Anvendelse af droneteknologi til matrikulære arbejder

- med fokus på de teknologiske og juridiske muligheder

Speciale
Land Management
Landinspektørvidenskab
Aalborg Universitet
Forår 2021

AALBORG UNIVERSITET
Speciale

Speciale i Land Management,
4. semester v. Det Tekniske
Fakultet for IT og design
Landinspektørvidenskab
Rendsburggade 14
9000 Aalborg
http://www.tech.aau.dk

Titel:

Anvendelse af droneteknologi til matrikulære arbejder - med fokus på de teknologiske og juridiske muligheder

Projekt:

Speciale, 4. semester

Land Management

Projektperiode:

1. februar 2021 - 4. juni 2021

Forfattere:

Andreas Bech (stud.geom.)
Jonas Stig Madsen (stud.geom.)
Simon Abildgaard Madsen (stud.geom.)

Vejleder:

Esben Munk Sørensen

Sidetal: 142
Antal ord: 22.665
Normalsider: 63
Bilag: 34 sider

Synopsis:

Anvendelsen af droneteknologi er vokset væsentligt de senere år, og flere og flere anvendelsesområder kommer til. I dag anvendes droner ofte til kortlægnings- og opmålingsopgaver, men ikke ifm. landinspektørens arbejdsområde, som omhandler matrikulær sagsudarbejdelse. Projektet har derfor til hensigt at undersøge om og i hvilken grad dette eventuelt er en mulighed. Dette skal ske via oparbejdelse af grundig viden om teori om emnet samt anvendelse af videnskabsteoretiske metoder, som kan danne grundlag for projektet. Foruden viden om teori skal viden om den gældende jura samt de teknologiske anvendelsesmuligheder, også oparbejdes. Der vil derfor være fokus på egnetheden af den udvalgte metodetilgang, hvor både egen og ekstern empiri skal indsamles. Derudover vil der gennem projektet også være fokus på det fagrelevante i emnet, hvorfor landinspektørens monopoliserede arbejdsfelt i kombination med en innovativ tankegang, inddrages i emnet.
Det skal bemærkes, at der i projektets konklusion ikke lægges op til et forslag om en ændring af tilgangen til opmålingsdelen ved matrikulære sager, men blot at den eksisterende anvendte praksis suppleres.

Rapportens indhold er frit tilgængeligt, men offentliggørelse (med kildeangivelse) må kun ske efter aftale med forfatterne.

Abstract

The use of drones over the past ten years has had something resembling exponential growth. The use has gone from photo and video material, to also be able to be used for tasks that require a high level of detail and accuracy within surveying and mapping. This project, Application of drone technology to cadastral works - focusing on the technological and legal possibilities, will investigate whether today's drone technology can be used as an extra tool in connection with cadastral works. However, it is a bit indifferent to look at the possibilities of drone technology if the legislation in the area is not also included.

This project is built in two parts: A preliminary analysis and a main analysis. In the preliminary analysis, the project topic is narrowed down, and this is done through interviews, legal approach, technology analysis and systematic literature search. The main analysis uses basically the same methods, including legal analysis, systematic literature search and then a practical drone test has been performed, which examines whether the same accuracy can be achieved as the theory prescribes. In the main analysis, a thorough look is taken at the legal instruments, which include the use of UAS and cadastral works, and whether these can work together. Likewise, the current payloads that make sense to use in connection with data collection for cadastral works is examined. The accuracy is examined, both via theoretical investigations, as well as a separate drone flight, where it is assessed whether the theoretical accuracy can be achieved in practice.

The project concludes that the legislation to use drones for surveying in connection with cadastral work is basically in order. Here both in terms of the actual permission to fly, but also in terms of the accuracy requirements for the use of RTK services. In relation to the accuracy requirements set by SDFE, the project concludes that the desired accuracy can be achieved in relation to the use of RTK services.

Forord

Nærværende projekt er et speciale der er skrevet på kandidaten Land Management på Landinspektørstudiet på Aalborg Universitet. Projektets primære formål er at undersøge hvorvidt droneteknologi kan benyttes af landinspektører til matrikulære opgaver. Baggrunden for projektet er grundet en interesse dels inden for benyttelsen af droneteknologi til opmåling og kortlægning, samt en lyst til at undersøge og udvikle nye områder hvor droneteknologi kan anvendes som værktøj. Projektet har til formål, at undersøge hvorvidt det juridisk er muligt, at benytte droneteknologi til matrikulære arbejder. Derudover er det i samme ombæring nødvendigt, at undersøge i praksis, om nøjagtigheden der kan opnås, befinder sig inden for normerne der er for matrikulære arbejder.

Målgruppen for rapporten er derfor personer, som interesserer sig for arealforvaltning, det dertilhørende juridiske aspekt samt evnen til at forholde sig innovativt til emnet hvor teknologi og anvendelsen heraf, er i fokus.

Projektgruppen vil gerne sige tak til lektor Esben Munk Sørensen for konstruktiv vejledning, god sparring og interesse under hele projektperioden. Vi vil i samme ombæring gerne takke Anders F. Iversen fra Geopartner, Henrik K. Christensen fra LE34 og Usman Butt fra COWI, for at give sig tid til at svare på vores spørgsmål.

Andreas Bech | Jonas Stig Madsen | Simon Abildgaard Madsen

Læsevejledning

Denne læsevejledning er udarbejdet, for at give nyttige oplysninger for at give en bedre forståelse af rapportens indhold. I afsnit på side x findes en liste over de retskilder der anvendes i dette projekt. Når der anvendes retskilder i projektet, refereres der til navnet på denne retskilde og evt. hvilken paragraf der henvises til. Når der refereres til kilder der ikke er retskilder, vil dette være efter Harvard metoden hvor referencen vil være oplyst som [Efternavn, år]. Listen over kilder er vedlagt bagerst i rapporten. Grunden til der refereres på to forskellige måder, er for at overskueliggøre i teksten, hvilke retskilder der anvendes på hvilket tidspunkt. Efter listen med retskilder er der også opstillet en liste med definitioner, hvori nøgleord der anvendes igennem rapporten beskrives.

Rapporten er opdelt i en foranalyse og en hovedanalyse. Foranalysen anvendes til at indsamle den nødvendige grundlæggende viden om anvendelse og regulering af UAS i Danmark. Efterfølgende skal den viden anvendes og suppleres i hovedanalysen, som tilsigter at bestemme, hvordan droner kan anvendes i matrikulære arbejdsopgaver. Grundet denne opdeling anbefales det, at rapporten læses kronologisk, for at få den bedste forståelse for processen og analysernes resultater.

Figurer og tabeller er nummereret efter kapitel og placering i kapitel eks: "Figur 10.5", hvilket betyder at figuren findes i kapitel 10 i afsnit 5. Under både figurer og tabeller findes en kort beskrivelse af indholdet i det viste element. Her vil også være eventuelle kildehenvisninger, såfremt der er anvendt eksterne data.

En liste over Figurer og tabeller er udarbejdet og vedlagt efter litteraturlisten, forinden bilagsdelen. Nedenfor er angivet, hvilket sidetal disse lister og bilag kan findes på.

- Litteraturlisten findes på side: 85-89
- Liste over figurer findes på side: 90-91
- Liste over tabeller findes på side: 92
- Bilag findes på side: 93-126

Oversigt over retskilder

BMA (2020)

- Lovbekendtgørelse om matrikulære arbejder (LBK 2020-12-09 nr. 1892)
- Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet
- Konsolideret af Karnov d. 09-12-2020, ifm. ikrafttrædelsesdato for seneste ændring
- Anvendt d. 01.03.2021
- Kilde til litteraturliste: [Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2020]

Dronebekendtgørelsen (2020)

- Bekendtgørelse om supplerende bestemmelser til EU-forordning 2019/947 om regler og procedurer for operation af ubemandede luftfartøjer (BK. nr. 2253 af 2020-12-29)
- Trafikstyrelsen
- Konsolideret af Karnov d. 29-12-2020, ifm. ikrafttrædelsesdato for seneste ændring
- Anvendt d. 15.02.2021
- Kilde til litteraturliste: [Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2020a]

EU-Forordning 2019/947 (2019)

- Kommissionens gennemførelsesforordning (EU) 2019/947 af 24. maj 2019 om regler og procedurer for operation af ubemandede luftfartøjer
- Europa Kommissionen
- Fra EUR-Lex
- Anvendt d. 18.02.2021
- Kilde til litteraturliste: [Europa-kommissionen, 2020]

Luftfartsloven (2020)

- Lovbekendtgørelse om luftfart (LBK. nr. 1149 af 2017-10-13)
- Trafikstyrelsen
- Konsolideret af Karnov d. 01-01-2021, ifm. ikrafttrædelsesdato for seneste ændring
- Anvendt d. 19.02.2021
- Kilde til litteraturliste: [Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2017]

Miljøbeskyttelsesloven (2019)

- Lovbekendtgørelse om miljøbeskyttelse (LBK nr. 1218 af 2019-11-25)
- Miljøministeriet
- Konsolideret af Karnov d. 01-02-2021, ifm. ikrafttrædelsesdato for seneste ændring
- Anvendt d. 24.02.2021
- Kilde til litteraturliste: [Miljø- og Fødevareministeriet, 2019a]

Naturbeskyttelsesloven (2019)

- Lovbekendtgørelse om naturbeskyttelse (LBK nr. 240 af 2019-03-13)
- Miljøministeriet
- Konsolideret af Karnov d. 01-04-2020, ifm. ikrafttrædelsesdato for seneste ændring
- Anvendt d. 24.02.2021
- Kilde til litteraturliste: [Miljø- og Fødevareministeriet, 2019b]

Råstofloven (2017)

- Lovbekendtgørelse om råstoffer (LBK nr. 124 af 2017-01-26)
- Miljøministeriet
- Konsolideret af Karnov d. 01-02-2021, ifm. ikrafttrædelsesdato for seneste ændring
- Anvendt d. 01.03.2021
- Kilde til litteraturliste: [Miljø- og Fødevareministeriet, 2020]

Straffeloven (2020)

- Lovbekendtgørelse 2020-11-17 nr. 1650 Straffeloven
- Justitsministeriet
- Konsolideret af Karnov d. 2021-05-01, ifm. ikrafttrædelsesdato for seneste ændring
- Anvendt d. 07.05.2021
- Kilde til litteraturliste: [Justitsministeriet, 2020]

Udstykningsloven (2018)

- Lovbekendtgørelse om udstykning og anden registrering i matriklen (LBK nr. 769 af 2018-06-07)
- Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet
- Konsolideret af Karnov d. 01-04-2019, ifm. ikrafttrædelsesdato for seneste ændring
- Anvendt d. 01.03.2021
- Kilde til litteraturliste: [Miljø- og Fødevareministeriet, 2020]

Definitioner

I løbet af dette projekt vil der blive benyttet forskellige begreber og definitioner, som på forhånd er gode at få forklaret, da dette vil give en bedre forståelse for tekstens indhold. De vil herunder blive forklaret:

- UAS

UAS står for Unmanned Aircraft System. I daglig tale omtales UAS som droner. Grunden til at denne rapport benytter ordet UAS er fordi det er dette udtryk der bliver benyttet i lovgivningen og i internationale sammenhænge.

- Payload

Hvis ordet payload oversættes direkte betyder det nyttelast. I dette projekt anvendes payload om de sensorer der kan påmonteres UAS og dermed anvendes til dataindsamling.

- Drone

Når ordet drone optræder i dette projekt har det samme betydning som ordet UAS, hvilket vil sige et ubemandet luftfartøj.

Indholdsfortegnelse

Abstract **v**

Forord **vii**

Læsevejledning **ix**
Oversigt over retskilder . . . x
Definitioner . . . xi

Kapitel 1 Indledning **1**

I Foranalyse ***5***

Kapitel 2 Initierende problem **7**
2.1 Initierende problem . . . 7
2.1.1 Forklaring til det initierende problem . . . 7
2.1.2 Forklaring til underspørgsmål 1 . . . 7
2.1.3 Forklaring til underspørgsmål 2 . . . 8
2.1.4 Forklaring til underspørgsmål 3 . . . 8

Kapitel 3 Metode til foranalyse **9**
3.1 Strukturdiagram . . . 9
3.2 Underspørgsmål 1 - interviewundersøgelse og systematisk litteratursøgning . . . 10
3.2.1 Interviewundersøgelsen . . . 10
3.2.2 Systematisk- og tematiseret litteratursøgning . . . 11
3.3 Underspørgsmål 2 - juridisk tilgang og systematisk litteratursøgning . . . 11
3.4 Underspørgsmål 3 - teknologianalyse . . . 13
3.4.1 Teknologiopfattelsens 4 delelementer . . . 14
3.4.2 Applicering af ovenstående teknologiteori . . . 16

Kapitel 4 Hvilke arealforvaltningsopgaver løses vha. droneteknologi? **17**
4.1 Virksomhedernes ydelser . . . 17
4.2 Interviews med virksomhederne . . . 19
4.3 Kommunernes anvendelse af UAS . . . 20
4.4 Opsummering på kapitel 4 . . . 21

Kapitel 5 Lovmæssige begrænsninger eller muligheder i brugen af UAS? **25**
5.1 EU-forordning 2019/947, Luftfartsloven og Dronebekendtgørelsen . . . 26
5.1.1 EU-forordning 2019/947 . . . 26

5.1.2 Luftfartsloven . . . 28
5.1.3 Dronebekendtgørelsen . . . 30
5.2 Planloven . . . 31
5.3 Miljøbeskyttelsesloven . . . 31
5.4 Naturbeskyttelsesloven . . . 31
5.5 Råstofloven . . . 31
5.6 Udstykningsloven . . . 32
5.7 Vejloven . . . 32
5.8 Bekendtgørelse om matrikulære arbejder . . . 32
5.9 Opsummering på kapitel 5 . . . 33

Kapitel 6 Teknologianalyse 35
6.1 Payloads optioner (applicering af teknik) . . . 35
6.1.1 RGB . . . 36
6.1.2 Multi-/ hyperspektralt . . . 37
6.1.3 LiDAR . . . 38
6.1.4 Termisk kamera . . . 39
6.2 Anvendelsesmuligheder (applicering af viden) . . . 39
6.2.1 Opgavetyper for RGB . . . 40
6.2.2 Opgavetyper for multi-/hyperspekralt . . . 40
6.2.3 Opgavetyper for LiDAR . . . 40
6.2.4 Opgavetyper for termisk kamera . . . 40
6.3 Arealforvaltning (applicering af organisation) . . . 41
6.4 UAS (applicering af produkt) . . . 41
6.5 Opsummering på kapitel 6 . . . 42

Kapitel 7 Konklusion på foranalysen 43

II Hovedanalyse 45

Kapitel 8 Problemformulering til hovedanalyse 47
8.1 Problemformulering . . . 47
8.1.1 Forklaring til hovedanalysens problemformulering . . . 47
8.1.2 Forklaring til underspørgsmål 1 . . . 47
8.1.3 Forklaring til underspørgsmål 2 . . . 48

Kapitel 9 Metode til hovedanalyse 49
9.1 Strukturdiagram . . . 49
9.2 Underspørgsmål 1 - juridisk analyse . . . 50
9.2.1 Juridisk analyse . . . 50
9.3 Underspørgsmål 2 - systematisk litteratursøgning samt droneflyvning . . . 51
9.3.1 Systematisk litteratursøgning . . . 51
9.3.2 Egen droneflyvning . . . 51

Kapitel 10 Giver Udstykningslovens § 44 adgang til brug af UAS? 53
10.1 Udstykningslovens § 44 . . . 53
10.1.1 Analyse af den gældende § 44 . . . 55

10.2 Straffeloven . . . 56
10.3 Opsummering . . . 57

Kapitel 11 Nøjagtigheden ved UAS-baserede opmålingsteknikker 59
11.1 Krav til nøjagtighed . . . 59
11.2 Nøjagtighed payloads . . . 60
11.2.1 RGB . . . 60
11.2.2 LiDAR . . . 61
11.3 Egen droneflyvning . . . 61
11.3.1 Fremgangsmåde for droneflyvningen . . . 62
11.3.2 Resultat af orientering . . . 63
11.3.3 Resultat af kontrolpunkter . . . 63
11.3.4 Eksempel på afvigelse . . . 64
11.4 Opsummering . . . 64

Kapitel 12 Hvilke matrikulære arbejder kan udføres med UAS? 65
12.1 Matrikulære arbejder . . . 65
12.1.1 Udstykning . . . 65
12.1.2 Matrikulering . . . 65
12.1.3 Arealoverførsel . . . 65
12.1.4 Sammenlægning . . . 66
12.1.5 Ejendomsberigtigelse . . . 66
12.1.6 Ekspropriation og jordfordeling . . . 66
12.1.7 Tekniske ændringer . . . 66
12.2 Anvendelse af UAS til matrikulære arbejder . . . 66
12.2.1 Tidsbesparelse og indmåling af terrængenstande . . . 67
12.2.2 Bedre GSD . . . 69
12.2.3 Eksempler hvor anvendelsen af UAS ikke er anvendelig . . . 70
12.3 Opsummering . . . 72

Kapitel 13 Konklusion 73

Kapitel 14 Efterskrift 77
14.1 Brugen af dagsaktuelle ortofotos . . . 77
14.2 Krav til landinspektørvirksomhederne . . . 78
14.3 Sammenspillet mellem teknologi- og samfundsteori . . . 80
14.4 Opfyldelse af læringsmål jf. semesterbeskrivelsen . . . 82
14.4.1 Viden . . . 82
14.4.2 Færdigheder . . . 82
14.4.3 Kompetencer . . . 83

Litteratur 85

Figurer 90

Tabeller 92

Bilag A Delegerede forordning 2019-947 - Bilag Del 1-5 93

Bilag B EU-forordning 2019-947 - Bilag Del A og B **103**

Bilag C Interviews **113**
C.1 Telefonmøde med Usman Butt, COWI 113
C.2 Henrik Kjærsgaard Christensen, LE34 113
C.3 Anders Flensborg Iversen, Geopartner 114

Bilag D UAS nøjagtighed **117**

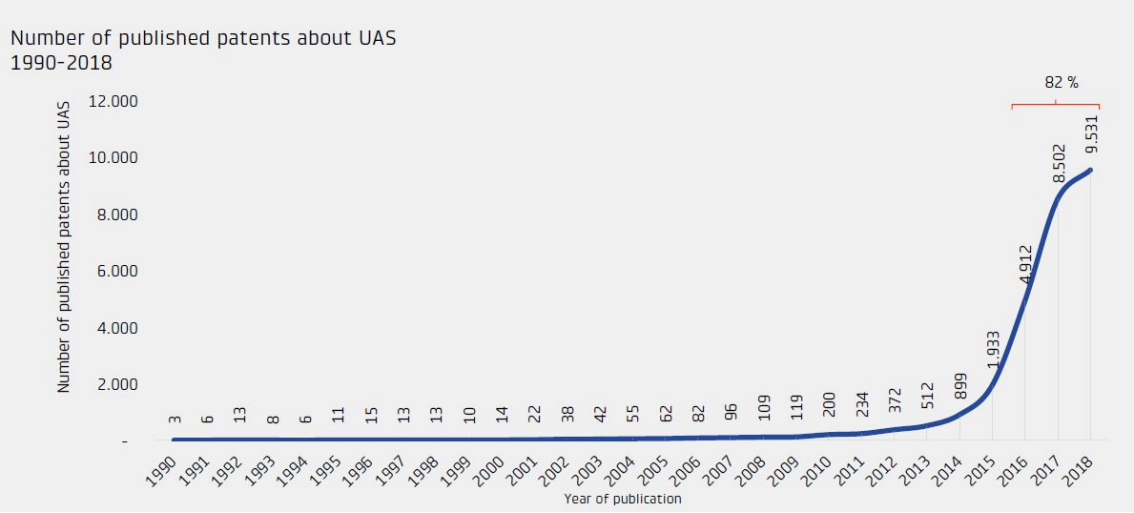
Bilag E Guide over dokumentation ved matrikulære ændringer **119**

Bilag F AIC B 08/14 **121**

1 Indledning

Globalt set er droneteknologien i stor udvikling, og siden år 2013 er optagelsen af patenter på verdensplan, gået stærkt [Simonsen et al., 2019a]. UAS henvender sig ikke blot til det civile liv, hvor små flyvende droner anvendes mere eller mindre som hobby. Teknologiens indtræden i mange forskellige professionelle erhverv øges, og lovgivningen på området er blevet et vigtigt element i reguleringen i anvendelsen deraf. Udviklingen har dermed for alvor taget fart inden for de sidste 10 år, som også figur 1.1 herunder illustrerer. Grafen indikerer således, at udviklingen mht. UAS, giver anledning til et interessant emnefelt, hvor teknologiens indtræden og accept i samfundet eventuelt skal nytænkes, da teknologiens tilstedeværelse og udvikling muligvis nødvendiggør dette.

Grafens nævnte patenter omhandler UAS, hvor der samlet set er medtaget alle patenter, der ligger inden for dette begreb, som er nærmere defineret og beskrevet i læsevejledningen på side ix. Patenterne er hovedsageligt optaget i Kina og USA/Canada, men med Korea, Europa, Japan, Rusland, Taiwan, Israel og Indien liggende inden for de 10 primære lande og kontinenter, hvor patenterne er blevet optaget [Simonsen et al., 2019a]. Ovenstående er nævnt i prioriteret rækkefølge startende med antal flest optagne patenter.

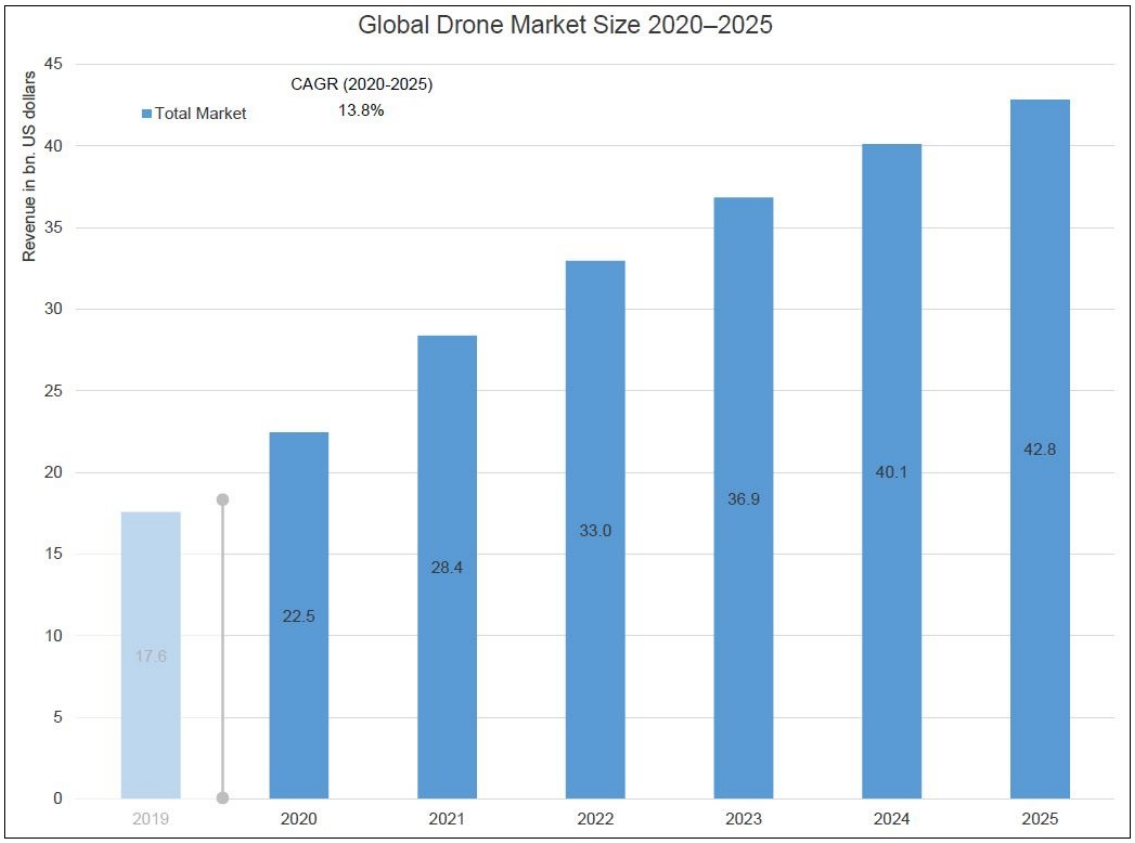


Figur 1.1. Optagelse af patenter pr. år fra 1990 til 2018. Det skal bemærkes, at patenterne, som er medtaget i grafen, omhandler UAS, og dermed ikke kun en bestemt type drone. [Simonsen et al., 2019a]

Med udviklingen, som er præsenteret på figur 1.1, er det også naturligt, at det økonomiske aspekt mht. dronemarkedet er i stor udvikling. Jf. figur 1.2 på den følgende side er det estimeret, at der siden år 2020 og frem til år 2025 vil være en årlig forøgelse i omsætningen på det globale

marked med knap 14% [Schroth et al., 2020]. Det skal bemærkes, at udviklingen her baseres på det kommercielle- og det private marked[1].

Denne udvikling indikerer, at droneteknologien er en væsentlig spiller på verdensmarkedet, som er yderst relevant og værd at betragte, når det omhandler udvikling, hvor UAS kan agere hjælpemiddel i bestemte sektorer. Disse sektorer omhandler f.eks. fotografering, kortlægning, opmåling, overvågning, persongenkendelse, sikkerhed, katastrofeberedskab og miljøovervågning, hvilket i øjeblikket er de primære sektorer inden for droneteknologien [Simonsen et al., 2019b]. I denne rapport vil emnet omhandle arealforvaltning herunder matrikulære arbejdsopgaver, som henvender sig til kortlægning- og opmålingssektoren.



Figur 1.2. Figuren illustrerer den forventede udvikling på dronemarkedet. Det forventes således, at der i år 2025 er en omsætning på ca. 42,8 milliarder US dollars, når det baserer sig på det kommercielle- og det private marked. Det forventes dermed, at omsætningen øges med knap 14% hvert år i gennemsnit (CAGR). [Schroth et al., 2020]

Anvendelse af droner i Danmark

Isoleret set indgår Danmark ikke på listen over de 10 lande, hvor UAS-patenter optages hyppigst. På trods af dette er der dog stadig stor udvikling inden for UAS-markedet i Danmark. Dette afspejles i form af EU-forordninger, der regulerer anvendelsen af droner i alle medlemslande, nationale opdateringer af retskilder vedr. UAS og luftsikkerhed samt en stigende positiv udvikling i diversiteten af landinspektørfaglige opgaver, hvori der anvendes UAS som redskab.

[1]Andre markeder er bl.a. forbrugermarkedet, det militære- og det akademiske marked. [Simonsen et al., 2019b]

I takt med revideringen af Luftfartsloven og Dronebekendtgørelsen, som følge af den nye EU-forordning 2019/947, er der banet vej for en reguleret og sikker anvendelse af UAS. Dette betyder, at UAS-operationer nu er reguleret i henhold til de nyeste europæiske regelsæt, og derfor er Danmark med i front på dette område.

Et andet aspekt, der har stor betydning for indtræden af UAS i det danske marked og i landinspektørfaget, er selve teknologien. Her særligt med tanke på de payloads der pt. er udviklet til UAS, til brug ved kortlægnings- og opmålingsopgaver.

I rapporten anvendes teknologiteorien, som indeholder fire delelementer, der alle er afhængige af hinanden og nødvendige for implementering af en ny teknologi i samfundet. Denne teknologi vil jf. metodeafsnittet i kapitel 3 på side 9 fungere som pejlemærke for projektet og dermed sikre, at der arbejdes imod et holdbart resultat.

Resultatet, som dette projekt når frem til, skal derfor belyse, hvorvidt UAS kan opfattes som et fuldstændig og klar værktøj til implementering i samfundet. Her skal den anvendte teknologiteori afdække de fire delelementer, hvor den teknologiteoretiske tese omhandlende viden, organisation, teknik og produkt, give et bud på om der opnås samspil mellem disse delelementer. Denne del er essentiel for den efterfølgende implementeringsstrategi.

For at undersøge om der er en god sammenhæng mellem de fire delelementer i teknologiteorien, og dermed om anvendelsen af UAS til matrikulære arbejdsopgaver kan komme i spil, er det nødvendigt at foretage en række undersøgelser og analyser. Det vurderes nødvendigt, at undersøge den nuværende anvendelse af droner i virksomheder og kommuner, hvilke teknologiske muligheder der er ift. UAS og payloads, hvilken nøjagtighed der er mulig at opnå, hvilke juridiske muligheder og begrænsninger der er gældende samt hvilke arbejdsopgaver der er mulige at udføre med UAS.

Den globale og nationale stigning i anvendelsen af UAS er sammen med ønsket om at udvikle, effektivisere og forbedre løsningerne inden for landinspektørens ansvarsområde, grundlaget for arbejdet i dette projekt og problematikkerne der bearbejdes i denne rapport.

Motivation for projektet
Det tyder ikke på, at der på nuværende tidspunkt, er udarbejdet andre videnskabelige projekter eller artikler der anskuer den i projektet opstillede problemstilling. Derfor er den subjektive vurdering, at dette projekt kan anses som forgænger for anvendelsen af UAS i matrikulære arbejdsopgaver, og et skridt imod implementering af nye teknologiske virkemidler i landinspektørens monopoliserede arbejde.

