

# Konseptstudie i bruk av droner ombord på søk- og redningsbåter.

**Mats Hage Eikemo**

Industriell design

Innlevert: juni 2013

Hovedveileder: Johannes Sigurjonsson, IPD

Medveileder: André Aunamägi Ingolfsen, Inventas  
Jon Herman Rismoen, IPD  
Bjørn Baggerud, IPD

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Institutt for produktdesign









An aerial photograph of a person in a bright orange life jacket floating in the middle of a vast, dark blue ocean. The person is the only human figure in the scene, surrounded by gentle waves. The sky is a pale, overcast blue, creating a somber and expansive atmosphere.

# BRUK AV DRONER TIL SAR-OPPDRAK

MASTEROPPGAVE VED  
INSTITUTT FOR PRODUKTDESIGN, NTNU

MATS HAGE EIKEMO, 2013





## Masteroppgave for student Mats Hage Eikemo

### Konseptstudie i bruk av dronerobot for inspeksjon av høyspentledninger

*Concept study in use of UAV for inspection of power lines*

Oppgaven utføres sammen med Inventas AS for TrønderEnergi Nett AS (TEN). Inventas leverer tjenester innen industriell produktutvikling og design og har utarbeidet en mulighetsanalyse for TEN som danner grunnlaget for oppgaven. TEN er et av landets største nettselskaper og har ansvar for energitransport, utbygging, drift og vedlikehold av regional- og distribusjonsnett i 14 kommuner i Sør-Trøndelag.

For å inaspisere og topp-befare HV- og MV-nettet brukes i økende grad helikopter sammen med foto- og videokamera. Ved å erstatte dagens helikoptre med ubemannete droner vil det være muligheter for å redusere kostnadene til inspeksjon og linjebefaring og samtidig få like gode eller bedre resultater.

Oppgaven vil se på scenarier for å bruke droner i stedet for helikopter basert på eksisterende og fremtidig klient- og brukerbehov, samt å utforske utforming og de teknologiske kravene til en slik drone.

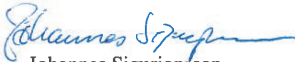
Oppgaven vil blant annet omfatte:

- Analyse av klient og brukerbehov
- Informasjonsinnhenting
- Idé- og konseptutvikling
- Evaluering og bearbeiding av konsepter
- Detaljering av endelig konsept
- Konseptpresentasjon

Oppgaven utføres etter "Retningslinjer for masteroppgaver i Industriell design".

Ansvarlig faglærer:	Jon Herman Rismoen
Veileder:	Johannes Sigurjonsson
Bedriftskontakt:	André Aunamägi Ingolfsen (Inventas)
Utleveringsdato:	17. januar 2013
Innleveringsfrist:	14. juni 2013

Trondheim, NTNU, 16. januar 2012

  
Johannes Sigurjonsson  
veileder

  
Jon Herman Rismoen  
instituttleder og ansvarlig faglærer



# Introduksjon

## Innholdsfortegnelse

### Forord

Denne rapporten presenterer resultatet av masteroppgaven til Mats Hage Eikemo, utført ved institutt for Produktdesign, NTNU, 2013.

Prosjektet ble i utgangspunktet gjort for TrønderEnergi og Inventas og skulle se på muligheten for å bruke droner til å inspisere høyspentledninger,. Dessverre valgte jeg, etter lite oppfølging fra TrønderEnergi å endre oppgaven rett før påske. Oppgaven skulle fortsatt se på droner, men åpnere - hvor kunne droner brukes?

Fokus ble rettet mot maritime miljø og særlig søk-og-redningsoppdrag. Delvis på grunn av hjelperaspektet, men også fordi de jeg snakket med innen redningstjenestene var svært imøtekommende til oppgaven.

Det endelige målet med oppgaven var å utvikle en idé til konseptnivå og presenter en mulighet til hvordan redningsmannskap kan ta i bruk droner om bord på båter og hvordan det kan hjelpe dem.

### Takk til

Johannes Sigurjonsson, veileder ved NTNU  
Fredrik Lund og Johan Eilertsen, veildere ved Inventas

Rune Våbenø og Edvin Matthieson, Trondheim Brannredningstjeneste  
Torgeir Nilsen, Andreas Johansen og Helge Reppe, R/S Sundt Flyer



## Introduksjon

Forord	6
Abstrakt	8
Abstract	9

## Droner

Ubemannet luftfartøy	10
DIY Drones	12
Forskjellige typer sivile droner	16
Sammenligning	21
Fremdrift	22
Sensorplattform	24
Kommunikasjon	27
Styring	28

## Innsikt

Valg av drone	30
Multikopter	30

## Eksempler

Prox Dynamics Black Hornet	32
AR.Drone Parrot	34

## Lovverk

Lovgivning	36
Inspeksjon og overvåking	40

## Bruk

Tilsyn av oljeutstyr	41
Politirekognosering	42
Luftfotografering	43

Inspeksjon av avlinger	44
Kartlegging av dyreliv	45
Maritime muligheter	46

## Maritimt

SAR	50
Overblikktest	52
Hovedredningssentralen	54
Redningsselskapet	56
Brannredningstjenesten	58
Kravspesifisering	60

## Visualisering

Scenario	62
Konsept	64
Drone	66
Docking	68
Skjerm og kontroller	70
Kommunikasjonssystem	71

## Samarbeid

Kongsberg Seatex	72
Aptomar Securus	74

## Konsept

Dockingstasjon med drone	76
Drone	80
Kontroller	82
SAR-System	84
Veien videre	86

# Abstrakt

## Sammendrag av oppgaven

Målet med oppgaven var å belyse innen hvilke områder droner kunne være egnet til å bli tatt i bruk som en hjelper. Oppgaven hadde som sådan et teknologi-først utgangspunkt og blir presentert deretter. Den første delen belyser hva droner er og hva de kan gjøre, hvor de er i bruk i dag og hvilke retningslinjer som gjelder ved bruk av droner.

På bakgrunn av resultatene fra dette arbeidet var det naturlig å arbeide med droner i maritime miljø. Maritime miljø minimerer problemområdene til droner, og hjelper samtidig på sikkerhetsaspektet. Ved å se på redningsarbeid til sjøs og særlig søk- og redning kommer droner enda mer til sin rett. Alt arbeid innen SAR faller inn under de tre D'ene og er et naturlig sted å begynne å ta i bruk droner.

For å bedre forstå arbeidet og miljøet som dronen skulle settes inn i, ble både Brannredningstjenesten, Redningsselskapet, Hovedredningssentralen og Kystvakten kontaktet. Ut i fra informasjonen fra disse samt andre sekundære interessenter ble det utviklet et konsept-forslag til et dronesystem for bruk ombord på redningstjenestens båter.



## **Abstract**

Summary of the thesis

The goal of this thesis was to discover areas where drones could be useful assistants. The assignment had a technology-first approach and is therefore presented in that manner. The first part expands upon what drones are, what they can do, where they are in use and which guidelines exist for using them.

Based on the results from this work it was concluded to focus on drones in a maritime setting. Maritime environments minimize some of the problems of drones and at the same time improve upon safety aspects. By focusing more closely on rescue missions and especially search and rescue, drones are even better fitted. All work regarding SAR constitutes the three D's and is therefore a natural place to start employing drones.

To better understand the work and the environment the drones were being aimed for, several key players were contacted; the Fire Rescue Department, the Rescue Service, the Joint Rescue Coordination Center as well as the Coast Guard. Based on input from them as well as contact with secondary parties, a concept suggestion was developed for using a drone system on board SAR boats.

# 1 Droner

## Ubemannede luftfartøy

### Ubemannet luftfartøy

Hva er en drone?

En drone går under flere betegnelser, og kalles ofte ubemannet luftfartøy eller UAV på engelsk (Unmanned Aerial Vehicle). Denne generelle betegnelsen brukes om alt fra små, fjernstyrte lekefly og -helikopte beregnet på hobbybruk og helt opp til militære flymaskiner på flere tonn. Felles for de alle er at de styres fra et annet sted enn der de selv opererer.

#### Militær

Som mye annet høyteknologisk ble droner først tatt i bruk av militæret, og den første militære dronen er fra første verdenskrig, når det amerikanske militæret begynte utviklingen av Hewitt-Sperry Automatic Airplane. Under andre verdenskrig var det blitt utviklet målfly og fly for spesielle operasjoner. I nyere tid har droner vært både benyttet til informasjonsinnhenting og skarp krigføring i Kosovo, Irak og senest i Afghanistan. Særlig amerikanske droner har fått mye kritikk under den siste krigen.

Forsvaret i Norge anskaffet seg mindre droner for bruk i Hærens Kavaleriskvadron. Disse dronene, av typen Aladin, skal brukes til observasjon og oppklaring på lavt nivå.

#### Sivil bruk

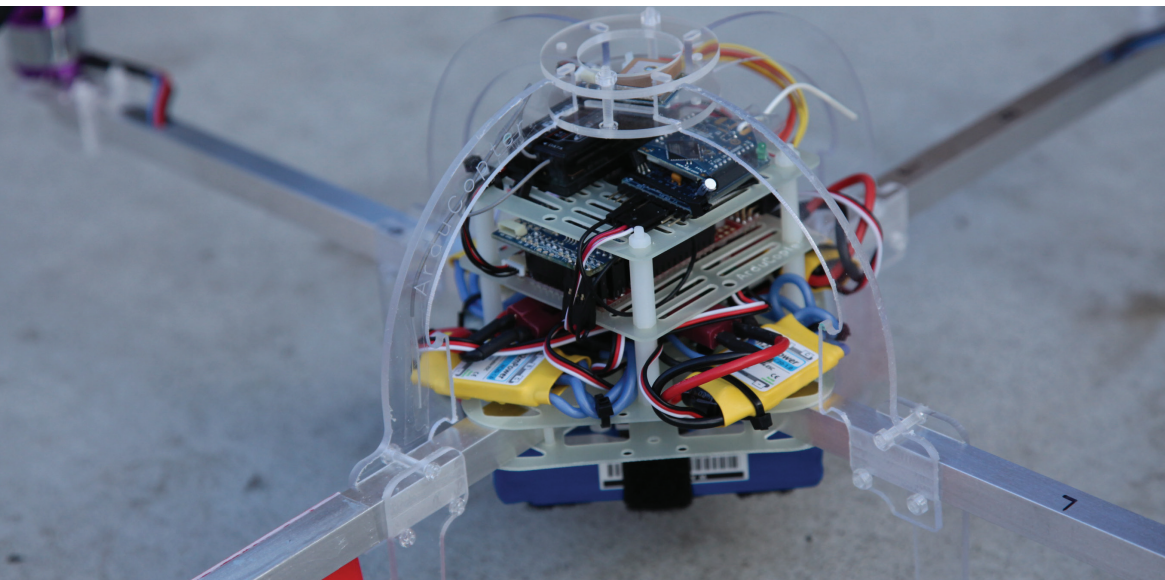
Selv om det i første rekke har vært det militære som har drevet frem teknologi og innovasjon innen droner har det i de senere årene også dukket opp sivile bruksområder. Dette er takket være mer tilgjengelige og lavere priset teknologi, som gir nye muligheter. Droner brukes i dag innen svært varierte områder, alt fra inspeksjon av anleggsområder til observasjon av jordsmonn og terreng.

## Glade amatører

De siste årene har det dukket opp enda fornyede bruksområder - i form av muligheten til å bygge egne droner og programmere de til ønsket funksjonalitet. Denne hjemmebygger rennessansens - ledet av DIY Drones - gjør at man enkelt kan kjøpe enkeltkomponenter eller ferdige kit som enkelt settes sammen på egenhånd hjemme. Programvare kan lastes ned slik at dronen holder seg flyvende på egenhånd og denne kan enkelt utvides til å gi dronen enda høyere grad av autonomitet, for eksempel ved å fly etter GPS-koordinater.

Felles for de fleste sivile bruksområder er at dronene i første rekke kun utfører inspeksjon og observasjon, som blir rapportert tilbake. Det er enda få inngrep droner kan gjøre (annet enn å slippe ned last) og selv enkle intervensjoner som å gripe eller skru høyner kompleksiteten betraktelig.

Droner kalles også gjerne for UAS (Unmanned Aerial System) som fremhever at det er et system bestående av bakkestasjon med tilhørende styrings-, navigasjons- og kommunikasjonsenheter, men gjennom denne rapporten vil ordet drone brukes som en samlebetegnelse. Dette er både for å vise allsidighet, men er også et bevisst valg i å bruke et ord som i første omgang assosieres med krig, for å poengtere at det kan knyttes positivitet til ordet.



## DIY Drones

Et inntog av amatører og hobbybyggere

Et nettsamfunn stiftet i 2007, kalt DIY Drones har over 26.000 medlemmer, som aktivt driver med bygging og flyging av droner. Enten selvbygde kit eller ferdigkjøpte varianter. Det er trolig mer enn 1000 nye personlige droner som letter hver måned, et tall som overgår det profesjonelle markedet og med en vekst som er mye større.

Grunnen er veldig enkel. Som med all annen teknologi har også droner fulgt en utvikling lik Moores lov, som tilsier at prestasjonen øker samtidig som prisen synker - for hvert eneste år. Takket være smarttelefoner, så akselererer utvikling av droner; smarttelefoner bruker mange av de samme komponentene - sensorer, optikk, batterier, kretskort, prosessorer, og alle disse komponentene blir bedre og billigere for hvert år.

### Autopilot

Hovedingrediensen i en drone er autopiloten, en teknologi som først dukket opp som flyhjelp på 30-tallet. I starten hjalp den kun til med å holde flyet i vater. En kombinasjon av barometriske trykkmålere, kompass og mekaniske gyroskoper tillot piloten å sette kurs og flyhøyde som flyet ville følge på egen hånd. Med kommersielle passasjerflygninger kunne pilotene sette rutepunkter, og autopiloten ville følge hele ruten. På tidlig 90-tallet kunne flyteknologi automatisere hele flyturen, inkludert letting og landing. Det er likevel fortsatt krav om at pilotene letter selv, men teknologien har vært der lenge.

Sensorene nødvendige for å lage autopilotssystemer er i dag blitt radikalt mindre og

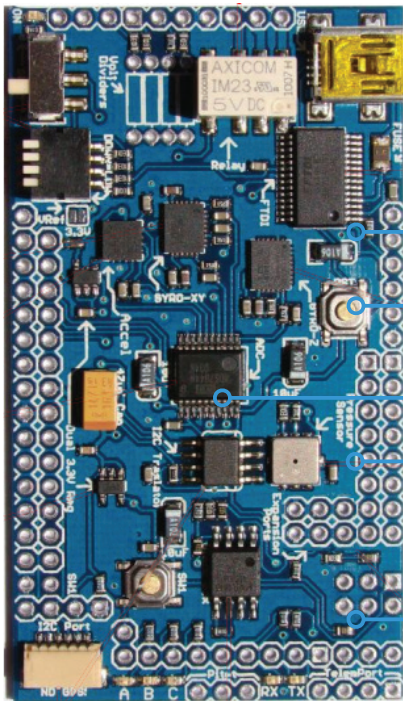


billigere. Gyroskoper, som måler rotasjonshastighet og retning; magnetometre, eller digitale kompass; akselerometre, som måler akselerasjon ift tyngdekraften, er alle fritt tilgjengelig i elektronikkforretninger. De nyeste sensorene kombinerer tre-akse akselerometer, gyroskop og magnetometre (totalt ni sensorer), samt temperaturmåler og en prosessor, i et lite kretskort til et par hundrelapper.

## Flyvende smarttelefoner

Hjernen til autopiloten, en enkeltbrikke mikroprosessor, som styrer dronen basert på målinger fra sensorene, har undergått en enda større transformasjon, takket være smarttelefoner. Apples iPhone viste mulighetene til en datamaskin i lommen og dette har styrt mikroprocessorer til å bli enda mindre, enda kraftigere og samtidig bruke mindre strøm. Resultatet var et skifte innen dataarkitekturer, over til hypereffektive brikker - ledet av britiske ARM - som taktfast øker kraften i smarttelefoner og nettbrett årlig. Disse brikkene er også særlig godt egnet for droner; raske og strømgjerrige prosessorer betyr at droner kan begynne å tenke på egen hånd og ikke bare følge et forhåndsprogrammert oppdrag.

