com/features/featurethe-great-drone-debate-8638758/>
- Diesen, S. (2022). *Fra teknologi til strategi og operasjoner: Teknologiutviklingens påvirkning på militære styrker og bruken av militærmakt* (FFI-Rapport 22/01682). Forsvarets forskningsinstitutt. <https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/3062/22-01682.pdf>
- DJI Enterprise (Regissør). (2023, november 5). *Mavic 3 Thermal, Firefighters and Rescue Dogs* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=z1RK8vaivfQ&t=195s>
- Drake, A. E. (2020). *Militarizing Affection: The Making of the Military Working Dog Team* [Doktorgradsavhandling, The University of Chicago]. ProQuest Dissertations and Theses (PQDT). <https://www.proquest.com/openview/c855de6dcc8a15b71f5d02d4567c29c0/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Dronehub. (u.å.). *Dronehub is the autonomous game-changer for inspection and monitoring*. Dronehub. Hentet 20. april 2024, fra <https://dronehub.ai/>
- Dyndal, G. L., & Birkeland, J. O. (2016). Autonome droner og våpensystemer: Endres krigen og måten vi fører krig på? I T. A. S. Berntsen, G. L. Dyndal, & S. R. Johansen (Red.), *Når dronene våkner: Autonome våpensystemer og robotisering av krig* (s. 31–59). Cappelen Damm Akademisk.

---

Eggesvik, O. (2021, mars 22). *Den siste savnede etter Gjerdrum-skredet er funnet omkommet*.

Aftenposten. <https://www.aftenposten.no/norge/i/2djVwv/den-siste-savnede-etter-gjerdrum-skredet-er-funnet-omkommet>

Elgaaen, V. (2020, desember 30). Hundepatruljene dimittert: – Det er for farlig å gå inn. *VG Nett*.

<https://direkte.vg.no/nyhetsdognet/news/hundepatruljene-dimittert-det-er-for-farlig-aa-gaa-inn.lnFpL9aZc>

Etterretningstjenesten. (2020). *Fokus 2024*. Forsvaret, Etterretningstjenesten.

<https://www.etterretningstjenesten.no/publikasjoner/fokus/fokus-norsk/Fokus2024%20-%20NO%20-%20Weboppslag%20v3.pdf>

Farrell, T. (2013). *Military Adaptation in War*. I T. Farrell, F. Osinga, & J. A. Russell (Red.), *Military Adaptation in Afghanistan* (s. 1–23). Stanford University Press.

Farrell, T., & Terriff, T. (2002). The Sources of Military Change. I T. Farrell & T. Terriff (Red.), *The Sources of Military Change: Culture, Politics, Technology* (s. 3–20). Lynne Rienner Publishers.

Forskrift om luftfartøy som ikke har fører om bord. (2016). *Forskrift om luftfartøy som ikke har fører om bord mv.* (FOR-2015-11-30-1404). Lovdata. <https://lovdata.no/forskrift/2015-11-30-1404>

Forsvaret. (2019). *Forsvarets fellesoperative doktrine*. Forsvarsstaben.

Forsvaret. (2023). *Forsvarssjefens fagmilitære råd 2023*. Forsvaret.

[https://www.forsvaret.no/aktuelt-og-presse/publikasjoner/fagmilitaert-rad/bilder-og-video/Forsvaret-FMR-2023.pdf/\\_attachment/inline/c9147b67-7913-48ef-ac78-e61a2805f9a0:fd23bf41d3431040024613dfb377c033d84e2796/Forsvaret-FMR-2023.pdf](https://www.forsvaret.no/aktuelt-og-presse/publikasjoner/fagmilitaert-rad/bilder-og-video/Forsvaret-FMR-2023.pdf/_attachment/inline/c9147b67-7913-48ef-ac78-e61a2805f9a0:fd23bf41d3431040024613dfb377c033d84e2796/Forsvaret-FMR-2023.pdf)

Forsvarsdepartementet. (2013, august 6). *Hvorfor ikke droner i stedet for kampfly?* Regjeringen.no.

<https://www.regjeringen.no/no/tema/forsvar/innsikt/kampfly/hvorfor-ikke-droner-i-stedet-for-kampfly/id713375/>

---

Forsvarsmateriell. (2024, januar 10). *Forsvarets nye hundevester kan fjernstyres og droppe medisiner.*

FMA.no. <https://www.fma.no/aktuelt-og-media/2024/forsvarets-nye-hundevester-kan-fjernstyres-og-droppe-medisiner>

Frantzen, J. (2020, februar 11). *Slik velger du riktig drone.* UAS Norway.

<https://www.uasnorway.no/slik-velger-du-riktig-drone/>

Furuly, T. (2017, september 4). *Tester overvåkningsvester på herrerløse hunder.* NRK.

<https://www.nrk.no/urix/tester-overvåkingsvester-pa-herrerlose-hunder-1.13672453>

Grissom, A. (2006). The future of military innovation studies. *Journal of Strategic Studies*, 29(5), 905–

934. <https://doi.org/10.1080/01402390600901067>

Gynnild, A. (2022). Hvorfor droner i sivilsamfunnet? I A. Gynnild (Red.), *Droner i sivilsamfunnet:*

*Aktører, teknologi og etiske utfordringer* (s. 13–36). Cappelen Damm Akademisk.