Projektgruppens incitament for valg af emne til nærværende speciale bunder derfor i flere elementer. Disse elementer er oplistet herunder:

- Undren over den relativt lave anvendelse, af en ellers tilsyneladende udbredt og anerkendt teknologi på verdensplan
- Undren over at landinspektørfaget ikke viser større interesse for nytænkning, udvikling og implementering af nye teknologier
- En generel interesse for droneteknologi og arealforvaltning
- Medbringe viden om nye anvendelsesmuligheder og løsningsmodeller for eksisterende og essentielle arbejdsopgaver i landinspektørfaget til fremtidige arbejdspladser
- Ønsket om at kombinere arealforvaltning med teknisk måling

- Fremme landinspektørbranchens muligheder for opgaveløsning og vækst

Punkterne der er opstillet ovenfor, er de generelle og overordnede grunde til projektgruppen har valgt at arbejde med nærværende projekts problemstillinger.

Det skal ydermere nævnes, at projektet er et speciale i Land Management. Dette gør, at projektet rent indholdsmæssigt primært omhandler arealforvaltning og den dertil knyttede jura, men stadig med et islæt af teknisk måling og databehandling, da der i dele af analysernes indhold er en nødvendighed for berøring af denne del af landinspektørfaget. Der har derfor, udover ovenstående punkter, også været motivation for, at udarbejde et speciale, hvor en kombination af flere forskellige facetter af landinspektørfaget, inddrages. Herved opnås et mere gennemtænkt og -behandlet projekt, hvor løsningsmulighederne betragtes fra flere vinkler.

Del I

Foranalyse

2 Initierende problem

Indledningen i kapitel 1 på side 1, belyser droneteknologiens udfoldelse på verdensplan, hvorfor idéer om anvendelse og accept af selv samme teknologi giver anledning til et spændende emneområde og problemfelt.

Det vælges derfor, at opstille følgende initierende problem, da der ved droneteknologiens udvikling og anvendelsesmuligheder øjnes et potentiale ifm. arealforvaltningsopgaver.

2.1 Initierende problem

Det initierende problem, samt tilhørende underspørgsmål:

> *"I hvilket omfang er droneteknologien på nuværende tidspunkt anvendt og reguleret, inden for arealforvaltning i Danmark?"*

1. Til hvilke arealforvaltningsopgaver anvendes droneteknologi som værktøj?
2. Med hvilke retskilder er droneflyvning reguleret, samt i hvilke dele af arealforvaltningslovgivningen kan der ligge et potentiale for yderligere anvendelse?
3. Hvad kan den nuværende hardwareteknologi bidrage med i forhold til dataindsamling ved arealforvaltningsopgaver?

2.1.1 Forklaring til det initierende problem

Det initierende problem omhandler den del af landinspektørfaget, som vedrører arealforvaltning. Arealforvaltning skal i dette projekt forstås som værende viden om den fysiske planlægning med en tilknyttet regulerende jura, samt opmålings- og kortlægningsarbejde inden for dette emnefelt. Der fokuseres dermed på tilstande vedr. arealer hvor f.eks. det matrikulære kan komme i betragtning, dvs. hvor landinspektørens monopoliserede og specialiserede arbejdsfelt har stor vægt ved ejendomsændringer og -dannelse.

Det vil derfor være en essentiel indgangsvinkel, at have fokus på hvor der på nuværende tidspunkt i arealforvaltningens regulering, kan anvendes droneteknologi som værktøj.

2.1.2 Forklaring til underspørgsmål 1

Dette underspørgsmål skal give indsigt i hvilke typer af arealforvaltningsopgaver droneteknologien kan anvendes til. Analysen skal resultere i et kendskab til hvad der tilbydes i bestemte virksomheder, samt om disse virksomheder har tanker og idéer til nye arbejdsområder, hvor droneteknologien eventuelt kan bidrage til en opgaveløsning. Derudover inkluderes en analyse af kommunernes anvendelse af droneteknologien. Her undersøges bl.a. hvordan og i hvilket

omfang kommunerne anvender UAS samt hvilke udfordringer og gevinster kommunerne har i forbindelse med dette værktøj.

2.1.3 Forklaring til underspørgsmål 2

Analysen, som skal finde svar på underspørgsmål 2, vil indeholde en undersøgelse af de gældende EU-forordninger, love og bekendtgørelser, som først og fremmest henvender sig til flyvning med droner, samt dem der er arealregulerende. Derved kan der dannes indsigt i om droneteknologien er accepteret som værktøj, og hvordan teknologien er implementeret i dansk lovgivning. Herved skabes et kendskab til gældende retskilder på området, samt et generelt indblik i droneteknologiens aktualitet, hvor en mulighed for yderligere implementering ved lov eventuelt kan være til stede.

2.1.4 Forklaring til underspørgsmål 3

Før det kan konkluderes hvorvidt droneteknologien kan anvendes i arealforvaltningsopgaver, må en forståelse for den nuværende hardware og generelle teknologi være til stede. Det skal derfor, i analysen til dette underspørgsmål 3 tydeliggøres, i hvilket omfang teknikken bag, kan være behjælpelig til dataindsamling mhp. løsninger af arealforvaltningsopgaver.

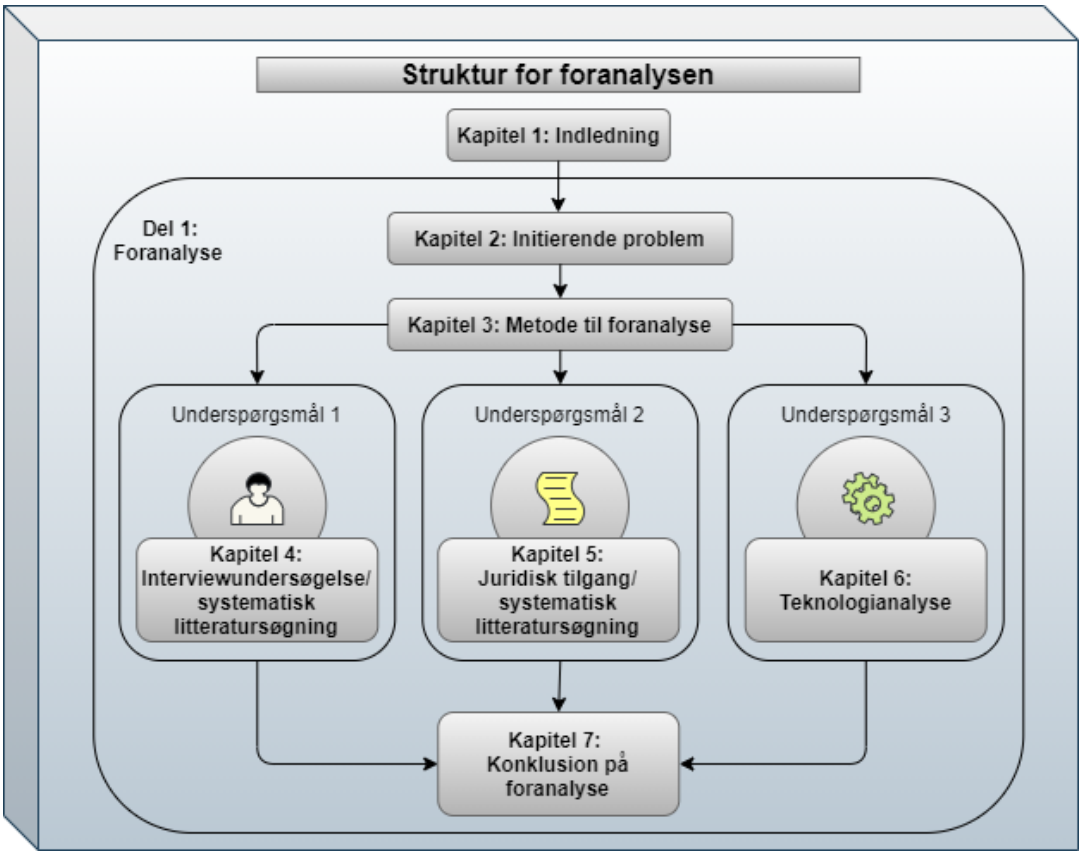
3 Metode til foranalyse

Den metodiske tilgang, som omhandler foranalysens delanalyser, vil i dette kapitel blive behandlet. Det initierende problem, samt de dertilhørende underspørgsmål, skal planlægningsmæssigt besvares, mhp. en struktureret metodeanvendelse. Metoderne, for de enkelte underspørgsmål, skal således beskrives og efterfølgende anvendes i de næstkommende kapitler og analyser, for dernæst at danne grobund for en endelig problemformulering i hovedanalysens part.

Til at give indsigt i, samt forståelse for foranalysens inddeling og fremgang, er et strukturdiagram i følgende afsnit opstillet. Dernæst er der en beskrivelse af metodevalget, som skal anvendes for at kunne besvare hvert enkelt underspørgsmål.

3.1 Strukturdiagram

Strukturdiagrammet for foranalysens indhold, er her angivet i figur 3.1.



Figur 3.1. Strukturdiagram til foranalysen.

Som det fremgår af ovenstående figur, er der tre analyser i foranalysen - kapitel 4, 5 og 6. Hvert af disse kapitler repræsenterer ét underspørgsmål, hvor tankerne bag defineres nærmere i de heraf følgende afsnit. De tre kapitler udarbejdes sideløbende, og har derfor ikke en umiddelbar sammenhæng. Resultaterne af ét kapitel er altså ikke styrende for udarbejdelsen af de andre analyser og deres resultater.

Slutteligt skal de tre kapitlers resultater besvare det initierende problem i en samlet konklusion for foranalysen.

3.2 Underspørgsmål 1 - interviewundersøgelse og systematisk litteratursøgning

Til empiridannelse vil en fordelagtig fremgangsmåde være at anvende organisationssociologiske metoder. Organisationssociologisk metode er den fremgangsmåde der arbejdes efter, når der søges viden om en organisation. Organisationssociologiske metoder adskiller sig ikke meget fra den samfundsvidenskabelige metode, hvor datarekvirering ofte sker via kvalitative og kvantitative metoder. Der er dog ved organisationssociologiske metoder fokus på selve organisationens handlemønstre, sammenhænge og forklaringer. [Andersen, 1990, side 12-13].

For at kunne vælge den rette fremgangsmetode for indsamling af data og empiri, er det vigtigt at kende analysens formål [Andersen, 1990, side 41-44]. I dette tilfælde er formålet, at finde ud af hvilke ydelser virksomhederne og kommunerne tilbyder, hvor droneteknologien anvendes, og om virksomhederne og kommunerne har mere i tankerne internt, uden at det promoveres direkte. Dermed skal analysens metodevalg omhandle en delvist struktureret tilgang, hvor rammerne for undersøgelsen allerede er satte, med en forforståelse for teori og fænomen om det emne der studeres, men stadig med en åbenhed for ny viden.

Som led i besvarelsen af det initierende problem, skal en interviewundersøgelse derfor danne grundlag for den nærmere viden og indsigt i virksomheders anvendelse af droneteknologi mhp. arealforvaltningsopgaver. Interviewformen skal være af tematiseret karakter, hvor der spørges ind til konkrete emner, der ønskes svar på af den interviewede [Andersen, 1990, side 143]. Dermed opnås den semistrukturerede tilgang, hvor interviewet kan omhandle et emnefelt, hvor gruppen allerede har en delvis forståelse for droneteknologiens anvendelsesområder. Det er valgt udelukkende at foretage interviews med de udvalgte virksomheder og dermed ikke landets kommuner. Grunden til dette er, at et repræsentativt billede kræver et større antal adspurgte kommuner.

I kombination med interviewundersøgelsen, skal der også foretages en systematisk litteratursøgning på flere forskellige hjemmesider, hvor virksomhederne bag tilbyder ydelser vha. droneteknologi. Herved dannes der et grundigt kendskab til omfanget af virksomhedernes anvendelse samt hvad de tilbyder udadtil. Her er metodevalget dannelse af empiri vha. tematiseret og systematisk litteratursøgning.

3.2.1 Interviewundersøgelsen

Ved et semistruktureret interview kendes interviewområdet i et omfang hvor der allerede er opbygget en forforståelse om teori og praksis. Der skal dog stadig være plads til nye input og viden om interviewemnet. Ved denne interviewform er det derfor en fordel, at der på forhånd

er oprettet en interviewguide, som kan agere hjælp under interviewet. Denne interviewguide indeholder de emner, der er vigtige at komme ind på under interviewet, uden en egentlig slavisk tilgang til disse. [Andersen, 2013, side 155]

Ved interview via tale, er det vigtigt at intervieweren foretager nyttige noter undervejs, hvorefter disse noter kan renskrives og omdannes til et brugbart referat [Andersen, 2013, side 155]. Ved interview via skrift slipper intervieweren for et efterfølgende tungt arbejde med referatdannelse, da respondentens svar ofte kun skal igennem en mild form for renskrivning, hvis nødvendigt.

Forinden selve interviewet
Det kan være en stor fordel, at der på forhånd sendes information ud til respondenterne vedr. formål og indhold omhandlende interviewet. Det bør i denne første kontakt understreges, hvilke forhold der gør sig gældende for interviewet såsom anonymitet (hvis ønsket), hvem der interviewer og gennemfører undersøgelsen, eventuelle fordele for medvirken i interviewet m.v. Dermed skabes der en styrket kontakt og tiltro mellem respondenterne og intervieweren. [Andersen, 2013, side 157]

3.2.2 Systematisk- og tematiseret litteratursøgning

Ved at tilgå analysen grundigt med en systematisk og tematiseret litteratursøgning, er der dannet basis for et godt resultat ved endt analyse. Et godt litteraturstudie kan give værdifuld information om eksisterende teori, erfaringer, undersøgelser, tanker m.v., og kan eventuelt be- eller afkræfte nogle af de tanker, misforståelser og forudindtagelser der, for gruppen, kan være på området. [Andersen, 2013, side 66]

Udgangspunktet for den systematiske og tematiserede litteratursøgning, skal i denne analyse være internettet, hvor firmaernes hjemmesider skal undersøges for ydelser mht. droneteknologiens anvendelse inden for arealforvaltningsopgaver. Internettet kan give den allernyeste og dagsaktuelle information om udvikling og udbud inden for feltet som undersøges, hvilket efterfølgende kan sammenholdes med de interviewede respondenters tilbagemeldinger. Herved opnås der indsigt i, om der er forskelle mellem firmaernes udbud udadtil via promovering på hjemmesiderne, kontra den interne viden om ydelsesmuligheder blandt firmaernes medarbejdere.

3.3 Underspørgsmål 2 - juridisk tilgang og systematisk litteratursøgning

I kapitlet omhandlende juridisk tilgang, skal en gennemgang af gældende ret foretages, mhp. at undersøge hvordan droneteknologi er reguleret ved lov. Undersøgelsen skal, med andre ord, bidrage til en forståelse for, i hvor stort et omfang droneteknologiens udstrækning er implementeret i dansk lov, for derved at opnå kendskab til muligheder og begrænsninger mht. arealforvaltningsopgaver.

Ligeledes som i foregående beskrivelse af metodetilgangen af underspørgsmål 1, skal der også ved dette underspørgsmål anvendes systematisk litteratursøgning. Denne gang omhandler den systematiske undersøgelse de love, bekendtgørelser m.m., som er listet herunder. Dette sikrer igen en undersøgelse, hvor de gældende forordninger, love og bekendtgørelser, er medtaget.

- EU-forordning 2019/947
- Luftfartsloven
- Dronebekendtgørelsen
- Planloven
- Miljøbeskyttelsesloven
- Naturbeskyttelsesloven
- Råstofloven
- Udstykningsloven
- Vejloven
- Bekendtgørelse om matrikulære arbejder

En undersøgelse af det juridiske aspekt skal altså i kapitel 5 på side 25 omhandle de love og bekendtgørelser, som vedrører arealforvaltningsopgaver mhp. anvendelse af droneteknologi inden for det enkelte retsområde. De ovennævnte retsforskrifter er udvalgt på baggrund af hvilke områder de regulerer, da der deri øjnes et eventuelt potentiale for anvendelse af droneteknologi til arealforvaltning. Det essentielle er dog, om paragrafferne bærer præg af en accept af droneteknologiens indtog, eller ikke.

Ved generel anvendelse af juridisk metode gælder en grundstruktur for brugen heraf. Denne grundstruktur er tredelt med begreberne 1) valg af regel, 2) valg af fakta og 3) valg af konklusion/fakta. [Evald, 2011, side 3]
Det vil sige, at ved en konkret sag skal der i første omgang besluttes hvilken retsforskrift, som findes anvendelig inden for området - f.eks. hvilken lov der bør betragtes. Dernæst skal sagens vigtige informationer frem, hvilket kan have afgørende betydning for en sags udfald. Slutteligt kan der i 3) tages stilling til en korrekt konklusion baseret på omstændighederne. Der er dog i denne analyse ikke tale om konkrete sager, hvor der skal træffes afgørelser mht. sagernes udfald, men hvor analysen i stedet for skal omhandle en undersøgelse af omfanget af anvendelsen af droneteknologi via vedtaget lovgivning. Derfor vælges det udelukkende at fokusere på grundstrukturens første punkt, som altså omhandler valget af det retlige materiale, som skal undersøges nærmere. Derfor benævnes afsnittet også som juridisk tilgang fremfor juridisk metode.

Foruden valget af de rette retskilder skal der, ved undersøgelse af juraen, anvendes nogle grundprincipper. Disse bør følges, for at give et retmæssigt og korrekt billede af hvad gældende ret er på området. Begreberne *lex superior*[1], *lex specialis*[2] og *lex posterior*[3] bør tages i betragtning, for at holde en korrekt fremgangsmåde i undersøgelsen. Herved sikres det, at undersøgelsen indeholder valide resultater vedrørende de undersøgte retsforskrifter, samt en hensyntagen til eventuelle modsigelser. [Evald, 2011, side 22]

Ved at forholde de ovenstående punktopstillede love og bekendtgørelser til de nævnte grundprincipper og -begreber, opnås der en struktureret analyse, hvor udfaldet giver et klart indblik i hvilke juridiske begrænsninger/muligheder der er forbundet med droneteknologi i forbindelse med arealforvaltningsopgaver.

[1] En trin-lavere lov må ikke stride mod en trin-højere lov. [Evald, 2011]
[2] En generel regel må vige for en speciel lov. [Evald, 2011]
[3] En ældre lov må vige for en nyere lov. [Evald, 2011]

3.4 Underspørgsmål 3 - teknologianalyse

Eftersom denne analyse skal omhandle droneteknologien og dens anvendelse og accept i samfundet, er det relevant at anvende kildemateriale, som fokuserer på teknologi og teknologiteoriens grundbegreber. En direkte anvendelse af begreber og teorier inden for dette emne, kan hjælpes på vej ved anvendelse af bogen *Samfundets teknologi - teknologiens samfund.* Bogen har førhen ageret grundbogsmateriale i kurset Teknologi og Samfund, ved den Teknisk Naturvidenskabelige Basisuddannelse på Aalborg Universitet. [Müller et al., 1986, side 7]

Samfundet og teknologien udvikler sig hele tiden, og for at kunne danne en forståelse for samspillet mellem disse to aspekter, vægtes det at det begrebsmæssige kan adskilles. Derfor må en nærmere definition af samspillet mellem teknologi og samfund defineres. [Müller et al., 1986, side 15-16]

Teknologidefinition: En gængs formulering af sammenhængen mellem teknologi og samfundet lyder:

> *Summen af de hjælpemidler, hvorved mennesket genskaber og eventuelt udvider sine materielle livsbetingelser, og bevidstheden om deres anvendelse, udgør teknologien i ethvert samfund.*

[Müller et al., 1986, side 16]

Det er dog nødvendigt, for at forstå meningen med definitionen, at teknologiopfattelsen og sammenhængen med samfundet, opdeles i følgende delelementer.

Teknologien opdeles i:

- Teknik
- Viden
- Organisation
- Produkt

og samfundet opdeles i:

- Marked
- Magt
- Levevilkår
- Kapital

[Müller et al., 1986, side 26 og 34]

På trods af samspillet mellem de to aspekter, fokuseres der i dette projekt på teknologiopfattelsen og de dertilhørende fire delelementer. Grunden til dette er, at nærværende projekt udelukkende arbejder med udarbejdelse af nye anvendelsesmuligheder samt tekniske og juridiske muligheder og begrænsninger. I den følgende tekst beskrives de fire delelementer i Teknologiopfattelsen og efterfølgende beskrives hvordan denne teori finder applicering i dette projekt. Der kan læses mere om de delelementer i samfundsopfattelsen i efterskriftet i afsnit 14.3 på side 80.

3.4.1 Teknologiopfattelsens 4 delelementer

Teknik:

Der refereres til ordet "hjælpemidler" i ovenstående definition, og disse hjælpemidler kan dække over både arbejdsmidler, arbejdsgenstande og arbejdskraft i arbejdsprocessor. Tilsammen udgør disse begreber den overordnede kategori som kaldes teknik.

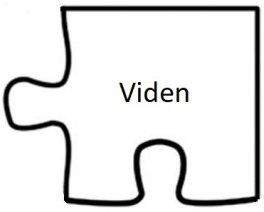
Figur 3.2. Den ene del af forståelsen af sammenhængen mellem teknologi og samfund.

Kort defineret:
Teknik - sammenføjningen af arbejdsmidler, arbejdsgenstande samt arbejdskraft i arbejdsprocessen.

[Müller et al., 1986, side 16-17]

Viden:

Bevidsthedselementet i ovenstående teknologidefinition, kan tilskrives den læreproces hvori mennesket får mere viden om tingene via arbejdsprocessen. Denne viden kan berøre både hvordan materielle ting håndteres, men også hvordan bestemte mål opnås.



Figur 3.3. Den anden del af forståelsen af sammenhængen mellem teknologi og samfund.

Kort defineret:
Viden - sammenføjningen af kunnen, videnskabelig indsigt samt intuition i arbejdsprocessen.

[Müller et al., 1986, side 18-19]

Organisation:

Teknik og viden skal dog organiseres, før der kan dannes bindeled og forene begreberne. Derfor er det essentielt at forstå en organisation både horisontalt samt vertikalt. F.eks. en fabrik (organisationen), som producerer et produkt. Her skal fabrikkens hierariske opbygning (vertikale forståelse), samt de sidestillede kollegaers funktioner (horisontal forståelse) sættes i perspektiv. Her er altså tale om forståelse af en given organisations arbejdsproces i flere lag.

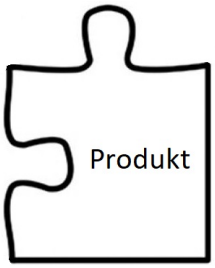
Figur 3.4. Den tredje del af forståelsen af sammenhængen mellem teknologi og samfund.

Kort defineret:
Organisation - vertikal og horisontal bedriftsintern arbejdsdeling med en teknisk- og en socialt betinget side.

[Müller et al., 1986, side 19-21]

Produkt:

Det sidste delelement i teknologiopfattelsens sammenhæng med samfundet, går på selve produktionsprocessen, hvor et produkt er et udfald af en kombination af teknik-, viden- og organisationsforståelsen. Dette slutprodukt kan både være en frembragt teknologi, en serviceydelse m.v.



Figur 3.5. Den fjerde del af forståelsen af sammenhængen mellem teknologi og samfund.

I slutproduktet indgår begreberne brugsværdi og bytteværdi. Brugsværdi omhandler produktets anvendelse[4], og bytteværdi omhandler produktets evne til igen at give producenten nye midler - i mange tilfælde i form af penge.

Kort defineret:
Produkt - produktionsprocessens resultat og den fremstillede teknologis brugs- og bytteværdi.

[Müller et al., 1986, side 21-25]

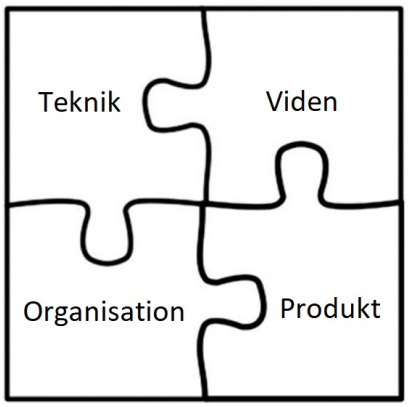
[4]F.eks. 3 forskellige slags sko (løbesko, vandresko og alm. sko). Brugsværdien er her at de alle beskytter foden, selvom at de er produceret af forskellige materialer og er i forskellige udformninger.

Generel teknologiteori:

Der er således muligt at opstille en teknologiteoretisk tese, som forbinder de fire delelementer vedr. teknik, viden, organisation og produkt, som vist på figur 3.6.

Tese: en kvalitativ ændring af blot et af elementerne vil medføre kvalitative ændringer af de andre tre elementer.

[Müller et al., 1986, side 25]



Figur 3.6. De fire delelementer sammensat i et puslespil, som symbolsk skal vise, at der er samspil mellem delelementerne.

3.4.2 Applicering af ovenstående teknologiteori

For at anvende teknologiteorien, er der herunder oplistet de appliceringer, som vil være gældende for foranalysens kapitler.

Applicering af teknologiopfattelsens 4 delelementer ift. projektet:

- *Teknik* = Summen af mulighederne med *payloads*
- *Viden* = indsigt i *Anvendelsesmulighederne*
- *Organisation = Arealforvaltning og regulering*
- *Produkt = UAS - brugs og bytteværdi*

Teknologiopfattelsen skal udover i foranalysen også medtænkes i den efterfølgende hovedanalyse, hvor forståelsen fra dette metodeafsnit indtænkes. Slutteligt vil der igen i konklusionen på hovedanalysen reflekteres over de valgte metoder, og også denne teknologiteori. I forbindelse med dette vil det ligeledes dokumenteres, hvilken forståelse projektgruppen har fået af de muligheder og begrænsninger denne teori indeholder. Dette gøres for at vurdere, om resultatet er fyldestgørende og repræsentativt ift. de fire delelementer, sådan at det er muligt at bedømme, hvilke delelementer der evt. skal optimeres yderligere.

4 Hvilke arealforvaltningsopgaver løses vha. droneteknologi?

Formålet med nærværende kapitel, er at bestemme hvilke droneydelser der er til rådighed på det nuværende marked inden for arealforvaltning jf. underspørgsmål 1 fra den initierende problemformulering.

"Til hvilke arealforvaltningsopgaver anvendes droneteknologi som værktøj?"

Til dette formål er der udvalgt fire virksomheder, som vurderes at give et bredt og repræsentativt billede af markedet. Ud af de fire virksomheder er LE34 og Geopartner landinspektørvirksomheder, COWI og NIRAS er rådgivende ingeniørvirksomheder, som også beskæftiger sig med arealforvaltningsopgaver. Derudover er der inkluderet en undersøgelse af kommunernes anvendelse af UAS i deres arbejde. Denne undersøgelse bygger på en rapport fra FOSAKO[1], som indeholder en landsdækkende undersøgelse af kommunernes anvendelse af droner.

For at danne et overblik over udbuddet på det nuværende marked, er der foretaget en systematisk litteraturundersøgelse af virksomhedernes hjemmeside, jf. metoden i kapitel 3 på side 9. Dette vil udgøre første del af undersøgelsen, som kortlægger den information der er tilgængelig for alle og dermed også virksomhedernes målgruppe. Denne information suppleres efterfølgende af viden indsamlet via interviews og korrespondancer med tre af de fire virksomheder, da det ikke har været muligt at interviewe NIRAS. Denne opstilling har flere funktioner; for det første skal det skabe et bredere datagrundlag for analysen og rapporten i sin helhed, og for det andet for at kunne vurdere om informationen på hjemmesiderne er fyldestgørende eller om virksomhedernes opgaveportefølje afspejler en anden virkelighed.

4.1 Virksomhedernes ydelser

I dette afsnit undersøges virksomhedernes hjemmesider og de ydelser der tilbydes eller beskrives præsenteres i en tabel, hvorved det er muligt at sammenligne de fire virksomheder.

I følgende tabel er de fire virksomheders ydelser indført, og der er markeret ud for hver virksomhed, hvilke ydelser de tilbyder. Der er udelukkende markeret ydelser der nævnes på virksomhedernes hjemmesider. Derfor er basale ydelser, der vurderes som værende standard ydelser ift. arealforvaltningsopgaver, ikke markeret i skemaet, hvis ikke de fremgår på hjemmesiden. Grunden til dette er, at målet med denne analyse hovedsageligt er at bestemme, hvilke oplysninger der gives til kunden, altså hvilke ydelser der gøres opmærksom på.

[1] **Fo**rum for **sa**marbejde om geodata i **ko**mmunerne.

Ydelserne i tabellen er markeret med "X", ud for de virksomheder der tilbyder den konkrete ydelse på hjemmesiden.