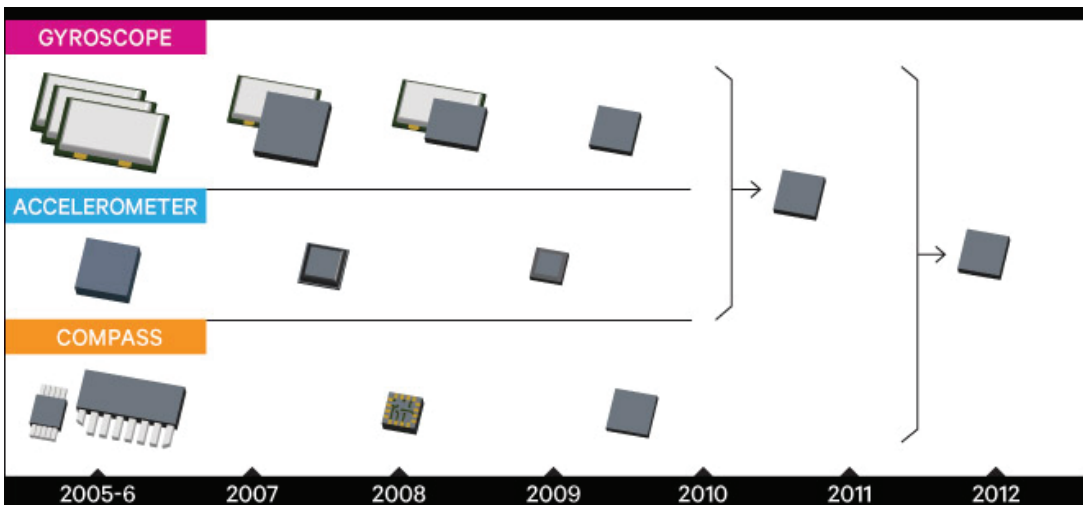
Koblingen mellom droner og smarttelefoner går forbi prosessorene. I dag har vanlig smarttelefoner et fullt sett med sofistikerte bevegelsessensorer som detekterer egenposisjon og gir denne dataen videre til alt fra spill og kart til utvidet virkelighetsapplikasjoner. Eterspørselen etter høykvalitetskameraer i smarttelefonene har drevet ned prisene og størrelsen på bildesensorer, som også kan brukes i droner. I tillegg har behovet for bedre og mindre GPS-kort brakt også denne teknologien til droner. Teknologi som kostet tusentalls kroner for et par tiår siden er nå tilgjengelig



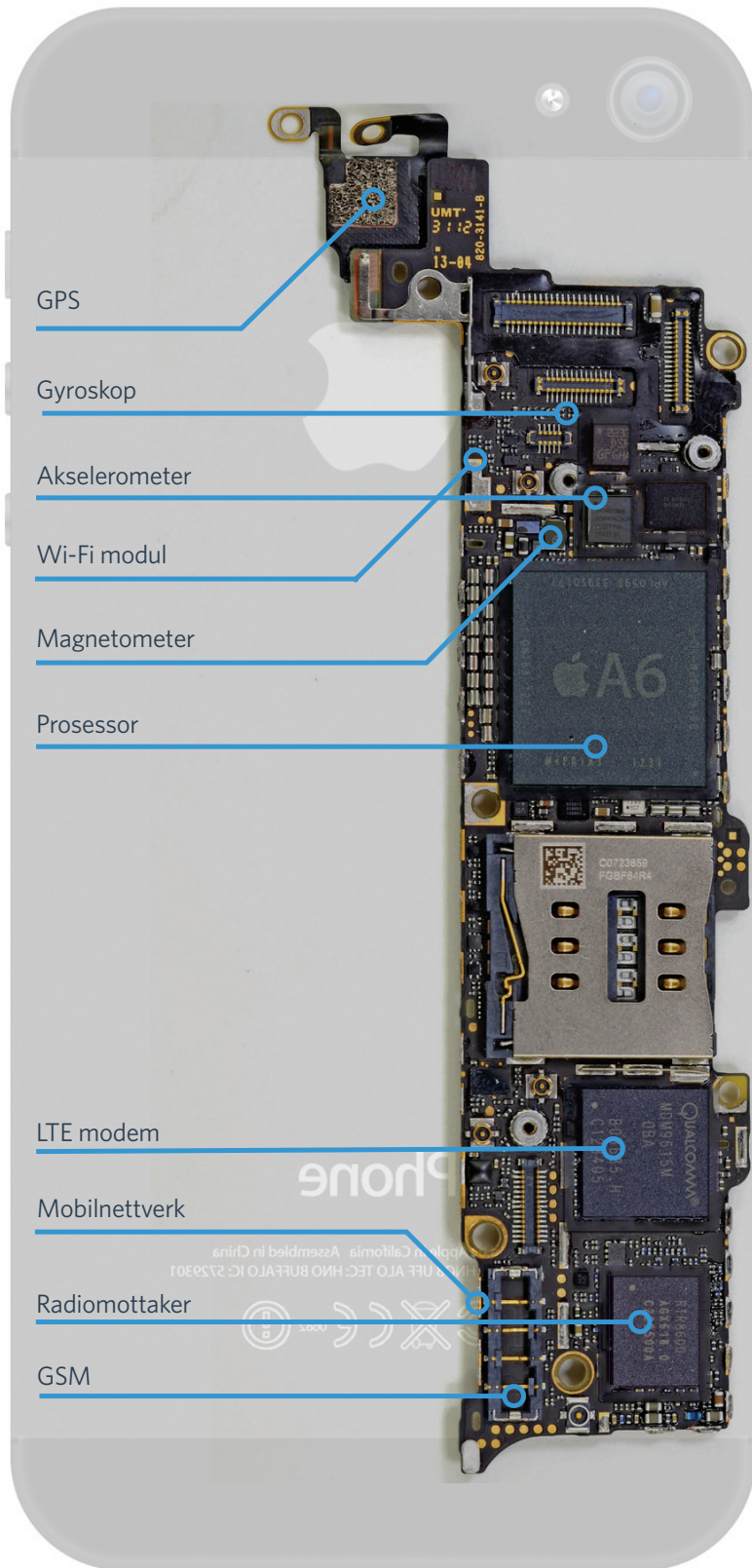
- Akselerometer
- Gyroskop
- Prosesor
- Høydemåler
- Magnetometer

i en brikke på størrelse med en tommelfingernegl og for under hundrelappen. Det samme gjelder for trådløse radiomoduler, minne og batterier.

Kort oppsummert så er den nye generasjonen med små, billige droner en flåte av flygende smarttelefoner. Elektronikken som driver autopilot er i stor grad den samme som driver en smarttelefon - bare med annerledes programvare. De tekniske og økonomiske fordelene av å henge seg på mobiltelefonindustrien er utrolige, og om du ønsker å forstå hvorfor drone-revolusjonen skjer nå, så trenger du ikke se lenger enn din egen lomme.







GPS

Gyroskop

Akselerometer

Wi-Fi modul

Magnetometer

Processor

LTE modem

Mobilnettverk

Radiomottaker

GSM



## Forskjellige typer sivile droner

### Forskjellige typer sivile droner

Det finnes svært mange forskjellige typer droner for sivil bruk, men hovedsaklig kan de deles inn i tre kategorier. Enten som et fly, et helikopter eller et flerrotors multikopter. Det er disse typene som er mest brukt og vil bli vurdert i oppgaven. I tillegg ønsker jeg å nevne et par andre typer, trakt- og ballongdroner, for å vise omfang.

### Fly eller fixed-wing

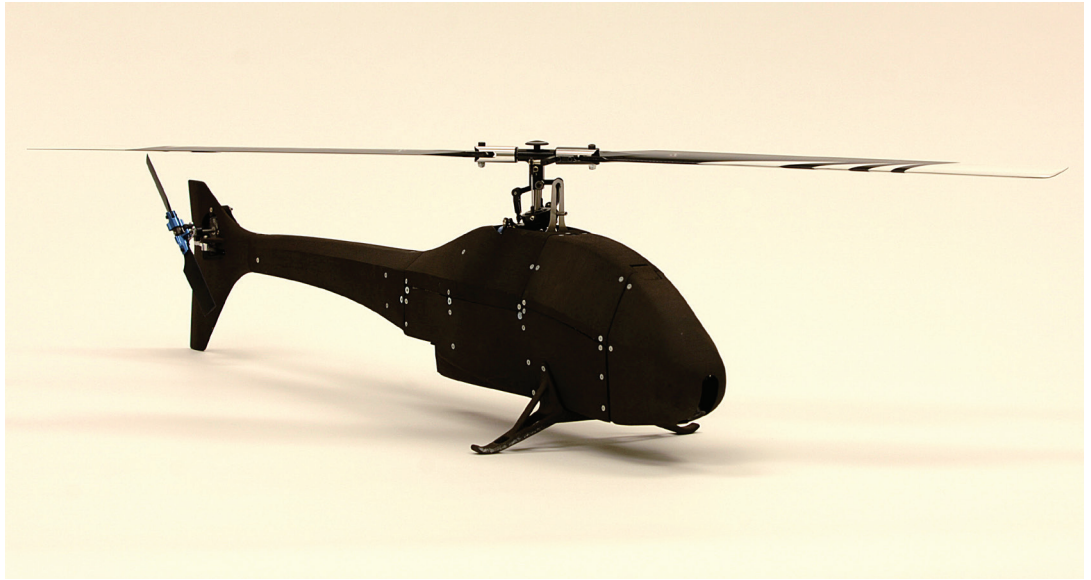
Såkalte fixed-winged aircrafts er en samlebetegnelse på flyfartøy med ikke-bevegelig vinger. De har oftest form som et kommersielt fly, men kan også se ut som en drage eller et seilfly. Det finnes også fixed-wings hvor vingen og kroppen er samme del. Når det ikke lenger trengs plass til styrerom, er det mulig å optimalisere formen for flyving uten å ta hensyn til menneskelige faktorer, som ved passasjerfly.

Fixed wings karakteriseres av lang flytid og følgelig lang rekkevidde. Når de først har kommet seg opp i luften kan de være flyvedyktige i lang tid og det er ofte batteritid på kommunikasjonsutstyret som begrenser flytiden, ikke nødvendigvis drivstoffet. En av de store ulempene med fly er at de krever en landingsstripe for å kunne lette og lande.

Derfor har det blitt utformet mange hjelpekonstruksjoner som tillater letting og landing på små areal.

Mange fixed wings har eget utstyr for å kunne lette og lande på svært lite område. Dette tar bort behovet for landingsstripe og muliggjør bruk på små installasjoner.





Dette utstyret består som regel av en katapult som skyter flyet ut og et nett eller tau som hekter flyet når det skal lande. Det finnes også fly som bevisst krasjer der hvor de skal lande. Konstruksjonen er designet med bruddpunkter, slik at flyet ikke tar skade og det er enkelt å sette flyet sammen igjen etterpå.

## Helikopter

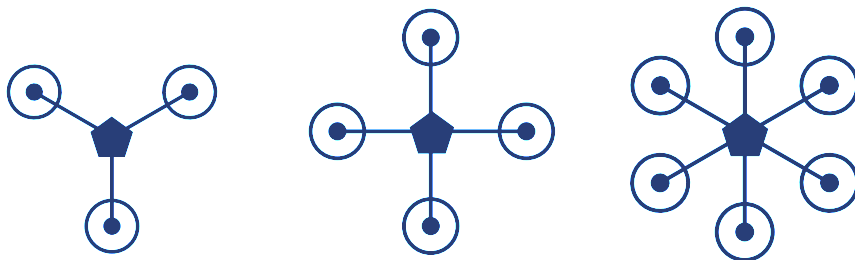
Helikopter defineres som flymaskiner med en hovedrotor for løft og en halerotor for å kontrollere rotasjon. Dette er konvensjonelle helikoptre, slik de fleste kjenner til de. De største fordelene med helikoptre er at de kan lette og lande vertikal (VTOL) samt at de kan stå stille i luften. Disse bevegelsene tillater arbeid som ikke er mulig for fly.

Ulempen er at konvensjonelle helikoptre har en veldig kompleks mekanisk opbygning. De består av svært mange deler og delene utsettes for ekstremt store krefter.

## Multikopter

Multikoptre skiller seg fra konvensjonelle helikoptre ved at de har tre eller flere rotorer og alle er montert horisontalt med bakken. De unngår rotasjon av flykroppen ved at rotorene snurrer i forskjellige retninger, halvparten med klokken og den andre halvparten mot klokken.

Sammenlignet med konvensjonelle helikoptre er de svært enkle å bygge selv og dette har gradvis gjort dem til den mest populære dronen innen hobbysegmentet, og også gradvis for profesjonelt bruk. Multikoptre fungerer utelukkende ved å regulere spenningen til de individuelle rotorene og de



trenger dermed ingen gir eller vinkling av rotorer. Samtidig har de mange av de samme fordelene som helikoptre har, nemlig at de kan lette og lande vertikalt, samt holde seg i ro i luften. Dessverre er de dårligere egnet enn helikoptre i sterk vind, da multikoptre tilter hele kroppen opp mot vinden for å møte den. Dette eksponerer en større del av kroppen for vinden og den må nødvendigvis tilte enda mer opp mot vinden.

Multikoptre finnes i mange forskjellige typer, men deles hovedsakelig inn etter antall rotorer - det vanligste er 4,6 eller 8. Disse rotorene kan ha forskjellige konfigurasjoner, typisk klassifisert etter plassering sett ovenfra, for eksempel X- eller H-konfigurasjon, som gir veldig mange variasjoner.

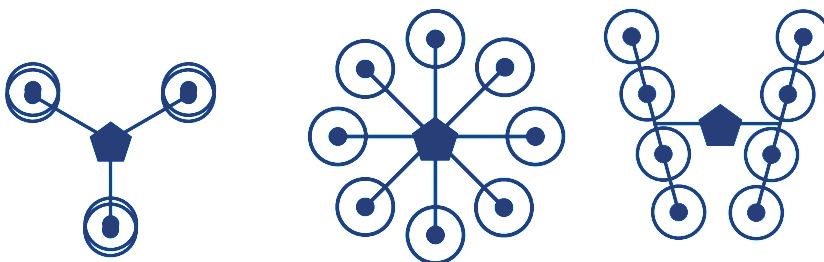
### *Trikopter*

Trikoptere har en Y-konfigurasjon og siden den kun har tre rotorer har én rotoreneoppgave å motvirke rotasjonen. Dette medfører at trikotpre har dårligere manøvreringsegenskaper enn de andre multikoptrene og de er den minst brukte typen.

### *Kvadrakopter*

Kvadrakopter er blitt den vanligste typen multikopter, siden de er svært flyvedyktige og samtidig enkle å bygge. Da antall deler er et direkte resultat av antall rotorer, så er dette den modellen som er enklest og billigst å produsere. Det gjør den også enklere å feilsøke og det minsker sannsynligheten for at det er feil på dronen.

Som regel bygges kvadrakoptere i pluss- eller kryss-mønster, avhengig av ønsket funksjonalitet. Skal man filme mye rett fremover, for eksempel, er det hensiktsmessig med en X-konfigurasjon, da rotorene vil havne utenfor bildet.



### *Heksakopter*

Heksakoptere har etterhvert blitt mer populære og særlig blant mer erfarne hobbybygger og profesjonelle. Flere rotorer gir større oppdrift og løftekapasitet, selv om vekten og størrelsen ikke økes mye. Større løftekapasitet gjør at det kan frakte med seg flere sensorer, bedre kameraer eller annet utstyr, noe som gir flere muligheter for brukerne.

Samtidig har heksakopteret en feilsikring ved at én av motorene kan svikte uten at hexakopteret faller ned. Det vil miste noe styring i den ene rotasjonsretningen, men kan fortsatt landes trygt. Det kan til og med ha to motorer som svikter – så lenge begge disse er på samme krysstag. Dronen vil da miste all kraft i den ene rotasjonsretningen, men det kan fortsatt lande. Heksakoptere konfigureres som regel i X-formasjon, men det finnes også V- og H-varianter.

### *Oktokopter*

Oktokoptre har alle de samme fordelene som heksakoptrene og tilbyr dermed enda mer motorkraft og løftekapasitet, mot at det har flere deler og følgelig blir en dyrere løsning. Samtidig kan det miste to motorer, så lenge disse er på forskjellige krysstag, uten at det faller ned. Dette gjør det enda sikrere enn de andre typene og mer egnet for profesjonell bruk hvor det stilles høyere krav til driftssikkerhet.

Oktokoptre finnes i svært mange forskjellige konfigurasjoner og den vanligste er som en åttearmet stjerne. Om dronen skal utstyres med kamera som skal filme fremover må dette monteres lavt under dronen slik at ikke rotorbladene havner i bildet. For å kompensere for dette finnes det også V- eller H-konfigurasjoner, som gir klar sikt i én retning. Dette tillater droner med lavere høyde, siden kamera kan monteres



sammen med flykroppen. Det finnes også X-konfigurasjoner, hvor dronen har to propeller på hver arm – en på oversiden og en på undersiden. Dette tillater en lettere konstruksjon, men man mister litt av løftekapasiteten.

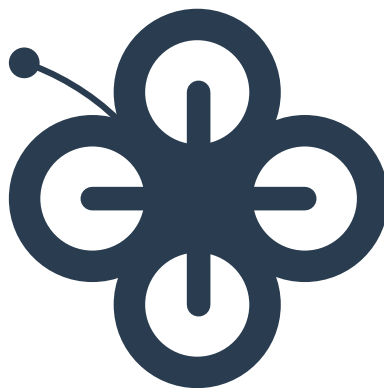
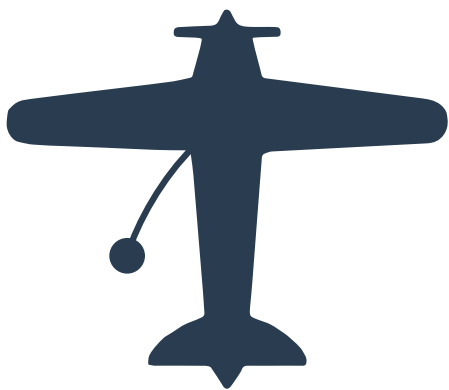
## Trakt-varianter

I tillegg til de mest konvensjonelle dronene nevnt ovenfor finnes det noen andre varianter som kan være interessante å nevne. Den ene er såkalte trakt-varianter, hvor kroppen har en uthulning i midten med en eller flere rotororner inni. Prinsippet bak de er at de skal kunne tilby det beste fra flere verdener. Takk være traktutformingen kan de lette og lande vertikalt som et helikopter, men med fastmonterte vinger vil den også kunne skifte orientering i luften og kunne fly som en fixed-wing ved behov.

I praksis finnes det svært få i bruk og de fleste er fortsatt delvis under forskning og utvikling. Svært avanserte konstruksjoner og mekanikk tyder på at de foreløpig er uegnet for profesjonell bruk.

## Ballonger

Til slutt finnes det droner i form av ballonger. Disse fylles med helium og ved hjelp av en basestasjon og wire kan de sveve over en gitt posisjon og gi tilbakemelding til de på bakken. For å kunne ha nødvendig løftekapasitet krever de svært mye helium og følgelig store ballonger. Dette gjør de uegnet på steder hvor det er lite plass å lette og lande, med mindre heliumen skal taes ut mellom hver gang. Dette ville gjort de dyre i drift, så heliumen beholdes mellom operasjoner.