<https://doi.org/10.23865/noasp.161>

Hambling, D. (2024, mai 10). How Can Ukrainian Drones Keep Dropping Grenades Into Open Tank

Hatches? *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2024/05/10/how-can-ukrainian-drones-keep-dropping-grenades-into-open-tank-hatches/>

Hoeflinger, F. (2013). The United States Army's Use of Military Working Dogs (MWD) in Vietnam.

*Saber and Scroll Journal*, 2(3), 76–83.

Hofstad, K. (2023). Sensor (teknikk). I *Store Norske Leksikon*. [https://snl.no/sensor\\_-\\_teknikk](https://snl.no/sensor_-_teknikk)

Horowitz, M. C., & Pindyck, S. (2023). What is a military innovation and why it matters. *Journal of*

*Strategic Studies*, 46(1), 85–114. <https://doi.org/10.1080/01402390.2022.2038572>

Hovedredningssentralen. (2021). *Redningsaksjonen og den akutte krisehåndteringen under*

*kvikkleirskredet på Gjerdrum* [Evalueringsrapport]. Hovedredningssentralen.

<https://www.regjeringen.no/contentassets/52d43dc95b5b44fd80293c2b3515713b/rapport-gjerdrum-hovedredningssentralen-03-06-2021-digital-1.pdf>

- 
- ICAO. (2012). *Unmanned Aircraft Systems (UAS)* (Cir 328 AN/190). International Civil Aviation Organization. [https://www.icao.int/meetings/uas/documents/circular%20328\\_en.pdf](https://www.icao.int/meetings/uas/documents/circular%20328_en.pdf)
- Icaros. (u.å.). *Drone in a box: Fully Autonomous Drone-Based Surveillance & Inspections Systems*. Icaros Aerial Intelligence. Hentet 20. april 2024, fra <https://icarosgeospatial.com/drone-in-a-box-systems-fully-autonomous-drone-based-surveillance-inspections-systems/>
- Innovasjon. (u.å.). I *Bokmålsordboka*. Språkrådet og Universitetet i Bergen. Hentet 24. februar 2024, fra <https://ordbokene.no/bm/26592>
- Jacobsen, D. I. (2022). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (4. utg.). Cappelen Damm Akademisk.
- Jacobsen, M. (2016). The Promise of Drones. *Harvard International Review*, 37(3), 27–31.
- Johnsen, G. (2023, april 13). *Østlandet kan få sin egen krigsstyrke igjen. Bred enighet om å gjenreise Hæren*. Aftenposten. <https://www.aftenposten.no/norge/i/VPoolLV/oestlandet-kan-faa-sin-egen-krigsstyrke-igjen-bred-enighet-om-aa-gjenreise-haeren>
- Joint Air Power Competence Centre. (2010). *Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO*. JAPCC. [https://www.japcc.org/wp-content/uploads/UAS\\_CONEMP.pdf](https://www.japcc.org/wp-content/uploads/UAS_CONEMP.pdf)
- Justis- og beredskapsdepartementet. (2022, desember 2). *Historisk løft – nå har Norge dronepiloter i alle politidistrikt*. Regjeringen.no. <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/historisk-loft-na-har-norge-dronepiloter-i-alle-politidistrikt/id2949379/>
- Jørgensen, K. K. (2010, august 13). *Ny elektronisk nese kan lukte kreft*. NRK.no. <https://www.nrk.no/livsstil/ny-elektronisk-nese-kan-lukte-kreft-1.7244318>
- Karlsrud, T. E., Falsten, V., & Flesjø, K. (2019). *Utvikling og bruk av hund for søk etter eksplosiver— Sluttrapport* (FFI-Rapport 19/01298). Forsvarets forskningsinstitutt. <https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/2625/19-01298.pdf>



---

Kaste, A. M. (2023, mai 7). *Kunstig nese skal oppdage sur vin*. Forskning.no.

<https://www.forskning.no/kunstig-nese-skal-oppdage-sur-vin/2192939>

Kennedy, M. M. (1979). Generalizing From Single Case Studies. *Evaluation Quarterly*, 3(4).

<https://doi.org/10.1177/0193841X7900300409>

Kjøllmoen, H. (2022). *Interim veileder for bruk av droner i redningsaksjoner*. Hovedredningssentralen.

<https://www.hovedredningssentralen.no/wp-content/uploads/2023/01/20220912-Interim-veileder-for-bruk-av-droner-i-redningsaksjoner.pdf>

Kodama, F. (1986). Japanese innovation in mechatronics technology. *Science and Public Policy*, 13(1),

44–51. <https://doi.org/10.1093/spp/13.1.44>

Kokocińska-Kusiak, A., Woszczyło, M., Zybala, M., Maciocha, J., Barłowska, K., & Dzieciot, M. (2021).