Ydelser / Virksomheder	Geopartner	LE34	COWI	NIRAS
Projektering	X	X		X
Målfaste ortofotos/kortlægning	X	X	X	X
Volumenberegning	X	X	X	
Situationsplan	X			
Visualisering	X	X	X	X
Skråfotos	X			
Monitorering	X	X		
Opmåling af råstofområder	X			
Terrænmodel	X	X	X	
Inspektion	X	X	X	X
Opmåling af ledninger	X	X		
Statusrapporter		X		
BIM-modeller		X		
Kirkegårdskort	X	X		X
3D-model	X	X	X	X
Digitale drænkort		X		
Billeder i høj kvalitet	X	X	X	X
Opm. af bygninger		X		X
Opm. af grønne områder		X		
Opm. af fremdrift for anlægsprojekter		X		
Termografiske opmålinger		X	X	
Afslører utætheder og energispild		X		X
Vurdering af vedligeholdelse		X		
Vurdering af erosion		X		X
Vurdering af forandring i landskab		X		X
Klimatilpasningsprojekter		X		
Opmåling af vandløb		X		
Kortlægning af invasive planter			X	X
Opmåling til placering af bygning			X	
Trafikovervågning			X	
Måling af gasudslip				X
Undersøgelse af fuglebestand				X
Skade vurdering (eks. skybrud)				X
Ydelser i alt	14	24	11	15

Tabel 4.1. Tabel der viser de ydelser som Geopartner, LE34, COWI og NIRAS reklamerer med på deres hjemmesider. [Geopartner, 2021a], [Geopartner, 2021b], [LE34, 2021], [COWI, 2021] og [Niras, 2021]

Tabellen viser hvilke ydelser de forskellige virksomheder tilbyder eller beskriver på deres hjemmesider. Der er markant forskel på, hvordan disse ydelser markedsføres i de fire virksomheder. Geopartner og LE34 er tydelige i deres markedsføring af droner som værktøj, og har faner der hurtigt danner overblik over ydelserne. Markeringerne ved COWI og NIRAS i skemaet stammer fra artikler, rapporter og projektbeskrivelser på virksomhedernes hjemmesider, grundet manglende "ydelsesfaner", som ved Geopartner og LE34.

4.2 Interviews med virksomhederne

De omtalte interviews med de tre virksomheder, er enten foretaget telefonisk eller via mailkorrespondancer. Metoden for disse interviews er specificeret i kapitel 3 på side 9, hvor det beskrives, at spørgsmålene og selve interviewene er udarbejdet semistrukturerede. Dette er gjort, for at sikre et fagligt og brugbart indhold, mens der stadig er plads til, at den udspurgte kan uddybe svarene. De tre interviews er vedlagt i bilag C på side 113.

De tre respondenter blev, som det første spurgt om hvem de er, og hvad deres primære funktion er. Meningen med dette spørgsmål er at sikre, at den udspurgte person har et habilt grundlag, for at besvare de efterfølgende spørgsmål.

Efterfølgende blev hver af de fire respondenter stillet spørgsmålet:

> Hvilke ydelser leverer i, hvor droneteknologi er involveret?

Hertil svarede:

Usman Butt, **COWI**: at de bl.a. udfører opgaver i form af: fotografering, taginspektioner, volumenberegning, 3D- og højdemodeller. Derudover laver COWI 3D-mesh[2] samt udpegning og optælling af eks. træsorter vha. machine learning.

Henrik Kjærsgaard Christensen, **LE34**: at de primært udfører fotogrammetrisk landmåling, terrænmodellering, terrestrisk fotogrammetri og detailmåling.

Anders Flensborg Iversen, **Geopartner**: at de anvender droneteknologi til følgende opgaver:

- Inspektion af mast og bygninger
- Kortlægning af terræn
- Udarbejdelse af situationsplanen
- Opdatering af f.eks. kirkegårdsregistrering
- Volumenberegning
- Supplering af utilgængelige områder ved scanning – f.eks. tag
- Bathymetri
- Termisk fotografering
- Visualiseringer
- Mågebekæmpelse

Jf. interview i bilag C på side 113.

Respondenterne blev også adspurgt, om kunderne efterspurgte ydelser virksomhederne ikke reklamerer for på deres hjemmesider. Dette var der generelt ikke nogen af virksomhederne der oplevede. Henrik fra LE34 nævnte dog et enkelt eksempel, hvor en kunde havde efterspurgt lokalisering af olie på vand.

[2] Et 3D-mesh er en strukturel opbygning af en 3D-model der består af polygoner.

4.3 Kommunernes anvendelse af UAS

Denne del af analysen bygger på en rapport udarbejdet af FOSAKO [FOSAKO, 2021], som har udført spørgeskemaundersøgelse vedr. brug af droner i kommunerne. Første undersøgelse blev udført i 2017. Denne undersøgelse blev efterfølgende suppleret med en ny undersøgelse i 2020. FOSAKO fik svar fra 62 af landets 98 kommuner, hvilket vurderes at give et godt indblik i kommunernes anvendelse af UAS.

I rapporten fra 2020 beskrives det, at der siden 2017 er sket en stigning i kommunernes brug af UAS, det konkluderes at ca. 2/3 af kommunerne har en drone hvor størstedelen er tilknyttet Teknik og miljø.

Kommunerne anvender UAS til en lang række opgaver, som er beskrevet i listen nedenfor. Listen er taget ordret fra den beskrevne rapport.

- Meget PR vedr. byggegrunde og vandreture
- Dokumentation af oversvømmelser
- Udbredelse af vådområder
- Videodokumentation af anlægsprojekter
- Kortlægnings- og dokumentationsopgaver er de mest omfattende indenfor foto- og registrering
- Før og efter dokumentation af om entreprenør har udført opgaven.
- Lokalplaner, udarbejdelse
- Jordhåndtering, analyser af volumen
- Dokumentation af anlægsprojekter
- Ortofotos og DHM
- Større kommunale arrangementer
- Kortlægge (herunder opmåle bygninger til mur) for udvalgte områder i kommunen
- Vandløb/grødeskæring
- Bjørnekloregistrering
- Beredskabs opgaver ved brand, oversvømmelse, personeftersøgning osv.
- Trafiktælling
- Kortlægning af dræn under sportspladser
- Bygningseftersyn

  [FOSAKO, 2021]

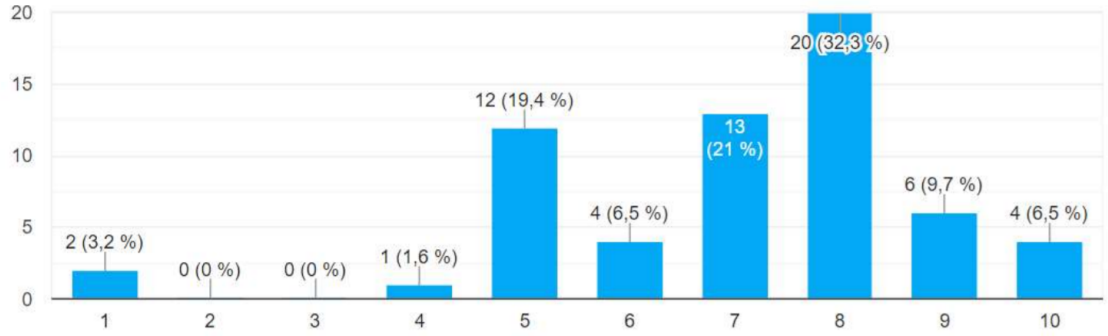
De punkter der er markeret med grøn farve, viser de opgaver der udføres af kommunerne, som vurderes at være relevante for dette projekt. Her er tale om arealforvaltningsopgaver eller opgaver der også ligger inden for landinspektørfaget.

FOSAKO adspurgte kommunerne om de største udfordringer ved anvendelse af UAS, hvor 51,6% hertil svarede, at den største udfordring er lovgivning og tilladelser. Derudover nævnes planlægningsarbejde, vejret, manglende viden om opgaven og teknologien også som faktorer. Kommunerne blev dog også spurgt om, hvor de største gevinster lå i anvendelsen af UAS. Hertil svarede kommunerne, at de største gevinster er:

- 71% overblik ovenfra
- 67,7% bedre løsninger på nuværende opgaver
- 41,9% muligt at løse nye opgaver

- 35,5% bedre beslutningsgrundlag
- 25,8% kommunen fremstår forandringsparat ved implementering af nye værktøjer
- 24,2% øget arbejdsglæde

Det er altså tydeligt at UAS anvendes af størstedelen af kommunerne og, selvom der er udfordringer, vægtes de mange gevinster højest. Dette understreges i slutningen af rapporten, hvor FOSAKO ville bestemme den generelle tilfredshed med droneteknologien blandt kommunerne. Her blev kommunerne bedt om, at give karakter på en skala fra 1-10, hvor 10 er det bedste. Figur 4.1 viser fordelingen af stemmerne, hvor hele 76% ligger fra 6-10 og 32,3% ligger på en tilfredshed der svarer til en karakter på 8. Der er 3 ud af de 62 kommuner der har stemt mellem 1-4. Dette viser altså at i de kommuner hvor UAS anvendes, er tilfredsheden næsten udelukkende positiv og der er en lang række gevinster forbundet med den nye teknologi.



Figur 4.1. Kommunernes tilfredshed med den nye droneteknologi. [FOSAKO, 2021]

4.4 Opsummering på kapitel 4

I denne opsummering er der udarbejdet endnu en tabel, der indeholder den samme som tabel 4.1 på side 18 samt tre ydelser mere fra interviews. Derudover er de ydelser der vurderes at være arealforvaltningsopgaver og/eller landinspektørfaglige opgaver markeret med gult. Dette er gjort for at vise, at UAS allerede nu anvendes til en lang række opgaver af landinspektøren. Ud af de 36 ydelser er 20 markeret med gult. Dermed er over halvdelen af ydelserne arealforvaltningsopgaver og/eller landinspektørfaglige opgaver. Tabel 4.2 på næste side besvarer derfor første underspørgsmål i det initierende problem i form af de 20 gule markeringer.

Ydelser / Virksomheder	Geopartner	LE34	COWI	NIRAS
Projektering	X	X		X
Målfaste Ortofotos / Kortlægning	X	X	X	X
Volumenberegning	X	X	X	
Situationsplan	X			
Visualisering	X	X	X	X
Skråfotos	X			
Monitorering	X	X		
Opmåling af råstofområder	X			
Terrænmodel	X	X	X	
Inspektion	X	X	X	X
Opmåling af ledninger	X	X		
Statusrapporter		X		
BIM-modeller		X		
Kirkegårdskort	X	X		X
3D-model	X	X	X	X
Digitale drænkort		X		
Billeder i høj kvalitet	X	X	X	X
Opm. af bygning		X		X
Opm. af grønne områder		X		
Opm. af fremdrift for anlægsprojekter		X		
Termografiske opmålinger		X	X	
Afslører utætheder og energispild		X		X
Vurdering af vedligeholdelse		X		
Vurdering af erosion		X		X
Vurdering af forandring i landskab		X		X
Klimatilpasningsprojekter		X		
Opmåling af vandløb		X		
Kortlægning af invasive planter			X	X
Opmåling til placering af bygninger			X	
Trafikovervågning			X	
Måling af gasudslip				X
Undersøgelse af fuglebestand				X
Skade vurdering (eks. skybrud)				X
Bathymetri	X			
Mågebekæmpelse	X			
3D-mesh			X	
Ydelser i alt	16	24	12	15

Tabel 4.2. Tabel indeholder information fra virksomhedernes hjemmesider samt fra interviews. De gule markeringer viser ydelser, der kan klassificeres som arealforvaltningsopgaver og/eller landinspektørfaglige opgaver.

Udover virksomhedernes anvendelse af UAS, optræder der ligeledes en udvikling i kommunernes brug af UAS. Kommunerne udfører en lang række opgaver der vurderes relevante ift. dette projekts fokusområde:

- Dokumentation af oversvømmelser
- Udbredelse af vådområder

- Kortlægnings- og dokumentationsopgaver er de mest omfattende indenfor foto- og registrering
- Lokalplaner, udarbejdelse
- Jordhåndtering, analyser af volumen
- Dokumentation af anlægsprojekter
- Ortomosaikker og DHM
- Kortlægge (herunder opmåle bygninger til mur) for udvalgte områder i kommunen
- Bjørnekloregistrering
- Kortlægning af dræn under sportspladser

Der er generelt set store gevinster for kommunen ved anvendelsen af dette værktøj. I rapporten fra FOSAKO udtrykkes en stor tilfredshed blandt kommunerne ift. droneteknologien, hvor 32,3% giver anvendelsen af droner en karakter på 8 ud af 10.

5 Lovmæssige begrænsninger eller muligheder i brugen af UAS?

Dette kapitel behandler underspørgsmål 2 i den initierende problemformulering, som lyder:

> *"Med hvilke retskilder er droneflyvning reguleret, samt i hvilke dele af arealforvaltnings-lovgivningen kan der ligge et potentiale for yderligere anvendelse?"*

For at besvare ovenstående spørgsmål er det nødvendigt, at skabe en viden og forståelse for de retskilder, der eventuelt kan have indvirkning på anvendelsen af UAS til arealforvaltnings-opgaver. Det undersøges om eller hvordan retskilderne regulerer brugen af UAS. Der vil først og fremmest blive foretaget en undersøgelse af EU-forordningen 2019/947, Luftfartsloven og Dronebekendtgørelsen, som er de tre retskilder, der regulerer anvendelsen af UAS i Europa, medlemslandene og Danmark. En komplet liste over undersøgte retskilder er anført i punkt-form nedenfor:

- EU-Forordning 2019/947
- Luftfartsloven
- Dronebekendtgørelsen
- Planloven
- Miljøbeskyttelsesloven
- Naturbeskyttelsesloven
- Råstofloven
- Udstykningsloven
- Vejloven
- Bekendtgørelse om matrikulære arbejder

Det undersøges i de oplistede retskilder, om der gives ret til anvendelse af droneteknologi. Til at sikre, at retskilderne undersøges nøje, vil fremgangsmåden være, at undersøge hver retsforskrift for paragraffer, hvor der først og fremmest gives tilladelse til opmåling og kortlægning. Dernæst vil det undersøges, om der er krav til disse opmålings- og kortlægningsmetoder og om droneteknologien eventuelt kunne komme i spil som værktøj til dataindsamling. I forbindelse med denne undersøgelse vælges det udelukkende at kigge på retskilder, der er relevante for den nuværende brug af droner hvilket betyder, at forarbejder eksempelvis ikke undersøges. Grunden til dette er, at formålet med dette afsnit er at undersøge i hvilket omfang brugen af UAS reguleres, og hvordan dette begrænser eller muliggør brugen af UAS i arealforvaltningsopgaver.

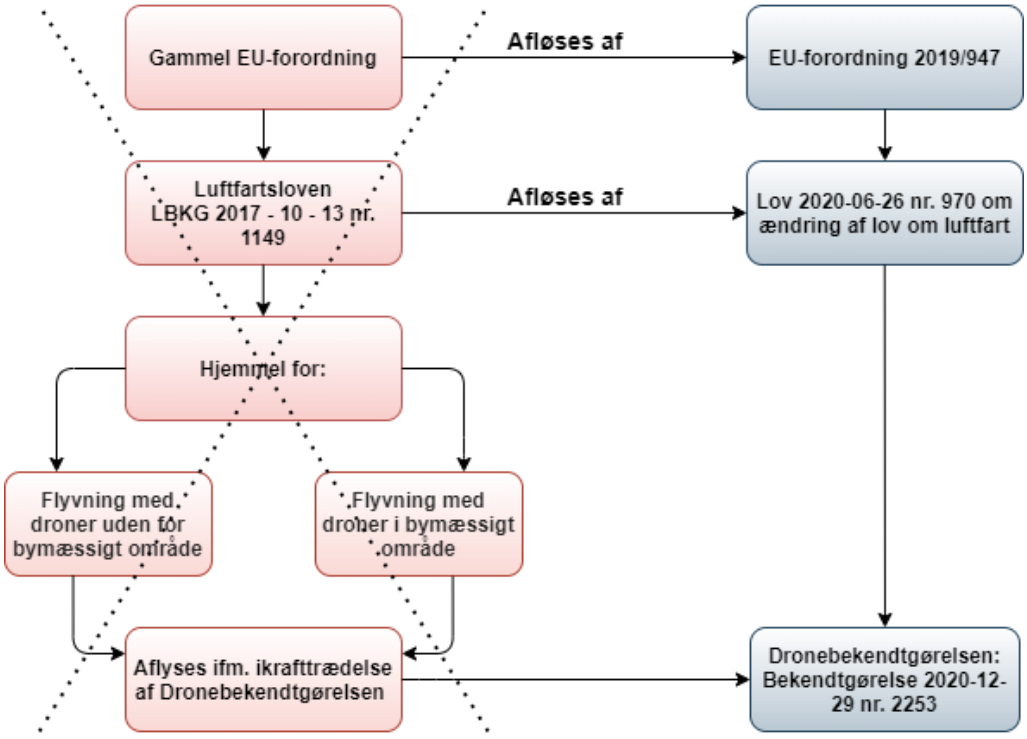
I kapitel 3 på side 9 er der udarbejdet en juridisk metode for denne analyse. Her opstilles en række grundbegreber, som skal sikre valide resultater, hvor der tages højde for eventuelle modsigelser i retskilderne. Dette gøres dels gennem grundstrukturens 1. punkt "Valg af regel". Her er formålet dels at udvælge relevante retskilder og deri undersøge, i hvilket omfang

anvendelsen af droneteknologi er tilladt og accepteret ift. arealforvaltningsopgaver, samt dels at anvende lex-grundprincipperne. Disse principper sikrer, jf. den juridiske metode, at den højest rangerende lov vælges, at den generelle regel viger for den specielle lov samt at den nyeste og gældende version anvendes. [Evald, 2011]

5.1 EU-forordning 2019/947, Luftfartsloven og Dronebekendtgørelsen

Hjemlen for Dronebekendtgørelsen findes i Luftfartsloven, og reglerne vedr. flyvning med UAS fastsættes gennem EU-forordningen jf. § 3 i Dronebekendtgørelsen. Det vil altså sige, at ifølge de tre lex-principper skal Dronebekendtgørelsen vige for, og ikke stride imod bestemmelserne i Luftfartsloven og EU-forordningen.

Nedenfor i figur 5.1 illustreres det hierarkiske forhold mellem de nævnte retskilder, hvor der er taget højde for den juridiske metode i kapitel 3 på side 9.



Figur 5.1. Overblik over retskildernes relationer til hinanden ifølge lex superior-princippet.

Grundet retskildernes sammenhæng og hierarki vil der først blive foretaget en gennemgang af den højest rangerende retskilde på dette område - her er tale om EU-forordningen. Efterfølgende vil reglerne for den danske luftfart, som reguleres igennem Luftfartsloven, blive gennemgået og slutteligt vil de bestemmelser, der udelukkende henvender sig til brugen af UAS, gennemgås ved at undersøge Dronebekendtgørelsen.

5.1.1 EU-forordning 2019/947

EU-forordningen indeholder bestemmelser om en lang række forhold, der regulerer brugen af UAS. Dronebekendtgørelsen henviser derfor til EU-forordningen i § 3, og beskriver, at alt

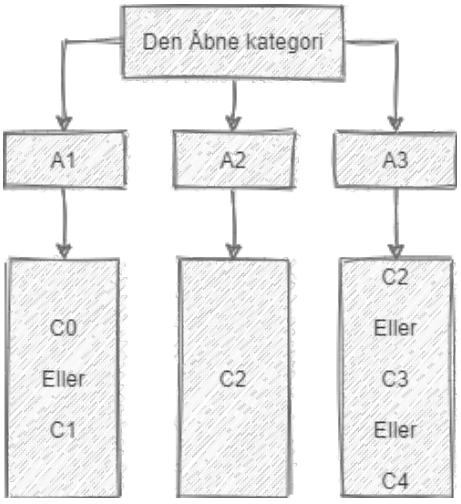
flyvning med UAS skal være i overensstemmelse med bestemmelserne deri.

I EU-forordningen ligestilles bemandede og ubemandede operationer i det europæiske luftrum, og det fastslås, at regler for ubemandede luftfartøjer og fjernpiloter, bør overholdes på lige vilkår med operationer med bemandede luftfartøjer. Derudover stilles en lang række krav til eks. sikkerhed, dygtighed og regler der kan relatere til den specifikke operation, som bør medtages i de retskilder der udarbejdes i medlemslandene. [EU-forordning 2019/947, betragtning 1-5]

EU-forordningen opdeler UAS-operationer i tre kategorier. Disse kategorier er hhv. den åbne-, den specifikke- og den certificerede kategori. Formålet med denne kategorisering er, at opdele operationerne efter risiko og dermed efter hvilken grad af certificering, der er nødvendig for den enkelte operation. [EU-forordning 2019/947 artikel 3]. Dette erstatter den tidligere opdeling, hvor der blev skelnet mellem om flyvningen var inden for eller uden for bymæssigt område.

Den åbne kategori
Før en UAS-operation kan placeres i den åbne kategori, er der en række krav der skal være opfyldt.

UAS i den åbne kategori opdeles i tre underkategorier A1, A2 og A3 som indeholder de fem C-klasser: C0, C1, C2, C3 og C4. De forskellige klassers forhold til hinanden er illustreret i figuren nedenfor og uddybet i bilag A på side 93.



Figur 5.2. Den Åbne kategori med underkategorierne A1, A2 og A3 samt de fem C klasser.

UAS i den åbne kategori må maksimalt veje 25kg. og kan klassificeres inden for en af de fem C-klasser, der er fastsat i EU-Forordningen, er privatbygget eller overholder følgende betingelser:

- UAS er bragt i omsætning[1] inden 01-07-2022
- Er i underkategori A1 samt har en maksimal vægt på under 250g. inkl. payload
- Er i underkategori A3 samt har en maksimal vægt på under 25kg. inkl. payload

  [EU-forordning 2019/947]

For uddybning af de tre underkategorier for UAS i den åbne kategori henvises til bilag B på side 103. Her er vedlagt et udklip af EU-forordningen.

[1]Første tilgængeliggørelse af et produkt på EU-markedet.

Endvidere skal fjernpiloten[2] sikre, at der holdes en forsvarlig afstand mellem dronen, menneskeforsamlinger og personer. Fartøjet skal, under hele flyvningen, være i VLOS[3], medmindre "follow me"-funktionen[4] benyttes. UAS må maksimalt have en flyvehøjde på 120m. til det nærmeste punkt på jordoverfladen. Den maksimale flyvehøjde kan øges, hvis dette vurderes nødvendigt for UAS-operationen. Dette kræver, at der flyves med en mindre afstand end 50m. (horisontalt) til en ikke naturlig forhindring med en højde over 105m. I sådanne tilfælde må UAS-operationens maksimale flyvehøjde øges til +15m. over den kunstige forhindring. Det kræver dog, at den/de ansvarlige for forhindringen anmodes om dette først. Der må ikke fragtes farligt gods eller nedkastes andre former for materialer under operationen. [EU-forordning 2019/947]

Den specifikke kategori
Hvis ikke alle kravene for UAS-operationer i den åbne kategori er opfyldt, skal droneoperatøren anskaffe en operationstilladelse ved Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, jf. artikel 12 i EU-forordning 2019/947. Droneoperatøren, der søger om operationstilladelse, mere om dette i kapitel 14 på side 77, skal forinden udarbejde en risikovurdering, som vedlægges ansøgningen med tilhørende forslag til afbødende[5] tiltag. [EU-forordning 2019/947, artikel 5]. Efterfølgende er det myndighedens opgave at udstede tilladelse til den eller de operationer der er tale om jf. del B i bilag B på side 103.
I efterskriftet i afsnit 14.2 på side 78 findes der yderligere information om hvordan en landinspektørvirksomhed helt konkret skal forholde sig til brugen af UAS i den specifikke kategori.

Den Certificerede kategori
Hvis en UAS-operation skal være i den certificerede kategori, skal operationen bl.a. involvere persontransport, transport af farligt materiale eller gods, og foregå over personforsamlinger. [EU-forordning 2019/947 artikel 6.] Dette henvender sig ikke til dette projekt, og UAS-operationer i den certificerede kategori vil ikke have relevans for UAS-operationer der relaterer sig til arealforvaltningsopgaver.

5.1.2 Luftfartsloven

Efter EU-forordningen i 2019 blev der foretaget ændringer i Luftfartsloven, for at sikre en hjemmel til regulering af UAS i Danmark. Denne ændring skete den 26-06-2020, hvor disse ændringer blev implementeret i Luftfartsloven. Dette skete under overskriften "Harmonisering af droneområdet". I forbindelse med denne ændring blev droner en del af formålsparagraffen og kapitel 9a blev tilføjet med formålet, at sikre UAS området en stærk tilknytning til Luftfartsloven. Igennem kap. 9a sættes rammerne for den professionelle og private brug af UAS. Endvidere indeholder loven bestemmelser der sikrer personsikkerhed, terrorbekæmpelse, privatlivets fred og samfundsmæssige hensyn. [Luftfartsloven kap. 9a note 247]

Luftfartslovens regulering af UAS inden for Danmarks grænser, er underlagt EU-forordningen, der kan indeholde bestemmelser der er højere rangerende, som derfor er gældende. I loven findes bestemmelser, der bemyndiger Transportministeren til at kunne regulere og fastsætte

[2] I tidligere lovgivning kaldet droneører.
[3] **V**isual **l**ine **o**f **s**ight.
[4] Funktion hvor dronen automatisk følger fjernpiloten.
[5] Svække og om muligt afværge den ubehagelige virkning af noget.

mere specifikke og detaljerede bestemmelser vedr. luftfart i Danmark, herunder brugen af UAS. Igennem Transportministerens bemyndigelse er, Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsen ligeledes bemyndiget. Derigennem skabes Trafik-, Bygge-, og Boligstyrelsens hjemmel, til at regulere luftfart i Danmark og styrelsens funktion som myndighed på området [Luftfartsloven]. Dette betyder, at igennem denne bemyndigelse kan ministeren fastsætte nærmere bestemmelser eller bekendtgørelser, som eks. Dronebekendtgørelsen. Trafik-, Bygge- og Boligministeriet har kun udarbejdet bestemmelser om luftfart vedr. UAS under 25kg. UAS over 25kg er derfor reguleret igennem luftfartsloven jf. Luftfartslovens § 151. Derudover beskrives det i Luftfartsloven, at regulering af operationer med mindre UAS-enheder i luftrummet under 150m., påhviler det enkelte land. Hvorimod EASA[6] har mulighed for at foreslå regulering af UAS-enheder over 150kg. [Luftfartsloven kap. 9a]

Indledningsvis i Dronebekendtgørelsen nævnes tre paragraffer i Luftfartsloven der er særligt relevante, her er tale om: §§ 126b. stk. 2-4, 126c. stk. 2 og 149. stk. 10.

I § 126b beskrives det, at der ikke må flyves med UAS inden for:

> *"... flyvesikkerhedsmæssigt kritiske områder, sikringsmæssigt kritiske områder og særlig følsomme naturområder."*

Flyvesikkerhedsmæssigt kritiske områder er de områder hvor luftfartøjer har særlig stor risiko for kollisioner eller ved flyvninger i nærheden af lavthængende objekter, som eks. højspændingsledninger. [Luftfartsloven § 126b, note 250]

De områder der kaldes sikringsmæssigt kritiske områder, er områder hvor der tages et særligt hensyn til ulovlig aflytning, smugling og terrorhandlinger. Altså områder hvor luftrummet ikke er til fri rådighed for offentligheden. eks. fængsler, politistationer, militære installationer eller kongehusets ejendomme. [Luftfartsloven §126 b, note 250]

Til sidst er der særligt følsomme naturområder, som eks. kan være områder med fredede fugle og fugleområder. Her kan grunden bl.a. være, at dyrene kan blive generet af luftfarten, støj, osv. [Luftfartsloven § 126 b. note 250]

Der henvises dog til stk. 2-4, hvor det beskrives, at Transportministeren kan indgå forhandling med Forsvarsministeren og Justitsministeren og derigennem fastsætte nærmere bestemmelser inden for disse områder. [Luftfartsloven § 126b. stk. 2-4]

§ 126c fastsætter, at ejeren af UAS skal have ansvarsforsikring, og at Transportministeren igen kan fastsætte nærmere bestemmelser vedr. ansvarsforsikring. Eks. at ikke alle UAS kræver ansvarsforsikring. [Luftfartsloven § 126c]

I § 149 stk. 10 bestemmes, at overholdes de i loven nævnte forskrifter ikke, kan dette medføre bøder og fængsel op til 4 måneder. Det beskrives endvidere at arbejdsgiver kan holdes til ansvar for eventuelle overskridelser af forskrifterne, også selv om det ikke er arbejdsgiveren der har været operatør af UAS. [Luftfartsloven § 149. stk. 10]

[6] **E**uropean **A**viation **S**afety **A**gency.