## Sammenligning

Fly eller helikopter

Grovt oppsummert er forskjellene mellom fixed-wing og multikoptre et valg mellom rekkevidde (flytid) og fleksibilitet. Flyene har svært lang rekkevidde og kan fly i timesvis. Takket være høy hastighet kan de dekke svært store områder. Denne hastigheten gjør også at de raskt passerer et gitt punkt. Eneste måte å kontinuerlig overvåke et gitt punkt vil være å fly i mønster, feks ved å sirkle rundt det. På den andre siden har multikoptre svært kort flytid, sammenlignet med flyene. De har ingen annen oppdrift enn propellene og dette krever vesentlig mye mer kraft. Til gjengjeld er de svært fleksible og kan operere i helt andre områder enn fly. De kan stå stille i luften og dermed enkelt overvåke et gitt punkt eller komme svært nærmere det som skal inspiseres.

**Rekkevidde**

*eller*

**Fleksibilitet**



## Fremdrift

### Motorer og batterier

Det faller utenfor omfanget til denne oppgaven å sette seg inn i fremdriftsteknologi og alle fordeler og ulemper med de forskjellige mulighetene, men det er likevel interessant å belyse de forskjellige alternativene som finnes. I all hovedsak dreier det seg om tre alternativer: Li-Po batterier, Brenselcelle og injeksjonsmotor.

### Li-Po batterier

Litium-ion polymer batterier, ofte kalt Li-Po batterier er oppladbare batterier som består av flere celler koblet i parallell. Dette øker gjennomstrømmingen ved bruk.

Li-Po brukes svært mye innen radiostyrte fly og biler, hvor fordelene av lav vekt og høyere kapasitet og strømleveranse rettferdiggjør den høyere prisen.

#### *Batterikapasitet*

Fly med batterier kan holde seg i luften i flere timer, takket være oppdriften fra vingene. Multikoptre derimot har svært dårlig flytid. De aller beste klarer 80-90 minutter, men det vanlige er rundt 45 min på en oppladning. Det er likevel forventet at det vil skje store endringer innen batterikapasitet i årene fremover. Senest i vår ble det publisert en artikkel som viste en forbedring på en ordensgrad. <http://www.sciencedaily.com/releases/2013/06/130604094703.htm>

### *Opplading*

Siden Li-Po batterier består av flere celler kreves en spesiell opplading. Mellom selve laderen og batterien trengs en såkalt conditioner. Den sørger for at hver og en av cellene får like mye strøm og dermed lades like mye. De veksler på å lade opp de forskjellige cellene, slik at ikke cellene får for mye strøm over for lang periode.

Det er stor fare knyttet til overlading av batteriene og de kan eksplodere som følge av dette. Laderen må derfor måle strømnivået og kutte oppladingen når batteriene er fulle. Samtidig vil kontinuerlig lading over lang tid kunne ødelegge batteriene, slik at de ikke holder på ladningen.

### **Brenselcelle**

En brenselcelle er en enhet som lager elektrisk energi fra et drivstoff, som regel hydrogen eller naturgass, ved å la det reagere med oksygen. Det går også an å bruke propan, LPG, metanol eller biogass. En brenselcelle basert på hydrogen og oksygen kalles for en hydrogencelle. Så lenge cellen får tilført brensel vil den fortsette å virke.

### **Injeksjonsmotor**

En injeksjonsmotor er en forbrenningsmotor med et system som sprøyter inn bensin. Det har etterhvert blitt den vanligste bilmotoren. Moderne injeksjonsmotorer er som regel utviklet for en bestemt type drivstoff. De fleste injeksjonsmotorene er for bensin eller diesel.

En av de store ulempene med besing og diesel er det mulig sølet når det brukes, samt støy og eksos fra motoren.





## Sensorplattform

Nyttelast ombord

Dronen i seg selv, som autonom flyfartøy, er ikke særlig nyttig med mindre den kan videreformidle informasjon til sluttbrukeren. Det er utstyret man monterer på dronen som er interessant, og i praktisk henseende kan droner sees på som en sensorplattform. Det er mange forskjellige typer sensorer som kan monteres på dronen avhengig av hva man ønsker av data.

### Kamera

Som nevnt tidligere har pris og størrelse på bildesensorer gått drastisk ned, samtidig som prisen har gått opp. Det betyr at det er enkelt å montere på høykvalitets stillbilde eller videokamera. Stillbildene kan ha en størrelse på mange megapiksler, som tillater svært detaljerte bilder ved lav flyving. Den samme sensoren kan også filme i HD og gi detaljert videostream fra flyvingen.

Kamera er blitt såpass vanlig at det er droner som kommer montert med flere kamera, som regel ett vendt fremover og ett nedover. Leketøyet AR.Drone Parrot leveres med dette oppsettet. Det gir mulighet til å både se hvor man er på vei og hvor man lander; samtidig kan kamerabildet utnyttes til å stabilisere dronen ved hjelp av programvare. Forsvarsdrone Black Hornet, utviklet av Prox Dynamics i Kongsberg, leveres med 3 kameraer. De er montert på rekke, over hverandre, og gir dermed et kontinuerlig bilde fra rett fremover, til rett nedover.

### IR-kamera

Infrarøde kamera, også kjent som termiske kamera, gir mulighet til å se varmekilder.





IR-kamera brukes innen flere felt, fra brannredning til industrianlegg. De tillater brukeren å se steder som ikke er mulig ellers, feks ved tykk røyk eller om natten. I tillegg brukes de til å detektere feil (varmegang) på elektriske anlegg eller dårlig tetning av bygninger.

Bildeopløsningen er svært lav (maksimalt 640 x 480), men de har en temperaturnøyaktig på under 1 grad Celsius. Det vil si at det for eksempel er svært enkelt å skille ut et menneske fra omgivelsene rundt. Nøyaktigheten er så høy at om et menneske feks lener seg mot eller holder på et objekt, vil man etterpå kunne si varmesignaturen i lang tid.

Ulempen med IR-kamera er at de ikke klarer å se gjennom vinduer, da disse har luftlomme. I stedet fungerer vinduer som speil, og kameraet vil se refleksjonen av varmeprofilen.

## Gassmåler

Ved ulykker som involverer muligheten for utslupne gasser har ikke redningspersonellet mulighet for å assistere for de vet hvilke gasser det er snakk om og hvilket omfang utslippet har hatt. En gassmåler kan raskt og enkelt identifisere gassene og hvilket nivå de ligger på og dermed gi beskjed om når det er trygt å arbeide eller hvilket sikkerhetsutstyr som trengs.

## Geigerteller

Ved Fukushima-ulykken ble det benyttet en drone med geigermålere. Den kunne



dermed måle radioaktiviteten i ulykkesstedet og rapportere tilbake.

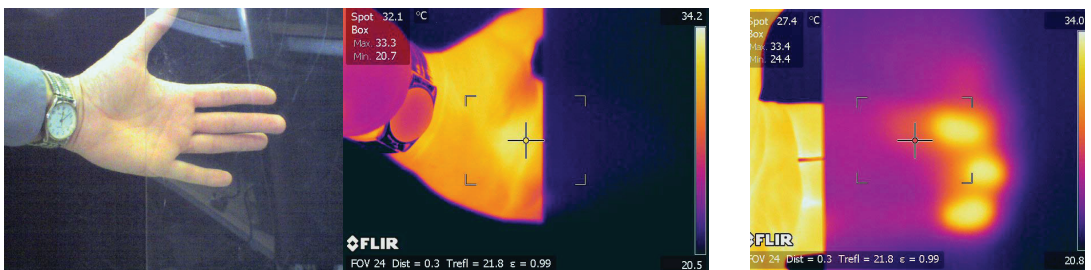
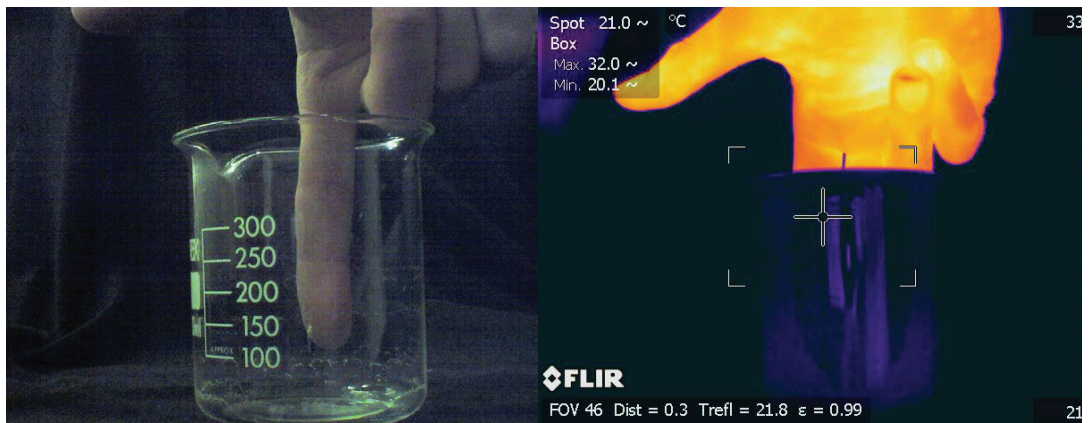
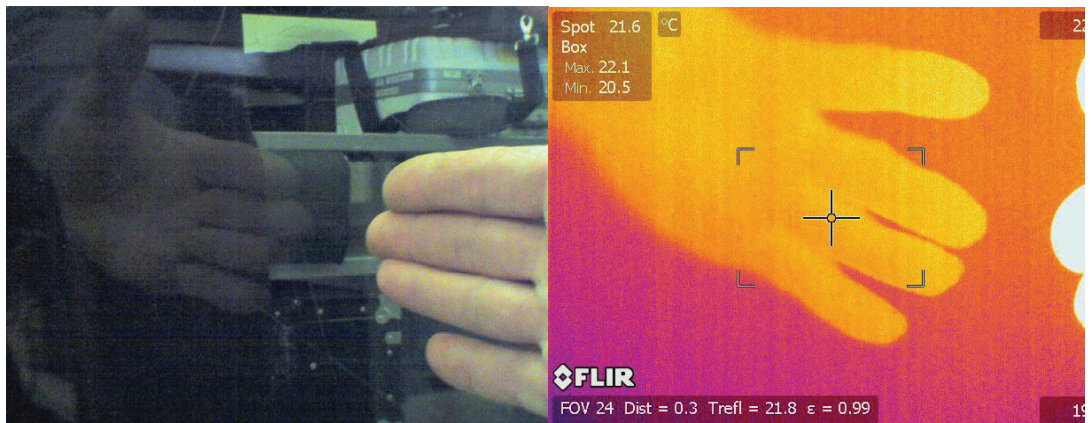
## Hyperspektralt kamera

Hyperspektrale kamera fanger og prosesserer bilder fra det elektromagnetiske spekteret. På samme måte som mennesket ser farger i 3 bånd - grønn, rød, blå - så kan hyperspektrale kamera dele inn i enda flere bånd. Disse båndene kan forlenges utover det synlige området.

Disse kameraene brukes inn jordbruk, minereologi, fysikk og overvåking. Objekter fotografert med hyperspektrale kamera avgir sin egen signatur på det elektromagnetiske spekteret. Disse signaturene kan deretter lagres og gjenkjennes senere.

## LIDAR

Lidar er en fjernfølingsteknologi som måler avstand ved å belyse et mål med laser og analyserer det reflekterte lyser. Selve ordet er en kombinasjon av de engelske ordene light og radar. Lidar brukes i første omgang innen kartmålinger for å gjøre høykvalitets mål, men også innen arkeologi, geografi, geologi, seismology osv.



## Kommunikasjon

### Telemetri

Telemetri (Tele + metri) betyr egentlig fjernmåling og er en samlebetegnelse for trådløs overføring av data. Overføringen skjer hovedsaklig via radiobølger, men kan også skje optisk. Overføringen kan enten være digital eller analog, men de siste årene har digital overføring blitt helt dominerende. Avhengig av situasjonen og krav til ytelsen (sanntidskrav, rekkevidde, overføringskapasitet) kan man bruke standardløsninger som WLAN, radiomodem og GSM eller utvikle spesielløsninger.

Telemetri brukes både til å overføre styringskommandoer fra kontrolleren, men også data fra dronene sendes tilbake via telemetri.





## Styring

Hvordan få dronen til å fly

Tradisjonelt sett har mindre droner blitt styrt som gamle radiostyrte fly og helikoptre. En håndkontroller med to eller flere spaker pluss et utall brytere. Det er fortsatt disse som er mest populære blant entusiastene, men med inntoget av kamera, gps og svevefunksjoner har det dukket opp nye metoder å styre dronene på.

## Håndkontroller

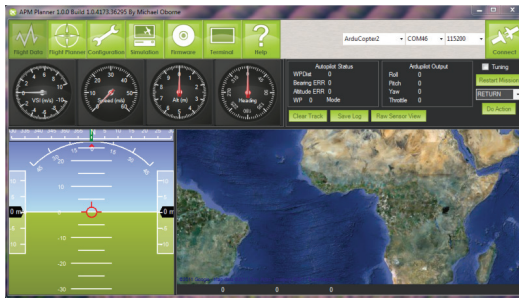
Dette er det de fleste forbinder med radiostyrte fly og helikoptre, men det finnes mange alternative kontrollere å bruke. Eksempelvis énhåndskontroller som på Prox Dynamics Black Hornet. Alternativt kan kontrollere forenkles og spillifiseres ved å bruke kontrollene fra dataspill som Xbox eller Playstation.

## Nettbrett

Ar.Drone Parrot benytter seg av nettbrett for å styre dronen. Takket være gyroskop i nettbrett kan dronen styres ved å vri og vende på brettet. Høydejustering og rotasjon styres ved hjelp av en virtuell 4-veis spak på skjermen.

## Dataprogrammert

Takket være innebygde sensorer som gps og bevegelsessensorer kan dronen fly på egenhånd etter koordinater. Enten direkte inntasting av lengde/breddegrader eller ved å markere en rute på et kart. Det går også an å tegne opp et område som dronen skal fly innenfor eller patruljere grensen til.



## Virtuell cockpit

Etterhvert som dronene skal styres fra et sted langt borte er det nødvendig å få overført vital informasjon fra dronen tilbake. Plassering, retning, hastighet osv kan vises på en dataskjerm. Samtidig kan skjermen fungerer som en kontrollør ved å tilby kartintegrering; neste punkt dronen skal til kan enkelt markeres direkte på kartet.

## FPV

First Person View vil si at du ser det samme som dronen ser - som om du satt ombord og styrte. Dette gjøres ved å ha på seg et sett briller med innebygde skjermer som overfører en videostream fra dronen. Likevel er dette ikke en direkte kontrollør, men en overvåkingsskjerm om brukes sammen med en annen kontrollør.

# Innsikt

## Valg av drone

### Multikopter

Kvadrakopter / Heksakopter

For oppgaven vil det være mest interessant å se på multikoptre, fortrinnsvis et kvadrakopter eller heksakopter. Enhver bruk av drone må se på mulighetene for allsidighet knyttet til bruk, da en drone bør løse mer enn en oppgave og må kunne fungere til forskjellige oppdrag etter behov. Et multikopter har større alsidighet enn et fly, da det kan utføre manøvre som fly ikke har mulighet til og komme til på svært vanskelig steder.

#### Fordeler

Multikoptre vil foretrekkes over vanlige helikoptre pga den teknisk enklere konstruksjonen. Det innebærer at multikopteret er både enklere og billigere å konstruere samt at det vil være enklere å vedlikeholde og reparere.

#### Ulemper

Multikoptre har to store ulemper. Det første er rekkevidde (les: flytid), dette følger av at flykroppen er mindre effektiv enn fly og bruker opp batteriene raskere. Det andre er flygedyktighet i vær. Pga måten multikoptre flyr på er de dårligere egnet i vær enn tradisjonelle helikoptre. Dette kommer av at multikoptre vinkler flykroppen opp mot vinden, noe som gir vinden bedre tak.



# 2 Eksempler

## Dronestudie

### Prox Dynamics Black Hornet

Rekognisierungsdrone fra Asker

Black Hornet er en militær drone, og passer sånn sett ikke inn i oppgaven, men det er flere aspekter med den som er såpass interessante at de må nevnes.

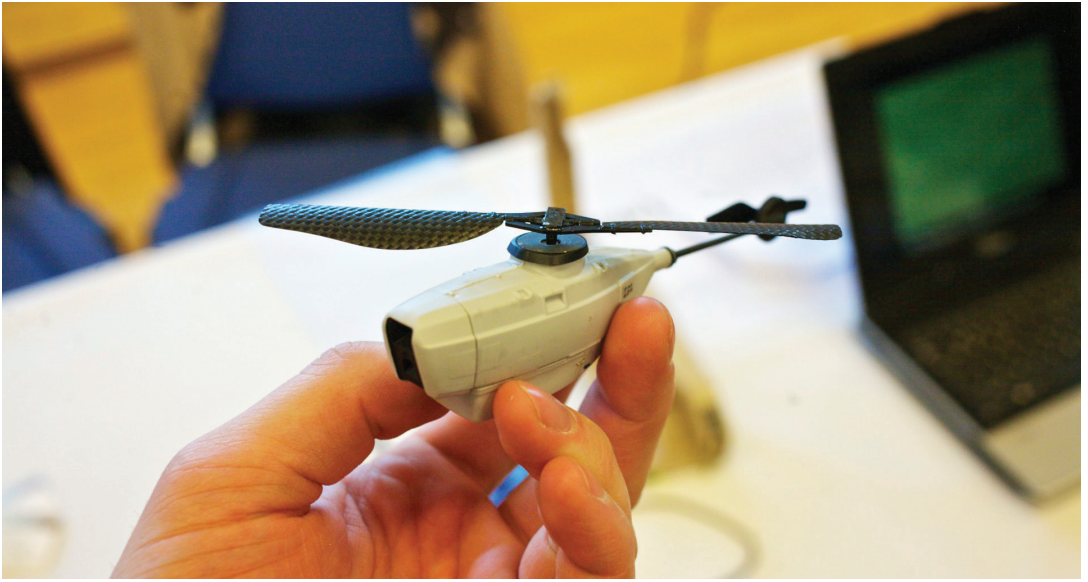
Det viktigste aspektet med dronen er størrelsen og vekten. Som det vises på bildet er den svært liten og vekten er på kun 16 gram. Til tross for den lille størrelsen og lave vekten inneholder den all tenkelig teknologi i tillegg til endel hemmelige deler. Jeg traff på CEO av Prox Dynamics, Petter Muren , på UAV-seminar i Trondheim i februar og han var sparsommelig med detaljene.