Canine Olfaction: Physiology, Behavior, and Possibilities for Practical Applications. *Animals: an open access journal from MDPI*, 11(8), 2463. <https://doi.org/10.3390/ani11082463>

Konvergere. (u.å.). I *Bokmålsordboka*. Språkrådet og Universitetet i Bergen. Hentet 21. februar 2024,

fra <https://ordbokene.no/bm/31508>

Lagutchik, M., Baker, J., Balsler, J., Burghardt, W., Flournoy, S., Giles, J., Grimm, P., Hiniker, J.,

Johnson, J., Mann, K., Takara, M., & Thomas, T. (2018). Trauma Management of Military

Working Dogs. *Military Medicine*, 183(2), 180–189. <https://doi.org/10.1093/milmed/usy119>

Lee, K. (2007). Patterns and processes of contemporary technology fusion: The case of intelligent

Robots. *Asian Journal of Technology Innovation*, 15(2), 45–65.

<https://doi.org/10.1080/19761597.2007.9668637>

Lempriere, M. (2017, mars 31). *With today's advanced explosive detectors, is it time to retire the K9?*

Army Technology. <https://www.army-technology.com/features/featurewith-todays-advanced-explosive-detectors-is-it-time-to-retire-the-k9-5776278/>

Leraand, D. (2021). Hundetjenesten i Forsvaret. I *Store norske leksikon*.

[https://snl.no/Hundetjenesten\\_i\\_Forsvaret](https://snl.no/Hundetjenesten_i_Forsvaret)

---

Luftfartsloven. (1994). *Lov om luftfart* (LOV-1993-06-11-101). Lovdata. <https://lovdata.no/lov/1993-06-11-101>

Machiavelli, N. (2003). *Fyrsten* (J. Bingen, Overs.; 13. utg.). Cappelen Akademisk.

Martinsen, A., & Frantzen, J. (2024, januar 14). *Leirskredet i Gjerdrum: Norges største droneoperasjon—Droner i lufta i to uker*. UAS Norway. <https://www.uasnorway.no/norges-storste-droneoperasjon-droner-i-lufta-i-to-uker-i-gjerdrum/>

Marx, C. S. (2021). *Droner i politiet: En teoretisk oppgave* [Bacheloroppgave, Politihøgskolen]. PIA. <https://hdl.handle.net/11250/2758877>

Mayer, M. (2019). *Dronerevolusjonen: Historien bak USAs fjernstyrte krigføring og hvordan fremtidens autonome droner vil påvirke Norge*. Kolofon forlag.

Mayer, M. (2023). *The future of military force – the impact of emerging technologies and defense innovation on state force structures* (FFI-rapport 22/02384). Forsvarets forskningsinstitutt. <https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/3135/22-02384.pdf>

Meld. St. 10 (2022–2023). *Bærekraftig og sikker luftfart—Nasjonal luftfartsstrategi*. Samferdselsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/contentassets/e1519da991e3439787a8c82add1004db/no/pdfs/stm202220230010000dddpdfs.pdf>

NATO Science & Technology Organization (Regissør). (2023, september 5). *Using drones to search for improvised explosive devices* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=-Y5M3t-Eo1U>

Neta, S., Ariel, G., Yossi, Y., Amir, A., & Ben, M. M. (2023). The Locust antenna as an odor discriminator. *Biosensors and Bioelectronics*, 221. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2022.114919>

---

NOU 2023:14. (2023). *Forsvarskommisjonen av 2021*. Forsvarsdepartementet.

<https://www.regjeringen.no/contentassets/8b8a7fc642f44ef5b27a1465301492ff/no/pdfs/nou202320230014000dddpdfs.pdf>

NRH. (u.å.). *Om Norske Redningshunder—Historikk*. Norske Redningshunder. Hentet 9. april 2024, fra

<https://www.nrh.no/om-norske-redningshunder/historikk/>

Prop. 14 S (2020-2021). *Evne til forsvar – vilje til beredskap: Langtidsplan for forsvarssektoren*.

Forsvarsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-14-s-20202021/id2770783/>

Prop. 87 S (2023-2024). *Forsvarsløftet – for Norges trygghet: Langtidsplan for forsvarssektoren*.

Forsvarsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-87-s-20232024/id3032217/>

Pryor, K. (2007). *Ikke skyt hunden! En innføring i praktisk læringspsykologi* (C. Køste, Overs.; 2. utg.).

Canis Forlag.

Reppen-Gjelseth, P. (2024, mars 18). Svermer av droner skal bli Norges nye våpen. *NRK*.

<https://www.nrk.no/tromsogfinnmark/forsvaret-tester-dronesvermer-under-nato-ovelsen-nordic-response-1.16798974>

Reuters. (2023, februar 7). *Israeli scientists develop sniffing robot with locust antennae*.

<https://www.reuters.com/lifestyle/science/israeli-scientists-develop-sniffing-robot-with-locust-antennae-2023-02-06/>

Rjaanes, M., Kalveland, M., Olsen, K. E., Haugen, R., Beadle, A. W., & Aarønæs, L. (2020).

*Teknologiske trender—Mulige konsekvenser for Luftforsvaret* (FFI-Rapport 20/01894).