5.1.3 Dronebekendtgørelsen

Denne bekendtgørelse trådte i kraft d. 1. januar 2021 og ophæver følgende to bekendtgørelser:

- "Bekendtgørelse nr. 1256 af 24. november 2017 om flyvning med droner i bymæssigt område"
- "Bekendtgørelse nr. 1257 af 24. november 2017 om flyvning med droner uden for bymæssigt område"

  [Dronebekendtgørelsen § 19]

Denne bekendtgørelse fastsætter yderligere bestemmelser ift. flyvning med UAS, som supplering til EU-forordning 2019/947 og Luftfartsloven. Dette betyder, at de to forrige bekendtgørelser efter den 1. januar 2021, er historiske og ikke længere gældende. [Dronebekendtgørelsen § 19]

I forbindelse med denne reducering, blev forskellen mellem bymæssig bebyggelse og ikke bymæssig bebyggelse, ift. flyvning med UAS, ligeledes ændret. I Dronebekendtgørelsen er der ikke længere nogen adskillelse mellem operationer i- eller udenfor bymæssig bebyggelse. [Dronebekendtgørelsen]

I stedet for denne opdeling vurderes operationerne nu efter risiko og opdeles i kategorier jf. de tre førnævnte kategorier: Den åbne-, den specifikke- og den certificerede kategori. [EU-forordningen 2019/947]

Bestemmelserne i denne retskilde er specifikke og detaljerede ang. brugen af UAS og indeholder en lang række begrænsninger vedr. afstande og flyvehøjder til eksempelvis de områder der nævnes i Luftfartslovens § 126b, som beskrevet ovenfor. Disse specifikke afstande og flyvehøjder vil ikke blive gennemgået i dette projekt da de ikke er relevante ift. analysen. Formålet her er, at skabe en generel forståelse for Dronebekendtgørelsens regulering af UAS. Hvis nogle bestemmelser har indflydelse på den følgende del af projektet og udtænkning af nye potentialer for UAS-operationer, vil disse bestemmelser blive behandlet i forbindelse dermed. Der er dog særligt én paragraf der vurderes yderst relevant at medtage i denne gennemgang:

§ 13 - beskyttelse af privatlivets fred:
Essensen af denne paragraf er, at der ikke må foretages operationer med UAS over bygninger eller beboelsesejendomme. Dette gælder, hvis ejendommen er synligt afgrænset af eks. hegn eller hæk. Hvis ikke ejendommen er synligt afgrænset må flyvningen, med ejeres samtykke, ske indtil 2,5m. fra bygninger og ved beboelsesejendomme skal beboerne orienteres forud for flyvningen. Paragraffen indeholder dog en væsentlig detalje, der kan vise sig relevant i gennemgangen af Udstykningsloven længere nede i dette kapitel, da der i § 13 står:

> *"... medmindre flyvningen sker som led i udførelse af arbejde eller virksomhed, som efter anden lovgivning giver adgang til ejendommen."*

Ovenstående paragraf åbner således evt. for brugen af UAS over anden mands ejendom.

5.2 Planloven

Planloven er medtaget i denne analyse, da den generelle arealanvendelse af landets arealer, er reguleret via denne lov. Dermed findes det aktuelt, at undersøge om droneteknologien er nævnt i loven, som værende et accepteret redskab til indsamling af data.

Ved undersøgelsen af loven, kunne det dog konkluderes, at der ikke er vedtaget regler for anvendelse af droneteknologi.

5.3 Miljøbeskyttelsesloven

Miljøbeskyttelsesloven tilsigter en arealforvaltning hvor der bl.a. værnes om natur og miljø, så samfundsudviklingen kan ske på et bæredygtigt grundlag. [Miljøbeskyttelsesloven]

Af interessante reguleringer i denne lov kan § 73. stk. 3 nævnes. Her er formuleret:

> *"Ministeren kan fastsætte nærmere regler om, at kommunalbestyrelserne skal indsende indberetninger om deres kortlægnings- og tilsynsvirksomhed, herunder om resultaterne af målinger og undersøgelser."*

Ovenstående paragraf åbner eventuelt en mulighed for anvendelse af droneteknologien, mht. kortlægnings- og tilsynsvirksomhed, uden direkte at være nævnt, da droneteknologi givetvis kan agere anvendelsesværktøj ved netop kortlægning og tilsyn.

Om droneteknologien kan erstatte kommunalbestyrelsernes nuværende kortlægnings- og tilsynsmetode på en mere effektiv måde, er uvist, og indgangsvinklen, for anvendelse af droneteknologi i denne paragraf, virker snæver.

5.4 Naturbeskyttelsesloven

Også i Naturbeskyttelseslovens § 68 anes der en mulighed for droneteknologiens anvendelse hvor paragraffen lyder:

> *"Miljø- og fødevareministeren kan pålægge kommunalbestyrelser at tilvejebringe oplysninger, herunder kortmateriale, til brug for vurdering af forhold, der er omfattet af loven. Oplysningerne kan forlanges afgivet i en bestemt form."*

Her kunne anvendelsesmuligheden igen tilgå droneteknologien, da paragraffen omhandler tilvejebringelse af kortmateriale, til brug for forhold som loven regulerer.

5.5 Råstofloven

Råstofloven regulerer regionernes råstofindvindingsinteresser, hvor der igen er en lille mulighed for implementering af droneteknologien. Jf. § 5 i bekendtgørelsen er følgende formuleret:

> *"Regionsrådet udfører en kortlægning af råstofforekomsterne på landjorden."*

Paragraffen omhandler igen kortlægning, hvilket droneteknologien potentielt kunne agere løsningsmulighed for. Dette kræver dog, at muligheden for at, der ved overflyvning med UAS, kan detekteres råstoffer, hvilket kræver at der er udviklet en payload til formålet.

5.6 Udstykningsloven

Ifm. opmålings- og kortlægningsopgaver har landinspektøren, jf. Udstykningsloven, ret til at erhverve sig adgang til enhver ejendom, såfremt arbejdet kræver det. § 44 i Udstykningsloven lyder således:

> *"Praktiserende landinspektører og deres assistenter med beskikkelse samt landinspektører, der er ansat ved Geodatastyrelsen, og deres medarbejdere har til enhver tid uden retskendelse adgang til enhver ejendom og lokalitet for at udføre opgaver efter denne lov samt opmåling til kortlægningsopgaver for offentlige myndigheder og institutioner samt koncessionerede selskaber. Der skal så vidt muligt forud gives underretning til ejeren eller brugeren af ejendommen, og legitimation skal forevises på forlangende. Legitimation udstedes af Geodatastyrelsen."*

Ovenstående paragraf fastslår, at landinspektøren ifm. sit arbejde, til en hver tid, har adgang til en ejendom for at udføre opgaver, hvor adgangen til den pågældende ejendom er nødvendig. Her bliver nævnt opgaver ifm. Udstykningsloven samt opmålings- og kortlægningsopgaver.

Disse opgaver er jf. kapitel 4 på side 17 sammenlignelige med en del af de opgaver virksomhederne, på nuværende tidspunkt, udfører med UAS. Der er altså mulighed for at disse opgaver kan udføres med droner på privat ejendom, hvis flyvningen er i forbindelse med arbejde, og der gives adgang til ejendommen igennem anden lovgivning, eks. Udstykningslovens § 44.

Derfor skabes der, i forbindelse med denne opdagelse, en eventuel mulighed for at tilegne landinspektøren opmålingsdata på en enhver ejendom vha. UAS.

5.7 Vejloven

Denne lov regulerer forhold vedr. offentlige stier og offentlige veje hvilket også hører til emnet om arealforvaltning.

Vejloven åbner dog ikke umiddelbart for anvendelse af droneteknologi.

Det samme gør sig gældende for lov om private fællesveje, som skal sikre en forsvarlig indretning, god stand og sikkerhed på vejene samt sammenhæng med den offentlige planlægning. Her findes ligeledes ikke anledning til nye muligheder i anvendelse med UAS.

5.8 Bekendtgørelse om matrikulære arbejder

Bekendtgørelse om matrikulære arbejder henvender sig til landinspektørfagets mange facetter vedr. bl.a. arealforvaltning på ejendomsniveau. Denne bekendtgørelse er derfor med i denne analyse.

Bekendtgørelsen giver en lille mulighed for anvendelse af droneteknologien, da denne paragraf bl.a. omhandler ortofotos. Jf. § 28. stk. 5. står der følgende:

> *"Fastlæggelse af labile grænser mod søterritoriet kan ske ved anvendelse af ortofotos. Skelpunkter i grænsen mod søterritoriet skal da være fastlagt ved mål."*

Paragraffen er dog udelukkende henvendt til sager vedr. fastlæggelse af labile skel mod søterritoriet, men muligheden for at fastlægge disse labile grænser, er en aktuel mulighed med droneteknologi.

5.9 Opsummering på kapitel 5

Formålet med dette afsnit har været at bestemme hvorledes retskilderne begrænser eller muliggør, benyttelsen af droneteknologi ifm. arealforvaltningsopgaver.

De undersøgte retskilder kan inddeles i to dele, i første del undersøges den direkte regulering af UAS og droneoperatøren. I anden del undersøges hvorvidt teknologien kan/må anvendes til forskellige arealforvaltningsopgaver jf. de love der regulerer arealforvaltningsmæssige opgaver.

I første del undersøges EU-forordning 2019/947, Luftfartsloven og den nye Dronebekendtgørelse. I forbindelse med EU-forordningens ikrafttrædelse blev der efterfølgende udarbejdet en ny Dronebekendtgørelse, som erstattede de to forrige. Dette betyder bl.a. at der ikke længere skelnes mellem inden for og uden for bymæssig bebyggelse. I stedet for opdeles UAS-operationer nu, igennem EU-forordningen i tre kategorier, den åbne-, den specifikke- og den certificerede kategori. Denne opdeling foregår efter en vurdering, af risikoen der er forbundet med den pågældende operation. Herunder inddeles UAS i 5 C-klasser C0, C1, C2, C3 og C4. Se bilag B på side 103 og bilag A på side 93 for uddybende information om disse klasser.

Efter EU-forordningens implementering blev der ligeledes foretaget ændringer i Luftfartsloven, kaldet "Harmonisering af droneområdet". Her sidestilles sikkerheden ved UAS-operationer med flyvning i bemandede luftfartøjer. Det generelle formål med reguleringen af UAS i Luftfartsloven er sikkerhed, hvilket bl.a. betyder, at der er områder hvori der ikke må foretages operationer. Disse områder inddeles i flyvesikkerhedsmæssige-, sikringsmæssige- og særligt følsomme områder.

Dronebekendtgørelsen indeholder yderligere bestemmelser, som supplering til EU-forordningen og Luftfartsloven. Bekendtgørelsen indeholder en lang række specifikke bestemmelser vedr. brugen af droner, som eks. flyvehøjder og afstande til bestemte områder og genstande. En vigtig del af Dronebekendtgørelsens § 13 er *"Beskyttelse af privatlivets fred"*, som bestemmer, at der ikke må flyves med UAS over bygninger eller beboelsesejendomme, medmindre dette er i forbindelse med arbejde eller virksomhed, der har adgang til ejendommen igennem anden lovgivning.

Ifm. undersøgelsen af de love der regulerer arealforvaltningsmæssige opgaver er Planloven, Miljøbeskyttelsesloven, Naturbeskyttelsesloven, Råstofloven, Udstykningsloven, Vejloven og BMA blevet gennemgået. Fælles for disse er, at brugen af droneteknologi ikke på noget tidspunkt bliver nævnt. Dette medfører dog ikke umiddelbart, at droneteknologien ikke kan være et potentielt værktøj, der kan benyttes i disse opgaver.

Der er dog en spændende korrelation imellem § 13 i Dronebekendtgørelsen og § 44 i Udstykningsloven. Som beskrevet kræver flyvning med droner over beboelse eller bygninger tilladelse igennem anden lovgivning, uden samtykke fra ejer eller beboer. Denne anden lovgivning kan umiddelbart være Udstykningslovens § 44. Jf. denne paragraf har bl.a. praktiserende landinspektører og deres beskikkede assistenter til enhver tid uden retskendelse adgang til enhver ejendom hvis det i led med en kortlægningsopgave, er en nødvendighed.

6 Teknologianalyse

Dette kapitel skal belyse underspørgsmålet:

> *"Hvad kan den nuværende hardwareteknologi bidrage med i forhold til dataindsamling ved arealforvaltningsopgaver?"*

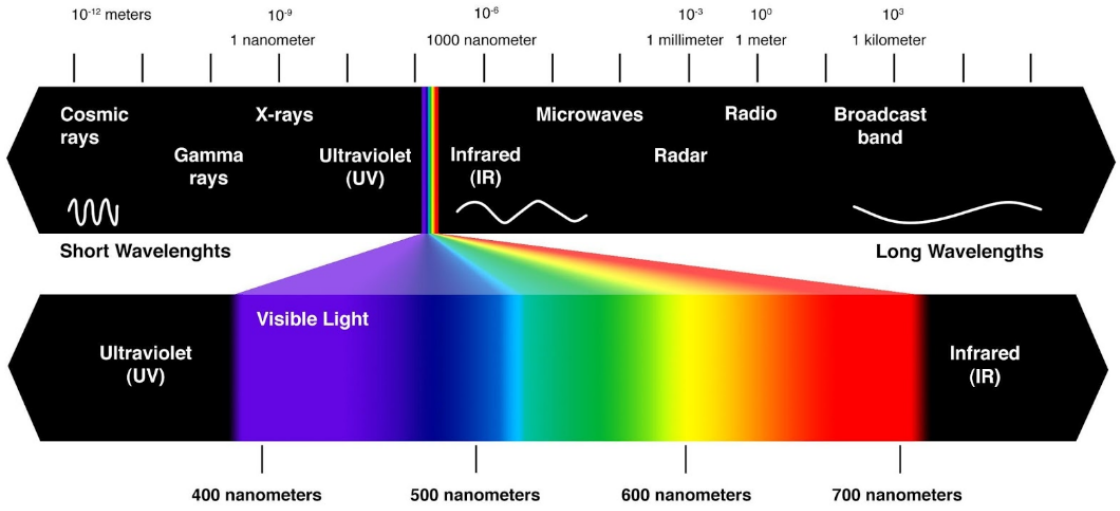
Som forklaret i afsnit 3.4 på side 13 er denne teknologianalyse opdelt i otte delelementer og dette kapitel vil være konstrueret ift. de første fire, som omhandler teknologidelen. De resterende fire delelementer omhandlende samfundsteorien, vil blive belyst i efterskriftet i afsnit 14.3 på side 80.

6.1 Payloads optioner (applicering af teknik)

Dette afsnit vil undersøge det første af de fire punkter i teknologiopfattelsen, nærmere bestemt teknik. Helt konkret vil der blive undersøgt hvilke payloads der pt. er mulighed for at montere på en drone. I denne undersøgelse medtages kun payloads der er tilgængelige på markedet, og dermed ikke optioner der er i forsøgsstadier el. lignende. Den payload, der vælges forud for en opgave, er essentiel for hvilken type opgave der skal løses. En af de mest benyttede droner til opmåling og kortlægning er DJI's Phantom 4 serie. Basisversionen leveres med et RGB-kamera, men kan nu også fås med bl.a. RTK og muligheden for et multispektralt kamera. En anden mulighed brugeren har, er at eftermontere en payload, som ikke nødvendigvis er udviklet til f.eks. en drone.

Med andre ord er det altså muligt, at have én enkelt droneplatform, som med få tilvalg kan benyttes som værktøj til mange forskelligartede opgaver. Herunder vil der komme en gennemgang af hvad de forskellige payloads rent teknisk kan anvendes til. Gennemgangen vil ikke fokusere på enkelte produkter, men på egenskaberne for typen. Fælles for disse payloads er, at der nemt kunne skrives et helt speciale om hvert produkt, men dette projekt vil kun medtage de elementer, der er nødvendige for at forstå teknikken.

Den primære forskel, rent teknisk, på de payloads der herunder vil blive gennemgået er indenfor hvilket lysspektrum som disse kan opfange. Af denne grund vil det løbende blive forklaret hvilket spænd den enkelte payloads sensor fungerer inden for. På figur 6.1 på næste side er der en grafisk oversigt over de anvendte spektre.



Figur 6.1. Figur der bl.a. viser det lysspektrum det menneskelige øje kan opfatte. [Novgorodova, 2015]

6.1.1 RGB

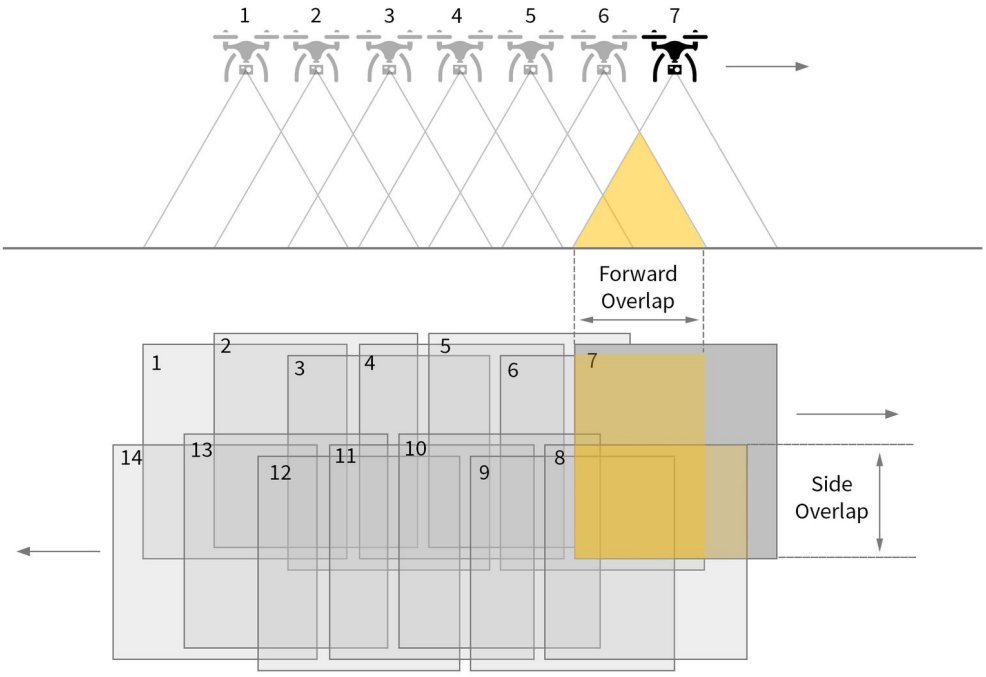
Den første payload, der vil blive præsenteret, er også den mest almindelige, nemlig et RGB-kamera. Et RGB-kamera er f.eks. det type kamera der sidder i en almindelig mobiltelefon. Kameraet består af 3 bånd. Et rødt, et grønt og et blåt bånd, heraf navnet RGB.

Teknisk viden
Det menneskelige øje kan se bølgelængder der befinder i spændet fra ca. 400nm. til ca. 700nm. Det er indenfor dette spænd at de spektrale bånd rød, grøn og blå befinder sig. Det blå bånd går fra ca. 400nm. til 500nm., det grønne bånd fra ca. 500nm. til ca. 600nm. og det røde bånd fra ca. 600nm. til ca. 700nm. Ud fra disse 3 farver kan der dannes alle de farver, som det menneskelige øje kan se. Farvebilleder består at 3 værdier, én værdi for hver af de 3 bånd. Dvs. at en RGB-payload benyttes til at lave billeder. [Humboldt State University, 2019]

Ved opmåling og kortlægning benyttes der, som regel, fotogrammetri. Fotogrammetri hører under kategorien remote sensing[1]. Vha. fotogrammetri kan der produceres ortofotos. Et almindeligt ortofoto består af en række RGB-billeder, som er taget som lodbilleder. Dvs., at der tilstræbes en så lodret optageretning som muligt. Når der skal produceres et ortofoto med en drone, foregår selve flyvningen helt automatisk. Forud for flyvningen indstilles der nogle parametre, som derefter uploades til dronen. Disse parametre er som minimum en områdepolygon, flyvehøjde[2] samt flyvelinjer der er defineret ud fra det ønskede længde- og sideoverlap. Længde- og sideoverlappet er en yderst vigtig faktor i produktionen af ortofotos, da de enkelte luftfotos placeres relativt ift. hinanden vha. sammenknytningspunkter. Et visuelt eksempel er at finde på figur 6.2 på modstående side. Hvis der ikke er et tilstrækkeligt overlap, vil det ikke være muligt at danne et præcist ortofoto. Det tilstræbes, at der som minimum er et længdeoverlap på 70% og et sideoverlap på 60%. Alt dette afhænger dog af den enkelte flyvning, da terrænets forløb har en stor betydning. Når ortofotoet er udarbejdet, kan det få dens absolutte placering vha. paspunkter. Paspunkter er kendte punkter som der er synlige på ortofotoet, og som derved kan benyttes til at georeferere ud fra. [Brande-Lavridsen, 1993]

[1] Kortlægning på afstand af et områdes karaktertræk via lysbølger.

[2] Flyvehøjden måles normalt i AGL (Above ground level), og må derfor ikke forveksles med MSL (Mean sea level). Dette er vigtigt at huske, når flyveplanen udarbejdes da f.eks. lufthavnes banehøjde måles i MSL.



Figur 6.2. Visuelt eksempel ifm. fotogrammetri der viser hvad der menes med længde- og sideoverlap. [DSS, 2021]

6.1.2 Multi-/ hyperspektralt

Kortlægning med et multispektralt kamera er mest kendt fra landbruget hvor det bl.a. kan benyttes til at udarbejde tildelingskort. Multi- og hyperspektral billeddannelse fungerer ens, men antallet af bølgebånd er forskellig. Det multispektrale kamera har normalt bredere bånd og består som regel af mellem 3 og 10 bånd, hvorimod det hyperspektrale kamera består af langt smallere bånd, og kan i princippet producere billeder med flere hundrede bånd.

Teknisk viden

Da principperne er de samme, vil denne korte gennemgang blot omhandle det multispektrale kamera, og ligeledes fordi, at det er det, der er mest tilgængeligt til droner. Multispektral billeddannelse er især kendt fra satellitten Landsat-8 der blev opsendt i 2013.

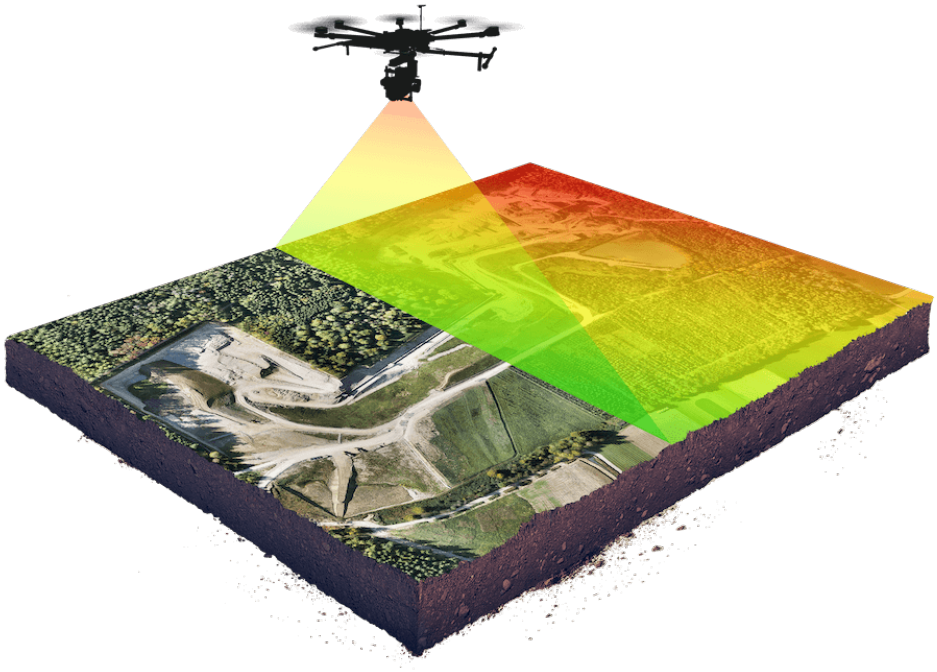
I princippet er et RGB-billede også multispektralt, da der er flere bånd der tager et billede det samme sted, men i relation til droneverdenen er spektrummet bredere. Et multispektralt kamera kan som regel optage i en båndbredde mellem ca. 400nm. og op til ca. 1000nm. Et eksempel på en multispektral payload, der ofte er anvendt, til udarbejdelsen af et NDVI-billede[3]. NDVI benyttes i f.eks. landbruget, hvorfra det eks. er muligt at vurdere sundheden på planter. Ved udarbejdelsen af et NDVI-billede kræves der 2 bånd. Det røde og NIR[4]. NIR befinder sig i området omkring 850nm. til 880nm. Sund vegetation er bedre til at reflektere NIR-stråler end mindre sund vegetation, og dermed kan der, vha. NDVI, visualiseres hvor sund den enkelte plante er. [Cotten-Martin, 2020] [Humboldt State University, 2019].

[3] **N**ormalized **d**ifference **v**egetation **i**ndex.
[4] **N**ear-**i**nfra**r**ed.

6.1.3 LiDAR

Kortlægning fra luften med LiDAR[5] har førhen kun været muligt ved brug af en flyvemaskine, da instrumentet rent fysisk fyldte mere end hvad der har været muligt at montere på en drone, dette er dog ikke længere tilfældet. Flere LiDAR-payloads er nu nede i en størrelse som kan monteres på en drone. LiDAR-teknologien kan dateres tilbage til 1960'erne.

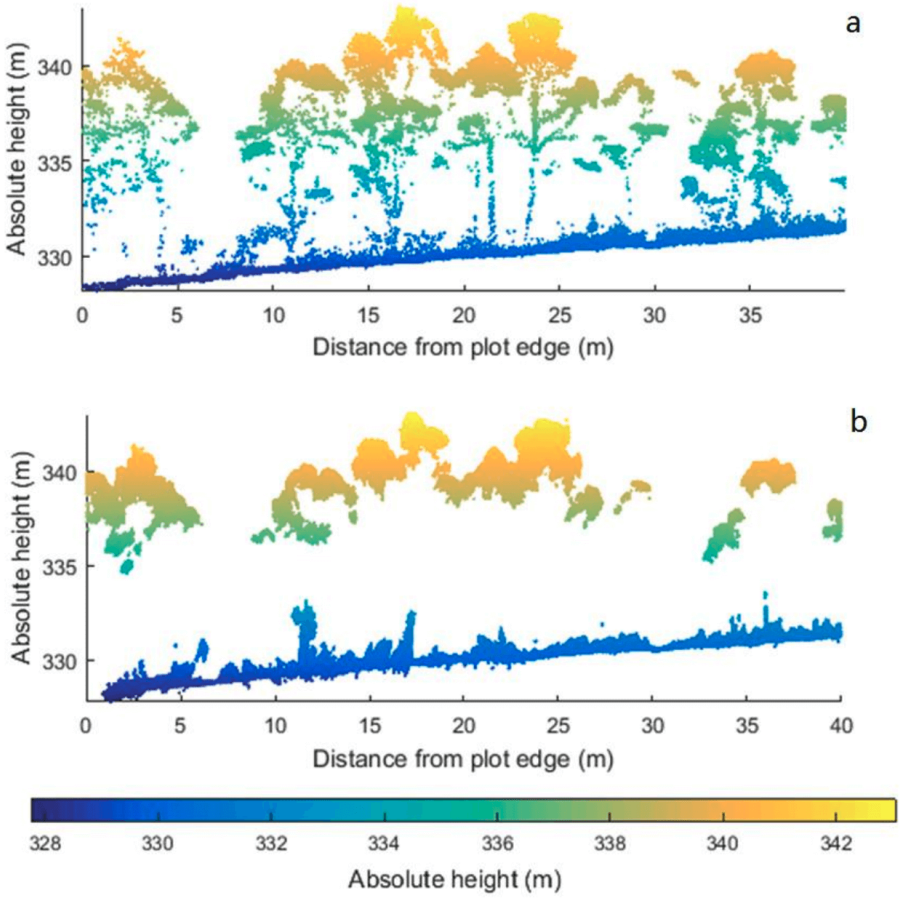
Teknisk viden
LiDAR-teknologien er i princippet ret ligetil. LiDAR-teknologien foregår på den måde at der udsendes en masse laserstråler, som kan benyttes til at kortlægge bl.a. jordens overflade. Strålerne udsendes fra payloaden og bliver igen opfanget af sensoren, når de er blevet reflekteret tilbage via et objekt. Målingen inkluderer tre parametre: Tidsforskellen mellem laserpulsen der udsendes og returneres, vinklen laserpulsen blev udsendt med samt de absolutte koordinater på selve payloaden. Dvs. at selve målingen foregår vha. trigonometri og ud fra denne måling kan det reflekterende objekt placeres. Outputtet er tredimensionelle koordinater, altså x, y og z. En LiDAR-scanner udsender ca. 150.000 pulser i sekundet, men dette varierer efter type og fabrikant. [Carter et al., 2012].



Figur 6.3. Visuelt eksempel ifm. LiDAR-scanning. [Torres, 2021]

Hvis der skal foretages en sammenligning mellem en punktsky der er dannet ud fra fotogrammetri og en punktsky der er dannet ud fra en LiDAR-scanning, er LiDAR-punktskyen klart overlegen. Grunden til dette er, at punktdensiteten er langt højere i en LiDAR-scanning, og der derfor er langt mere data indeholdt end ved fotogrammetri. En anden betydelig årsag er ved f.eks. tæt vegetation hvor laserpulserne har mulighed for at skyde forbi og helt ned til jorden, og dermed kan terrænet under vegetationen også kortlægges. Dette er ikke muligt i samme omfang ved brug af fotogrammetri. Et eksempel på forskellen ved LiDAR-scanning og fotogrammetri er vist på figur 6.4 på næste side [Carter et al., 2012].

[5] **Li**ght **d**etection **a**nd **r**anging.