#### Lang flytid

Om det er på grunn av størrelsen er usikkert, men den har et fly:lade-forhold på nesten 1:1. Etter en halvtimes lading kan den fly i 25 minutter. Oppakningen kommer med to droner i en felles ladestasjon, så i praksis kan soldatene nærmest fly de kontinuerlig, så sant de har strøm tilgjengelig.

For å styre dronen følger det med en skjerm og håndkontroller. Skjermen viser videostrøm fra dronen samt vitale data og håndkontrollern styrer dronen. Håndkontrolleren er svært liten sammenlignet med tilsvarende til radiostyrte fly og den har kun to 4-veis brytere. Dette gjør den svært lett å manøvrere og Prox Dynamics skryter av at de fleste som bruker dronen trenger bare noen timer med opplæring.







## AR.Drone Parrot

### Leketøyet som forandret droner

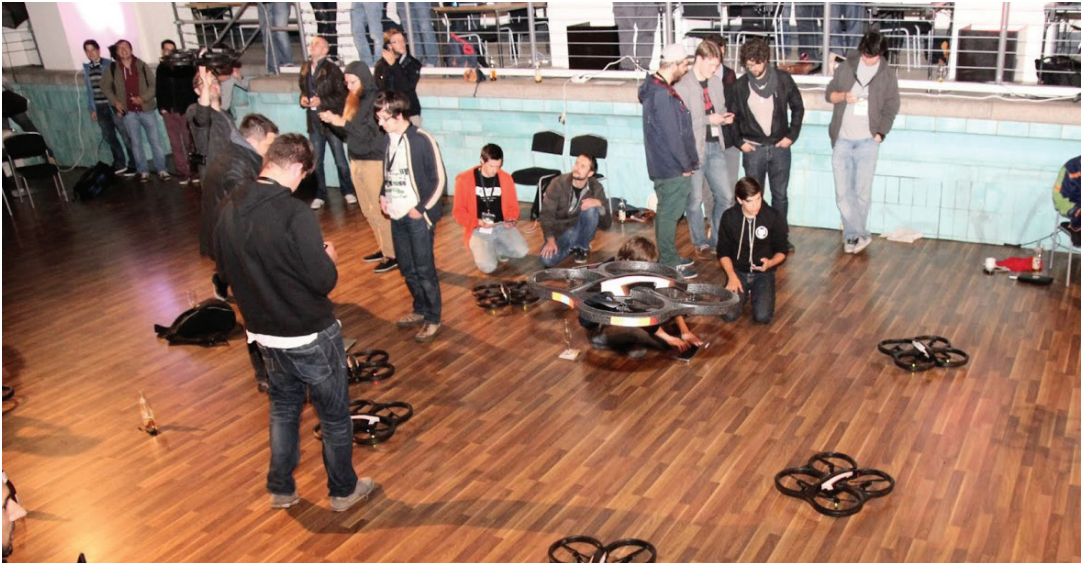
Det er særlig tre aspekter som gjør Parrot fra AR.Drone til en særdeles interessant drone. For det første er den svært billig til 3000 kr. Selv om det er et dyrt leketøy, er det veldig lav pris i forhold til hva dronen kan gjøre og hva den har ombord av teknologi. Sammenlignbare droner fra andre selskaper koster gjerne det dobbelte.

Det andre er at den styres av en smarttelefon eller et nettbrett. Dronen setter opp sitt eget wifi-nettverk som telefonen kobler seg til. Deretter bruker man et eget program for å fly dronen. Man får videostream fra dronen direkte til skjermen og takket være telefonens sensorer får dronen utvidet funksjonalitet.

### Nodecopter

Det siste aspektet er en følge av de to første. På grunn av den lave prisen og at dronen kan styres over et nettverk har hackermiljøet tatt dronen til sitt bryst. Den er svært enkel å koble seg inn på og den kan dermed styres fra en datamaskin. Det gir helt nye muligheter, feks kan man sette opp en ferdig rute dronen kan følge eller man kan hente sensorinformasjon ut fra dronen. Det har blitt arrangert flere workshops med disse dronene hvor de har blitt omprogrammert til å følge etter folk, gjengjenne ansikter eller kunne styres på nye måter. Noen koblet en Xbox Kinect opp mot datamaskinen og dronen kunne dermed fly etter kroppsbevegelser til piloten.





# 3

# Lovverk

## Juridiske aspekter

### Lovgivning

Gjeldende regelverk og lover for droner

Lovgivningen for bruk av droner i Norge er foreløpig ikke regulert i egne lovverk og faller da under samme lover som gjelder for passasjerfly og bemannede helikoptre. Det er forventet at det vil komme egne lover på plass i løpet av de nærmeste årene – kanskje så tidlig som 2015, men nøyaktig innhold i disse er vanskelig å si noe om. Det er derfor vanskelig å danne et helhetlig bilde siden det ikke er bestemte lover å forholde seg til og tillatelser blir gitt på bakgrunn av en søknad.

### Situasjonen i dag

De oveordnede kravene til luftfartstilsynet er at sikkerheten til andre fly i luften, personer på bakken og materiell blir tatt vare på. Sikkerheten skal være like god som det er for rutefly.

150  
kg

400  
fot

Mye av denne sikkerheten baserer seg på operasjonshøyde og -hastighet i tillegg til vekten til dronen. I dag varierer disse noe fra land til land, men de fleste opererer med en vekt på under 150 kg og en flyhøyde under 400 fot. I USA er det ønskelig å lage egne friheter for droner under 25 kg, da skadeomfanget er vesentlig mindre sammenlignet med en drone på 150 kg.



Det differensieres mellom hobby- og profesjonell bruk. De fleste land tillater hobbybruk, så lenge det er innenfor grensene beskrevet over. Med en gang det er snakk om bruk til profesjonell virksomhet stilles det krav til at piloten og flyvingen må protokollføres og rapporteres inn til luftmyndighetene. Tillatelser gis basert på søknader som sendes inn og hvert enkelt oppdrag må detaljbeskrives.

Et av de interessante aspektene med droneflyving i dag er at de fleste som flyr de er hobbyentusiaster som etter hvert har tatt steget over i den profesjonelle verden. De opplever dermed en ganske tung godkjenningsprosess når de skal begynne å fly. Profesjonelle aktører som allerede driver med fly og helikopterdrift og dermed kjenner godt til disse forskriftene har ofte liten interesse i å begynne med droner, fordi det vil ta tid bort fra deres egentlig arbeid. Det er dermed en veldig miskorrelasjon mellom de som ønsker å kunne fly droner og de som er egnet til å gjøre det.

## Segregert luftrom

Det skal hele tiden være mulig å observere dronen med det blotte øyet uten hjelpemidler som kikkert, kamera, eller lignende. Om det er ønskelig å fly utenfor synsrekkevidden, såkalt beyond-line-of-sight (blos), så må det opprettes et segregert luftrom. Dette betyr at et fareområde eller restriksjonsområde må dannes slik at annen aktivitet er informert.

## Autonomitet

Luftfartstilsynet skiller tydelig mellom autonomt og automatisk. Autonome flygin-



ger er ikke tillat, men automatiske kan være det. Det må være en "man in the loop". Forskjellen ligger i muligheten til å overstyre dronen. Et autonomt system tillater ikke det, da det kun flyr på egenhånd. Et automatisk system kan i praksis fly på egenhånd, men det krever en dedikert pilot som kan overstyre ved behov.

Dette er også fokuset på arbeidet internasjonalt; alle antar at autonomt er uaktuelt, men automatikk kan tillates. I praksis skal det være identiske med det å fly et rute-fly eller bemannet helikopter. Det skal være en pilot tilstede, bare at han sitter på bakken i stedet for i cockpiten.

I nødsituasjoner, hvor dronen mister kommunikasjon eller mister signaler, så er det greit med autonomt, så lenge automasjonen er forutsigbar og sikker.

Det vil kreves at det er en eller to dedikerte "førere" av dronen. En til å observere bildet og en til å være pilot. Denne piloten kan godt være passiv og kun fungere som observatør, men må kunne gripe inn ved behov. At han offisielt er observatør er ikke aktuelt. Så et minimum av en "pilot".

## Fotografering

Videre er det ekstra begrensninger på foto tatt fra luften. I dag er dette helt forbudt - også for hobbybrukere, men tillatelser blir gitt. Du må få tillatelse fra Nasjonal sikkerhetsmyndighet og Luftfartstilsynet. Avhengig av hvor det skal flys og i hvilket omfang, kan du måtte søke inntil seks måneder på forhånd.





# 4 Bruk

## Områder hvor droner er i bruk

### Inspeksjon og overvåking

Mulige bruksområder

Det finnes flertallige droner i bruk over hele verden allerede i dag. Det finnes klare fell-estrekke for hva droner egner seg til og hva de ikke egner seg til.

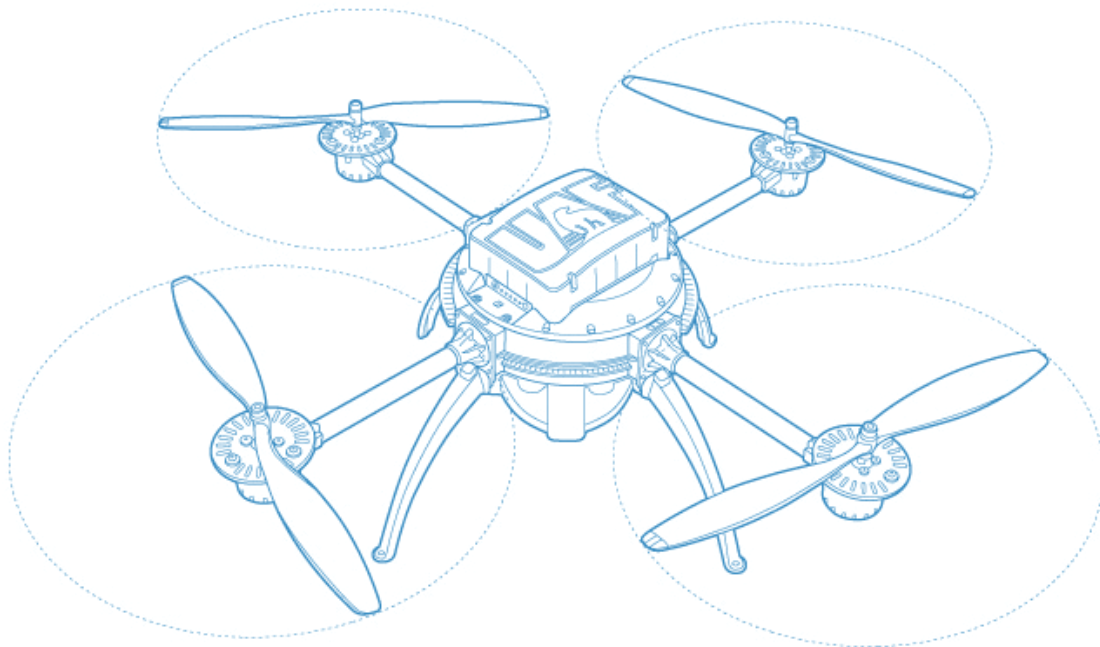
I første omgang kan droner hovedsaklig drive med inspeksjon og overvåking. De kan sjelden interagere med andre gjenstander, men det finnes droner med påmonterte klyper. Likevel vil selv enkle mekaniske operasjoner som å løfte eller slippe krever en fortyngende konstruksjon og legge til egenvekt som dronen kanskje ikke er verdt gevinsten. Ethvert ekstra gram av nyttelast senker dronens manøvreringsevne under vanskelige forhold.

#### DDDI

Sekundært brukes ofte betegnelsen DDD om hvilke oppgaver roboter er egnet for. Forkortelsen står for Dull, Dirty og Dangerous. Dette er oppgaver som er uegnet for mennesker å gjøre, pga store belastninger eller farer. I tillegg legges det til Inaccessible, for oppgaver som ikke nødvendigvis faller inn under de tre andre, men likevel er så utilgjengelige at de er vanskelig å gjennomføre.

På de neste siden vil vi gå gjennom noen bruksområder som finnes og noen potensielle mulighetsområder.



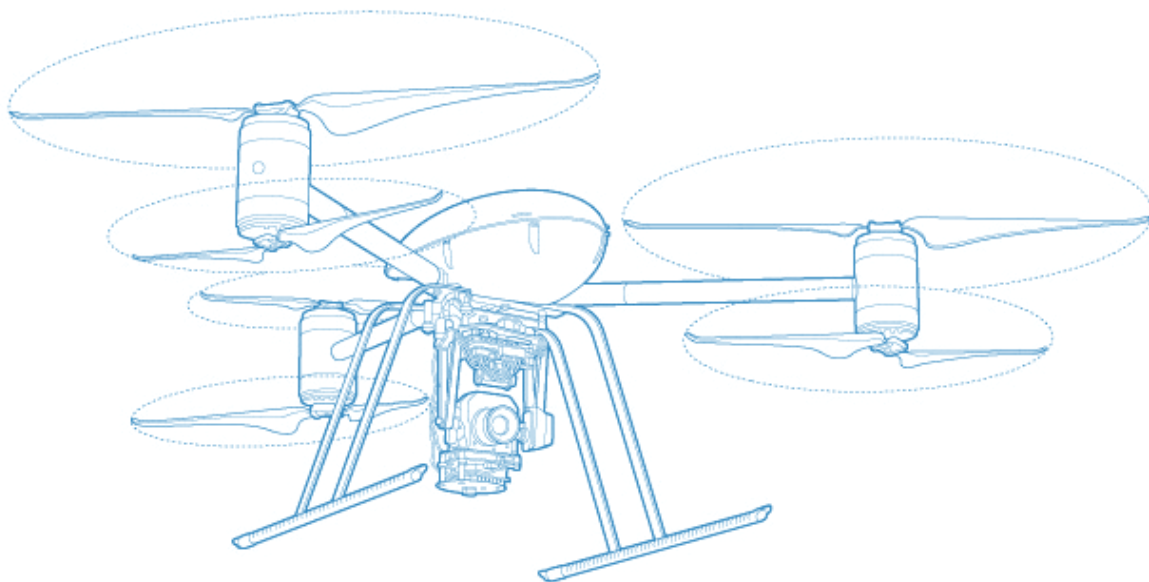


## Tilsyn av oljeutstyr

### Aeyron Scout Quad-rotor minidrone

I de oljerike feltene i Alaska, brenner gasstårnene kontinuerlig, av og til skyter de ut flammekuler to etasjer høye. Det er et sikkerhetstiltak i BPs operasjoner; å brenne bort overflødig gass fra boring. Med mindre anlegget er helt avstengt - noe som koster millioner - så er det uaktuelt å foreta en detaljert inspeksjon av dysene. Dette forklarer hvorfor operasjonen kun blir inspisert årlig.

Det var i det minste planen frem til november 2011. So et eksperiment brakte BP inn Greg Waker til å fly en 1-kilos Aeyron Scout quadrokopter for å inspisere flammene mellom inspeksjoner. Ved hjelp av dronen kunne Walker oppdage en brist i en av dysene mens tårnet brant. Reparasjonen krevde en stenging av anlegget, men BP kunne aksellere prosessen og spare penger ved å bestille delene i forkant.

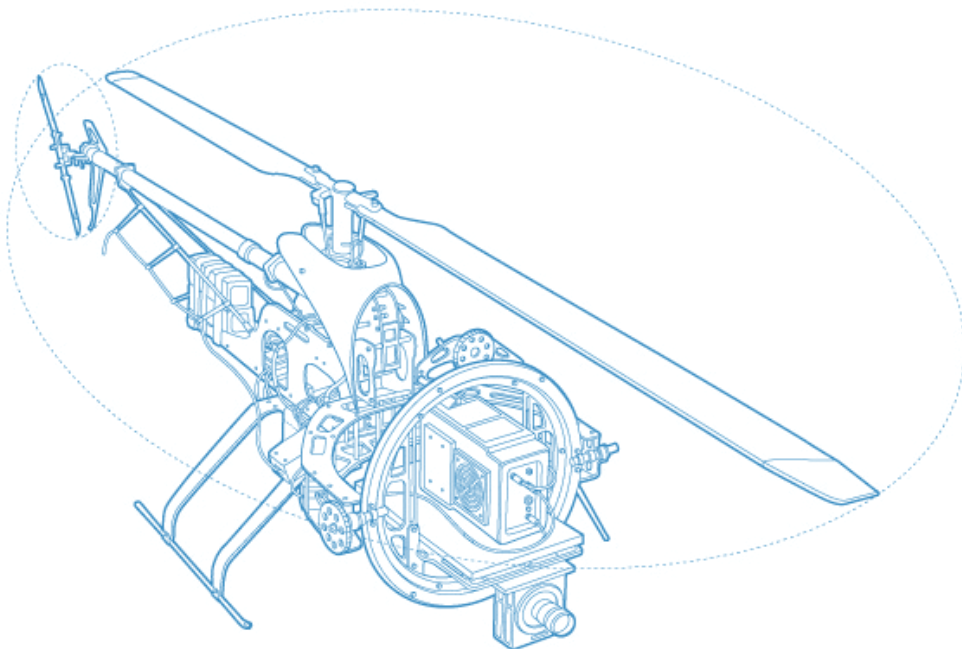


## Politirekognosering

### Draganfly Robotic Rotorcraft

Mesa County i Coloroda har rundt 150,000 inbyggere og byen overvåkes av to selvflyvende droner. Den ene er et miniatyrfly fra Falcon, som letter fra hånden; det andre er et quadrotor fra Draganfly. "Det er ingenting de gjør som et bemannet fly ikke kunne gjort", sier Ben Miller, sivil pilot ansatt ved Sheriffkontoret. "Vi kan bare rett og slett ikke ta oss råd til bemannede fly".