Forsvarets forskningsinstitutt. <https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/2760/20-01894.pdf>

- 
- Rosen, S. P. (1994). *Winning the Next War: Innovation and the Modern Military*. Cornell University Press.
- Rosenberg, N. (1963). Technological Change in the Machine Tool Industry, 1840-1910. *The Journal of Economic History*, 23(4), 414–443.
- Røed-Johansen, D., Torgersen, H. O., Furuly, J. G., Nipen, K., Molstad, K., Saue, O. A., & Kagge, G. (2020, desember 30). *10 personer er savnet etter skredet—900 evakuert*. Aftenposten.  
<https://www.aftenposten.no/norge/i/BIGGJ9/10-personer-er-savnet-etter-skredet-900-evakuert>
- Røkke, T. (2016). *UAV – den stygge andungen i moderne luftkrig* [Masteroppgave, NTNU]. NTNU Open. <http://hdl.handle.net/11250/2395824>
- Samferdselsdepartementet, & Forsvarsdepartementet. (2021). *Norsk luftromstrategi*. Regjeringen.no.  
<https://www.regjeringen.no/contentassets/dbfc0a975c774e4186d6985ea35da66f/no/pdfs/norsk-luftromstrategi.pdf>
- Sjef Hæren. (2021). *Morgendagens Hær: Konsept for utvikling av Hæren*. Forsvaret.  
[https://www.forsvaret.no/om-forsvaret/organisasjon/haeren/morgendagens-haer.pdf/\\_attachment/inline/e14ad896-886e-49f7-a99d-ebfc0729a056:0182b3d2c7fcc6459eef5510b2f046e2fd367b/Morgendagens%20haer.pdf](https://www.forsvaret.no/om-forsvaret/organisasjon/haeren/morgendagens-haer.pdf/_attachment/inline/e14ad896-886e-49f7-a99d-ebfc0729a056:0182b3d2c7fcc6459eef5510b2f046e2fd367b/Morgendagens%20haer.pdf)
- Sjef Luftforsvaret. (2024). *Bestemmelse for Militær Luftfart*. Forsvaret.
- Solheim, S., & Thommessen, L. S. (2021, januar 8). *De første timene*. NRK.  
[https://www.nrk.no/norge/xl/skredet-i-gjerdrum\\_-dette-skjedde-de-forste-dramatiske-timene-1.15314947](https://www.nrk.no/norge/xl/skredet-i-gjerdrum_-dette-skjedde-de-forste-dramatiske-timene-1.15314947)
- Strümke, I. (2023). *Maskiner som tenker: Algoritmens hemmeligheter og veien til kunstig intelligens*. Kagge forlag.

- 
- Sørenes, A., Slåen, G. O., & Løberg, A. K. (2022, oktober 27). Vil ha droneregistrering for å hindre ulykker. *NRK*. <https://www.nrk.no/innlandet/helikopterpiloter-vil-ha-system-for-a-hindre-kollisjon-med-droner-1.16154807>
- Tangen, U. (2023, november 14). *Nytt, nyttig, nyttiggjort*. KS. <https://www.ks.no/fagomrader/innovasjon/framtidas-kommune/n3-nytt-nyttig-nyttiggjort/>
- TAUVOD (Regissør). (2023, januar 19). *A scientific first: A robot able to "smell" using a biological sensor* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=YuB6akSIVE4>
- Thompson, K. D. (2024, januar 16). *How the Drone War in Ukraine Is Transforming Conflict*. Council on Foreign Relations. <https://www.cfr.org/article/how-drone-war-ukraine-transforming-conflict>
- Today I Found Out (Regissør). (2015, september 2). *The Exploding Anti-Tank Dogs of World War II* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=9n-JyUV1gzo>
- Trsek, R. B. (2008). *The last manned fighter: Replacing manned fighters with unmanned combat air vehicles*. Air University Press. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA602599.pdf>
- UK Ministry of Defence. (2017). *Joint Doctrine Publication 0-30.2: Unmanned Aircraft Systems*. UK Ministry of Defence. [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a823670ed915d74e6236640/doctrine\\_uk\\_uas\\_jdp\\_0\\_30\\_2.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a823670ed915d74e6236640/doctrine_uk_uas_jdp_0_30_2.pdf)
- Walker, K. J. (2008). Military Working Dogs: Then and Now. *U.S. Army Maneuver Support Center*, 26–29.
- Walker, S. G., & Carr, J. E. (2021). Generality of Findings From Single-Case Designs: It's Not All About the "N". *Behavior Analysis in Practice*, 14, 991–995.
- Whelan, J. F. (2014). «Cry havoc and let slip the dogs of war»—*Special operations forces and the military working dog*. School of Advanced Military Studies, United States Army Command and General Staff College. <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA387142.pdf>

---

Windju, I. (2020, september 18). *Droner i redningstjenesten: Hva har vi erfart så langt?* Folkehjelp.no.

<https://folkehjelp.no/fagblad-sanitet/article/droner-i-redningstjenesten-hva-har-vi-erfart-s%C3%A5-langt>

Waage, K. (2022). *Kunstig intelligens i forsvarssektorens støttevirksomhet – hva sier litteraturen om status, anvendelser, implementering, suksessfaktorer og gevinster?* (FFI-rapport Nr.