Figur 6.4. Eksempel på forskellen mellem LiDAR og fotogrammetri. Billede a er data skabt af en LiDAR-scanning og billede b er vha. fotogrammetri. Her er det tydeligt, at ved vegetation giver en LiDAR-scanning et langt mere komplet billede af virkeligheden. [Torres, 2021]

6.1.4 Termisk kamera

Det termiske kamera er ofte benævnt som et infrarødt kamera. Det termiske kamera kan dateres tilbage til ca. 1960, og var oprindeligt udviklet til brug i militære sammenhæng.

Teknisk viden

Det termiske kamera benytter en metode der hedder termisk billeddannelse vha. infrarøde stråler. Infrarøde stråler er ikke mulige, at se med det menneskelige øje og ej heller med et RGB-kamera, da de infrarøde bølgelængder er placeret fra ca. 700nm. og op til ca. 1000nm. Af samme årsag er det termiske kamera ikke påvirket af dagslys. Det termiske kamera måler forskelle i varme og dette kan foregå i forskelle ned på omkring 0,01°C. Ved at konvertere de infrarøde målinger til elektriske signaler og derved udarbejde et billede der kan fortolkes af det menneskelige syn. [Flir, 2020] [Omega, 2019]

6.2 Anvendelsesmuligheder (applicering af viden)

Dette afsnit er en forlængelse af afsnit 6.1 på side 35, og vil kort introducere hvorledes de fire payloads eksempelvis kan benyttes. Dette er relevant da det er vigtigt at vide hvilken payload der skal benyttes, for at det ønskede output grundlag kan blive produceret.

6.2.1 Opgavetyper for RGB

En RGB-payload kan benyttes til en lang række arbejdsopgaver. Herunder vil der blive oplistet nogle af de arbejdsopgaver, hvor denne payload kan benyttes om værktøj.

- Inspektion
- Opmåling og kortlægning
- Luftfotos

Inspektionsopgaver med RGB kan dække over en bred vifte af opgaver lige fra inspektion af hustage og bygninger til inspektion af højspændingsledninger og vindmøller. Inspektionsopgaver foregår typisk ved at tage stillbilleder, men sommetider kan det også være ved at udarbejde et ortofoto. Live inspektion er også en mulighed.

Opmåling- og kortlægningsopgaver kræver udarbejdelsen af et ortofoto for at få et produkt der er målfast. Som sagt kan der via paspunkter eller direkte med en RTK-drone udarbejdes ortofotos der har en absolut nøjagtighed på RTK-niveau, og derved kan der f.eks. måles direkte i kortet med nøjagtige koordinater. Vha. af et ortofoto kan der også eksporteres en punktsky med koordinater i X, Y, Z. Dermed kan der f.eks. udføres volumenberegning og der kan laves terrænmodeller.

Luftfotos kan både bruges enkeltvis, men kan også sættes sammen til f.eks. et 360°C billede til brug ved f.eks. visualiseringsopgaver.

6.2.2 Opgavetyper for multi-/hyperspekralt

Ved at have et bredere spektrum, end RGB, kan der udregnes mange forskellige index, ligesom NDVI, men som er brugbart på forskellige områder.

- Kortlægning
- Inspektion

Brugen af det multispektrale kamera foregår oftest ved at udarbejde et ortofoto, og det samme gør sig gældende ved inspektionsopgaver. Inspektionsopgaver kan f.eks. være at overflyve en afgrøde efter en haglbyge, for at vurdere hvorvidt det kan være en forsikringssag eller ej.

6.2.3 Opgavetyper for LiDAR

- Opmåling og kortlægning

Ved overflyvning med en LiDAR-payload bliver der som sagt dannet en punktsky. Denne punktsky kan herefter benyttes til opmåling og kortlægning. DHM[6] er f.eks. også udarbejdet vha. en LiDAR-scanning. Denne scanning foregår dog via en flyvemaskine, men det er et eksempel på hvad sådan en opmåling kan benyttes til.

6.2.4 Opgavetyper for termisk kamera

Det termiske kamera har tidligere primært været benyttet som værktøj på helikoptere til at finde manglende personer samt ifm. med brande, da kameraet ikke bliver påvirket af f.eks. røg.

[6] **D**anmarks **h**øjde **m**odel. [Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, 2020b]

- Inspektion
- Kortlægning

Inspektionsopgaver med termiske payloads kan benyttes på objekter hvor der er en form for varmedifferentiation. Dette kan bl.a. være ved overflyvning af gasledninger og fjernvarmeledninger, men f.eks. også ved kontrol af solpaneler.

6.3 Arealforvaltning (applicering af organisation)

Som beskrevet i kapitel 2 på side 7, omhandler arealforvaltning de begreber, som henvender sig til fysisk planlægning hvortil en gældende regulering skal agere rettesnor for hvad der er tilladt og ikke tilladt. Arealforvaltningen berører dermed også alle facetterne vedr. matrikulære sager, hvorfor der øjnes et potentiale for droneteknologiens udfoldelse inden for dette felt. Med det in mente blev 3 firmaer interviewet, hvor kun halvdelen af dem må håndtere matrikulære sager. Dette aspekt burde afspejle en forskel i organisationens handlemønstre, tankegange og arbejdsprocesser, da det må formodes, at ingeniørfirmaerne f.eks. ikke har planer om udvikling af droneteknologien til matrikulære formål. Det viser sig dog, at ingen af landinspektørfirmaerne har yderligere tanker vedr. udvikling af nye potentialer for droneteknologiens udfoldelse og anvendelse ved matrikulære sager. Det vil sige, at organisationernes håndtering af arealforvaltning udelukkende omhandler kortlægnings- og opmålingsopgaver.

Organisationernes interne forståelse af opgaveløsninger inden for arealforvaltning mht. matrikulære sager ved anvendelse af droneteknologien, virker dermed ikke til at eksistere. Dette indikerer, at ingeniørfirmaerne til fulde accepterer, at de ikke må berøre emnet lovgivningsmæssigt, og at landinspektørfirmaerne kun forholder sig til løsninger med droneteknologien mht. kortlægning- og opmålingsopgaver.

6.4 UAS (applicering af produkt)

Delelementet omhandlende produktet er i denne opgave UAS. Appliceringen er altså slutproduktet af en kombination af summen af mulighederne med payloads, indsigten i anvendelsesmulighederne samt arealforvaltningsopgaver. Dette slutprodukt har dermed jf. afsnit 3.4.1 på side 15 en brugsværdi, da brugen af UAS kan agere hjælpeværktøj i arealforvaltningsopgaver, samt en bytteværdi, da der skabes data ved anvendelsen, som kan "byttes" for penge.

En forståelse for produktets brugs- og bytteværdi er derfor essentiel for firmaet, da det netop er disse parametre, at teknologien skal leve på. Er der ingen brugsværdi af produktet, kan anvendelsen af produktet synes formålsløs, samt hvis ikke produktet har en bytteværdi, er det også meningsløst for firmaet, at tilbyde ydelser med produktet hvis ikke produktet kan generere penge.

De fire første delelementer, som omhandler teknologianalysens teknologiopfattelse, hænger derfor sammen, og bekræfter den generelle tese vedr. teknologiteorien som foreskrevet i afsnit 3.4.1 på side 16. Ændres der blot på ét af delelementerne, ændres der på de andre delelementer. Dette begrundes med, at hvis der sker en ændring af udviklingen af payloads,

så vil arealforvaltningsopgaverne givetvis kunne udføres på en ny og/eller mere effektiv måde. Samtidig vil dette medbringe en ændring i viden om anvendelsesmulighederne, hvilket vil åbne for nye forretningsgange for firmaerne, hvorved disse nye anvendelsesområder kan implementeres i deres ydelser. Slutproduktets brugs- og bytteværdi vil således også afhænge af de øvrige delelementer.

6.5 Opsummering på kapitel 6

I Afsnit 6.1 til 6.4 er de 4 appliceringer af teknologiopfattelsens delelementer beskrevet. Appliceringerne er forsøgt defineret ud fra hvilken applicering, som passer til projektets emne. Enkelte appliceringer er beskrevet mere detaljeret end andre, hvilket skyldes, at ikke alle delelementer har lige stor indflydelse på udfaldet af analysen. Derfor vil hvert delelement blive opsummeret herunder, hvorefter dette skal give læseren indsigt i de enkelte delelementers indflydelse på denne opgaves teknologianalyse.

- **Payloads optioner**: Summen af de muligheder, som de eksisterende payloads kan anvendes til.

- **Anvendelsesmuligheder**: Indsigt i hvilke opgavetyper de forskellige payloads kan anvendes til.

- **Arealforvaltning**: En præcisering af, at landinspektørfirmaerne burde forske mere i droneteknologiens anvendelsesområde inden for arealforvaltningen. Altså en forskning der baserer sig på anvendelsesmuligheder for flere matrikulære opgaver, fremfor kun at anvende droneteknologien til kortlægning eller opmåling.

- **UAS**: Selve produktet (droneteknologien), hvor brugs- og bytteværdi er begreber, som firmaerne bør betragte og konkretisere, såfremt produktet skal være et led i at fremme firmaets evne til at optimere løsningsmuligheder samt generere penge.

Med ovenstående opsummeringer på delelementerne, er der bemærkelsesværdige elementer, som kan viderebringes i den følgende part. Her er tale om de forskellige payloads og mulighederne med disse samt det manglende incitament mht. forskning i anvendelse af UAS i arealforvaltningen.

7 Konklusion på foranalysen

I dette kapitel vil konklusionen på foranalysen udarbejdes. Derudover vil der foretages en vurdering af metodevalget samt foreligge en beskrivelse af relevante og interessante elementer fra foranalysen, som danner grundlag for hovedanalysens problemformulering.

Som resultat af foranalysen, er den initierende problemformulering nu besvaret - problemstillingen lyder således:

> *I hvilket omfang er droneteknologien på nuværende tidspunkt anvendt og reguleret, inden for arealforvaltning i Danmark?*

I forbindelse med besvarelsen heraf, blev tre underspørgsmål udarbejdet og dertil tre kapitler for at besvare disse, som også angivet i strukturdiagrammet i metodekapitlets figur 3.1 på side 9. Ved hvert kapitel er anvendt en bestemt metode, som skal styre retningen og fremgangsmåden ved analyserne. Metodevalget er tilpasset underspørgsmålene hvor analyserne bygger på interviewundersøgelse, systematisk litteratursøgning, juridisk analyse samt en teknologianalyse.

I forhold til en besvarelse på spørgsmålet ovenfor, kan det konkluderes, at ud af de fire virksomheder, der er undersøgt, er der tydelig forskel på hvordan landinspektørvirksomheder og ingeniørvirksomheder anvender UAS samt, hvordan værktøjet markedsføres på virksomhedernes hjemmesider. Der er dog generelt set et bredt udbud af løsninger ifm. kortlægning, opmåling, inspektioner, 3d-modeller og volumenberegninger. Størstedelen af opgaverne, der tilbydes og udføres, er arealforvaltningsopgaver, men der findes umiddelbart ingen tegn på, at UAS anvendes til matrikulære opgaver i private virksomheder. Størstedelen af kommunerne anvender UAS og der er stort set udelukkende positive tilbagemeldinger på brugen af UAS.

I forhold til hvordan anvendelsen af UAS reguleres, er det tydeligt, at der er en forståelse for, at UAS er et værktøj i vækst, hvilket betyder, at der er behov for et solidt lovgrundlag. Derfor er der udarbejdet en EU-forordning i 2019, som sætter rammerne for droneoperationer i EU, efterfølgende er Luftfartsloven blevet opdateret med en harmonisering af droneområdet samt de to forrige dronebekendtgørelser er ophævet og erstattet af én ny. Dette betyder, at operationer med UAS nu klassificeres efter risiko, og der skelnes derfor ikke længere mellem om det er inden for bymæssig bebyggelse eller uden for bymæssig bebyggelse. Derudover indeholder Luftfartsloven bestemmelser vedr. særlige områder, hvori det ikke er tilladt at flyve med UAS grundet sikkerhed eller gener for eks. dyr. Dronebekendtgørelsens § 13 sikrer ydermere, at der værnes om privatlivets fred og foreskriver, at det ikke er tilladt at overflyve bygninger eller beboelsesejendomme, der er synligt afgrænset af eks. hegn eller hæk, medmindre overflyvningen er i forbindelse med arbejde, virksomhed eller at anden lovgivning giver hjemmel til operationen. I de øvrige retskilder der undersøges, findes ingen begrænsninger

i brugen af UAS, hvilket derfor anses som potentiale for anvendelse af UAS. Det kan dog derfor konkluderes, at lovene ikke forholder sig til måden hvorpå data indsamles, men udelukkende regulerer det pågældende ansvarsområde. Som beskrevet i opsummeringen til kapitel 5 på side 25 vurderes det, at Udstykningslovens § 44 muligvis kan være den paragraf der skaber hjemmel for flyvning over bygninger og beboelsesejendomme jf. § 13 i Dronebekendtgørelsen. Anvendelsen af den juridiske tilgang virkede efter hensigten, om at definere hvilke retskilder der regulerer området. Analysen gav derfor indsigt i retskildernes regulering.

I kapitel 6 på side 35, omhandlende teknologianalysen, blev det yderligere belyst, at der jf. afsnit 6.3 på side 41 burde blive forsket mere i anvendelsen af UAS mht. matrikulære opgaver, udover den hidtidige anvendelse inden for traditionel arealforvaltning. Engagementet fra landinspektørvirksomhederne til at anvende UAS på det matrikulære plan, virker ikke til at eksistere, da landinspektørfirmaerne udelukkende forholder sig til løsninger med UAS mht. kortlægnings- og opmålingsopgaver. Dette fremgår både af de foretagende interviews jf. bilag C på side 113 samt tabel 4.1 på side 18. Til denne analyse var teknologiteoriens tese i spil som omhandler teoriens fire delelementer. Tesen går på, at *en kvalitativ ændring af blot et af elementerne vil medføre kvalitative ændringer af de andre tre elementer.* Denne tese synes at virke sand, da det kan konstateres, at hvis der ikke er samspil mellem teknik, viden, organisation og produkt, vil teknologien ikke kunne implementeres fyldestgørende.

Der kan dermed øjnes et uforløst potentiale i denne problemstilling, som i sammenhold med ovenstående vedr. Udstykningslovens § 44 og Dronebekendtgørelsens § 13, kan give anledning til en videre undersøgelse for anvendelse af UAS til matrikulære opgaver. I listen nedenfor er der opstillet en række punkter, der indeholder de elementer projektgruppen vurderer kan være relevante for det videre arbejde. I denne udvælgelse er der fokus på dette uforløste potentiale. De elementer der udvælges fra foranalysen vil således danne grundlaget for problemformuleringen og dermed hovedanalysen.

- Ingen anvendelse af UAS til matrikulært arbejde

- Dronebekendtgørelsens § 13 og begrænsningerne deri
- Udstykningslovens § 44 og mulighederne deri
- Mulighed for nye anvendelsesmuligheder for UAS ifm. arealforvaltning
- Mulighed for nye anvendelsesmuligheder for UAS ifm. matrikulære arbejder

- De forskellige payloads samt mulighederne med dem
- Manglende incitament mht. forskning inden for anvendelsen af UAS i arealforvaltningen med tanke på matrikulære sager
- Der er konkurrenceforhold blandt landets største landinspektør- og ingeniørvirksomheder, som kan levere droneydelser
- Der synes at være større potentiale for flere forskellige droneydelser ved de større firmaer end ved mindre firmaer. Dette skyldes bl.a. muligheden for specialisering inden for feltet samt muligheden for at have flere eksperter ansat i de større firmaer, hvorved eksperterne kan bidrage med en dybere viden

Disse ovenstående punkter fungerer som fundament og inspiration til problemformuleringen i hovedanalysen. Det er derfor ikke målet, at punkterne direkte er afspejlet i problemstillingen, men blot skal afspejle en retning i et videre arbejde.

Del II

Hovedanalyse

8 Problemformulering til hovedanalyse

På baggrund af den viden der er oparbejdet i foranalysen, og de oplistede punkter i afsnit 7 på side 43, besluttes det at der arbejdes videre med bruges af UAS i matrikulære arbejder. Samtidig vælges det at der arbejdes videre med de to payloads, RGB og LiDAR, da det er disse der giver mest mening ifm. opmåling og kortlægning, hvor detaljen er vigtig.

8.1 Problemformulering

Hovedanalysens problemformulering, samt de tilhørende underspørgsmål er listet herunder:

> *I hvilken grad kan Udstykningslovens § 44 være adgangsgivende for anvendelse af UAS over bygninger og beboelsesejendomme, samt hvilke matrikulære arbejder er mulige at udføre med UAS, hvor nøjagtighedskravene stadig overholdes?*

1. I hvilket omfang kan udstykningslovens § 44 være adgangsgivende for landinspektøren til at udføre matrikulære arbejder, hvor UAS anvendes?
2. Hvilke matrikulære opgaver er mulige at udføre med UAS, så gældende normer for kortlægning og registrering af matrikulære ændringer overholdes?

8.1.1 Forklaring til hovedanalysens problemformulering

Målet med denne problemstilling er at bestemme, hvordan det lovgivningsmæssigt kan være muligt, at anvende droner over bygninger og beboelsesejendomme på trods af begrænsningerne i Dronebekendtgørelsen § 13. Adgangen for den praktiserende landinspektør vurderes, at være igennem Udstykningsloven § 44, derfor vil undersøgelsen af denne paragraf have en central del af hovedanalysen. Derudover vil der blive sat fokus på hvilke matrikulære opgaver der praktisk talt er muligt at udføre med droner. Det vurderes, at dronernes styrke ligger i indsamling af data og ikke i så stor grad anvendelse af data til eks. afsætning. Derfor er det nødvendigt, at bestemme hvilke konkrete begrænsninger der findes i brugen af dette værktøj. Hovedspørgsmålet suppleres af to underspørgsmål, som anvendes til indsamling af viden og som til sidst udgør besvarelsen på problemstillingen. De to underspørgsmål er uddybet nedenfor.

8.1.2 Forklaring til underspørgsmål 1

I besvarelsen af dette underspørgsmål sættes der fokus på Udstykningslovens § 44, som vil blive undersøgt med henblik på at finde ud af om der er en mulighed for anvendelse af droner til matrikulære arbejdsopgaver. Det vides allerede nu, fra den korte gennemgang af Udstykningsloven i kapitel 5 på side 25, at droner ikke nævnes i lovens § 44. Derfor skal arbejdet

med dette underspørgsmål hovedsageligt fokusere på, hvordan der kan sikres en veldefineret hjemmel til anvendelse af droner til de opgaver der udføres iht. Udstykningsloven og BMA.

8.1.3 Forklaring til underspørgsmål 2

I besvarelsen af dette underspørgsmål skal der foretages en undersøgelse af hvilke opgaver der er muligt for dronen at udføre. Til forskel fra kapitel 4 på side 17, hvor der undersøges hvordan droner anvendes generelt, vil dette kapitel udelukkende fokusere på matrikulære opgaver. Denne undersøgelse vil være dybdegående og mulighederne vil blive vurderet ud fra flere forskellige parametre. Disse parametre kan f.eks. være muligheder ift. dronen generelt, payloads, krav til kvalitet og nøjagtighed, m.v. Det er i besvarelsen af dette spørgsmål vigtigt, at redegøre for hvilke aktiver droner kan tilføje til de matrikulære arbejdsopgaver. Her kan der eks. være tale om effektivitet, kvalitet og bedre dokumentation.

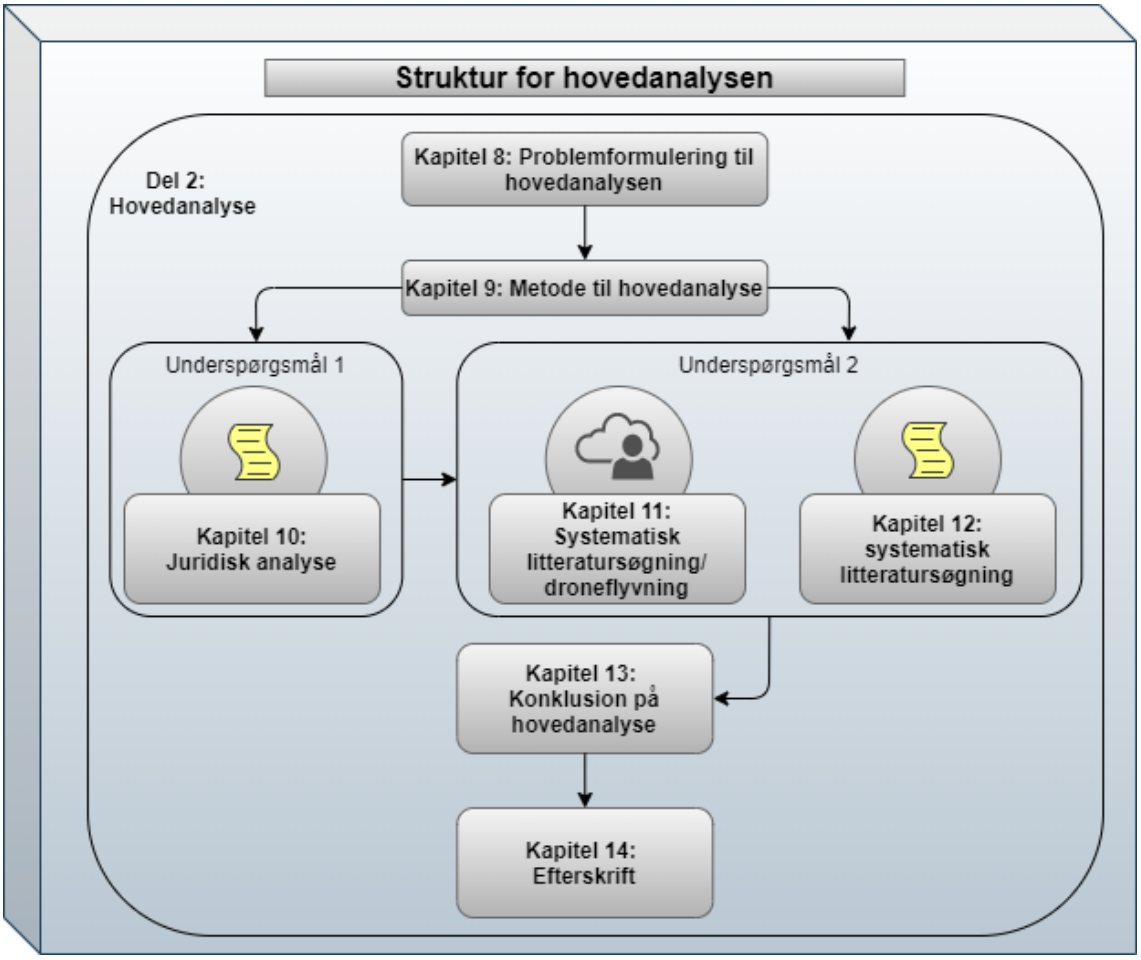
9 Metode til hovedanalyse

Ligeledes, som for første parts analyser, skal den metodiske tilgang for hovedanalysen, beskrives. Hovedanalysens problemformulering samt de dertilhørende underspørgsmål, skal igen følge en struktureret og meningsgivende metodisk tilgang, hvor metodevalget er gennemtænkt.

Følgende strukturdiagram skal give indsigt i metodevalg og rækkefølge i denne resterende del af rapporten, hvorved der slutteligt kan konkluderes på hovedanalysens problemformulering.

9.1 Strukturdiagram

Strukturdiagrammet for hovedanalysens indhold, er her angivet i figur 9.1.



Figur 9.1. Strukturdiagram til hovedanalysen.

Af figur 9.1 på forrige side fremgår det, at der i hovedanalysen er udarbejdet 7 kapitler. Her skal kapitel 10 svare på problemformuleringens første underspørgsmål, og kapitel 11 og 12 skal svare på andet underspørgsmål. Opdelingen af besvarelsen af underspørgsmål 2, gøres for at give et mere overskueligt indblik i besvarelsen af spørgsmålet. Det skal bemærkes, at resultaterne i kapitel 10 er styrende for besvarelsen af underspørgsmål 2 i kapitel 11 og 12.

Analysernes resultater, skal ende med en konklusion på hovedanalysens problemformulering, som er opstillet i afsnit 8.1 på side 47.

Slutteligt vil et efterskrift være at finde efter konklusionen. Efterskriftet vil indeholde tanker og vurderinger vedr. projektets temaramme, hvor forskellige emner tages til overvejelse.

9.2 Underspørgsmål 1 - juridisk analyse

Som i afsnit 3.3 på side 11 skal der her igen foretages en juridisk undersøgelse. Denne gang dog med en mere dybdegående tilgang.

9.2.1 Juridisk analyse

I denne omgang skal den juridiske analyse foretages på Udstykningslovens § 44, hvor analysen skal give et dybdegående kendskab til paragraffen, hvor både selve paragraffens ord og eventuelle forarbejder analyseres.

Foruden den grundlæggende metodeanvendelse og -tilgang, som nævnt i afsnit 3.3 på side 11 hvor analysemetoden omhandlede valg af regel samt lex-principperne, skal der i denne omgang også analyseres på både ordlydsfortolkning, formålsfortolkning samt modsætnings- og analogifortolkning.

- **Ordlydsfortolkning**: Her gælder det, at der, ved fortolkning af en lovregel, tages udgangspunkt i den sædvanlige betydning af ordet. Det vil sige, at det er ordlydens naturlige og meningsgivende sproglige fortolkning, som skal observeres og ej må mistolkes eller fordrejes. Det kan give mening at undersøge ordets leksikale betydning, og f.eks. om ordets optræden i sammenhænge i andre lignende love og paragraffer, hvilket kan give en bedre indikation om ordlydens anvendelse. [Evald, 2011, side 37]

- **Formålsfortolkning**: Her skelnes der mellem den *objektive-* og den *subjektive* formålsfortolkning.

  Den objektive formålsfortolkning vedrører fortolkning af loven hvor lovens formål undersøges med støtte fra lovens eget indhold - f.eks. hvor lovens formålsparagraf betragtes. Dette giver indsigt i hvilke mål og hensyn loven tilgodeser og søger realiseret. [Evald, 2011, side 37]

  Ved den subjektive formålsfortolkning betragtes lovens forarbejder og motiver, hvilket omhandler de bemærkninger der er tilkommet ved lovforslaget, Folketingets behandlinger samt udvalgs- og kommissionsbetænkninger. Styrken i at granske forarbejder til en lov kan ligge i indsigten i den bagvedliggende tankegang vedr. loven. [Evald, 2011, side 38]

- **Modsætnings- og analogifortolkning**: Modsætningsfortolkning er hvor lovens ord er udtømmende og fyldestgørende. Derved opstår en tilstand hvor loven, ved fortolkning,

> ikke kan give svar på andet end hvad den udtrykkeligt beskriver med ord, så resultatet sikres ikke at blive anderledes eller modsat end loven foreskriver. [Evald, 2011, side 40]
>
> Analogifortolkning kan oversættes til fortolkning med lighed eller fortolkning med overensstemmelse. Det vil sige, at hvis analogifortolkning anvendes på en lov, er det med henblik på at finde ligheder/overensstemmelser. F.eks. når der står i Retsplejeloven at "det er forbudt at fotografere eller tegne i retssalen under et retsmøde...", hvor en journalist medbringer en båndoptager til netop et retsmøde. Her kan der sættes spørgsmålstegn ved analogien mellem båndoptageren og det "at fotografere eller tegne i retssalen under et retsmøde...". [Evald, 2011, side 41]

9.3 Underspørgsmål 2 - systematisk litteratursøgning samt droneflyvning

Underspørgsmålet skal dels omhandle hvilke matrikulære arbejder, der er mulige at udføre med UAS, samt hvilke gældende normer der er for kortlægning og registrering af matrikulære ændringer. Hertil skal der derfor anvendes systematisk litteratursøgning samt en egen datagenererende droneflyvning, da disse vil være anvendelige og meningsgivende metoder herfor.

9.3.1 Systematisk litteratursøgning

Metoden er beskrevet i afsnit 3.2.2 på side 11, men denne gang skal udgangspunktet for analysen ikke udelukkende være internettet, men også en form for systematisk dokumentundersøgelse. Denne gang skal analysen dels tage udgangspunkt i hvilke gældende normer, der er vedtaget, så kortlægning og registrering af matrikulære ændringer overholdes, samt der skal foretages en analyse af hvilke matrikulære ændringer, der eventuelt kan udføres med UAS fremfor jordnært opmålingsudstyr. Derfor bliver udgangspunktet for denne systematiske litteratursøgning også omhandlende en undersøgelse af dokumenter, som Geodatastyrelsen har udarbejdet og offentliggjort, mhp. indsigt i de matrikulære arbejder samt data- og dokumentudarbejdelse til disse.

Analysen skal konkretisere hvilke gældende normer der gælder for kortlægning og registrering samt dokumentation af matrikulære ændringer, og om UAS kan overholde disse normer. Kan UAS overholde normerne, styrker dette grundlaget for anvendelse af UAS ved matrikulære sager.

9.3.2 Egen droneflyvning

Som understøttende element, skal der foretages en egen datagenererende droneflyvning. Denne droneflyvning skal fungere, som et led i en undersøgelse af nøjagtigheden af data fra en droneopmåling.

Undersøgelsen vil blive udført som et simpelt forsøg, hvor data fra en overflyvning af et areal, skal orienteres efter paspunkter. Dernæst skal nøjagtigheden af den genererede ortomosaik fra overflyvningen, undersøges.