Det mest interessant oppdraget var i Juni 2011, når quadrokopteret hjalp til med å søke gjennom en tett skog etter en person som hadde blitt knivstukket. Etter det har det hele roet seg ned. Nedskjæringerr har ført til overarbeide betjenter som ikke har tid til å ta i bruk overvåkingsdronene.

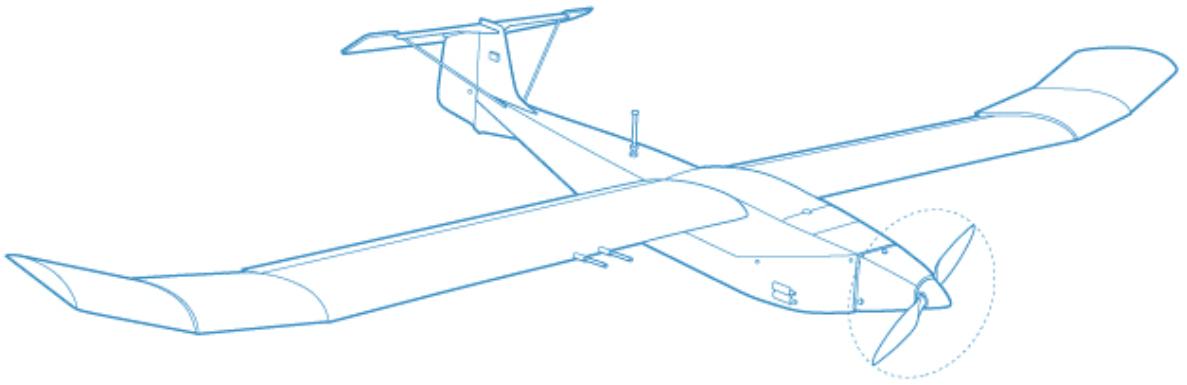


## Luftfotografering

### Spesialbygde helikamera

David Quinones driver luftfotograferingsselskapet SkyCamUSA som spesialiserer seg på helikopter og fly klipp for alle fra Hollywood til eiendomsmeglere. I flere år brukte han også droner. Quinones og teamet hans kunne fly steder, for eksempel inni tunneler eller nær bygninger, der vanlig helikoptre ikke kom til. Flere musikkvideoer, reklamer og realityshow ble filmet med hans ubemannede fly. For en Johnny Walker reklame bruke Quinones et spesialbygd helikopter på 1.2 m for å flytte seeren fra midten av Yankee stadium og helt til hjemmebasen. Plutselig i mai 2011 bestemte California Film Commision at de ikke kom til å gi ut flere tillatelser til å filme med droner.

Quinones sitt eienndomsfilmingselskap møtte samme skjebne. Han solgte lenge tjenester for å filme dyre luksuseiendommer. "Den beste måten å see disse eien dommene på er fra luften," sier Quinonens, "men fugleperspektivet fra et vanlig fly er virkelig dårlig. Du trenger å gå lenger ned mot bakken og fly i en lavere hastighet." Droner var løsningen helt til myndighetene satte en stopper for også dette.



## Inspeksjon av avlinger

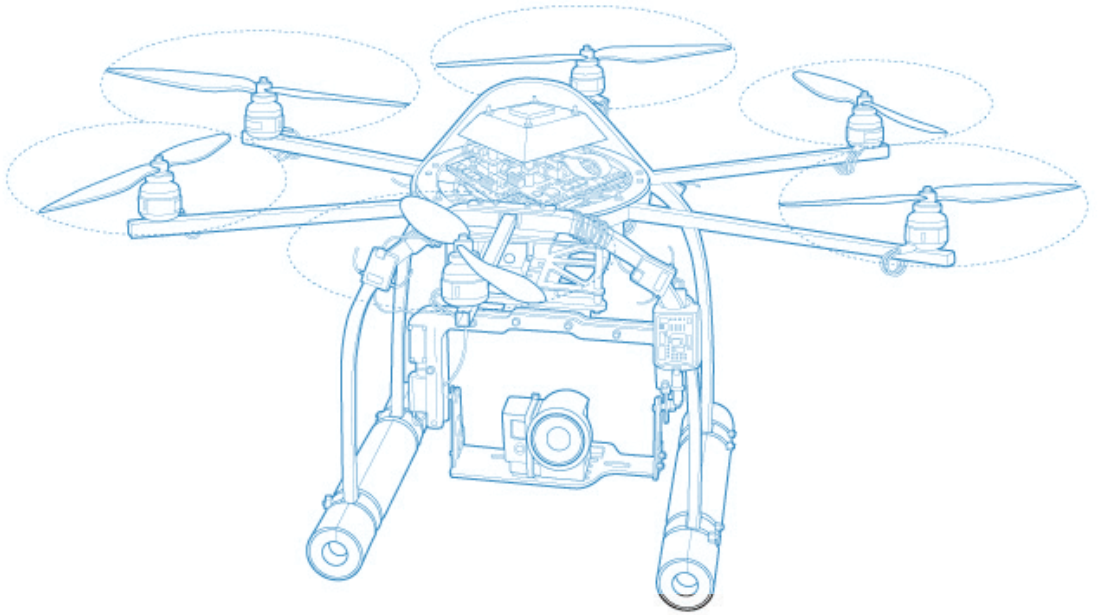
### Håndbygde miniatyrfly

I 2004 når bonden Robert Blair ønsket å se gården fra luften, betalte han \$9,000 for å leie et Cessna-fly. Det tok tre uker å få bildene etterpå. Frustrert over løsningen bygde han sitt eget selvflygende fly på 1.4 meter.

Blair er allerede en teknologi-bevisst bonde. Han har volumetriske sensorer installert på høstmaskinene og traktorene kjører seg selv etter GPS. Det som likevel skiller ham fra andre som også driver med presisjonslandbruk er hans ubemannede luftstøtte.

Blair sin 6-mål store gård er i røft terreng, med flere åser og gjøreområder. Å se hele gården fra bakkenivå er så godt som umulig. Den eneste måten å se endringer i avlingen er fra luften. "Det gir deg mulighet til å dekke hver eneste kvadratcentimeter uten å lage vilkårlige spor gjennom gården."

I høysesong sender Blair dronen på oppdrag annenhver eller hver eneste uke. Luftbildene gir ham mulighet til å ta avgjørelser om det er på tide å gjødsle eller stelle med avlingene. Og han slipper å vente på bildene.



## Kartlegging av dyreliv

### Heksakopter

Phil Groves er alltid nervøs når han trår ombord i helikoptre, pga ulykken til to biologikolleger Larry Barret og Danielle Schiff. I august 2011 skulle de to fiske- og villmarksforskerne fly over Clearwater River i Washington på utkikk etter truede laksetyper. De fløy med åpne dører for best mulig utsyn, men én av tavlene fløy ut og traff rotbladene. Helikopteret styrtet og drepte alle ombord.

Dette var ikke den første flyrelaterte ulykken mens de speidet etter dyr fra luften, men dødsfallene motiverte Groves å finne andre måter å telle laks. I Desember 2011 overtalte han sjefen sin om å kjøpe et heksakopter fra MikroKopter. Under utprøving var lakserevirene svært synlige gjennom det påmonterte kameraet. Dessverre fikk luftfartsmyndighetene nyss om operasjonene og bestemte seg for å sette dronene på bakken. Derfor må Groves i år nok en gang klatre ombord i et helikopter og håpe at alt går i orden.

# 5 Maritimt

## Bruksområder til sjøs

### Maritime muligheter

#### Manglende utforskning

Gjennom reseach av droner fra et teknisk og bruksperspektiv er det tydelig at de fleste områdene som prøves ut i dag er til lands. Det er få droner som opererer i havet og det finnes gode grunner for å ikke operere til sjøs. Havet har et mer ugjestmildt vær som gjør det vanskeligere for droner å operere. Det stilles større krav til flygedyktighet i vind og flykroppen må tåle vann bedre enn til lands.

Samtidig byr havet på noen unike muligheter. Sikkerhetsmessig er det mye mindre sjanse for å skade mennesker eller materiell med en drone til sjøs. Om den faller ned vil den med all sannsynlighet falle i havet og ikke på båter eller installasjoner til sjøs. Samtidig er det svært lite bebyggelse den kan kollidere med. Selv om oljeplattformer har tett konstruksjon er det mye enklere å navigere rundt enn feks rundt et industrianlegg som kanskje har tilstøtende bygg. Samtidig er det bedre sikt på havet og en drone kan opereres i større omkrets enn på land og samtidig oppfylle kravet om å være synlig. Til slutt har Norge en svært lang kystlinje og et maritimt fokus er ikke til å komme bort fra.

Det finnes i hovedsak tre store muligheter for bruk av drone til sjøs; oljeplattformer, havbruksanlegg og fra båt. Den siste, fra båt, er den som er mest vag i utgangspunktet, men som likevel gir mest interessante muligheter

### Oljeplattformer

Shell driver for tiden med en mulighetsanalyse av å benytte droner til å inspisere flammearn. I utgangspunktet har de testet ved raffineri, men de samme problemene kan løses på en oljeplattform. Utgangspunktet er at flammearnet kontrolleres av en drone med kamera som sender bildet ned til brukeren og de kan dermed oppdage feil tidligere.



og redusere nedetiden for operasjoner.

I tillegg må det utføres arbeid i den såkalte "splash zone", det vil si under dekk. I dag utføres dette arbeidet av mennesker, men inspeksjonen på forhånd kunne med fordel blitt gjort av en drone. Det ville redusert tiden mennesker måtte ha arbeidet under vanskelig forhold betraktelig.

Det store problemet med oljeplattformer er krav til EX-godkjenning, såkalt eksplosjonsbeskyttelse. Dette vil umiddelbart være vanskelig på en drone som enten bruker elektriske batterier eller injeksjonsmotorer. Dronen måtte dermed blitt kapslet inn og mest sannsynlig fått høyere vekt.

## Havbruk

Sintef Fiskeri- og Havbruk har for tiden et prosjekt gående under navnet Sensodrone. Det omhandler hvordan å utføre oppdrag i maritimt miljø med drone, men i hovedsak om mulighetene ved oppdrettsanlegg. Da jeg besøkte de hadde de skissert opp et mindmap for mulighetene ved havbruksnæringen, og de hadde påpekt flere interessante muligheter.

- Måling av overflateaktivitet i vannet.
- Deformasjon av ringen, belastning av systemet.
- Definere sikkerhetssoner rundt feks kraner, som dronen overvåker under bruk.
- Filme not fra lav høyde og se etter feil/hull/alger, osv.
- Speiding av nærområdet etter fiskearter eller alger.
- Detektering av rømt fisk.

De så for seg at dronen enten kunne benyttes fra båt eller fra selve anlegget.





Fordelene ved havbruk er at det sjelden er kritisk å få undersøkt på et bestemt tidspunkt. Man kan som regel vente til dronen har gode flyveforhold før den sendes ut. Samtidig er det et fast anlegg, så det vil være mulig å identifisere endringer over tid ved regelmessig undersøkning.

Når dronen først er plassert på et anlegg og er operativ kan den med enkelhet modifieres eller utvides til å kunne utføre svært mange forskjellige oppdrag. Det er kun sensorpakken som styrer hvilke begrensninger dronen har. En drone plassert på et havbruk vil kunne gi store gevinster for anlegget.

## Fra båt

Det finnes flere muligheter her, men mijøvern og søk- og redning til sjøs fremstår umiddelbart som det mest interessante arbeidet. Disse oppgavene fordeles i hovedsak mellom Kystvakten og Redningsselskapet på vannet, men flere andre aktører, som 330-skadronen og Hovedredningssentralen er sterkt involvert.

### *Hovedredningssentralen*

Hovedredningssentralene har det overordnede operative ansvar ved søk- og redningsaksjoner. Den operative koordinering av aksjoner, skjer enten direkte fra en av de to hovedredningssentralene (HRS) som er lokalisert i Bodø og på Sola ved Stavanger, eller gjennom en av de 28 lokale redningssentraler.

### *Kystvakten*

Kystvakten er underlagt Forsvaret og har som hovedoppgaver å føre oppsyn ved fiske, drive mijøvern samt søk og redning. Kystvakten er statens myndighetshåndhever på havet. Fellesnevneren for de fleste av Kystvaktens oppdrag er å bidra til å trygge miljøet i en sårbar sone. Kystvakten har en viktig rolle i den nasjonale miljøberedskapen langs kysten og på havet. Kystvakten gir også en viktig støtte til norsk forskning.





### *Redningsselskapet*

Redningsselskapet er en humanitær, frivillig medlemsforening med formål å eedde liv, berge verdier, verne kystmiljøet og drive opplysnings- og ulykkesforebyggende arbeid for å bedre sikkerheten til de som ferdes langs sjøen.

Redningsskøytene er uunnværlige for sjøsikkerheten langs kysten. Siden 1891 har de reddet over 6300 mennesker fra drukningsdøden på havet. Redningsskøyter betjener rundt 60 stasjoner langs hele kysten, og behovet for beredskap og plassering av redningsskøytene endrer seg gjennom hele året. Redningsselskapet og hovedredningssentralene samarbeider om å ha rett redningsskøyte på rett sted til enhver tid.

### *330-skvadronen*

330 skvadron er Luftforsvarets operatør av redningshelikoptertjenesten i Norge. Skvadronen holder til på Banak, Bodø, Ørland, Sola og Rygge, i tillegg til å ha en enhet i Florø. Redningstjenesten er underlagt justisdepartementet og styres i fredstid fra hovedredningssentralene.

## **Valg av fokus**

Søk og redning fremstår som det mest spennende alternativet å arbeide med, selv om havbruk også har stort potensiale.

Det viste seg også at det var innen SAR det var enklest å få kontakt med de forskjellige involvert. Med unntak av 330-skvadronen har jeg snakket med alle partene og vært på besøk hos Redningstjenesten på Hitra. I tillegg har vært med Brannredningstjenesten i Trondheim på båttur, da de muligens har overlappende oppgaver.



## SAR

### Søk og redning til sjøs

Søk og redning omfatter alle hjelpeopdrag til sjøs, enten det er snakk om motorstopp, forlis eller grunnstøting. Partene som bidrar til SAR-operasjoner hjelper også til ved mijuulykker.

Jeg snakket også med Morten Rausstein i Luftfartstilsynet om dette og når det er snakk om liv og helse kan man ta seg en del friheter som ikke gjelder ellers. For eksempel kan luftrommet stenger i løpet av 30. min i det området der man driver søk. Det som da er ekstremt viktig er at kommunikasjonen og samspillet mellom dronen og andre aktører i luftrommet er definert. Dette er en veldig viktig koordinering. Det kan da enten være snakk om høydeseparasjon eller blokkseparasjon for å sikre god og trygg flyging. Det er også helt klart at det er store muligheter på sjøen, sammenlignet med på land. På sjøen er det jo veldig liten fare for at dronen faller ned i hodet på noen, for eksempel.

Et problemområde, som gjelder generelt for droner, er kost-nytte scenarioet. Lønnsomhet er et problem. Når det er snakk om høy-risiko operasjoner kan man tillate høyere kostnader, feks for å spare menneskeliv ved inspeksjon av høyspentlinjer. Det må være en operativ gevinst ift kostnaden ved å ta i bruk et system.

Derfor kan det være viktig å se på dual-use scenario. Et eksempel er ved bruk på oljeplattform at det også kan se etter feks olje-søl og andre ganger kunne gi et birds-eye view av operasjoner.

Luftfartstilsynet har testet med redningsmannskaper og de ble helt mål-løse av å se verdien av å komme opp i høyden. Det kunne betraktelig øket effektiviteten av et søk ved å komme høyere opp. Også sammenlignet med tilsvarende løsninger på stang - selv om en stasjonær løsning kunne hatt tyngre/dyrere sensorer.







## Overblikktest

### Sammenligning av utsyn

Den største verdien med en drone er mulighet til å komme høyt opp og dermed få et overblikk over situasjonen. Avhengig av høyde kan man enten observere hele situasjonen og området rundt eller fly lavere for å fokusere på et kritisk område. For å undersøke den reelle verdien, satte vi opp en enkel test på Sjøbadet i Trondheim.

### Hopp i havet

En person hoppet uti havet i overlevelsesdrakt og la seg først 10 meter fra land før han svømte ut til 30 meter. Ved begge avstandene sammenlignet vi hvor synlig personen var fra 1-2 meter over havoverflaten med et fugleperspektiv i ca 15 meters høyde. Dette høye perspektivet simulerte vi med en teleskopstang plassert på det øverste stupetårnet.

Resultatene lot ikke vente på seg. Allerede ved 20 meter begynte det å bli vanskelig å se personen - til tross for den knalloransje drakten. Det var ikke mye bølger den dagen med kun 4 sekundmeter ving, men det lille hodet som stakk opp forsvant raskt mellom bølgene. På det øverste bildet klarer du såvidt å skimte føttene.

Sammenlignet med bildet vi fikk fra teleskopstangen (det midterste bildet) er det ikke tvil om at et slikt overblikk vil kunne være utslagsgivende i redningssituasjoner. Selv det nederste bildet, som er tatt med et speilreflekskamera fra 7 meters høyde, er vesentlig bedre enn fra 2 meters høyde.







## Hovedredningssentralen

HRS, Sør-Norge

Jeg snakket med avdelingsdirektør Jarle Øversveen ved HRS Sør-Norge på Sola. Siden det er de som sitter på det operative ansvaret får de inn alle slags saker som de fordeler videre til hjelpemannskaper i nærheten. De hjelper til med forlis, brann, assistanseoppdrag, tau i propellen, grunnstøting og mye mer. I grove trekk er det snakk om alt som flyter og så lenge det er folk om bord. Det kan dermed være alt fra små fritidsbåter og opp til store shippingbåter. Så snart alle mennesker er i sikkerhet så overtar andre med resten av redningsarbeidet.