22/00425). Forsvarets forskningsinstitutt. <https://ffi->

[publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/3010/22-00425.pdf](https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/3010/22-00425.pdf)

Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications—Design and Methods* (6. utg.). SAGE Publications.

Østevold, E., Bakstad, L. H., Bentsen, D. H., Bjerke, S., & Halsør, M. (2023). *Fremtidens kampenhet—Operativt og teknologisk grunnlag* (FFI-Rapport 23/00338). Forsvarets forskningsinstitutt.

<https://ffi->

[publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/3164/23-00338.pdf](https://ffi-publikasjoner.archive.knowledgearc.net/bitstream/handle/20.500.12242/3164/23-00338.pdf)

Aase, K. A., & Sandblad, M. (2020, juli 22). *Firbente Natalie er soldat i Forsvaret*. VG Nett.

<https://www.vg.no/nyheter/utenriks/i/wpJ241/firbente-natalie-er-soldat-i-forsvaret>

---

# Vedlegg 1 – Respondenter

## **Carsten Bækken**

Kommandérsersjant Carsten Bækken er seksjonssjef for Våpenseksjonen på FHSK. Seksjonen har hovedansvar for kvalitetssikring, utvikling og prosjekter, dyrehelse, forvaltning av Forsvarets hunder og internasjonalt samarbeid. Bækken ble ferdigutdannet hundefører i 1993 og har jobbet i hundetjenesten siden. Han har med det over 30 års erfaring med militære tjenestehunder. Siden hans oppstart på FHSK i 2001 har han innehatt ulike stillinger og deltatt i flere utviklingsprosjekter. Fra 2012-2019 satt han blant annet som sjef FHSK. Bækken har tjenestegjort som hundefører i internasjonale operasjoner. Han har også fagbrev i Dyrefaget fra 2023 og sitter i fagprøvenemden i Fylkeskommunen.

## **Christian Høie:**

Christian Høie er politioverbetjent og instruktør ved hundetjenesten i Oslo politidistrikt. I dag jobber han primært med å utdanne hunder og hundeførere i politiet, både nyansatte hundeførere og erfarne som skal re-godkjennes med nye tjenestehunder. Høie har vært hundefører i 13 år, først seks år i Forsvaret og deretter syv år i politiet. Han startet som hundefører i førstegangstjenesten i 2007 og var senere ansatt på FHSK i perioden 2008-2013, hvor han jobbet både som hundetrener og patruljehund-instruktør. Høie tok utdanning på Politihøyskolen fra 2013-2016. Han startet som hundefører i politiet i januar 2017, og han tok senere instruktørutdanning som han fulførte i 2020.

## **Hans Jørgen Nordskog:**

Oberstløytnant Hans Jørgen Nordskog er stabsoffiser RPAS i UAS-seksjonen på 134 luftving Rygge. UAS-seksjonen er underlagt Luftforsvarets våpenskole (LVS). Nordskog har tatt flygerutdanning i Forsvaret og er tidligere jagerflyger. De siste årene har han jobbet med regulering og kravsetting for dronevirksomheten i Forsvaret. Han har vært sjef for operasjonsavdelingen på 134 luftving Rygge, og har i tillegg erfaring med ledelse av luftoperasjoner. Nordskog har tjenestegjort i internasjonale operasjoner.

---

### **Olav Rune Nummedal:**

Olav Rune Nummedal er forsker ved FFI og jobber med utvikling og bruk av autonome ubemannede farkoster for Forsvaret. Han har fulgt den teknologiske utviklingen av droner og kjenner operasjonskonsepter, teknologi, styrker og svakheter med droner til bruk i militære applikasjoner. Nummedal er utdannet innen kybernetikk, men har også bakgrunn fra Krigsskolen og har flere års erfaring fra Hæren.

### **Sjur Haugen:**

Sjur Haugen er utviklingskoordinator på FHSK. Han har vært en del av Forsvarets hundetjeneste siden 1997 og har over 25 års erfaring innen utdanning av militære tjenestehunder. Han har vært ansatt på FHSK siden 2007. Før han fikk stillingen han innehar i dag jobbet han 13 år i Fagseksjonen, det som i dag heter Våpenseksjonen. Haugen er blant annet hovedinstruktør på lavine og har dommerutsjekk på både patruljehund og mentaltesting. Han har utdannet fire godkjente patruljehunder, og er i disse dager i gang med den femte.

### **Stian Driveklepp:**

Oversersjant Stian Driveklepp er troppersjant i hundetroppen på 132 luftving Ørland. Dette innebærer et fagansvar i både innenfor patruljehund og søkshund. Han startet som hundefører i førstegangstjenesten i 2010, og har jobbet i hundetjenesten hele karrieren med unntak av ett år på Luftforsvarets befalsskole. Driveklepp startet på Ørland hovedflystasjon i 2012 og har innehatt flere stillinger i løpet av de siste 12 årene. Før stillingen han nå sitter i, har han vært instruktør, patruljehundefører, søkshundefører, Nestkommanderende tropp og troppsjef. Driveklepp har lang erfaring i bruk av hund på taktisk nivå, primært fra Luftforsvaret.