Undersøgelsens resultater skal dermed også vurderes ift. hvilke kvalitetskrav der er knyttet til matrikulære arbejder, i et forsøg på at be- eller afkræfte påstanden om at anvende UAS til matrikulært arbejde.

10 Giver Udstykningslovens § 44 adgang til brug af UAS?

I besvarelsen af underspørgsmålet nedenfor sættes der fokus på Udstykningslovens § 44, som vil blive undersøgt med henblik på at skabe mulighed for anvendelse af droner til matrikulære arbejdsopgaver.

> *"I hvilket omfang kan udstykningslovens § 44 være adgangsgivende for landinspektøren til at udføre matrikulære arbejder, hvor UAS anvendes?"*

Igennem udstykningsloven § 44 har landinspektøren hjemmel til at udføre sit arbejde på enhver ejendom og lokalitet. Hypotesen, som danner grundlag for dette kapitel, er at Udstykningsloven § 44 ligeledes kan danne hjemmel for anvendelse af droner som et værktøj i dette arbejde. I dette afsnit vil der derfor blive foretaget en gennemgang af Udstykningsloven § 44. Det er ligeledes relevant at kende til paragraffens udvikling igennem tiden, fra implementering i 1975 til den nuværende form der er fra 2018. Derudover vil der blive undersøgt om der er andre forhold der er nødvendige at have kendskab til, dette kunne eks. være regler om fotografering af andre personer jf. Straffeloven.

I forbindelse med dette projekt vurderes det sandsynligt, at Udstykningsloven § 44 kan være adgangsgivende for landinspektørens brug af droner i matrikulære arbejder. Spørgsmålet er derfor ikke om det er muligt at anvende denne paragraf som hjemmel, men hvordan det kan gøres muligt. Før det er muligt at vurdere hvilke tilføjelser eller ændringer der muligvis skal foretages, er det nødvendigt at kende til, hvordan de relevante paragraffer regulerer brugen af droner i det matrikulære arbejde landinspektøren udfører. Derfor vil der nu jf. metoden til dette afsnit, som kan læses i kapitel 9 på side 49, foretages en gennemgang af Udstykningsloven § 44. I denne gennemgang vil der bl.a. blive analyseret på Ordlydsfortolkning, Formålsfortolkning samt modsætnings- og Analogifortolkning. Formålet med dette, er at sikre, at den fulde forståelse for den pågældende paragraf opnås.

10.1 Udstykningslovens § 44

I udstykningsloven fra 1971, er den bestemmelse der nu kendes som § 44 ikke at finde, det nævnes dog i *"Lov 1975-06-26 nr 288 om ændring af forskellige lovbestemmelser i anledning af lov om kommuneplanlægning og byggelov"*, i § 12. stk. 5, at § 42a og § 42b indsættes efter § 42 som nye paragraffer. Den paragraf der i 1975 kaldes § 42b er den der i skrivende stund kendes som § 44 i Udstykningsloven, hvilket betyder, at denne bestemmelse fandt indtrædelse i 1975. Nedenfor vises tidslinjen for § 44 udvikling.

1. *"1975 - Lov 1975-06-26 nr. 288 om ændring af forskellige lovbestemmelser i anledning af lov om kommuneplanlægning og byggelov [§ 12. stk. 5.]"*
2. *"1977 - Bekendtgørelse af Lov om udstykning og sammenlægning m.m. af faste ejendomme. (Udstykningsloven) - [§ 42b]"*
3. *"1988 - Lov om Kort- og Matrikelstyrelsen - [§ 6]"*
4. *"1989 - Lovforslag som fremsat 8 - [§ 44]"*
5. *"1990 - Lov om udstykning og anden registrering i matriklen - [§ 44]"*
6. *"2000 - Bekendtgørelse af lov om udstykning og anden registrering i matriklen - [§ 44]"*
7. *"2003 - Bekendtgørelse af lov om udstykning og anden registrering i matriklen - [§ 44]"*
8. *"2018 - Lovbekendtgørelse 2018-06-07 nr. 769 om udstykning og anden registrering i matriklen - [§ 44]"*

   [Karnov, 2021], [Retsinformation, 2021]

I tidslinjen ovenfor vises hvornår det har været muligt at spore § 44 tilbage til. Lovforslaget, der ledte til vedtagelsen i 1975, blev fremstillet af Miljøministeren d. 13 marts 1975, og behandlet og godkendt 3. gang i folketinget d. 10 juni 1975. Paragraffen i sin oprindelige form, ligner den nuværende, dog med en række undtagelser. Nedenfor vises paragraffen fra 1975.

> *"Praktiserende landinspektører og landinspektørassistenter med beskikkelse har ret til adgang til enhver ejendom for at foretage opmåling, der vedrører skels beliggenhed, samt opmåling til kortlægningsopgaver for offentlige myndigheder. Der skal så vidt muligt forud gives underretning til ejeren eller brugeren af ejendommen, og legitimation skal forevises på forlangende."* [Udstykningsloven 1975]

Sammenlignes paragraffen fra 1975 med paragraffen fra 1990, er det tydeligt at essensen af indholdet er det samme, men at der er foretaget en del tilføjelser. Nedenfor i § 44 fra 1990, er de tilføjelser eller ændringer der er sket markeret med rødt. Der er bl.a. tilføjet, at matrikelmyndigheden nu også er omfattet af adgangen til ejendomme og lokationer igennem denne paragraf. Derudover er der tilføjet at denne adgang er gældende *"til enhver tid"* og kan benyttes uden retskendelse. Det nævnes også i 1990 versionen at matrikelmyndigheden udsteder den fornødne legitimation.

> *"Praktiserende landinspektører og deres assistenter med beskikkelse samt landinspektører, der er ansat ved matrikelmyndigheden, og deres medarbejdere har til enhver tid uden retskendelse adgang til enhver ejendom og lokalitet for at udføre opgaver efter denne lov samt opmåling til kortlægningsopgaver for offentlige myndigheder og institutioner samt koncessionerede selskaber. Der skal så vidt muligt forud gives underretning til ejeren eller brugeren af ejendommen, og legitimation skal forevises på forlangende. Legitimation udstedes af matrikelmyndigheden."* [Udstykningsloven 1990]

I de følgende år ændres Udstykningsloven i hhv. år 2000 og 2003, men uden at påvirke § 44. Det er først i 2018 at der foretages ændringen i § 44 og dermed implementeres den version der anvendes i dag. Nedenfor findes den nuværende version af Udstykningslovens § 44, og ændringerne fra 1990 til 2018 er igen vist med rød. Her skal det bemærkes, at den eneste ændring der er foretaget, er at matrikelmyndigheden er erstattet med Geodatastyrelsen.

> *"Praktiserende landinspektører og deres assistenter med beskikkelse samt landinspektører, der er ansat ved Geodatastyrelsen., og deres medarbejdere har til enhver tid uden retskendelse adgang til enhver ejendom og lokalitet for at udføre opgaver efter denne lov samt opmåling til kortlægningsopgaver for offentlige myndigheder og institutioner samt koncessionerede selskaber. Der skal så vidt muligt forud gives underretning til ejeren eller brugeren af ejendommen, og legitimation skal forevises på forlangende. Legitimation udstedes af Geodatastyrelsen."* [Udstykningsloven 2018]

Det kan på nuværende stadie fastslås, at den paragraf der nu kendes som Udstykningslovens § 44, ikke har ændret sig betydeligt i årene mellem 1975 og 2018. De ændringer der er foretaget, er ikke nogen der har indflydelse på, hvilke instrumenter der må anvendes til at udføre arbejdet. GPS med RTK blev opfundet i ca. 1980 af Dr. Benjamin Remondi [Penn State - Department of Geography, 2021]. På trods af denne opfindelse er GPS ikke inkluderet i ændringerne i § 44, hverken i 1990, 2000, 2003 eller 2018. Derfor kunne det tyde på at denne paragraf ikke forholder sig til, hvilket værktøj der anvendes til det matrikulære arbejde, men er udelukkende adgangsgivende for de nævnte personer. Det vil altså sige, at lige som eksemplet i metoden, er analogien i dette tilfælde, at der siden 1975 ikke har været regulering af hvilke instrumenter der anvendes til opgaven i § 44. Derfor må det formodes, at dette ligeledes ikke er tilfældet nu. Dette underbygger hypotesen beskrevet øverst i dette afsnit om, at droner rent juridisk kan anvendes som værktøj i det matrikulære arbejde. For yderligere at underbygge denne hypotese vil følgende afsnit omhandle en nærmere analyse af den gældende version af Udstykningslovens § 44.

10.1.1 Analyse af den gældende § 44

Stk. 1 i § 44 kan inddeles i tre dele, som hver især er en vigtig del af, hvordan denne paragraf regulerer adgangen til ejendomme.

Del 1. - Hvem er § 44 adgangsgivende for

> *"Praktiserende landinspektører og deres assistenter med beskikkelse samt landinspektører, der er ansat ved Geodatastyrelsen, og deres medarbejdere"* [Udstykningsloven 2018 - § 44]

Denne del indeholder bestemmelser om hvem denne paragraf er adgangsgivende for. Her nævnes praktiserende landinspektører, deres assistenter med beskikkelse, landinspektører ansat ved Geodatastyrelsen og deres medarbejder. Det vil altså sige, at før denne paragraf kan være adgangsgivende for landinspektøren, kræver det at det er en beskikket landinspektør der udfører arbejdet. Det nævnes ikke i loven, at landinspektører der arbejder for Geodatastyrelsen, skal være beskikket, hvilket derfor må betyde, at kravet om beskikkelse kun gør sig gældende for private virksomheder.

Del 2. - Hvor, hvornår og til hvad skabes der adgang til.

> *"Har til enhver tid uden retskendelse adgang til enhver ejendom og lokalitet for at udføre opgaver efter denne lov samt opmåling til kortlægningsopgaver for offentlige myndigheder og institutioner samt koncessionerede selskaber."* [Udstykningsloven 2018 - § 44]

I del 2 af § 44 bestemmes det, at de førnævnte personer *"til enhver tid"* har adgang til *"enhver ejendom og lokalitet"*, når dette er i forbindelse med udførsel af opgaver efter Udstykningsloven og/eller opmåling ifm. kortlægningsopgaver. Derudover nævnes det, at opgaverne skal udføres for koncessionerede [1] selskaber, offentlige myndigheder eller offentlige institutioner.

"Til enhver tid" tolkes ikke som en definition af selve tidsrummet der er adgang til ejendommen, men nærmere at der *"lige meget hvad"* er adgang til enhver ejendom og lokalitet. Denne adgang gælder i praksis udelukkende når der udføres opgaver efter Udstykningsloven, eller når der af offentlige myndigheder opmåles til kortlægningsopgaver. Den adgang der gives af § 44, som er til enhver tid gældende, er altså betinget af hvilket ærinde den pågældende person har på ejendommen. Jf. beskrivelsen af modsætningsfortolkning i metodeafsnittet i kapitel 9 på side 49, er betydningen af denne bestemmelse tydelig og udtømmende og der er derfor ingen tvivl om hvor og hvornår dette er gældende.

Del 3. - Underretning og legitimation

> *"Der skal så vidt muligt forud gives underretning til ejeren eller brugeren af ejendommen, og legitimation skal forevises på forlangende. Legitimation udstedes af Geodatastyrelsen."* [Udstykningsloven 2018 - § 44]

Del 3 beskriver, hvilke forholdsregler der skal tages inden selve arbejdet kan udføres. Her nævnes det, at ejer eller bruger af den pågældende ejendom skal underrettes forud for arbejdets udførsel. Der specificeres ikke nogen tidsgrænse eller frist for denne underretning, men der beskrives at underretningen skal ske *"så vidt muligt"*. Det betyder derfor ikke, at hvis det ikke er muligt at kontakte og underrette ejer eller bruger, at arbejdsopgaven dermed ikke kan udføres. Slutteligt beskrives det, at der skal forevises legitimation, hvis det forlanges af ejer eller bruger, denne udstedes af Geodatastyrelsen.

10.2 Straffeloven

I henhold til fotografering generelt og med UAS skal det sikres, at fotografiet ikke uberettiget fotograferer personer. Dette reguleres igennem straffeloven § 264a:

> *"Den, der uberettiget fotograferer personer, der befinder sig på et ikke frit tilgængeligt sted, straffes med bøde eller fængsel indtil 6 måneder. Det samme gælder den, der ved hjælp af kikkert eller andet apparat uberettiget iagttager sådanne personer."* [Jf. Straffeloven § 264a]

I denne paragraf er nøgleordet "Uberettiget", det skal altså bestemmes, hvornår fotografering er berettiget. Til dette formål citeres kommentaren til § 264a, som fastslår at:

> *"Berettiget fotografering kan dog være, hvor den fotograferede ikke er det egentlige motiv for fotografiet"* [Jf. Straffeloven § 264a, note 1519]

[1] Bevilling eller tilladelse, navnlig fra det offentlige til private til at drive en vis virksomhed. [Den Store Danske, 2015]

Det vil altså sige at, hvis fotograferingens egentlige motiv ikke er personen, men f.eks. ejendomme, skel, bygninger og andre forhold der er relevant for det matrikulære arbejde der udføres, vil denne fotografering være berettiget og derfor finder Straffelovens § 264a ikke anvendelse i denne situation.

10.3 Opsummering

Denne analyse er i grove træk inddelt i tre: § 44's udvikling fra implementering i 1975 og til 2018, analyse af den nuværende og gældende § 44 samt en kort gennemgang af Straffelovens § 264a.

§ 44 er ændret flere gange side 1975, hvor ændringerne i 1990 er de mest markante i paragraffens historie. I 1990 kom § 44 til at indeholde de bestemmelser der stadig bruges i dag. I udviklingen af § 44 er det tydeligt at der ikke reguleres på, hvilke instrumenter der anvendes til opgaverne omfattet af Udstykningsloven. Paragraffen indeholder udelukkende bestemmelser om selve adgangen til de pågældende områder, hvem denne adgang gælder for samt hvilke forbehold der skal tages forud for arbejdet. Derfor tolkes den ikke eksisterende regulering af instrumenter, som en åben mulighed for anvendelse af UAS til matrikulære arbejdsopgaver.

I henhold til § 264a i Straffeloven er det ulovligt, uberettiget at fotografere personer i områder der ikke er frit tilgængelige. I den kommenterede del af Karnov beskrives det, at det er berettiget at fotografere andre personer, hvis disse personer *"ikke er det egentlige motiv for fotografiet"*.

På baggrund af ovenstående kan det nu konkluderes, at Udstykningslovens § 44 godt kan fungere som hjemmel for anvendelse af UAS til matrikulære arbejdsopgaver. Det er ikke nødvendigt at foretage ændringer i paragraffen iht. tilpasning til UAS, som nyt værktøj, fordi dette ikke er gjort i eksempelvis 1990-udgaven hvor RTK-GPS blev en del af landinspektørens værktøjskasse.

11 Nøjagtigheden ved UAS-baserede opmålingsteknikker

Dette kapitel har til hensigt at besvare sidste halvdel af underspørgsmål 2, som omhandler opmålingsteknikker og nøjagtighed ift. opmåling med UAS. Første del af underspørgsmål 2 besvares i kapitel 12 på side 65.

> *Hvilke matrikulære opgaver er mulige at udføre med UAS, så gældende normer for kortlægning og registrering af matrikulære ændringer overholdes?*

I kapitel 7 på side 43 blev det fastslået og vurderet, at matrikulære arbejder er et forholdsvis uberørt felt inden for opmåling med UAS og ligeledes vurderes det at RGB- og LiDAR-payloads egner sig bedst til denne type opgaver. Derfor vil det fremadrettet udelukkende være disse payloads der behandles i rapporten.

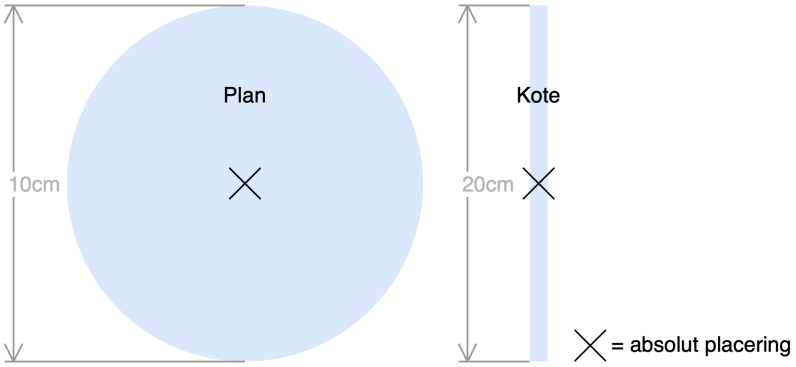
11.1 Krav til nøjagtighed

For at en indmåling af et skelpunkt kan godkendes er der bl.a. nogle krav til nøjagtigheden på punktet der skal opnås. § 29 i BMA foreskriver, at skel, der registreres i matriklen, skal tilknyttes referencenettet. Denne tilknytning kan ske via fire muligheder, men den mest oplagte metode, når der anvendes UAS, er jf. BMA § 29 stk. 2 punkt 1, hvor der står:

> *"1) GPS- / GNSS-måling fra en RTK-tjeneste, der opfylder standarder og normer fastlagt af Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering,"*

Dvs. at der skal benyttes en RTK-tjeneste som er godkendt af SDFE. Vejledning om RTK-tjenester, også kaldet Norm for RTK-tjenester, omhandler alle normerne der skal opfyldes af RTK-tjenesterne, herunder bl.a. nøjagtighedskrav, tilgængelighed, dækningsområde, koordinatgrundlag samt egenkontrol. Ligeledes er der en skrivelse om god opmålingsskik til brug for brugeren af RTK-tjenesterne. [Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2008]

Jf. punkt 4.1 i Norm for RTK-tjenester er nøjagtighedskravet at RTK-tjenesten, under velegnede GNSS-opmålingsbetingelser, skal levere korrektioner der medfører en nøjagtighed der er bedre end 5cm. i planen og 10cm. i koten. Dette nøjagtighedskrav skal være opfyldt for >95% af de plane afvigelser. På figur 11.1 på næste side er disse nøjagtighedskrav visualiseret.



Figur 11.1. Visualisering af nøjagtighedskravet til RTK-tjenesterne. Figuren til venstre viser planen og figuren til højre viser koten. >95% af alle afvigelser skal befinde sig inde for det blå område.

På nuværende tidspunkt er der kun to registrerede udbydere af RTK-tjenester i Danmark. Disse er GPSnet.dk v. Geoteam A/S samt Leica SmartNet Danmark v. Leica Geosystems A/S. De har begge været registrerede som udbydere siden 1. september 2008. SDFE udfører årlige beregninger for at kontrollere at kvaliteten på de registrerede RTK-tjenester lever op til de fastsatte normer. [Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, 2020a]

11.2 Nøjagtighed payloads

Dette afsnit vil fastlægge den nøjagtighed der på nuværende tidspunkt kan opnås ved kortlægning af UAS med henholdsvis RGB- og LiDAR-payloads. Dette er relevant da nøjagtigheden skal befinde sig inden for normerne for RTK-tjenester, hvis der skal være en mulighed for, at disse opmålingsmetoder kan benyttes til matrikulære arbejder.

11.2.1 RGB

Som beskrevet i afsnit 6.2.1 på side 40 kan den data der bliver indsamlet vha. et RGB-kamera eksporteres til et målfast luftfoto og derefter som en målfast punktsky. I afsnit 11.1 på foregående side blev det fastlagt, at en af de muligheder der er, når der arbejdes med kortlægning og registrering matrikulære arbejder, er at benytte enten GPS.net eller Leica Smartnet Danmark. Disse to RTK-tjenester kan også benyttes sammen med UAS.

Der er forskellige løsninger hvorpå disse RTK-tjenester kan anvendes, og dette afhænger af hvilken UAS der er til rådighed. Som nævnt i afsnit 6.1 på side 35 kan UAS'er fås både med og uden et indbygget RTK-modul. I en undersøgelse udarbejdet af en projektgruppe på 1. semester af kandidatuddannelsen Surveying and Mapping i 2020, blev en UAS m. RTK-modul og en UAS uden RTK-modul sammenholdt, og den absolutte nøjagtighed blev undersøgt. De data der benyttes i nedenstående undersøgelse, er vist i bilag D på side 117.

Denne undersøgelse blev foretaget med en Phantom 4 advanced, som er uden et RTK-modul sammen med en Phantom 4 RTK, som er med et RTK-modul, og undersøgelsen blev foretaget i 60m. højde. Generelt er DJI's Phantom 4 serie en af de mest benyttede platforme til opmåling og kortlægning, og det er også en af de billigste løsninger i indkøb.

Kortlægning med Phantom 4 RTK havde ved hjælp af 1 paspunkt, og uden kalibrering af kameraet, en nøjagtighed på <2cm. i planen og en nøjagtighed på <5cm. i koten. Ved at tilføje

flere paspunkter bliver nøjagtigheden endnu bedre. Ved 13 paspunkter var der en nøjagtighed på <1cm. i planen og <2,5cm. i koten. [Nørholm et al., 2020]

Kortlægning med Phantom 4 advanced kræver flere paspunkter på jorden, da den indbyggede GPS ikke har en lige så god nøjagtighed som RTK-versionen. Kortlægningen viste, ved hjælp af 7 paspunkter og uden kalibrering af kameraet, en nøjagtighed på <1,5cm. i planen og en nøjagtighed på <2,5cm. i koten. [Nørholm et al., 2020]

11.2.2 LiDAR

Som nævnt i afsnit 6.1.3 på side 38 giver en punktsky, dannet vha. en LiDAR-scanning, flere punkter pr. kvm. end en punktsky dannet ud fra en ortomosaik. LiDAR på en UAS er, som beskrevet tidligere, et relativt nyt fænomen, og udviklingen går hurtigt på området. På nuværende tidspunkt er en af de billigste og mest kompakte løsninger ligeledes fra DJI, deres Zenmouse L1. Denne løsning koster ca. 130.000DKK (uden drone), hvilket er betragteligt mere end en Phantom 4 RTK der kan erhverves fra ca. 42.500DKK. De oplyste priser er pr. 16.04.2021 og stammer fra Droner.DK. [Droner.DK, 2021]

Da markedet for UAS-baserede LiDAR-systemer stadig er i sin tidlige fase, er der endnu ikke udført synderligt mange undersøgelser omkring den absolutte nøjagtighed. Ligeledes er der stor forskel på de enkelte payloads' specifikationer. I en undersøgelse fra 2020, udført på et universitet i USA, blev udarbejdelsen af en DSM[1] udført af 4 forskellige droner med RGB-kamera, samt en enkelt drone med en LiDAR-payload sammenholdt mod hinanden. Punktskyen dannet vha. LiDAR, var fløjet i 70m. højde og viste en RMSE[2] på 4cm. [Rogers et al., 2020]

11.3 Egen droneflyvning

Som understøttende element er der udført en testflyvning med UAS. Testens formål er, at dokumentere hvilken absolut kvalitet der kan opnås, ved at behandle og georeferere den indsamlede data.

Til testen er anvendt en DJI Phantom 4 advanced, hvor der blev oprettet 9 paspunkter og 10 kontrolpunkter. Paspunkterne anvendes til orientering af ortomosaikken mens kontrolpunkterne fungerer som dokumentation af den absolutte nøjagtighed ved kontrol af konkrete punkter i det orienterede billede. Et eksempel på et paspunkt og en opmåling af et kontrolpunkt er angivet på figur 11.2 og 11.3 på næste side.

[1] **D**igital **s**urface **m**odel
[2] **R**oot **m**ean **s**quare **e**rror

Yderligere data for flyvningen:

- Flyvehøjde: 39m.
- Sideoverlap: 70%
- Længdeoverlap: 70%
- Flyvemønster: crosshatch samt perimeter flyvning
- GSD (ground sample distance): ca. 0,9cm/px

Figur 11.2. Foto af eksempel på en markering af et paspunkt.

Den valgte flyvehøjde skulle sikre en flyvning under 43m. Dette skyldes nærværet af Aalborg militære flyvestation, hvorfra der maksimalt må flyves i 40m. over banehøjde i området 2-8km. fra lufthavnen jf. Dronebekendtgørelsen, i dette tilfælde var banehøjden 3m. AGL [Aviapages, 2021].

Længde- og sideoverlap på 70% blev valgt for at sikre flere fællespunkter i billederne, hvilket vil øge nøjagtigheden af det færdige resultat i sammenfletningen af ortomosaikken. Af samme årsag blev der fløjet med crosshatch samt perimeter flyvning.

Figur 11.3. Foto af eksempel på en opmåling af et kontrolpunkt.

11.3.1 Fremgangsmåde for droneflyvningen

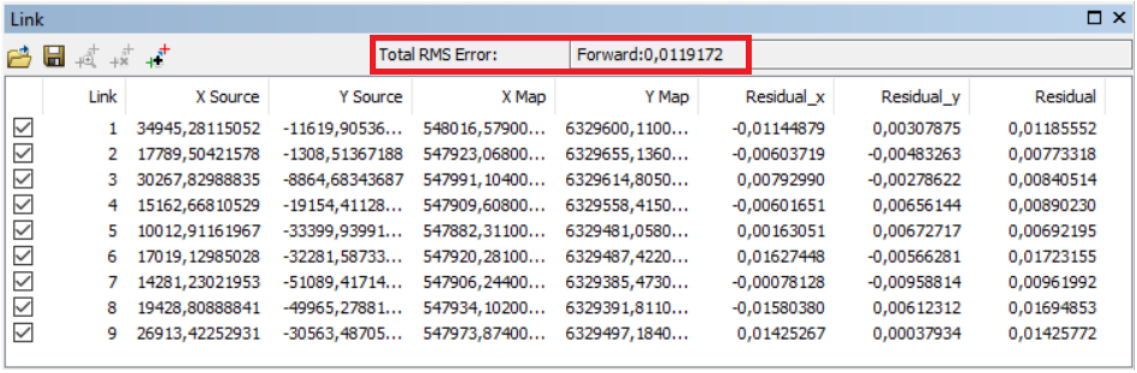
Forinden selve flyvningen blev en rute bestemt hjemmefra. Dermed var opgaven på forhånd planlagt mht. højde, område, flyvemønster, billedeoverlap samt kameravinkel, således opgaven kunne udføres under kontrollerede forhold.

Foruden ovenstående blev de beskrevne kontrol- og paspunkter indmålt med GPS. Herved blev relevant data rekvireret, som senere skulle anvendes dels til orientering af ortomosaikken udledt af flyvningen, samt til kontrol af nøjagtigheden af placeringen af ortomosaikken. Ortomosaikken er altså orienteret efter paspunkterne hvor en efterfølgende kontrol af tilfældige punkter (kontrolpunkterne) i billedet, er undersøgt.

Ligger disse kontrolpunkter inden for normen, kan det konkluderes, at testflyvningen er vellykket, samt anvendelig til brug for matrikulært arbejde, når opmålings- og kortlægningsdelen skal udarbejdes.

11.3.2 Resultat af orientering

Første del i behandlingen af den indsamlede data, var at definere hvor paspunkterne var placeret i ortomosaikken. Disse paspunkter var på forhånd indmålt med GPS, hvor et koordinatsæt var tilknyttet, hvorefter en orientering af ortomosaikken, vha. disse, blev foretaget.



Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual_x	Residual_y	Residual
1	34945,28115052	-11619,90536...	548016,57900...	6329600,1100...	-0,01144879	0,00307875	0,01185552
2	17789,50421578	-1308,51367188	547923,06800...	6329655,1360...	-0,00603719	-0,00483263	0,00773318
3	30267,82988835	-8864,68343687	547991,10400...	6329614,8050...	0,00792990	-0,00278622	0,00840514
4	15162,66810529	-19154,41128...	547909,60800...	6329558,4150...	-0,00601651	0,00656144	0,00890230
5	10012,91161967	-33399,93991...	547882,31100...	6329481,0580...	0,00163051	0,00672717	0,00692195
6	17019,12985028	-32281,58733...	547920,28100...	6329487,4220...	0,01627448	-0,00566281	0,01723155
7	14281,23021953	-51089,41714...	547906,24400...	6329385,4730...	-0,00078128	-0,00958814	0,00961992
8	19428,80888841	-49965,27881...	547934,10200...	6329391,8110...	-0,01580380	0,00612312	0,01694853
9	26913,42252931	-30563,48705...	547973,87400...	6329497,1840...	0,01425267	0,00037934	0,01425772

Figur 11.4. Resultatet af orienteringen af ortomosaikken vha. paspunkterne.

Selve resultatet af orienteringen af ortomosaikken vha. paspunkterne, er angivet i figur 11.4. RMSE ligger her på ca. 0,012m. hvilket er helt acceptabelt.

11.3.3 Resultat af kontrolpunkter

Efter orienteringen af ortomosaikken blev kontrolpunkterne undersøgt for afvigelser mellem de målte GPS-koordinater og koordinater udpeget i ortomosaikken. Ved udpegelsen af kontrolpunkterne gav dronens høje billedekvalitet et stærkere grundlag for udpegelsen, hvilket resulterede i kun små afvigelser.