### Det viktig oversiktsbilde

Redningsmannskapet er en viktig samarbeidspartner og er de som oftest blir sendt ut av HRS. For HRS kan det være vanskelig å være mellomledd og ofte er informasjonen de får inn misvisende eller mangelfull. Øversveen fortalte om da M/S Rocknes kantret fikk de inn melding om en kantret båt med to stykk som satt på kjølen. De som tok imot varselet trodde det var snakk om en 18-fots fritidsbåt og forstod ikke at det var en 160 meters bulkskip.

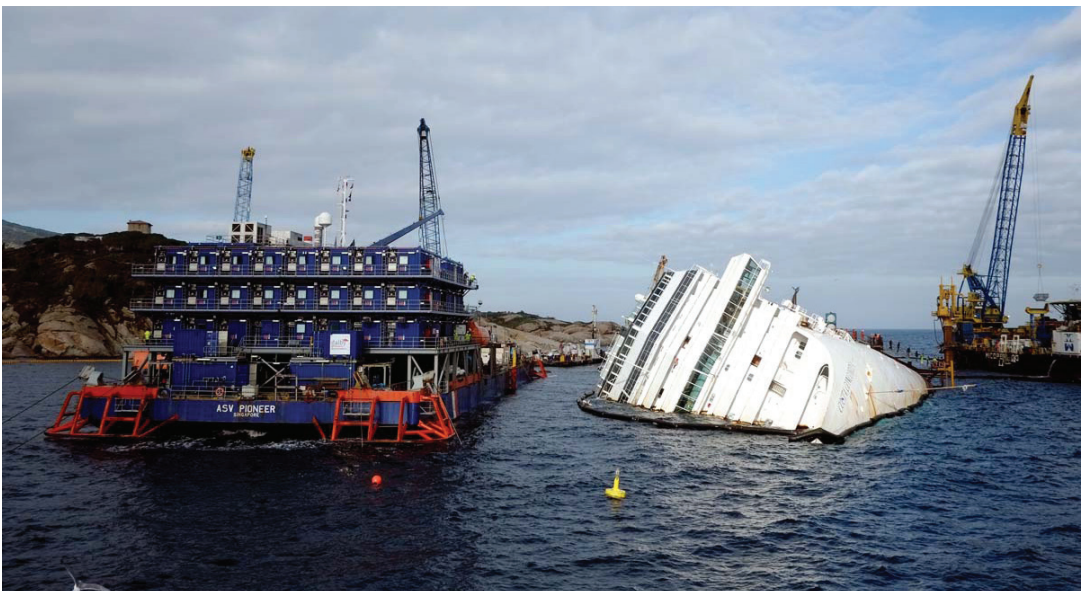
Nettopp på grunn av dette er bilde og video utrolig verdifullt for de. Et oversiktsbilde over en situasjon kan gi svært verdifull informasjon som gjør at de kan foreta bedre valg. Ved en annen ulykke oppdaget de at et webkamera på land som de kunne koble seg på og dermed få oversikt over ulykkesstedet.





*«Et oversiktsbilde over situasjonen vil kunne gi oss verdifull informasjon.»*

- Jarle Øversveen  
Avdelingsdirektør, HRS Sør-Norge





## Redningssselskapet

R/S Sundt Flyer, Hitra

Sundt Flyer er en 17 meters redningskøyte med base på Hitra. Ombord har vi skipper Torgeir Nilsen, styrmann Adreas Johansen og maskinist Helge Reppe. Nilsen og Reppe fungerer også som dykkere ved behov.

### Oppdrag

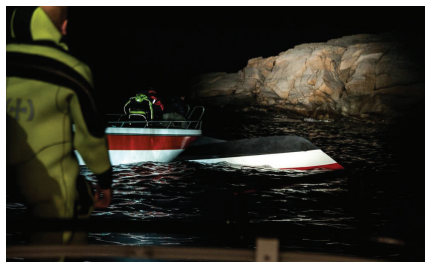
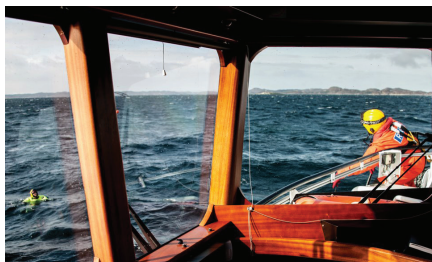
Hovedsaklig assistanse-oppgdrag. Det vil si enkle skipsnød der det ikke er akutt fare, feks motorproblemer, tau/nett i propell, osv. Mye er knyttet til tyske turister som leier fiskebåter. De er med på alle slags oppdrag som går under SAR-begrepet, og litt flere i tillegg, men det er sjelden snakk om mennesker i vann.

De har ca 140 ulykker i året, med en hovedvekt om sommeren. Det vil si at de drar ut nesten 3 ganger per uke i snitt. Om vinteren er det mest yrkesbåter. I februar er det mange yrkesbåter som følger silden sørover og da har de endel oppdrag. De har omtrent 2 dødsfall hvert år.

### Ved alarm

Hovedredningsentralen har fullstendig oversikt over alle mulige fartøy å kontakter fra hovedkontorene sine. De tar da kontakt med de som er nærmest ulykkesstedet og ber om hjelp fra så mange som mulig; redningskøytene, 330-skvadronen, Kystvakta, supplybåter, shippingbåter, osv. Hvis det er alvorlig tilkaller de flere fartøy enn nødvendig og permitterer de heller om det viser seg å ikke være behov.

Det er veldig vanlig at RS fungerer som "operativ leder" ute på oppdrag. Det vil si andre utfører redning og de tar seg av koordinering og viderefremdling av info inn til



HRS. Hvis Kystvakten er med tar de ofte over dette ansvaret, siden de har mer ressurser og tilgang til mer utstyr.

Om det er mange fly involvert eller det er mye flytrafikk i området, så kab HRS på Sola tilkalle en av flyveleder og bruk de til å omdirigere flytraffiken.

Typisk forløp ved alarm er at det er oppgitt en siste kjente eller sannsynlig posisjon og blir sendt ut for å lete. Leter i det oppgitte området og bruke vindretning og styrke, vannstømming, osv for å kalkulere hvor båten/personen kan befinne seg. I tillegg kan HRS benytte seg av telefontrianglering for å lokalisere personen, om de har et mobilsignal.

## Vær, vind, bølger

De drar ut i all slags vær, og snur heller. Skal ikke ha det på seg at RS ikke dro ut. Skal alltid prøve. Når det er sagt så finnes det ikke begrensninger skrevet ned, men de må ta en skjønnsvurdering der og da. Avhenger av situasjonen. Hvis det er snakk om mulighet for å redde menneskeliv skal det mye til for å stoppe en redning. Har vært ute i 8 meters bølger og full storm.

Har egentlig ikke løyve til å dra lenger ute enn 30 nm, men hvis det er en ulykke så må de.





## Brannredningstjenesten

M/S Sjøsprøyta, Trondheim

Brannredningstjenesten i Trondheim opererer tre båter, hvorav den største, M/S Sjøsprøyta er hovedbåt og mest i drift. Oppdragene til BRT er først og fremst å lete etter folk i kanalene og langs med land. Det er ofte folk som har falt uti, fra kaia, og ikke kommer seg opp igjen på egenhånd. Sjeldent drar de langt ut i fjorden og da er det hovedsaklig snakk om assistanseoppdrag, hvor folk har båtproblemer.

Ombord på båten er de to stykker. Rune Våbenø er styrmann og Edvin Matthieson er maskinist, men de bytter på arbeidet ved behov. Siden de kun er to stykker ombord har de veldig begrenset med kapasitet til å gjøre flere oppgaver utover det de allerede gjør i dag. At en av de skulle fungert som dronepilot ville ikke fungert. Til tider er de kun én ombord, hvis de må reise ut i flere båter.

### Varmesøkende kamera

De forsøker å få tak på et gyro-stabilisert varmesøkende kamera. Våbenø snakker varmt om muligheten det gir til sjøs og hvor mye enklere det blir å se folk. Særlig hvis det er mørkt, men også om det er skarpt motlys. Likevel krever det konsentrasjon å få øye på folk, da mennesker fort forsvinner mellom bølgene og er lette å miste ut av synet.



«Et varmesøkende kamera er veldig interessant for oss.»

- Rune Våbenø,  
Trøndelag brann- og redningstjeneste





## Kravspesifisering

### Hvordan få dronen til å passe ombord

Det er helt klart at det både er et behov hos potensielle brukere om å ta i bruk en drone for å få det forbedrede overblikket og mulighet til å se i dårlig sikt. Fordelen ved å bruke droner ved SAR-oppgaver er ikke til å skyve under en stol.

Redningspersonellet utsetter seg selv for farlige situasjoner og de må jobbe ugunstige tidspunkt. Om en drone kan hjelpe de å raskere finne det de leter etter eller hjelpe de å kunne se ting de ikke kunne sett til vanlig, så har dronen en stor verdi. Flere av vanskene med å operere en drone til lands forsvinner ved et SAR-oppgave til sjøs; dronen er en mye mindre risiko hvis den faller ned. Samtidig er det mulig å stenge luftrommet, slik at den kan fly fritt.

Økonomisk vil det også kunne argumenteres for at det vil være mulig å spare store penger. Om redningsselskapet kan sende opp egen drone i stedet for å måtte tilkalle 330-skvadronen er det flerfoldige tusen spart på hvert eneste oppdrag. Likevel er det noen kritiske aspekter som må dekkes.

I tillegg til selve dronen må det være en form for dockingstasjon hvor den kan lande og lette samt oppbevares. Dronen må kunne styres direkte, så det trengs en enkel håndkontroller. Håndkontrolleren vil likevel være sekundær, hovedinteraksjonen vil være på en skjerm som viser dronen i forhold til båten og terrenget samt viser videostrøm fra dronen. Det er ikke et krav, men det vil forbedre systemet vesentlig om denne videostrømmen kan deles videre. Enten til andre fartøy som er med på operasjonen eller inn til hovedredningssentralen.





## Dronen

Dronen **må**: tåle vind og regn; være utstyrt med IR-kamera; ha nødvendig reservekraft; kunne orientere seg relativt til båten; være klar på kort tid. Dronen **kan** tåle sterk vind; lande i sjøen om nødvendig; frakte hjelpemidler med seg; signalisere visuelt hvor den er; lyse opp det den oppdager; Dronen **bør**

## Dock

Docken **må**: være vær- og vanntett; ha en datamaskin som kan ta imot og behandle videostrømmen; lade batteriene raskt; være selvdrenerende; kunne åpne og lukkes i ruskevær; assistere dronen med posisjoneringsdata; registrere båtenes egenbevegelser; kunne plasseres et sted på en redningsskøyte. Docken **kan**: gjenkjenne mennesker på videostrømmen; lade batteriene induktivt.

## Skjerm

Skjermen **må**: vise videostrøm av IR-kamera eller vanlig kamera; vise kart av området rundt båten; vise dronen ift båten på kartet; kunne motta touch-input for styring; signalisere at et menneske har vært vist på videostrømmen. Skjermen **kan**: vise begge kameraene samtidig; vise vitale data fra dronen;

## Kontroller

Kontrolleren **må**: kunne betjenes med én hånd; kunne legges bort; være sekundær til skjermen; kunne lagres sammen med skjermen.

## Kommunikasjonssystemet

Kommunikasjonssystemet **må**: kunne signalisere inn minimal informasjon til HRS. Kommunikasjonssystemet **kan**: kunne overføre videostrøm inn til HRS; kan la HRS overta styringen og observasjonen av dronen; kan tillate det samme for andre fartøy som for HRS.

# 6 Visualisering

## Idégenerering

### Scenario

Ett bruksscenario for redningssystemet

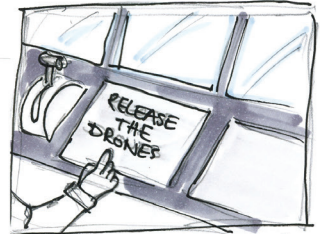
1. *Båt svarer på nødrops.*
2. *Båten ankommer ulykken.*
3. *Trykker på droneknappen for å sende ut dronen.*
4. *Docken åpner seg.*
5. *Dronen flyr opp.*
6. *Skjermen viser dronen ift båten.*
7. *Brukeren tegner opp en rute.*
8. *Dronen flyr bort*
9. *Dronen lyser opp nærmeste person.*
10. *IR-kamera på skjermen viser flere folk i vannet.*
11. *Sender ut en redningsgruppe fra båten.*
12. *Får alle folkene i sikkerhet raskt*



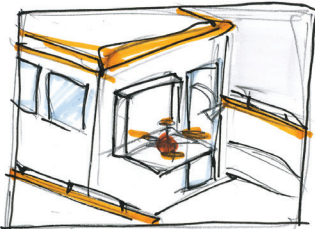
BÅT SVARER PÅ KJØPS



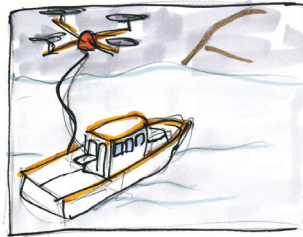
ANKOMMER ULYKKEN



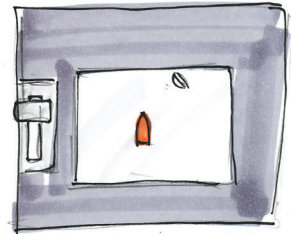
TRYKKER DRONEKNAPP



LUKE ÅPNER Å PEGS



DRONEN FLYR OPP



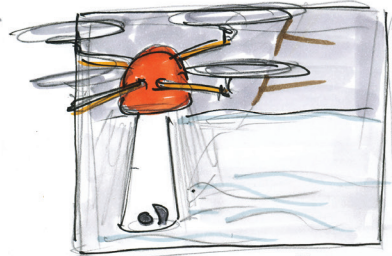
SKJERM MED BILDE



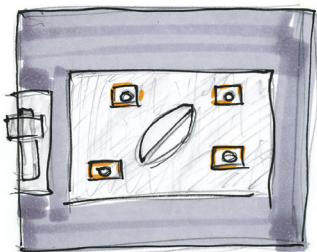
DRAR RUTE FOR DRONE



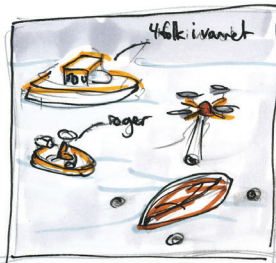
DRONEN FLYR RUNDT



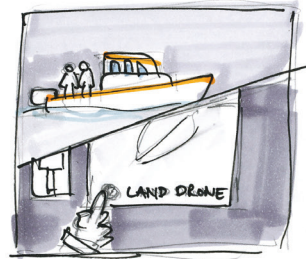
LYSER OPP NÆRMESTE PERSON



IR-KAMERA VISER FOLK I VANNET



SENDER BESKED TIL REDNINGSMANNSKAP



FOLK I SIKKERHET

# Konsept

Fire hovedkomponenter

## Drone

Et flyvende overblikk

## Docking

Landing og lading

## Skjerm & Kontroller

Selvstyrt eller enkel styring

## Baksystem

Dele informasjon med andre

## Fordeler

Overblikk. Ser mye mer enn fra dekk

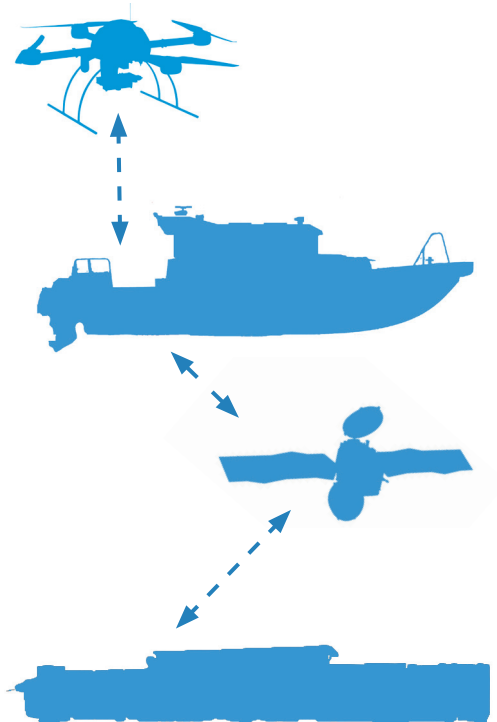
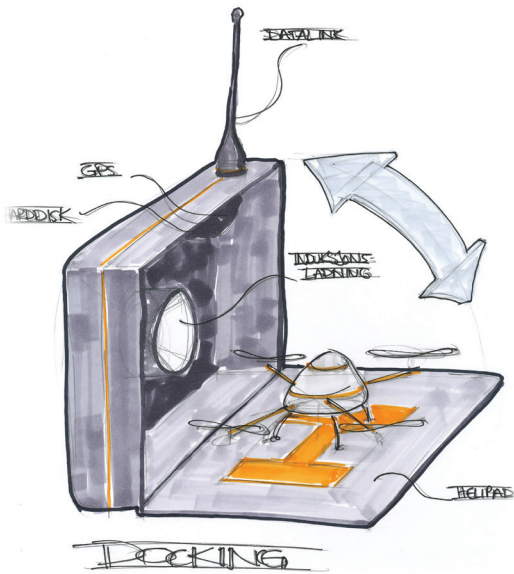
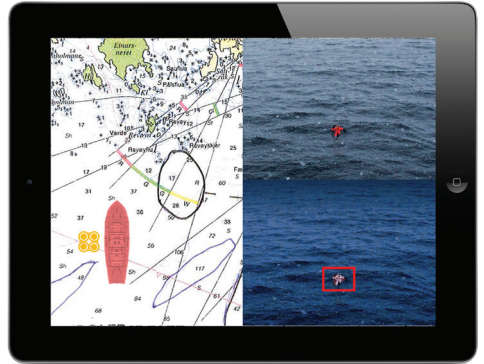
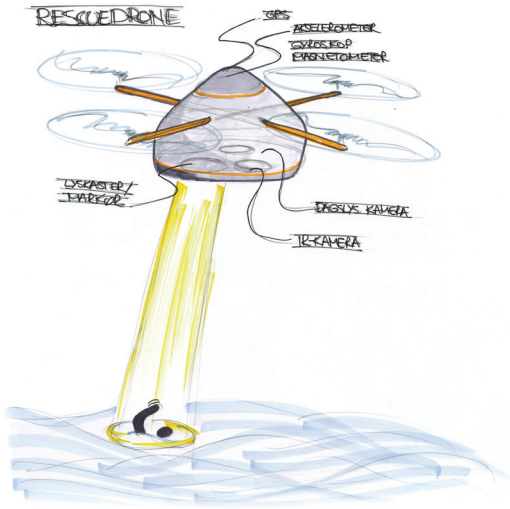
Stabilt. Upåvirket av bølger

Informasjon. Videostrøm som kan deles

Trygge mannskap. Kan sjekke utrygge områder

Hurtig.