### **Tomas Roll Frømyr:**

Tomas Roll Frømyr er seniorforsker ved avdeling for Innovasjon og industriutvikling ved FFI. Han har bakgrunn i kjemi og materialteknologi og har vært ansatt på FFI siden 2007. Frømyr har gjennom flere forskningsprosjekter jobbet med problemstillinger knyttet til både søkshund og bruk av droner. De siste årene har han jobbet med teknologiutvikling i forskningsserien tilknyttet spesialstyrkeprosjektet.



---

# Vedlegg 2 – Godkjenning fra SIKT



## Vurdering av behandling av personopplysninger

**Referansenummer**

203095

**Vurderingstype**

Automatisk

**Dato**

22.11.2023

**Tittel**

Drone versus tjenestehund – Substitusjon eller komplementerende kapabiliteter?

**Behandlingsansvarlig institusjon**

Forsvarets Høgskole / Forsvarets stabsskole

**Prosjektansvarlig**

Kåre Dahl Martinsen

**Student**

Eliseo Per Moen Ponta

**Prosjektperiode**

04.09.2023 - 30.06.2024

**Kategorier personopplysninger**

Alminnelige

**Lovlig grunnlag**

Samtykke (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a)

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 30.06.2024.

[Meldeskjema](#)

**Grunnlag for automatisk vurdering**

Meldeskjemaet har fått en automatisk vurdering. Det vil si at vurderingen er foretatt maskinelt, basert på informasjonen som er fylt inn i meldeskjemaet. Kun behandling av personopplysninger med lav personvernulempe og risiko får automatisk vurdering. Sentrale kriterier er:

- De registrerte er over 15 år
- Behandlingen omfatter ikke særlige kategorier personopplysninger;
  - Rasemessig eller etnisk opprinnelse
  - Politisk, religiøs eller filosofisk overbevisning
  - Fagforeningsmedlemskap
  - Genetiske data
  - Biometriske data for å entydig identifisere et individ
  - Helseopplysninger
  - Seksuelle forhold eller seksuell orientering
- Behandlingen omfatter ikke opplysninger om straffedommer og lovovertridelser
- Personopplysningene skal ikke behandles utenfor EU/EØS-området, og ingen som befinner seg utenfor EU/EØS skal ha tilgang til personopplysningene
- De registrerte mottar informasjon på forhånd om behandlingen av personopplysningene.

**Informasjon til de registrerte (utvalgene) om behandlingen må inneholde**

- Den behandlingsansvarliges identitet og kontaktopplysninger
- Kontaktopplysninger til personvernombudet (hvis relevant)
- Formålet med behandlingen av personopplysningene
- Det vitenskapelige formålet (formålet med studien)
- Det lovlige grunnlaget for behandlingen av personopplysningene
- Hvilke personopplysninger som vil bli behandlet, og hvordan de samles inn, eller hvor de hentes fra
- Hvem som vil få tilgang til personopplysningene (kategorier mottakere)
- Hvor lenge personopplysningene vil bli behandlet
- Retten til å trekke samtykket tilbake og øvrige rettigheter

---

# Vedlegg 3 – Informasjonsskriv

## Informasjonsskriv



### Vil du delta i forskningsprosjektet

### *«Drone versus tjenestehund – Substitusjon eller komplementerende kapabiliteter?»?*

[navn],

Dette er en forespørsel til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å utvide forståelsen for hvordan utvikling og implementering av ny teknologi kan påvirke fagmiljøer i Forsvaret. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### **Formål**

Arbeidstittelen på masterprosjektet er «Drone versus tjenestehund – Substitusjon eller komplementerende kapabiliteter?».

Formålet med masterprosjektet er å få innsikt i hvordan forsvarssektoren anskaffer, integrerer og anvender ny teknologi, samt hva som er formålet med dette? Betyr innovasjon innenfor teknologi å erstatte kapabiliteter eller å forbedre eksisterende systemer? Studien presenterer en påstand om at når Forsvaret anskaffer ny teknologi i form av nytt hovedmateriell (fly, fartøy, stridsvogn o.l), så gjøres dette primært i den hensikt å erstatte noe som er gammelt eller utdatert. Dersom dette er korrekt vil det være interessant å se om samme påstand er overførbart til anskaffelse og implementering av ny teknologi innenfor andre underkategorier av materiell, eksempelvis sensorer. Hunder har vært nyttet av Forsvaret i flere tiår, hovedsakelig som en sensor. Det har samtidig de siste årene vært et økt fokus på bruk av droner i militære operasjoner. Kan den hurtige å eksponentielle teknologiutviklingen peke mot at hundens biologiske sensor er i ferd med å bli utdatert av den elektroniske sensoren til en drone?

På bakgrunn av dette vil følgende problemstilling søkes besvart:

Hvilke implikasjoner kan droneutviklingen ha på bruken av militær tjenestehund i Forsvaret?