Punkt-nr.	y-koordinat (GPS)	x-koordinat (GPS)	y-koordinat (ortomosaik)	x-koordinat (ortomosaik)	Afvigelse i x	Afvigelse i y
K1	6329604,572	548006,514	6329604,558	548006,510	1,4 cm.	0,4 cm.
K2	6329618,612	547960,962	6329618,602	547960,963	1,0 cm.	0,1 cm.
K3	6329601,190	547935,686	6329601,200	547935,681	1,0 cm.	0,5 cm.
K4	6329477,254	547896,254	6329477,247	547896,238	0,7 cm.	1,6 cm.
K5	6329504,644	547926,961	6329504,663	547926,949	1,9 cm.	1,2 cm.
K6	6329425,401	547930,392	6329425,403	547930,389	0,2 cm.	0,3 cm.
K7	6329366,862	547924,305	6329366,871	547924,314	0,9 cm.	0,9 cm.
K8	6329435,645	547950,557	6329435,638	547950,545	0,7 cm.	1,2 cm.
K9	6329551,435	547972,814	6329551,436	547972,798	0,1 cm.	1,6 cm.
K10	6329583,935	547961,272	6329583,929	547961,265	0,6 cm.	0,7 cm.

Tabel 11.1. Tabel over afvigelser på kontrolpunkterne hvor de målte GPS-punkter er sammenlignet med koordinater udpeget i den orienterede ortomosaik.

Jf. tabel 11.1 ligger alle x- og y-koordinaternes afvigelser inden for 1,9cm. i forhold til de målte kontrolpunkter. Hermed ligger afvigelserne inden for kravene, som beskrevet i figur 11.1 på side 60.

11.3.4 Eksempel på afvigelse

Da ortomosaikkens GSD ligger på ca. 0,9cm/px, som beskrevet i afsnit 11.3 på side 61, er billedekvaliteten langt højere end ved de almindelige ortofotos, som er genereret af SDFE, da disse har en GSD på 12,5cm/px. Dog er mindre afvigelser stadig uundgåelige.

Jf. tabel 11.1 på forrige side er kontrolpunkt K5 mindst nøjagtig. Afvigelsen er tydeliggjort i figur 11.5.

Figur 11.5. Resultatet af orienteringen af ortomosaikken vha. paspunkterne. Den grønne markering er det udpegede punkt i ortomosaikken. Den røde markering er det GPS-målte kontrolpunkt.

Trods tabellens største afvigelse ligger selv kontrolpunkt K5 inden for en acceptabel grænse, af hvad kravene dikterer.

11.4 Opsummering

Ovenstående undersøgelse viser at et ortofoto udarbejdet med UAS der bliver knyttet op på en RTK-tjeneste ligger inden for normerne der er fastsat af SDFE, og derfor har potentiale til at kunne blive benyttet i matrikulære arbejder. Dette bevises jf. afsnit 11.1 på side 59, fordi normen for RTK-tjenester angiver hvilken afvigelse skelpunkter skal indmåles med, hvis disse skal optages i matriklen. Her skal opmålingsnøjagtigheden være $\leq$ 5cm. i planen og $\leq$10cm. i koten. I afsnit 11.3.3 på foregående side viser resultaterne efter orienteringen af ortomosaikken, at denne norm kan opfyldes, da de udpegede kontrolpunkter i ortomosaikken sammeholdt med de GPS-målte kontrolpunkter, ligger inden for normen. Resultaterne viser at afvigelserne ligger i spændet mellem 0,1cm. og 1,9cm. Afvigelserne er acceptable hvilket skyldes en god udpegelse hvilket var muligt da GSD'en er betydeligt bedre end ved ortofotos genereret af SDFE.

Ligeledes viser en undersøgelse fra 2020 at en DSM[3] udarbejdet vha. LiDAR også befinder sig inden for kravene opstillet af SDFE. Det antages at nøjagtigheden på UAS-baserede LiDAR-systemer kun vil blive bedre med tiden efterhånden som både teknologien og adoptionen forbedres.

[3] **D**igital **s**urface **m**odel.

12 Hvilke matrikulære arbejder kan udføres med UAS?

Dette kapitel har ligeledes til hensigt at besvare delelementer af underspørgsmål 2, som kapitel 11 på side 59, som lyder:

> *Hvilke matrikulære opgaver er mulige at udføre med UAS, så gældende normer for kortlægning og registrering af matrikulære ændringer overholdes?*

Da emnet omhandler matrikulære arbejder vil det udelukkende være de arbejder, der er betegnet som matrikulære arbejder, der i dette afsnit vil blive undersøgt. Gennemgangen vil tage afsæt i hvorvidt de enkelte matrikulære arbejder, som for nuværende, potentielt kan udarbejdes i samspil med UAS.

12.1 Matrikulære arbejder

Matrikulære arbejder er opgaver, som kun må underskrives af en beskikket landinspektør, og som, jf. Udstykningslovens § 13, stk. 1, omfatter afsætning af skel samt dokumentudarbejdelse hertil, som er en nødvendighed for registrering af matrikulære ændringer. [Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2018]. Dette vil derfor omhandle udstykning, matrikulering, arealoverførsel, sammenlægning, ejendomsberigtigelse, ekspropriation og jordfordeling samt tekniske ændringer. Herunder vil disse forskellige arbejder kort blive gennemgået.

12.1.1 Udstykning

Jf. § 6 i Udstykningsloven er en udstykning defineret som *".. at det registreres i matriklen, at areal fraskilles en eller flere samlede faste ejendomme og fremtidig udgør en ny samlet fast ejendom."* Dvs. at der ikke er tale om hele matrikelnumre, men dele af. [Geodatastyrelsen, 2001b]

12.1.2 Matrikulering

Jf. § 5 i Udstykningsloven udøves der matrikulering hvis et umatrikuleret areal bliver registreret som én samlet fast ejendom i matriklen. [Geodatastyrelsen, 2001b]

12.1.3 Arealoverførsel

Jf. § 7 i Udstykningloven kan et *".. areal overføres fra en ejendom til en samlet fast ejendom eller til offentlig vej enten ved arealoverførsel eller ved ejendomsberigtigelse"*. Der kan også være tale om arealoverførsel hvis en samlet fast ejendom overdrages og overføres til en anden samlet fast ejendom. Ligeledes kan et umatrikuleret areal via arealoverførsel også overføres til en samlet

fast ejendom. Hvis der er tale om overførsel af et areal til offentlig vej er det en forudsætning at arealet udskilles. [Geodatastyrelsen, 2001b]

12.1.4 Sammenlægning

Jf. § 8 i Udstykningsloven sker der en sammenlægning når minimum 2 samlede faste ejendomme bliver registreret i matriklen som én samlet fast ejendom. Dette betyder at der ikke sker en sammenlægning hvis der f.eks. ved en bestående ejendom ønskes en forenkling af matrikelnumrene ved at inddrage ét, eller flere, matrikelnummer under et andet. [Geodatastyrelsen, 2001b]

12.1.5 Ejendomsberigtigelse

Jf. § 9 i udstykningsloven kan der ske ejendomsberigtigelse af to årsager. Dette enten ved at en ejendoms afgrænsning er blevet ændret ved hævdserhvervelse, naturlig tilvækst, fraskylning eller hvis et areal der har fungeret som offentligt vej bliver udskilt fra en ejendom. Fælles for disse er selvfølgelig at det bliver registreret i matriklen. Interne skel, dvs. skel inden for samme ejendom, kan ikke ændres via ejendomsberigtigelse. [Geodatastyrelsen, 2001b]

12.1.6 Ekspropriation og jordfordeling

Ekspropriation og jordfordeling er en lidt anden størrelse end de ovenstående. Grunden til dette er at det matrikulære arbejde der er ifm. ekspropriation og jordfordeling kan foregå ved udstykning, matrikulering, arealoverførsel samt sammenlægning. Ekspropriation er en tvungen afståelse af f.eks. ejendomsret hvor der ydes fuld erstatning. Ekspropriation skal dog, jf. § 73 i Grundloven, være i almenvellets interesse [Statsministeriet, 1953]. Jordfordeling foregår via en jordfordelingsoverenskomst og ikke skøder. Jordfordeling er en frivillig aftale hvor et antal jordstykker, inden for et afgrænset geografisk område, bliver handlet samtidigt, dette kaldes for skæringsdatoen. Jordfordeling er de senere år blevet et effektivt værktøj ifm. landbrugsjord der tages ud af almindelig drift til fordel for f.eks. vådområder el. lign. [Geodatastyrelsen, 2001b]

12.1.7 Tekniske ændringer

Det er i Udstykningslovens § 31 at bestemmelserne vedr. teknisk ændring er listet. Forskellen fra dette matrikulære arbejde ifht. de ovenstående er at de ændringer der bliver foretaget her ikke medfører nogen ændring af de(n) berørte ejendom(me) retsforhold. Dvs. at de ændringer der fremkommer, udelukkende sker direkte i matriklen. Dette kan f.eks. være oplysning om arealernes matrikelnumre, mål til skel og arealstørrelse. [Geodatastyrelsen, 2001b]

12.2 Anvendelse af UAS til matrikulære arbejder

I afsnit 12.1 på foregående side fremgår det, hvad grupperingen omhandlende matrikulære arbejder indeholder. Det er dog ikke alle matrikulære arbejder, som kræver dokumentation, hvor UAS kan anvendes som metode for rekvirering af data, og støtte eller eventuelt substituere en RTK-opmåling.

I de følgende underafsnit vil en beskrivelse af de umiddelbare potentialer og anvendelsesområder blive beskrevet. Her vil blive fokuseret på, hvor og hvordan anvendelsen vil være

meningsgivende og anvendelig, for derved at konkretisere og afdække de aspekter, hvor UAS kan optimere en matrikulær sagsudarbejdelse på en innovativ måde.

12.2.1 Tidsbesparelse og indmåling af terrængenstande

Af bilag E.1 på side 119 fremgår det, hvilke matrikulære arbejder, som kræver de forskellige dokumentationer. Potentialet for at anvende UAS ligger ved opmåling og kortlægning, fordi UAS netop kan bidrage med data til dette, som beskrevet i afsnit 11.3 på side 61, hvor normerne er bevist overholdt. Derfor er målebladsdokumentation og data hertil et essentielt emne at kigge på, i og med, at der netop ved denne type dokumentudarbejdelse skal anvendes opmåling og kortlægning, hvor altså UAS kan benyttes.

Ved udarbejdelse af måleblade foreskriver kapitel 16 i VMA følgende:

> *"Målebladet skal vise et billede af de skel, der ønskes registreret, andre skel, hvortil målingen er knyttet, samt faste terrængenstande, der skal indmåles..."* [Geodatastyrelsen, 2001a, kapitel 16]

og igen:

> *"...mål til fikspunkter, bygninger, hegn og andre terrængenstande af varig karakter nær det skel, som indmåles, skal angives på målebladet..."* [Geodatastyrelsen, 2001a, kapitel 16]

Med ovenstående beskrivelser i VMA, vil det i høj grad give mening, at anvende UAS til datarekvirering til målebladsudarbejdelse. Anvendelsen af UAS vil give et mere komplet datagrundlag ved overflyvning, samtidig med tidsbesparelser i nogle tilfælde. Dette skyldes den totale indmåling af alle faste terrængenstande ved overflyvning, samt den store tidsbesparelse der er i ikke at skulle anvende en håndholdt RTK-GPS, for at udføre manuel indmåling af disse. Det tidsbesparende potentiale ligger ved de opgaver hvor støre arealer skal opmåles. F.eks. større landbrugsejendomme med ufremkommeligt terræn.

Testflyvningen der blev foretaget ifm. dette projekt, som er vist og beskrevet i kapitel 11.3 på side 61, tog sammenlagt 1,5 timer. Herunder er der knap 20 min. til selve droneopmålingen, og den resterende tid er forberedelse af flyvning, indmåling af pas- og kontrolpunkter samt efterbehandling af data. Hertil skal det dog nævnes, at den udførte procedure kunne have været udført hurtigere, ved oparbejdede rutiner. Derudover blev der anvendt en drone uden RTK, hvilket forøgede tidsforbruget pga. efterbehandling vedr. orientering af den registrerede datamængde, samt behovet for at placere paspunkterne til dette.

Skulle samme totale opmåling og kortlægning, af alle terrængenstande, have været udført manuelt med RTK-GPS, ville tidsforbruget givetvis have været mindst det samme, eller enddog længere. Derudover ville opmåleren skulle håndtere ufremkommeligt terræn, og tage højde for terrængenstande der kan forringe signalet til den håndholdte RTK-GPS.

Ved overflyvningen blev der efterfølgende også genereret en punktsky. Ikke via en LiDAR-scanning, men blot ud fra et RGB-kamera. Punktskyen indeholder ialt. ca. 27,3 mio. punkter,

hvilket svarer til ca. 745 punkter pr. kvm, hvori alle faste terrængenstande altså er registreret. Se figur 12.1 for punktsky.

Figur 12.1. Udsnit af punktskyen, som er dannet ud fra droneflyvningen med et RGB-kamera monteret.

Da alle de faste terrængenstande er registreret i punktskyen, vil koordinater fra punkterne kunne bestemmes. Her gælder det alle beskrevne terrængenstande, som bygninger, hegn og andre terrængenstande af varig karakter, som er nævnt i VMA jf. ovenstående.

Her opnås altså en placering af de faste terrængenstande, således disse kan anvendes til udarbejdelse af måleblade.

Som beskrevet, er figur 12.1 dannet ud fra en overflyvning, hvor kun et RGB-kamera var monteret. Havde der været anvendt en LiDAR-scanner, ville resultatet have været mere detaljeret. Dette skyldes, at en LiDAR-scanner giver flere punkter pr. kvm. ved opmåling, hvilket kun vil give et bedre datagrundlag. Derudover når LiDAR-scanningen flere objekter grundet scannerens evne til at udsende og opfange flere punkter.

12.2.2 Bedre GSD

Foruden den komplette indmåling af alle faste terrængenstande, samt det tidsbesparende aspekt er der også et bedre grundlag, for udpegning af brugsgrænser i den orienterede ortomosaik. Det bedre grundlag for udpegning skyldes den bedre GSD hvilket også er understreget på figur 12.2 og 12.3.

Figur 12.2. Figuren viser matrikelkortet på den orienterede ortomosaik fra droneflyvningen. Det er tydeligt, at der med en GSD på blot 0,9cm/px, er bedre grundlag for en udpegning af en eventuel skelgrænse (f.eks. ifm. en teknisk ændring). Det er tydeligt, at skellet her ikke løber i vandløbsmidte.

Anvendt data: Jordstykke fra matrikelkort [Kortforsyningen, 2021]

Figur 12.3. Figuren understreger det tvivlsomme grundlag for udpegelse af nye skelgrænser. Der vil kunne sættes spørgsmålstegn ved hvor den reelle vandløbsmidte er. Her er anvendt et alm. ortofoto fra SDFE hvor ortofotoet har en GSD på 12,5cm/px.
Anvendt data: GeoDanmark ortofoto 2020 12,5cm. [Kortforsyningen, 2020], Jordstykke fra matrikelkort [Kortforsyningen, 2021]

De to figurer er fra nøjagtigt det samme område langs et skel mellem den kortlagte ejendom og naboejendommen. Her er skellet i marken ellers defineret ved midten af en å jf. ejendommenes ejere. Grundet ortomosaikken fra droneflyvningen er det her tydeligt at se at matrikelkortet ikke passer på den pågældende ejendom. Indehaveren af den ene ejendom forklarede ydermere, at dette vandløb har været der i langt over 20 år, hvorfor skellet dermed må være i vandløbsmidten. Matrikelkortet angiver dog en skelgrænse langs åens østlige side langs brinken, hvilket må betyde, at der her er brug for en ajourføring af dette skel vha. en teknisk ændring.

Ved figuren til venstre er der et langt bedre grundlag for udpegelse af f.eks. en vandløbsmidte, end ved figuren til højre. Dette skyldes den bedre fotokvalitet ved den lave GSD i den

orienterede ortomosaik. I sådan et tilfælde er en anvendelse af UAS særdeles anvendelig.

12.2.3 Eksempler hvor anvendelsen af UAS ikke er anvendelig

Det er dog ikke i alle tilfælde, at en ortomosaik genereret ud fra en droneflyvning, er til gavn for udarbejdelsen af måleblade til matrikulære sager.

Ved overensstemmelse
F.eks. vil anvendelsen af UAS ikke være meningsgivende ved de steder hvor matrikelkortet allerede er ajourført, hvor det kan konstateres, at skellinjer samt mål til bygningshjørner er retvisende.

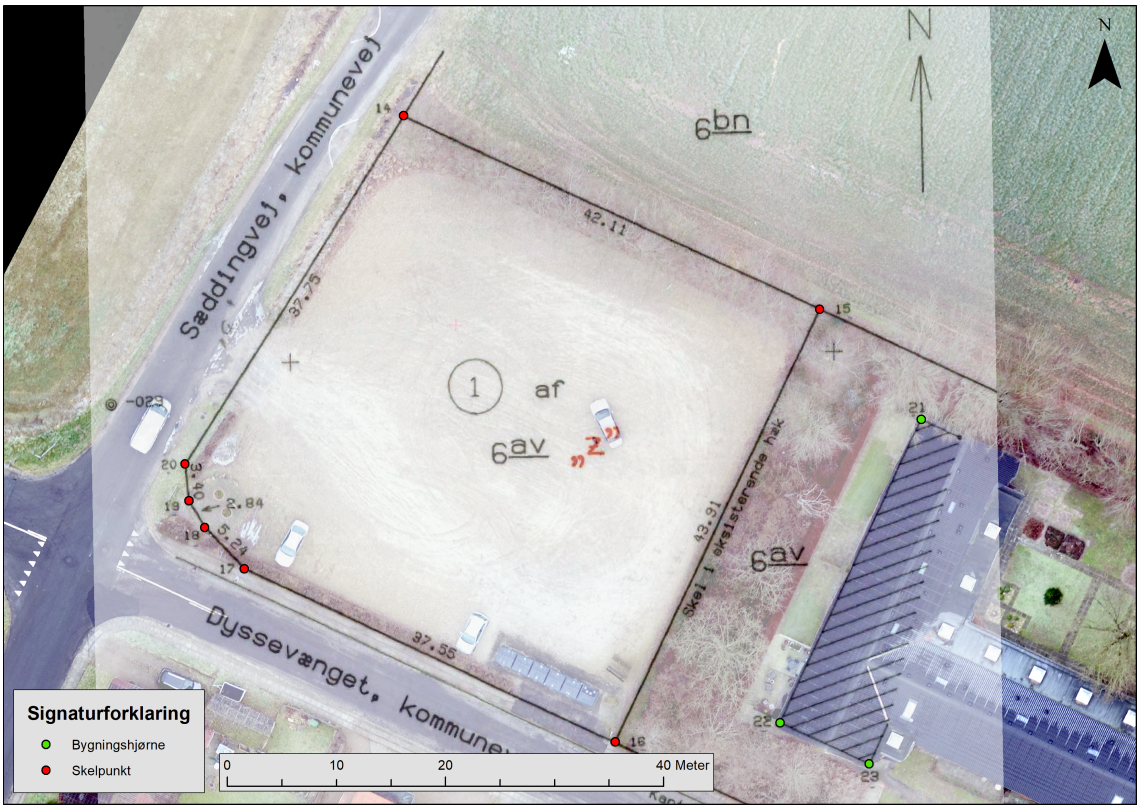
Se figur 12.4 og 12.5 på modstående side for eksempel på dette.

Figur 12.4. Eksempel på et område hvor der er overensstemmelse mellem matrikelkortets angivelse af skel og det dertilhørende måleblads koordinater.

På figur 12.4 kan der konstateres et sammenfald mellem jordstykkets skelpunkter- og linjer på det digitale matrikelkort samt mål til bygningshjørner ved kontrol af koordinater angivet på målebladet. Her er skelpunkterne på det digitale matrikelkort altså allerede ajourført grundet en matrikulær sag.

Målebladet er rekvireret via MAO[1]. Kortet er igen udarbejdet vha. en ortomosaik foretaget med en Phantom 4 advanced.

[1] **M**atrikulære **a**rkivalier **o**nline.



Figur 12.5. Samme område hvor målebladet er georefereret på plads, henover de samme skelpunkter. Sammenfaldet mellem det digitale matrikelkort og målebladet er tydeligt.

På figurerne ovenfor er der således overensstemmelse mellem det digitale matrikelkorts angivelse af skel, samt det dertilhørende måleblads koordinater. Der kan derfor være tilfælde, hvor en anvendelse af UAS vil være overflødig, da data derfra ikke vil kunne ændre på beslutninger vedr. skellets placering.

Potentialet for anvendelse af UAS ligger derfor ved de situationer, hvor måleblade ikke eksisterer samt ved sager vedr. hævdstilfælde.

Visuel gennemsigtighed

Anvendelsen af UAS kræver også, at det kortlagte område tillader en visuel gennemsigtighed, hvor vegetationen ikke forstyrrer og dækker visuelt for eventuelle brugsgrænser eller faste terængenstande. Her kan både være tale om skygger samt årstidens indvirken på vegetationens tilstand.

I disse tilfælde vil de reelle brugsgrænser være svære at definere fyldestgørende, hvorved det digitale matrikelkort kan blive ajourført fejlagtigt. Her må en manuel opmåling være at foretrække, da en anvendelse af UAS ville kunne blive overflødig.

12.3 Opsummering

Det tydeliggøres i dette kapitel, at anvendelsen af UAS ved matrikulært arbejde giver forkortet tidsforbrug ved kortlægning og registrering af alle faste terrængenstande, samt et bedre datagrundlag for udpegelse og definition af skelgrænser.

Sammenholdt med bilag E.1 på side 119, kan der derfor ses et potentiale for anvendelse af UAS ved følgende kategorier inden for matrikulære arbejder, da der her skal udarbejdes måleblade og/eller defineres skelgrænser:

- **Udstykning** (ved dele af et matrikelnummer)
- **Matrikulering**
- **Arealoverførsel** (ved dele af et matrikelnummer, til/fra off. vej samt til/fra søteritoriet)
- **Tekniske ændringer** (ved ændringer i interne skel samt f.eks. rettelser i matrikelkortet)
- **Ejendomsberigtigelse** (ved hævd, naturlige ændringer samt vejudskillelse)

Det blev samtidig konstateret, at en anvendelse af UAS ved sager hvor der er sammenfald mellem det digitale matrikelkort og målebladene, ikke vil give mening. Dette begrundes med, at droneflyvningen vil være overflødig, da data fra overflyvningen ikke vil bidrage til en hurtigere eller et bedre beslutningsgrundlag ved sagsudarbejdelsen.

13 Konklusion

De udvalgte og fornødne analyser er nu udarbejdet og færdiggjorte, hvilket betyder at det nu er muligt at konkludere på resultaterne og reflektere over de valgte metoder og teorier. Som problemformuleringen nedenfor beskriver, er fokus i hovedanalysen Udstykningslovens § 44 mulige anvendelsesmuligheder inden for matrikulære arbejder, hvor UAS anvendes som værktøj samt overholdelse af gældende nøjagtighedskrav. I det følgende tekst vil besvarelsen af dette spørgsmål præsenteres sammen med en vurdering af metode og teori.

> *"I hvilken grad kan Udstykningslovens §44 være adgangsgivende for anvendelse af UAS over bygninger og beboelsesejendomme, samt hvilke matrikulære arbejder er mulige at udføre med UAS, hvor nøjagtighedskravene stadig overholdes?"*

Som beskrevet i foranalysens metodeafsnit i kapitel 3 på side 9 er dele af metoderne og teorierne i dette afsnit ligeledes anvendt i hovedanalysen. Den juridiske analyse og systematiske litteratursøgning og metoden bag droneflyvningen er beskrevet i metodeafsnittet i kapitel 9 på side 49, som hører til hovedanalysen. Disse metoder har fungeret som forventet i arbejdsprocessen og har sikret et gennemarbejdet resultat og en fyldestgørende besvarelse af problemformuleringen. Der er igennem disse metoder skabt en grundforståelse for, hvad den juridiske analyse skal indeholde og hvilke dele af retskilderne der er vigtige at fokusere på og hvilke der kan undlades. Den systematiske litteratursøgning er i hovedanalysen en udvidelse af den i foranalysen.

I foranalysens metodeafsnit blev teknologianalysen beskrevet. Dette blev gjort ud fra teknologiopfattelsens 4 delelementer. Tesen der blev beskrevet i forbindelse hermed beskrev, at hvis der foretages en kvalitativ ændring i én af de fire elementer vil dette resultere i en kvalitativ ændring i de tre øvrige elementer. Det samme gælder, hvis et af elementerne ikke fungerer optimalt eller ikke udvikles i samme hastighed som de øvrige. Det er altså afgørende for teknologiens udvikling at de fire elementer følges ad, og at der er samspil mellem disse.

For at kunne kommentere på, om de fire delelementer i teknologiteorien er sammenhængende i dette projekt, er det nødvendigt at konkludere på resultaterne i hovedanalysens analyser. Derfor vil resultaterne af de tre analyser præsenteres i det følgende.

I kapitel 10 på side 53 analyseres der på, om Udstykningslovens § 44 kan være adgangsgivende for brugen af UAS i matrikulære arbejdsopgaver. Her fastslås det, at § 44 er ændret flere gange side 1975, hvor ændringerne i 1990 er de mest markante i paragraffens historie. I 1990 kom § 44 til at indeholde de bestemmelser der stadig bruges i dag. I udviklingen af § 44 er det tydeligt, at der ikke reguleres på, hvilke instrumenter der anvendes til opgaverne omfattet af Udstykningsloven. Paragraffen indeholder udelukkende bestemmelser om selve adgangen til de

pågældende områder, hvem denne adgang gælder for samt hvilke forbehold der skal tages forud for arbejdet. Derfor tolkes den ikke eksisterende regulering af instrumenter, som en åben mulighed for anvendelse af UAS til matrikulære opgaver. Dermed fastslås det, at igennem Udstykningslovens § 44 har en beskikket landinspektører adgang til anvendelse af UAS til matrikulære arbejdsopgaver over bygninger og beboelsesejendomme, som er synligt afgrænset.

Ydermere blev det fastslået i samme kapitel, at det i henhold til Straffelovens § 264a er uberettiget, at fotografere personer i ikke frit tilgængelige områder. Undtagelsesvis er det dog lovligt, såfremt personerne ikke er fotoets egentlige motiv.

Det kan derfor konkluderes at Udstykningslovens § 44 er adgangsgivende hvorved teknologiteoriens delelement vedr. Organisation (arealforvaltning og regulering) fungerer.

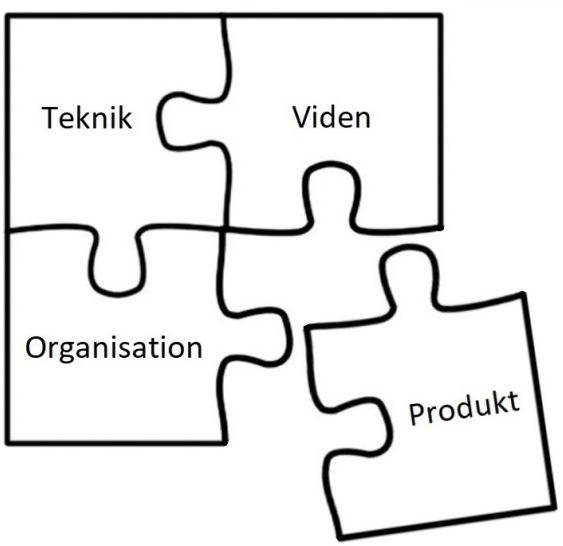
I kapitel 11 på side 59 og 12 på side 65 tilsigtes der at besvare underspørgsmål 2 i hovedanalysen, hvor der undersøges *"Hvilke matrikulære opgaver er mulige at udføre med UAS, så gældende normer for kortlægning og registrering af matrikulære ændringer overholdes?"*. I kapitel 11 på side 59 blev det undersøgt, hvilke krav der stilles til opmålingsnøjagtigheden ved anvendelse af RTK-tjenester. Jf. afsnit 11.1 på side 59, er normen for RTK-tjenester, at afvigelsen skal være < 5cm. i planen og < 10cm. i koten. Den efterfølgende undersøgelse i afsnit 11.3.3 på side 63 viste ved orienteringen af ortomosaikken, at normen kan overholdes, da afvigelserne ligger i spændet mellem 0,1cm. og 1,9cm. Samtidig blev det bevist i kapitel 12 på side 65, at orienteringens markant bedre GSD, resulterede i et bedre datagrundlag for udpegelse og definition af skelgrænser. Foruden dette, blev det konstateret, at der ved anvendelse af UAS, kan spares tid, da alle faste terrængenstande kortlægges på én gang. Det kan derfor konkluderes, at der kan anvendes UAS til følgende matrikulære arbejder:

- Udstykning
- Matrikulering
- Arealoverførsel
- Tekniske ændringer
- Ejendomsberigtigelse

Dog skal det bemærkes, at dette vil gælde i de sager hvor der ikke forefindes måleblade og hvor det digitale matrikelkort ikke er ajourført, som også uddybet i afsnit 12.2.3 på side 70.

Mht. teknologiteoriens øvrige 2 delelementer omhandlende teknik og viden, kan det derfor konkluderes, at den fornødne indsigt i payloads- og anvendelsemuligheder er opnået og fungerer. Det er nu kendt hvilke muligheder der er inden for payloads, hvilke begrænsninger og anvendelsesområder de hver især har. Den samlede anvendelse for UAS i matrikulære arbejdsopgaver, hvor summen af payloads er inkluderet kendes ligeledes i form af de fem matrikulære arbejdsopgaver der nævnes ovenfor.