Billig.



## **Drone**

Et flyvende overblikk

## **GPS**

Selvflyvende etter *relative* koordinater

## **Dagslys- og IR-kamera**

Kan se mennesker i dårlig lys

## **Kommunikasjon**

Høyoppløselig video tilbake til docken

## **Markør**

Vise hvor det er mennesker

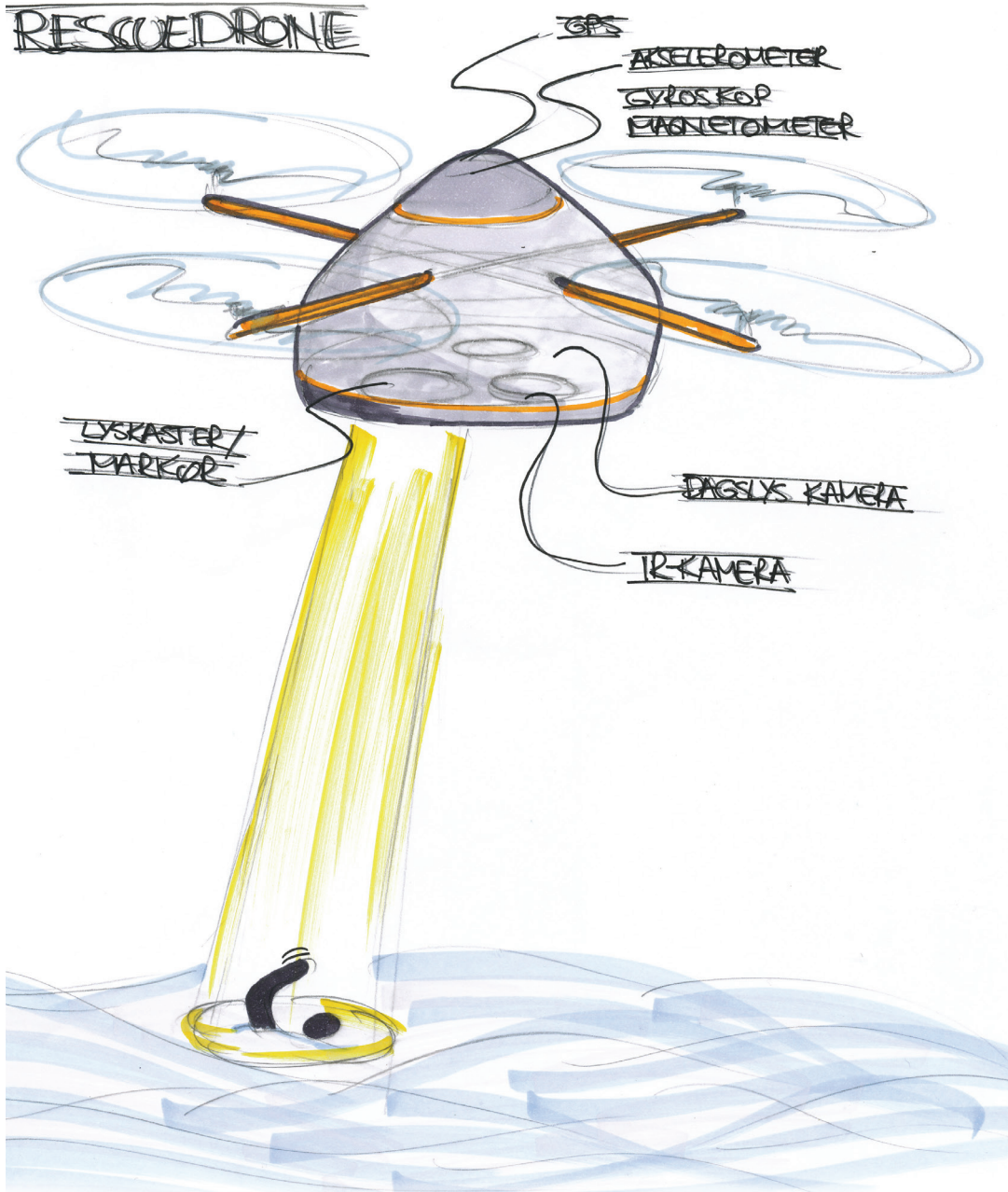
## **Utfordring**

Båtens magnetfelt

Lande på båt



# RESCUEDRONE



## **Docking**

Lagring og lading

### **Vind- og værtett**

Må være helt tett mot saltvann og vind. Ideelt også varmende og drenerende.

### **Automatisk åpne/lukke**

Åpner seg når dronen skal fly avgårde.

### **Induktiv lading**

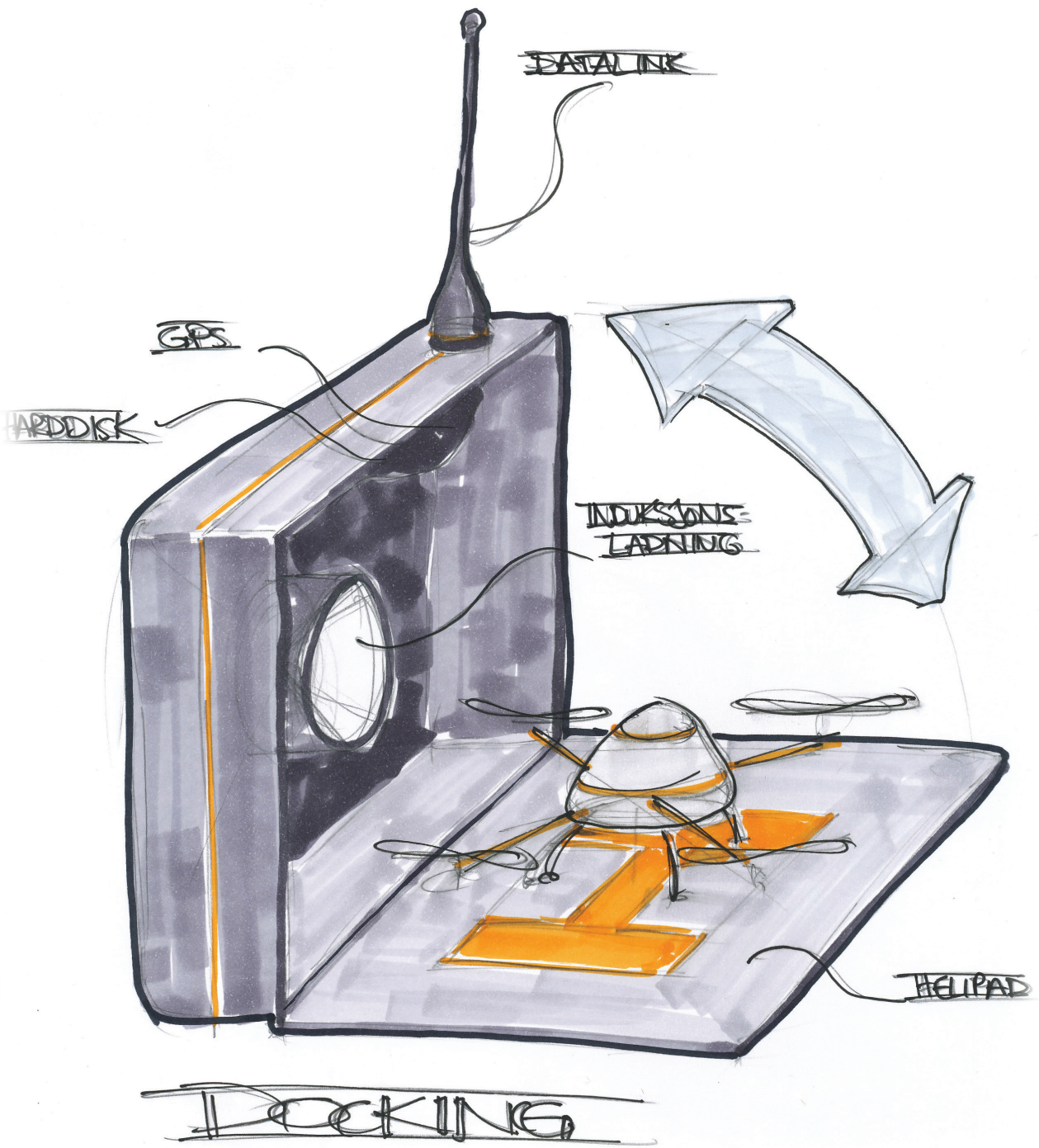
Lader batteri uten å trenge direkte tilkobling

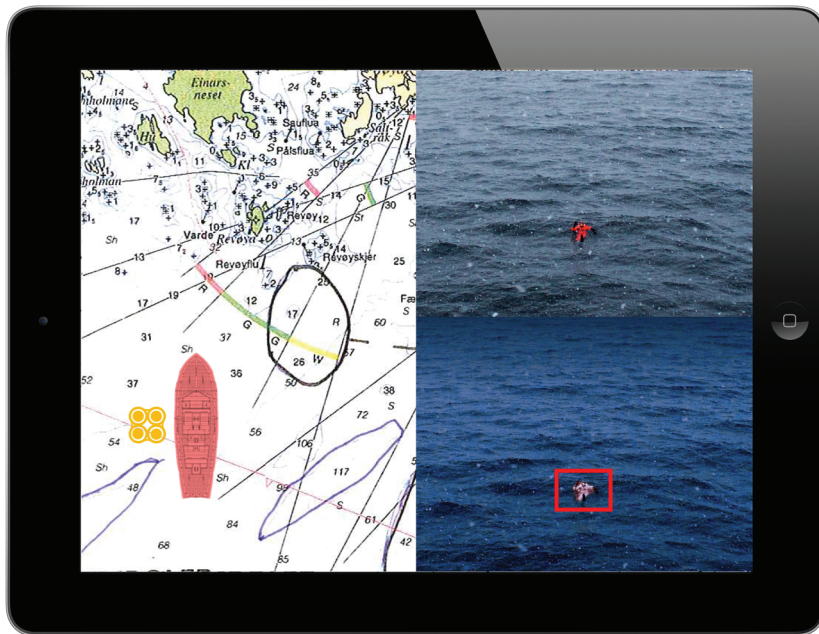
### **Datalink**

Må dele båtens koordinater med dronen. Kan assistere dronen med overføring av video til land eller andre båter.

### **Utfordring**

Smart lading av LiPo-batterier





## Skjerm og kontroller

Selvstyrt eller enkel styring

### Grafisk overblikk

Ser dronen og båten ift området rundt.

### Videostrøm

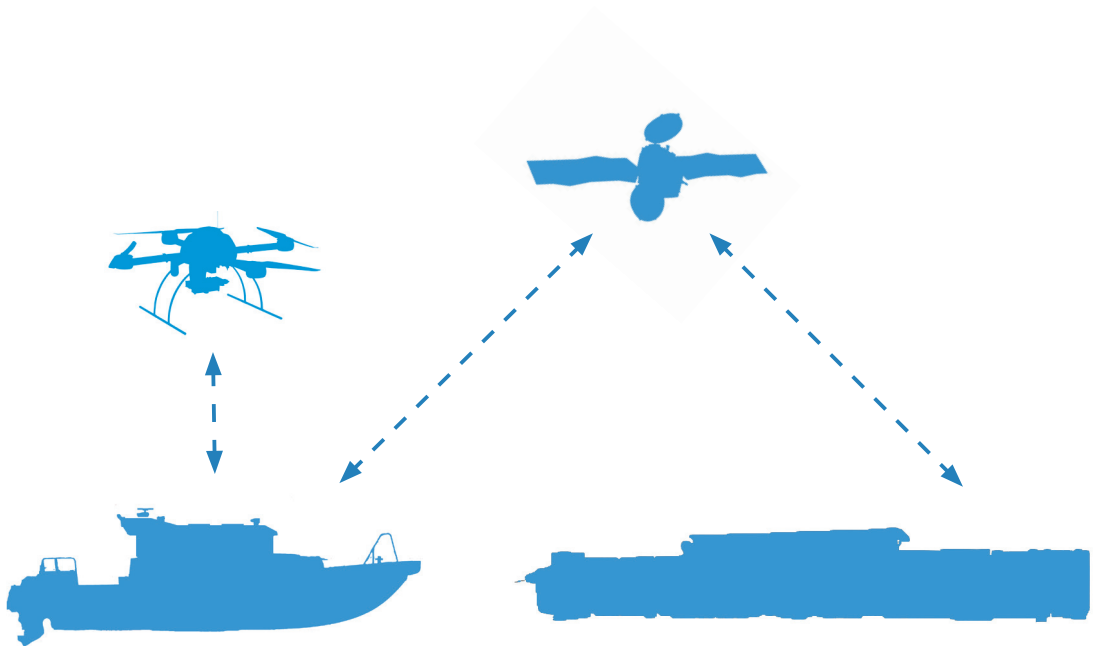
Kan bytte ut med video

### Tegn opp ruter

Touchskjerm gjør det mulig å enkelt plassere ut waypoints eller tegne opp ruter.

### No-fly

Dronen vil fly rundt båten.



## Kommunikasjonssystem

Dele informasjon med andre

### Satelitt og radio

Velger kanal avhengig av situasjon

### Andre båter

Andre båter i nærheten kan få tilsendt videostrøm fra dronen.

### Hovedredningsentralen

Videostrøm sendes inn til HRS sammen med annen informasjon fra båten.

# 7

# Samarbeid

## Knytte til seg andre

### Kongsberg Seatex

#### Sensorikk på båter

Kongsberg Seatex leverer produkter for detaljert posisjonerings- og bevegelsesmåling. Produktene kan måle retning, bevegelse, helikopter monitorering, posisjonering, og baserer seg rundt et par kjerneprodukter og teknologier. For droner ombord på båt er det særlig to produkter som er interessante, MRU og HMS.

#### MRU

Motion Reference Unit måler bevegelse i alle retning, herunder rulle-bevegelser om tre akser samt høydetranslasjon ved hjelp av gyroskop og akselerometer og knytter de opp mot GPS singaler.

#### HMS

Helideck Monitoring System hjelper helikoptre å lande trygt på båten under dårlig vær. Den tar i bruk data fra flere MRU-enheter samt meterologiske data som blir viderefordlet til helikopter når det lander.

Selv om disse produktene er beregnet på større båter og helikoptre må de samme prinsipper gjelde for droner og mindre båter. Det er dermed viktig å integre HMS-enheten med docken, slik at den kan snakke med dronen under landing. MRU-enheten må installers på båten.

Kongsberg leverer også posisjoneringssystemer som lar forskjellige fartøy snakke med hverandre og opplyse om sine relative og absolutte koordinater.



# HMS

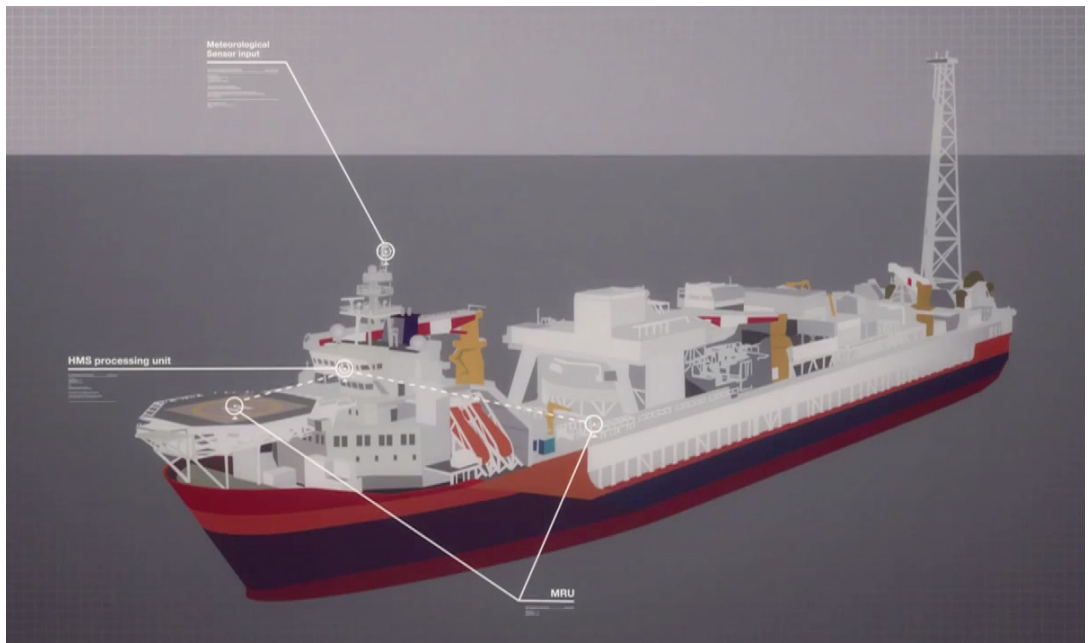
## Helideck Monitoring System

INITIALIZING PROCESS: 124.0.0.42

PROCESSING UNIT: HMS  
OPERATING SYSTEM: Windows  
OPERATING MODE: Standalone  
RELEASED: 2010-01-01  
OPERATING SYSTEM: Windows  
OPERATING MODE: Standalone  
OPERATING SYSTEM: Windows  
OPERATING MODE: Standalone  
OPERATING SYSTEM: Windows  
OPERATING MODE: Standalone  
OPERATING SYSTEM: Windows  
OPERATING MODE: Standalone  
OPERATING SYSTEM: Windows  
OPERATING MODE: Standalone



- Reports helideck attitude and meteorological data according to civil aviation authority standards
- Increases safety on helicopter operations
- A visual landing aid to helicopters and operators





## Aptomar Securus

### Oljesøl monitorering og aksjonering

Aptomar Securus er et todelt system bestående av en såkalt peker og en styringsskjerm. I tillegg knyttes disse to opp mot et taktisk kontrollsenter som tar imot sanntidsdata og kan fore den dataen videre.