---

Problemstillingen vil søkes besvart gjennom en tilfellestudie for å avdekke ulike styrker og svakheter ved bruk av henholdsvis tjenestehund og droner i ulike typer operasjoner. Det vil gjennomføres en kombinasjon av dokumentstudia og intervju. Målet er å avdekke hvorvidt bruk av tjenestehund som sensor i militære operasjoner er i ferd med å erstattes av teknologi (eksemplifisert med droner), eller om utviklingen peker mot en konvergens mellom de to.

### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

Forsvarets Høgskole står overordnet ansvarlig for forskningsprosjektet. Veileder for oppgaven er professor Kåre Dahl Martinsen ved Forsvarets Høgskole.

### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

Vi etterspør din deltakelse i forskningsprosjektet fordi du i rollen som [tilpasset] innehar en unik kompetanse og/eller sentral rolle innen [tilpasset: (1) bruk av (militær) tjenestehund, (2) bruk av droner og/eller (3) relevante forskningsprosjekter i eller utenfor Forsvaret]. Utvalget til intervjuundersøkelsen består av 5-8 respondenter og inneholder personell fra ulike fagmiljøer og forskningsmiljøer i og utenfor Forsvaret.

### **Hva innebærer det for deg å delta?**

- Deltakelse i forskningsprosjektet innebærer et intervju med varighet på cirka 45-90 minutter.
- Intervjuet vil gjennomføres fortrinnsvis ved fysisk tilstedeværelse, alternativt digitalt. Ved fysisk tilstedeværelse vil intervjuet gjennomføres på et kontor, evt. i annet egnet møterom.
- Gradert informasjon skal ikke deles, oppgaven er ugradert.
- Med din tillatelse vil det bli benyttet lydopptaker under intervjuet.
- Intervjuformen er semi-strukturert, hvor respondenten selv skal snakke fritt rundt temaene og spørsmålene som lanseres. Tilleggsspørsmål for å utdype eller oppklare vil bli kunne bli gitt.
- Det etterspørres mulighet for korrespondanse i etterkant av intervjuet for eventuelle oppfølgingsspørsmål.
- For å styrke prosjektets reliabilitet ønskes opplysninger om deg publisert i oppgaven. Dette er ikke et krav for å delta, men et ønske fra oss.
- Dette innebærer også at du naturligvis kan avstå fra å svare på spørsmål, uavhengig av årsak.

### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

---

## Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket og Forsvarets egne rutiner for datasikkerhet. Samtlige lydfiler vil i forskningsperioden bli lagret på medier tilhørende Forsvarets Høgskole. Jeg som ansvarlig student er den eneste med tilgang til dette materialet. Vi vil etterspørre eksplisitt godkjenning ved bruk av eventuelle sitater fra intervjuet.

## Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes i juni 2024. Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger anonymiseres. Alle lydfiler vil bli slettet når sensur foreligger, innen juli 2024.

## Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Forsvarets Høgskole har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

## Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Ansvarlig student: Maj Eliseo Moen Ponta ([eponta@mil.no](mailto:eponta@mil.no), telefon 994 94 357).
- Prosjektansvarlig/veileder ved Forsvarets Høgskole: Professor Kåre Dahl Martinsen ([kamartinsen@mil.no](mailto:kamartinsen@mil.no), telefon 992 46 387).

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via:

- Epost: [personverntjenester@sikt.no](mailto:personverntjenester@sikt.no) eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen

Kåre Dahl Martinsen  
(Forsker/veileder)

Eliseo Moen Ponta  
(student)

---

---

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Drone versus tjenestehund – Substitusjon eller komplementerende kapabiliteter?», og har fått anledning til å stille spørsmål.

Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- at det benyttes lydopptaker under intervjuet
- å være disponibel for korrespondanse i etterkant for å svare på oppfølgingsspørsmål

Vedrørende mulighet til å bli identifisert i oppgaven tillater jeg:

- Å kunne bli identifisert i oppgaven
- Ikke å kunne bli identifisert i oppgaven

Jeg samtykker herved til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet.

---

(Sted/dato, signatur prosjektdeltaker)

# Vedlegg 4 – Intervjuguide



## Problemstilling

Hvilke implikasjoner kan droneutviklingen ha på bruken av militær tjenestehund i Forsvaret?

Drone i denne konteksten:

Taktiske droner av mindre størrelse (opp til 20kg) til bruk av én operatør i rammen av lag eller tropps størrelse. Eksempler på dronesystemer i nevnte kategori er Black Hornet, Raven og Puma.

Påmonterte sensorsystemer avgrenses til dronetypens begrensninger.

Innledning	
	Forklare hensikten med studien og min bakgrunn
	Informere om lydopptak, rettigheter, samtykke og studiens graderingsnivå (ugradert)
	Avklare faguttrykk
Respondentens bakgrunn	
1	Hvem er du, og hvilken tjenestebakgrunn har du fra Forsvaret/annet?
2	Hva er din nåværende stilling/funksjon og erfaringsnivå innenfor [tilpasset]?
Bruk av hund (kun for hundefaglig personell)	
1	Etter ditt syn, hva er det som skiller en (militær tjeneste-)hund fra andre sensorplattformer?
2	Under hvilke forhold mener du at en hund vil være mer hensiktsmessig å bruke fremfor andre sensorplattformer? Hvorfor?
3	Hva mener du er svakhetene til en hund og under hvilke forhold egner de seg dårlig?
4	Etter ditt syn, hva er de største positive sidene ved å bruke hund i: (1) Redningsoperasjoner? (2) Defensive militære operasjoner?
5	Etter ditt syn, hva er de største negative sidene ved å bruke hund i: 1) Redningsoperasjoner? 2) Defensive militære operasjoner?
6	Ser du noen utfordringer med hundetjenestens evne til å tilpasse seg den teknologiske utviklingen i Forsvaret?
Bruk av droner (kun for dronefaglig personell)	
1	Etter ditt syn, hva er det som skiller droner fra andre sensorplattformer?
2	Under hvilke forhold mener du at en drone vil være mer hensiktsmessig å bruke fremfor andre sensorplattformer? Hvorfor?
3	Hva mener du er svakhetene til en drone og under hvilke forhold egner de seg dårlig?
4	Etter ditt syn, hva er de største positive sidene ved å bruke drone i: 1) Redningsoperasjoner? 2) Defensive militære operasjoner?
5	Etter ditt syn, hva er de største negative sidene ved å bruke drone i: 1) Redningsoperasjoner? 2) Defensive militære operasjoner?

6	Ser du noen utfordringer med Forsvarets plan/konsept for anskaffelse, implementering og bruk av droner?
<b>Forsvaret og teknologi (spørsmål til samtlige)</b>	
1	Hva er ditt inntrykk av Forsvarets vilje og evne til å satse på ny teknologi?
2	Hva mener du er Forsvarets største utfordring med å anskaffe og implementere ny teknologi?
3	Hva er ditt inntrykk av Forsvarets vilje og evne til å endre operasjonskonsept og -prosedyrer på bakgrunn av nyinnført teknologi?
4	Tror du dagens teknologiutvikling er positiv eller negativ for mindre teknologidrevne fagfelt i Forsvaret?
<b>Valg av sensorplattform (spørsmål primært rettet mot operatørene)</b>	
1	Har du deltatt i (eller kjenner til) militære eller sivile operasjoner hvor det har blitt brukt hund og drone i kombinasjon? Hvis ja: Hva slags type operasjon var dette og hvordan ble drone og hund brukt?
2	Kjenner du til kvikkleirskredet i Gjerdrum i 2020 og hvordan hund og drone ble benyttet? Hvis ja: Hva kan Forsvaret lære av hvordan ulike sensorer ble benyttet her?
3	Hva tror du er viktig å tenke på når man skal benytte flere typer sensorer og sensorplattformer i samme operasjonsområde?
4	Dersom du hadde hatt muligheten til å velge sensorplattform(er) for å søke etter savnet personell (skog, snøskred, jordskred), hva ville du benyttet deg av? Hvorfor? Ville geografi, tid eller været påvirket beslutningen din? Hvorfor?
5	Dersom du hadde hatt muligheten til å velge sensorplattform(er) for å søke etter fiendtlig militært personell, hva ville du benyttet deg av? Hvorfor? Ville geografi, tid eller været påvirket beslutningen din? Hvorfor?
6	Tror du dagens teknologiske utvikling og digitalisering av Forsvaret innebærer at bruk av konvensjonelle militære styrker vil tilhøre fortiden?
<b>Kunstig intelligens og autonome systemer (spørsmål primært rettet mot forskningsmiljøet)</b>	
1	Hva slags metode vil du hevde egner seg best til anskaffelse av ny teknologi? (fossefallsmetoden, smidig metode osv). Hvorfor?
2	Hva bør organisasjoner som Forsvaret være bevisst når de innfører ny teknologi? Og er det en forskjell på å innføre banebrytende/distruptiv teknologi kontra «vanlig» teknologi?
3	Hva slags gevinster ligger det i økt digitalisering og innføring av autonome systemer?
4	Hva slags sårbarheter åpner man seg opp for ved å digitalisere og innføre autonome systemer?
5	Deg bekjent, finnes det teknologi som kan replikere/erstatte den biologiske luktesansen vi finner hos dyr? (Finnes det maskiner/roboter som faktisk kan «lukte»?) Vil kunstig intelligens være avgjørende for utviklingen av slik type teknologi?
6	Tror du at videreutvikling av kunstig intelligens vil føre til at bruken av bemannede kamp- og forsvarssystemer erstattes i fremtiden? Hvis ja, hvilke systemer tror du erstattes først?
7	Etter ditt syn, hvor mange år unna er vi å kunne skape en maskin som er intelligent nok til at den kan uttrykke menneskelig intelligens? (AGI: Artificial General Intelligence)
<b>Avslutning</b>	
	Er det noe du ønsker å legge til?
	Basert på spørsmålene du har fått i dag, kjenner du til andre jeg bør ta forbindelse med?
	Takk til respondenten og informere om veien videre

**RESPONDENTEN STÅR FRITT TIL Å AVSTÅ FRA Å SVARE PÅ SPØRSMÅL, UAVHENGIG AV ÅRSÅK**