### Peker

Pekeren består av to kameraer, et dagslys og et infrarødt kamera, samt en høyintensitets lyskaster som rettes mot samme punkt. Dette tillater brukeren å se opp mot åtte nautiske mil og systemet er i først omgang tenkt sm et deteksjonsvern for oljesøl. IR-kameraet klarer å fange opp oljesølet og skille det fra vannet. Sammen med sensorikk i pekeren klarer systemet å presist bestemme nøyaktig hvor oljesølet befinner seg.

### Styringsskjerm

Styringsskjermen viser et kart av området rundt pekeren og legger videostrømmen fra pekeren over dette kartet. Dermed kan brukeren svært enkelt observere hvor et bilde faktisk er på kartet. Samtidig kan brukeren bestemme nøyaktig hvor pekeren skal filme ved å trykke på skjermen.

### TCMS

Tactical Collaboration and Monitoring System tillater brukere med TCMSer å snakke sammen og dele kritisk sanntidsinformasjon under et oppdrag. Alle med TCMS kan motta data og video fra de andre TCMSene eller hente ut dataen selv. Brukeren kan



dermed kombinere de dataene som er interessant og danne seg det beste helhetlige bildet av en gitt situasjon.

## Integrering

På mange måter løser Securix og en docket drone de samme oppgavene, men på forskjellige måter. Mens Securix-pekeren kan se ting som er langt bort kan en drone få et overblikk av nærområdet eller få et mer detaljert bilde av noe som foregår i skyggeområdet til Securixen. Sånt sett så utfyller systeme hverandre.

I tillegg tilbyr Securix den styrings- og kommunikasjonsbiten som også den dockede dronen trenger. Det er ingen grunn til å introdusere enda en skjerm der hvor det allerede finnes et Securix-system.

Jeg besøkte derfor Aptomar med konseptet. De var ikke interessert i å utvide sin egen utstyrsark med mer maskinvare, men var positive til å integrere en drone-docking-løsning. De kunne forklare at det er veldig enkelt for tredjeparter å koble seg på det eksisterende systemet. Det eneste som trengs er en databrikke som oversetter koordinatene til dronen over til Securix-kommander og vice versa.

Det kan likevel tenkes at det trengs en egen, dedikert skjerm eller kontroller, da Securix-systemet er myntet på større båter.

# 8

# Konsept

## Forslag til system

### Dockingstasjon med drone

Tre hovedkomponenter

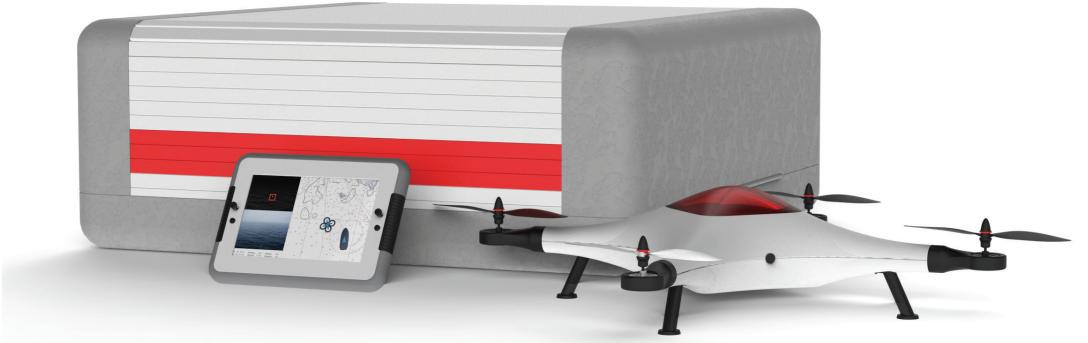
Systemet består av tre fysiske komponenter - drone, dock og kontroller, samt en kommunikasjonsplattform som tillater deling av videostrømmen inn til Hovedredningsentralen.

#### Dock

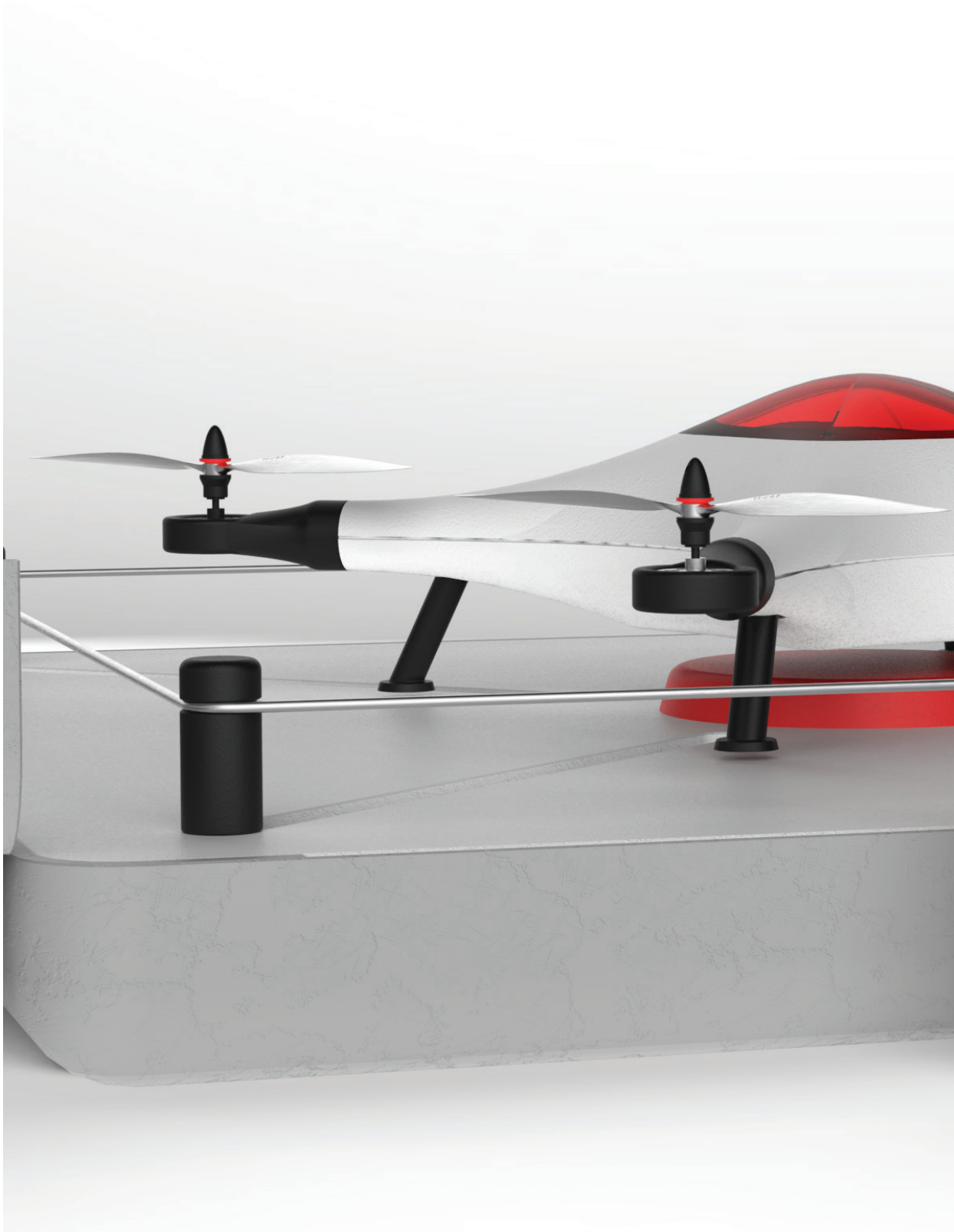
Docken fungerer som en garasje for dronen og den skal oppbevares der hele tiden. Dronen lades induktivt fra den røde plattformen i midten og smart lading sørger for at batteriet ikke oppbevares fulladet, men lades ned til 50%. Når båten drar ut fortsetter oppladingen opp til 100%, slik at dronen er klar ved ankomst av ulykkesstedet.

To sjalusidører åpner seg først og deretter vipper sidene ned for å la dronen fly avgårde. Docken kommuniserer hele tiden med dronen og hjelper særlig til under landing og letting slik at dronen har en bedre forståelse for båtens bevegelser og vær og vind rundt båten.

Når dronen skal lande igjen utnytter den radiosignalet fra docken sammen med videokamera på undersiden av dronen som peiler seg inn på den rød ladeplattformen. Når dronen har landet sørger de 4 stiftene og wiren på landingsplattformen å senkere dronen slik at den er klar til å lade igjen.









## Drone

### Kvadrakopter med IR- og dagslyskamera

Dronen er et kvadrakopter utstyr med to dagslyskamera, ett IR-kamera og signallys i et værbeskyttende skall.

### Kamera

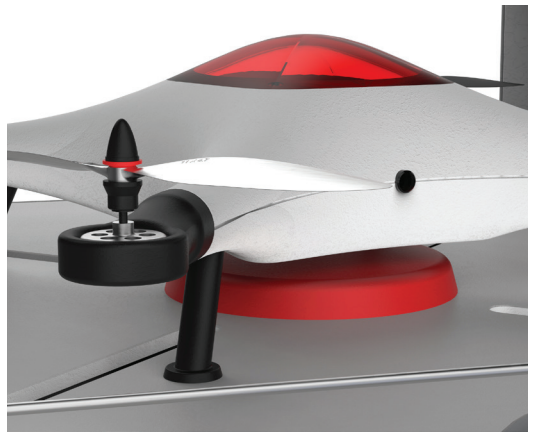
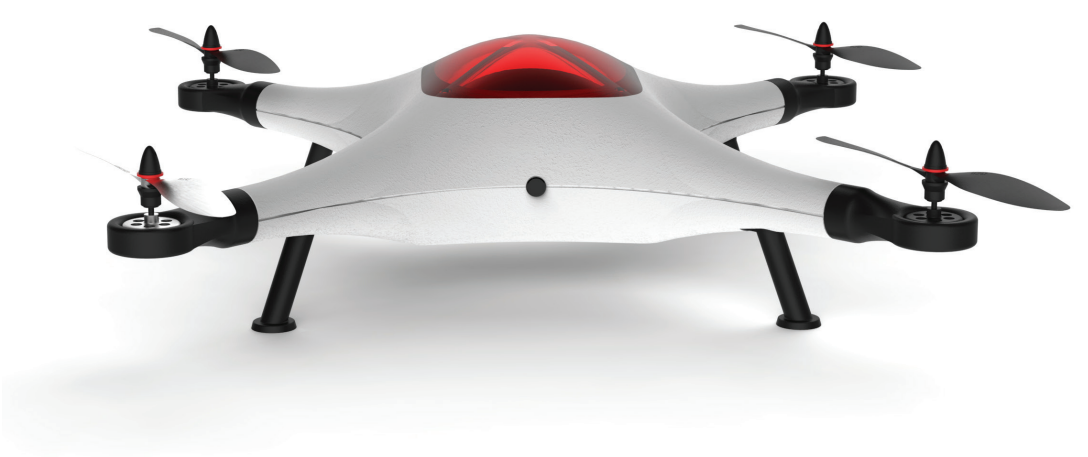
Det finnes to dagslyskamera på dronen. Ett peker fremover for å se retningen hvor dronen er på vei, og ett på undersiden for å kunne få gode oversiktsbilder. Ved siden av kameraet på undersiden er det også montert et infrarødt kamera for termiske bilder. Dette IR-kameraet er helt essensielt for å kunne finne mennesker i havet eller ombord i båter ved dårlig sikt.

### Signallys

På toppen av dronen er det installert et lyssignal under en rød hette. Dette lyset kan brukes for å signalisere tilbake til mannskapet på båten. Det kan blinke i forskjellige mønster avhengig av situasjon.

### Induktiv lading

For at dronen skal kunne stå fast inni docken må det lades induktivt. Dette for å unngå utsatte kontaktpunkter som kan ruste eller bli ødelagt. Den induktive spolen er montert helt nederst i dronen for å maksimere effekten.



## Kontroller

### Håndholdt kontroller med trykkfølsom skjerm

Håndkontrolleren er en sekundær styreløsning. I all hovedsak skal dronen styres fra en skjerm i styrhuset, som skipperen kan betjene og overvåke samtidig som han styrer båten. Skjermene vil vise den samme informasjonen, men det er kun håndkontrolleren som har manuelle spaker for å styre med.

### Styring

Før dronen er sendt opp vises det kun ett skjermbilde med knapp som sender dronen avgårde. Når dronen sendes opp begynner den automatisk å spiralsirkle utover fra båten i 25 meters høyde intill den får nye kommandoer. Hvis piloten vet hvor dronen skal søke kan han enten trykke på kartskjermen for å vise dronen hvor den skal fly, eller tegne opp linjer for å gi dronen et mønster den skal følge.

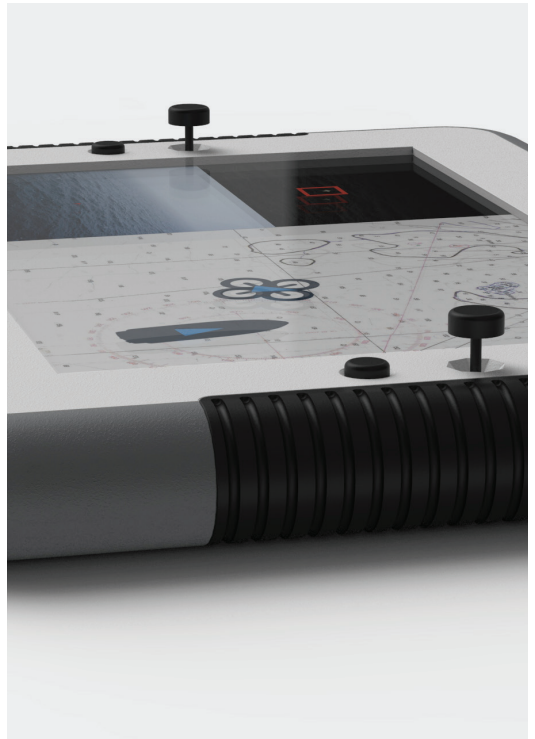
### Video

Sammen med kartet vises videostrøm fra de to nedovervendte kameraene. Dette gir piloten de beste muligheter til å se etter mennesker. Samtidig har systemet innebygget logikk for å gjenkjenne varme flekker i IR-videoen og disse vil bli markert med en rød firkant.

### Kart

Kartet viser dronen og båten i relasjon til området rundt. Det kan velges å enten sentreres rundt dronen eller båten og kartet vil automatisk skaleres slik at begge vises i bildet.





## SAR-System

### Båtmontert

Dette systemet er spesielt utviklet for å kunne monteres på taket av båter som hjelper til under redningsaksjoner. Det er beregnet for å passe på de vanligste båtene til Redningstjeneste, men størrelsen gjør at systemet er plattformagnostisk.

### Kystvakten

Kystvakten større båter kunne nyttegjort av et system som dette, da de kanskje hadde sluppet å tatt i bruk sine bemannede helikoptre. Det vil vært tryggere, raskere og billigere. Kystvakten har også såpass mye mannskaper at de kunne satt av egne piloter til dette systemet.

### Havbruk

Et system som dette kunne også blitt plassert på et oppdrettsanlegg. Det ville gitt muligheter for å overvåke anlegget fra land og man hadde sluppet å dratt ut til oppdrettsanlegget. Om man likevel hadde personale på anlegget kunne de gjennomført inspeksjonsrunder uten å måtte beveges seg utendørs i potensielt farlige områder.





## Veien videre

Hva skjer med droner nå?

Som en høyteknologisk oppgave med en fot innen svært mange fagfelt samt byråkratiske og juridiske problemstillinger er det fortsatt mye som må gjøres for å kunne realisere et konsept slik det er presentert her. Likevel er det neppe lenge til deler av dette konseptet kan være realiserbart.

Et fokus på redningsarbeid, selv om det har sine noble hensikter, er et vanskelig sted å starte - på grunn av de økonomiske problemene knyttet til arbeid som ikke genererer noen inntekt. Selv om SAR-opdrag til sjøen på mange måter er et naturlig utgangspunkt for droner og de mulighetene og begrensningene dronene har, er det vanskelig å overbevise om det faktisk også er en økonomisk fordel - raskere redning - når det kreves en vesentlig startinvestering.

For å få fortgang på droner som hjelpere i samfunnet tror jeg vi er avhengig av at et stort nasjonalt selskap, som feks Statoil, tar det på sin kappe å investere i nybrottsarbeid. Det trengs en vesentlig økonomisk satsing for å muliggjøre alle de godene droner kan bringe med seg, og noen må bære denne kostnaden.

Det trengte markedsstyrken til hele smarttelefonbransjen for å sette hjulene i gang og tilgjengeliggjøre teknologien. Likevel trengs det fortsatt en tilgjengeliggjøring av bruksmulighetene - teknologi alene er ikke nok. Jeg håper derfor denne oppgaven kan sees på som en kommentar i dronedebatten og de positive aspektene som ny teknologi koblet med nye bruksscenarioer kan bringe med seg.