Fjerde delelement omhandlende produkt, hvor brugs- og bytteværdi af UAS er i fokus, er således det sidste element, som umiddelbart er det element som ikke fungerer i samspil med de øvrige tre delelementer. Dette kommer til udtryk ved, at landinspektørvirksomhederne umiddelbart ikke virker omstillingsparate og har manglende incitament, på trods af den lovmæssige og teknologiske opbakning.



Figur 13.1. Brikken omhandlende UAS, som er appliceringen af produkt, er her vist som værende det manglende delelement.

Figur 13.1 viser teknologiteoriens ikke samlede puslespil, hvor produktdelen spolerer helheden og samspillet mellem alle fire delelementer. Tesen i kapitel 3 på side 9 i foranalysens metodeafsnit fastslår, at en kvalitativ ændring af blot et af elementerne vil medføre kvalitative ændringer af de andre tre elementer. Dette betyder at, selvom teknologien, mulighederne og lovgrundlaget er tilstede, er landinspektørernes accept af UAS som værktøj ved matrikulære arbejder stadig afgørende for teknologiens anvendelse og udbredelse ved matrikulære arbejder.

Som nævnt i foranalysens metode er der en afgørende sammenhæng mellem teknologiteori og samfundsteori. Samfundsteorien og bindeledet mellem de to teorier, vil blive diskuteret i efterskriftet i kapitel 14.3 på side 80.

Afslutningsvis kan det nu konkluderes, at hovedanalysens problemformulering er besvaret i form af dette kapitel. Det står nu klart, at udstykningslovens § 44 er adgangsgivende til brug af UAS for landinspektøren, at de fem ovenstående matrikulære arbejder er mulige at udføre med UAS hvor nøjagtighedskravene overholdes.

Det skal dog understreges at UAS på nuværende tidspunkt ikke kan stå alene og ej heller erstatte traditionel matrikulær opmåling med RTK-GPS.

14 Efterskrift

Dette efterskift vil komme ind på nogle af de elementer der følger efter at den egentlige problemformulering er besvaret. Baggrunden for at disse er listet her og ikke sammen med analyserne er at de ikke har en egentlig relevans ifm. besvarelsen af problemformuleringen. De emner der her vil blive gennemgået er:

- Vurdering af hvorvidt brugen af dagsaktuelle ortofotos vil kunne bidrage positivt til diverse sager
- En gennemgang af kravene ved anvendelse af UAS i en landinspektørvirksomhed
- Sammenspillet mellem teknologi- og samfundsteori
- Opfyldelse af læringsmål jf. semesterbeskrivelsen

14.1 Brugen af dagsaktuelle ortofotos

Brugen af dagsaktuelle ortofotos vurderes til potentielt at have store fremtidsmuligheder. Der er to væsentlige fordele ved at benytte ortomosaikker der er udarbejdet via UAS. Den første fordel er aktualitet og den anden er detaljegraden. Herunder kommer der nogle eksempler på hvor dagsaktuelle ortofotos, inden for matrikulære arbejder, kan give god mening at benytte.

- Skelforretning herunder hævdstilfælde
- Lodsejerforhandlinger
- Midlertidig ekspropriation

Ved en skelforretning, hvor to eller flere parter er uenige omkring et skel, kan en helt aktuel ortomosaik være et rigtig godt grundlag at arbejde ud fra ifm. det indledende møde ved åstedet. Dels er det et rigtig godt sammenligningsgrundlag, sat op imod ældre luftfotos, men ligeledes er detaljegraden så høj at landinspektøren har nemmere ved at vise og forklare hans indledende tanker ift. hvis han benytter et ortofoto fra GeoDanmark.

Det er i princippet det samme der gør sig gældende ved lodsejerforhandlinger. Dette kan f.eks. være ifm. jordfordeling eller f.eks. ved placeringen af den meget omtalte baltic pipe[1]. Placeringen af denne store gasrørledning har mødt stor modstand, både hos lodsejere, men ligeså meget den menige befolkning. Her ville brugen af ortomosaikker med en høj detaljegrad igen være rigtig god som grundlag ved forhandlingerne.

Det sidste eksempel er ved fx. midlertidige ekspropriationer. Her vil det være oplagt at dokumentere hvorledes området så ud inden det pågældende område blev taget i brug ifm. ekspropriationen. Når arbejdet er færdigt, hvor den midlertidige ekspropriation er aktiv,

[1] Gasrørledning der forbinder Norge, Danmark og Polen

kan området igen overflyves. Derefter kan ortomosaikkerne sammenlignes, og den eventuelle erstatning kan nemmere fastslås.

De CAD-programmer der benyttes forud for at en matrikulær sag færdiggøres i MIA[2], kan importere TIFF-filer[3], hvilket er en standard metode til kodning af billedeinformation. De programmer der er undersøgt er:

- Microstation [Bentley, 2010]
- LandCAD [LandCAD, 2020]
- GeoCAD [GeoCAD, 2011]
- Arcmap [Esri, 2020]
- Qgis [Qgis, 2020]
- AutoCAD [AutoCAD, 2020]

En ortomosaik er som regel gemt som en TIFF-fil. Dette betyder, at de programmer som landinspektørerne benytter allerede nu har mulighed for at importere data, der er indsamlet vha. UAS, og ligeledes, som med lovgivningen, er det ikke her at problemet opstår.

14.2 Krav til landinspektørvirksomhederne

Udover den gældende lovgivning, der skal følges ift. de matrikulære krav samt den gældende dronebekendtgørels, er der også nogle yderligere krav hvis der skal flyves UAS i erhvervsmæssig sammenhæng.

Fjernpiloten
Først og fremmest er det nødvendigt for fjernpiloten at have et dronekompetencebevis. Dronekompetencebeviset skal være i den kategori[4] der passer til den drone der ønskes at flyve med. Dronekompetencebeviset sikrer at fjernpiloten har viden om luftsikkerhed, luftrumsbegrænsninger, luftfartsbestemmelser, menneskelige præstationsbegrænsninger samt operationelle procedurer. [Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2020b], [Europa-kommissionen, 2020]

UAS-operatøren
UAS-operatøren vil, ved privat brug, være den samme person som fjernpiloten, men i og med at dette projekt fokuserer på brugen af droneteknologi ifm. matrikulære arbejder, vil UAS-operatøren være en praktiserende landinspektørvirksomhed. I dette tilfælde vil UAS-operatøren altså være en juridisk person[5].

Jf. vejledning i droneflyvning har UAS-operatøren bl.a. disse forpligtelser:

- Udvikle operationelle procedurer
- Sikre effektiv brug af radiospektrum
- Udpege en fjernpilot til hver flyvning
- Sørge for, at fjernpiloter er fortrolige med producentens brugervejledning og operatørens procedurer

[2] Matrikulært informations- og ajourføringssystem
[3] Tag image file format
[4] Dronekompetencebevis A1/A3 eller A2
[5] f.eks. et anpartsselskab, et aktieselskab eller et andelsselskab

- Opdatere geo-awareness-systemet, når det er relevant
- Sørge for i tilfælde af en operation i underkategori A2 eller A3, at alle involverede personer, der er til stede i operationens område, er blevet informeret om risiciene og udtrykkeligt har accepteret at deltage

  [Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2020b]

Det er ligeledes et krav, at der skal være en ansvarsforsikring knyttet til UAS'en. UAS-enheden og UAS-operatøren skal være registreret hos Trafik-, Bygge og Boligstyrelsen med det fulde navn, personnummer eller identifikationsnummer[6], forsikringsnummer, adresse, e-mail samt telefonnummer. [Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2020b]

Jf. ovenstående liste er en af UAS-operatørens forpligtelser at have udarbejdet nogle operationelle procedurer. Som nævnt i afsnit 5.1.1 på side 26 findes der forskellige kategorier for operationer. Den åbne kategori, den specifikke kategori samt den certificerede kategori. Den åbne kategori er den mindst risikobetonede af de tre, og det er samtidig den kategori der indeholder langt størstedelen af de operationer der udføres med droner i dag.

UAS-operatøren har som sådan ikke nogle krav til at der skal udarbejdes nogle procedurer hvis der flyves jf. den åbne kategori. Hvis der derimod er et behov for at flyve efter den specifikke kategori er der et noget større administrativt arbejde.

Hvis der skal flyves efter den specifikke kategori skal der indhentes forskellige tilladelser. I lovgivningen kaldes disse tilladelser for standard scenarier. Et standard scenarie er en prædefineret UAS-operation. Disse standard scenarier findes i EU-forordningen 2019/947. [EASA, 2021]

Hvis virksomhedens UAS-operationer ikke kan flyves under nogle af standard scenarierne, er det nødvendigt for UAS-operatøren at udarbejde og derefter få godkendt en risikoanalyse[7]. Dette er dog en utrolig tidskrævende proces, så et forslag kan være at der i fællesskab, inden for landinspektørbranchen, bliver udarbejdet en skabelon, som kan benyttes til at de enkelte landinspektørvirksomheder kan ansøge om tilladelse til at flyve i den specifikke kategori, hvis dette er en nødvendighed ved udarbejdelsen af matrikulære sager. Dette ville kunne fremme anvendelsen af UAS, specielt ift. ikke standardopgaver. Dette betyder, at det ikke vil være så ressourcekrævende for virksomhederne, at anvende UAS på nye måder.

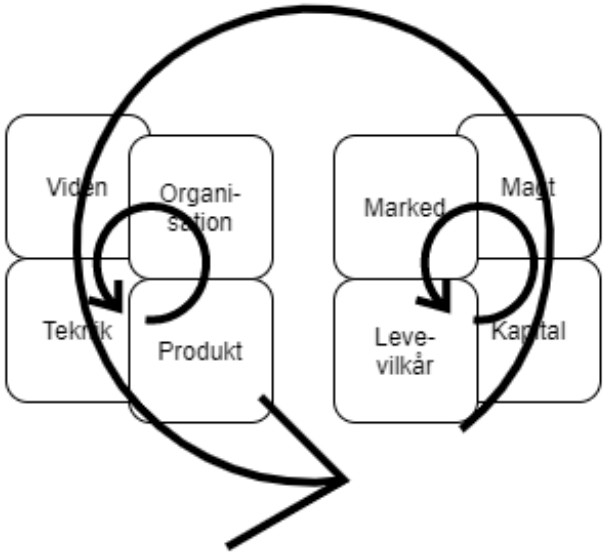
Et krav for at kunne flyve i den specifikke kategori er ligeledes at UAS-operatøren skal udarbejde en driftshåndbog, også kaldet en operationsmanuel. Denne driftshåndbog skal ligeledes godkendes hos Trafik,- Bygge- og Boligstyrelsen. Mere info om driftshåndbogen findes i bilag F på side 121.

[6] Identifikationsnummer er for juridiske personer

[7] SORA, hvilket står for: **S**pecific **O**perations **R**isk **A**ssessment

14.3 Sammenspillet mellem teknologi- og samfundsteori

I metoden til foranalysen i kapitel 3 på side 9, hvor der beskrives hvordan teknologiteorien vil anvendes i dette projekt, forklares ligeledes at denne teori har sammenhæng med samfundsteorien. Disse to teorier er afhængige af hinanden på samme måde som de fire underelementer i de to teorier er afhængige af hinanden. På figur 14.1 er dette illustreret.



Figur 14.1. Samspillet mellem teknologianalysen og samfundsanalysen.

På baggrund af de udførte analyser i denne rapport, kan det fastslås at udviklingen er på et stadie ca. midt imellem de to teorier. Som beskrevet i konklusionen til hovedanalysen, er teknologiteoriens delelement *produkt*, det af de fire punkter der ikke er færdigudviklet. Dette punkt vedrører brugs- og bytteværdi, hvor landinspektørvirksomhederne endnu ikke har indset det fulde potentiale for UAS og ikke virker omstillingsparate ift. anvendelse af UAS i matrikulære arbejdsopgaver. Ud fra denne observation udspringer en undren, *Kan det være fordi Landinspektøren har monopol på dette arbejde, så udvikling ikke fremprovokeres af konkurrence på samme måde?*

Samspillet mellem de to teorier vil blive gennemgået kort i den følgende tekst.

De fire delelementer i samfundsteorien kort defineret:

- *Marked* - består af en forståelse af vare- og arbejdsmarked, konkurrenceforhold samt cirkulation
- *Kapital* - omhandler akkumulering af kapital samt potentialer for klasseforskelle
- *Magt* - den enkeltes magt påvirker ejendomsforhold samt interessen mht. politisk holdning
- *Levevilkår* - muligheden for reproduktion af arbejdskraft samt opretholdelse af generelle levevilkår

I forhold til dette projekt og implementeringen af UAS som ny teknologi til matrikulære arbejdsopgaver defineres de fire delelementer således:

- *Marked* = virksomhedernes indsigt i *konkurrenceforholdene.*
  Konkurrenceforhold: omhandlede firmaernes interne kunkurrenceforhold hvor fokusset

lægger på de forskellige ydelser der tilbydes. Det kan hurtigt afgøres jf. tabel 4.1 på side 18, at ydelserne er forskellige, hvilket kan skyldes det interne fokusområde.

- *Kapital* = virksomhedernes "klasseforskelle" grundet *virksomhedsstørrelserne.*
  Virksomhedsstørrelse: omhandlede klasseforskelle, som kan skyldes virksomhedernes størrelser. Ved forskellige klasseforskelle af firmaer, dannes der også forskellige potentialer.

- *Magt* = *eksperterne* i firmaerne, som sidder med teknologien til dagligt, og har indsigt i anvendelsesmulighederne.
  Eksperter: omhandlede magtelementet ved at der både kan være en indirekte magt i den oparbejdede viden og indgående kendskab til et bestemt produkt (f.eks. UAS), som en ekspert typisk vil have, men også en direkte magt i at være chef i et firma.

- *Levevilkår* = *tidsaspektet* der skal anvendes for den enkelte landinspektør i firmaerne. Med andre ord - kan det svare sig for landinspektøren, at anvende droneteknologien og dermed afkorte/forlænge arbejdsopgaven, så han/hun får mere/mindre tid til frihed?
  Tidsaspektet: omhandlede muligheden for den enkelte medarbejder for enten at afkorte eller forlænge en arbejdsopgaves tidsforbrug, ved at anvende UAS. Herved opnår medarbejderen enten længere eller kortere tid til frihed, ved at anvende UAS. En fuld forståelse af anvendelsen af UAS, kan dermed påvirke medarbejderens levevilkår, hvilket kan have stor betydning for både medarbejderen, men også firmaet.

At foretage en komplet uddybning vedr. samfundsteoriens betydning og sammenhæng med dette projekt er ikke muligt i nærværende rapport. Samfundsasspektet i henhold til denne problemstilling og ift. implementering af en ny teknologi vil kræve et tilsvarende projekt der bearbejder de dertilhørende fire delelementer. Dette vurderes at være det næste skridt i processen, hvorfor et projekt vedr. teknologiens indtræden i samfundet umildbart kan udarbejdes som efterfølger til dette projekt.

14.4 Opfyldelse af læringsmål jf. semesterbeskrivelsen

Dette afsluttende afsnit skal belyse hvordan læringsmålene fra semesterbeskrivelsen, bliver opfyldt gennem rapporten. Det vil blive beskrevet i den rækkefølge som der er anført i semesterbeskrivelsen - altså viden, færdigheder og kompetencer.

14.4.1 Viden

Der er opnået grundig viden vedr. relevante teorier og metoder ved, at der i projektet er anvendt teori og metode omhandlende teknologianalyse, interviews, juridisk analyse, systematisk litteratursøgning samt organisationssociologiske metoder. Herved er der anvendt teori og metode, som knytter sig direkte til projektemnet. Jf. foranalysens metodeafsnit er der desuden skabt kendskab til de særlige kendetegn ved den anvendte teknologiteori, ved anvendelse af appliceringer, som dermed varetager implementeringen af teorien i henhold til projektanalyserne.

I sin helhed er der gennem projektet dannet viden om den nationale forskning, og samtidig er projektets emneområde også undersøgt på internationalt plan. Her er der skabt forståelse og viden om manglen på videnskabelige forskningsprojekter vedr. emnet, hvorfor dette projekt må opfattes som værende banebrydende og innovativt.

14.4.2 Færdigheder

Der er gennem projektet opnået færdigheder vedr. planlægning og gennemførsel af et semesterprojekt, hvor et højt fagligt og akademisk niveau menes opnået. Dette skyldes anvendelsen af relevante metoder, hvor disse har været styrende for projektets fremgang. Metodevalg og den generelle planlægning har således været rettesnor gennem analyserne, hvor resultaterne skulle afspejle de opstillede problemer. Metodevalget er gjort ud fra en vurdering om hvilke metoder der fandtes mest anvendelige, til de problemstillinger som er opstillet for rapportens første- og anden del. Set i retrospektiv, har metodevalget fungeret hensigtsmæssigt. Egnetheden af de valgte metoder, er derfor, af gruppen, vurderet som værende høj.

Projektets relevans for uddannelsen er betydelig, da projektemnet læner sig direkte op ad landinspektørens monopoliserede matrikulære arbejde. Herved dannes der et fagligt bånd mellem det undersøgte samt projektets analyser.

I de foretagende analyser og undersøgelser, er der både opnået vurderingsmæssige færdigheder ved anvendelse af empiri af egen droneflyvning samt empiri dannet af eksterne kilder. En kritisk vurdering af både egen samt ekstern empiri har været foretaget, for at sikre brugbare resultater. Herved dannes fortroligt og anvendeligt data.

Efter hovedanalysens konklusion er der udarbejdet dette efterskrift. Efterskriftet omhandler bl.a. et skriv omhandlende fremadrettede strategier vedr. implementering af UAS til matrikulære arbejder, hvor samfundsteorien er i fokus. Herved opstilles der tanker og overvejelser vedr. den videre anvendelse af teknologien.

Slutteligt har der gennem hele projektet været fokus på formidling af projektets problem, ved at anvende et skriftsprog til gavn for alle typer læsere. Dette kommer f.eks. til udtryk ved, at

den anvendte og undersøgte jura, er omsat til forståeligt materiale, hvor læseren bliver guidet gennem de omhandlende paragraffer på forståeligt sprog.

14.4.3 Kompetencer

Gennem projektet er der også opnået kompetencer, som gør gruppen i stand til at danne syntese mellem problemformuleringerne samt de empiriske analyser og undersøgelser, hvilket danner grundlag for konklusionen. Dette begrundes med, at de foretagende analyser har været støttende og kombineret indbyrdes - f.eks. ved undersøgelse af juraen, teknologien samt anvendelsesmulighederne til anvendelse af matrikulært arbejde. Denne kompetence indeholder også aspektet vedr. rekvirering og tilegnelse af den nyeste viden, inden for projektemnet. Dette kommer til udtryk ved anvendelsen af den nyeste regulering samt indsigten i teknologiens nuværende stadie mht. hvad der teknologisk er muligt.

Litteratur

Andersen, 1990. Ib Andersen. *Valg af organisationssociologiske metoder - et kombinationsperspektiv.* ISBN: 87-593-0229-1, Hardback, 1. udgave. Samfundslitteratur, 1990.

Andersen, 2013. Ib Andersen. *Den skinbarlige virkelighed - vidensproduktion i samfundsvidenskaberne.* ISBN: 978-87-593-1650-4, Hardback, 5. udgave. Samfundslitteratur, 2013.

AutoCAD, 2020. AutoCAD. *Insert/attach tiff.* `https://forums.autodesk.com/t5/autocad-raster-design-forum/insert-attach-tiff/td-p/7215483?us_oa=akn-us&us_si=1e6a5d05-b52a-4181-a13b-0dedbae8b2a6&us_st=tiff`, 2020. Downloadet: 31-05-2021.

Aviapages, 2021. Aviapages. *EKYT (AAL), Aalborg.* `https://aviapages.com/airport/ekyt/`, 2021. Downloadet: 26-05-2021.

Bentley, 2010. Bentley. *Data Acquisition.* `https://www.bentleyuser.dk/sites/default/files/2010_e6.pdf`, 2010. Downloadet: 31-05-2021.

Brande-Lavridsen, 1993. O. Brande-Lavridsen. *Fotogrammetri.* ISBN: 87-89088-53-0, PDF, 9. udgave. Aalborg Universitetscenter, 1993.

Carter et al., 2012. Jamie Carter, Keil Schmid, Kirk Waters, Lindy Betzhold, Brian Hadley, Rebecca Mataosky og Jennifer Halleran. *An Introduction to Lidar Technology, Data, and Applications.* `https://coast.noaa.gov/data/digitalcoast/pdf/lidar-101.pdf`, 2012. Downloadet: 28-02-2021.

Cotten-Martin, 2020. Jaylond Cotten-Martin. *Hyperspectral and Multispectral Imaging.* `https://www.photonics.com/Articles/Hyperspectral_and_Multispectral_Imaging/a65595`, 2020. Downloadet: 02-03-2021.

COWI, 2021. COWI. *COWI.* `https://www.cowi.dk/`, 2021. Downloadet: 15-02-2021.

Den Store Danske, 2015. Den Store Danske. *Koncession.* `https://denstoredanske.lex.dk/koncession`, 2015. Downloadet: 19-04-2021.

Droner.DK, 2021. Droner.DK. *Droner.DK.* `https://droner.dk`, 2021. Downloadet: 16-04-2021.

DSS, 2021. DSS. *Aerial Drone Survey.* `https://dronesurveyschool.com`, 2021. Downloadet: 28-05-2021.

EASA, 2021. EASA. *Specific Category.* https://www.easa.europa.eu/domains/civil-drones-rpas/specific-category-civil-drones, 2021. Downloadet: 28-05-2021.

Esri, 2020. Esri. *Displaying specific raster formats.* https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/displaying-specific-raster-formats.htm, 2020. Downloadet: 31-05-2021.

Europa-kommissionen, 2020. Europa-kommissionen. *Kommissionens gennemførelsesforordning (EU) 2019/947 af 24. maj 2019 om regler og procedurer for operation af ubemandede luftfartøjer.* https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0947&from=EN, 2020. Downloadet: 18-02-2021.

Evald, 2011. Jens Evald. *At tænke juridisk.* ISBN: 978-87-7673-231-8, Paperback, 4. udgave. Nyt Juridisk Forlag, 2011.

Flir, 2020. Flir. *How do Thermal Cameras Work.* https://www.flir.eu/discover/rd-science/how-do-thermal-cameras-work/, 2020. Downloadet: 01-03-2021.

FOSAKO, 2021. FOSAKO. *Droner i de danske kommuner 2020.* http://fosako.dk/wp-content/uploads/FOSAKO-droneunders%C3%B8gelse-2020.pdf, 2021. Downloadet: 21-02-2021.

GeoCAD, 2011. GeoCAD. *GeoCAD - Manual.* http://www.geocad.dk/tekst/manual/GeoCAD%20manual.pdf, 2011. Downloadet: 31-05-2021.

Geodatastyrelsen, 2020. Geodatastyrelsen. *Guide over dokumentation ved matrikulære ændringer_februar2020.* https://gst.dk/media/6673/guide-over-dokumentation-ved-matrikulaere-aendringer_februar2020.pdf, 2020. Downloadet: 26-04-2021.

Geodatastyrelsen, 2001a. Geodatastyrelsen. *Opmålingsdokumenter.* https://gst.dk/matriklen/matrikulaer-sagsbehandling/vejledning-om-matrikulaere-arbejder/16-opmaalingsdokumenter, 2001a. Downloadet: 29-04-2021.

Geodatastyrelsen, 2001b. Geodatastyrelsen. *Vejledning om matrikulære arbejder.* https://www.retsinformation.dk/eli/mt/2001/46, 2001b. Downloadet: 07-05-2021.

Geopartner, 2021a. Geopartner. *Dronekortlægning og Droneinspektion.* https://geopartner.dk/ydelser/dronekortlaegning-og-droneinspektion/, 2021a. Downloadet: 12-02-2021.

Geopartner, 2021b. Geopartner. *Droneopmåling og volumenberegning til råstofindvinding.* https://geopartner.dk/ydelser/droneopmaaling-og-volumenberegning-til-raastofindvinding/, 2021b. Downloadet: 12-02-2021.

Humboldt State University, 2019. Humboldt State University. *Image Bands*. https://gsp.humboldt.edu/OLM/Courses/GSP_216_Online/lesson3-1/bands.html, 2019. Downloadet: 23-02-2021.

Justitsministeriet, 2020. Justitsministeriet. *Lovbekendtgørelse 2020-11-17 nr. 1650 Straffeloven*. https://pro.karnovgroup.dk/document/7000870164/1, 2020. Downloadet: 07-05-2021.

Karnov, 2021. Karnov. *Karnov*. https://pro.karnovgroup.dk/, 2021. Downloadet: 23-04-2021.

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2020. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. *Bekendtgørelse om matrikulære arbejder*. https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2020/1892, 2020. Downloadet: 01-03-2021.

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2008. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. *Vejledning om RTK-tjenester*. https://www.retsinformation.dk/eli/mt/2008/63, 2008. Downloadet: 06-04-2021.

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet, 2018. Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet. *Bekendtgørelse af lov om udstykning og anden registrering i matriklen*. https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2018/769, 2018. Downloadet: 01-03-2021.

Kortforsyningen, 2021. Kortforsyningen. *Matrikelkort*, 2021. URL https://download.kortforsyningen.dk/content/matrikelkortet. Downloadet: 10-05-2021.

Kortforsyningen, 2020. Kortforsyningen. *WMS-tjeneste*, 2020. URL https://kortforsyningen.dk/content/wms. Downloadet: 04-05-2020.

LandCAD, 2020. LandCAD. *LandCAD - forside*. http://www.landcad.dk, 2020. Downloadet: 31-05-2021.

LE34, 2021. LE34. *Droneopmåling*. https://www.le34.dk/da/ydelser/droneopmaaling/, 2021. Downloadet: 12-02-2021.

Miljø- og Fødevareministeriet, 2019a. Miljø- og Fødevareministeriet. *Miljøbeskyttelsesloven*. https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/1218, 2019a. Downloadet: 24-02-2021.

Miljø- og Fødevareministeriet, 2019b. Miljø- og Fødevareministeriet. *Naturbeskyttelsesloven*. https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2019/240, 2019b. Downloadet: 24-02-2021.

Miljø- og Fødevareministeriet, 2020. Miljø- og Fødevareministeriet. *Bekendtgørelse af lov om råstoffer*. https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2017/124, 2020. Downloadet: 01-03-2021.

Müller et al., 1986. Jens Müller, Arne Remmen og Per Christensen. *Samfundets teknologi - teknologiens samfund*. ISBN: 87-7351-491-8, Paperback, 2. udgave. Systime A/S, 1986.

Niras, 2021. Niras. *Niras*. https://www.niras.dk/, 2021. Downloadet: 15-02-2021.

Novgorodova, 2015. Ganna Novgorodova. *CONCERNING THE LIGHT. REMOTE SENSING BASICS*. http://www.50northspatial.org/concerning-the-light/, 2015. Downloadet: 19-03-2021.

Nørholm et al., 2020. Filip Nørholm, Simon L. Reinert og Jens H. F. Overgaard. *Advantages of using RTK enabled UAVs in surveying*, Aalborg Universitet, 2020.

Omega, 2019. Omega. *Thermal Imaging Camera*. https://www.omega.com/en-us/resources/thermal-imagers, 2019. Downloadet: 01-03-2021.

Penn State - Department of Geography, 2021. Penn State - Department of Geography. *RTK and the Federal Communications Commission (FCC)*. https://www.e-education.psu.edu/geog862/node/1845, 2021. Downloadet: 29-04-2021.

Qgis, 2020. Qgis. *Loading raster data in QGIS*. https://docs.qgis.org/2.8/en/docs/user_manual/working_with_raster/supported_data.html, 2020. Downloadet: 31-05-2021.

Retsinformation, 2021. Retsinformation. *Retsinformation*. https://www.retsinformation.dk/, 2021. Downloadet: 23-04-2021.

Rogers et al., 2020. Stephanie R. Rogers, Ian Manning og Williams Livingstone. *Comparing the Spatial Accuracy of Digital Surface Models from Four Unoccupied Aerial Systems: Photogrammetry Versus LiDAR*, Department og Geosciences, Auburn University, 2020.

Schroth et al., 2020. Lukas Schroth, Hendrik Bödecker og Millie Radovic. *Drone market report 2020 - 2025*. Rapport fra Drone Industry Insights, Juni 2020, sidetal ukendt (sample–udgave), 2020.

Simonsen et al., 2019a. Rina Valeur Simonsen, Malene Hartung, Kirstine Clemens Brejndal-Hansen og Stig Yding Sørensen. *Global trends - Explosion in the number of patents related to umanned aerial systems*. Rapport fra DTU, Udgivet i 2019, 36 sider, 2019a.

Simonsen et al., 2019b. Rina Valeur Simonsen, Malene Hartung, Kirstine Clemens Brejndal-Hansen, Stig Yding Sørensen, Kristian Oluf Sylvester-Hvid og David Klein. *Global trends of umanned aerial systems*. Rapport fra DTU, Udgivet i 2019, 44 sider, 2019b.

Statsministeriet, 1953. Statsministeriet. *Danmarks Riges Grundlov*. https://www.retsinformation.dk/eli/lta/1953/169, 1953. Downloadet: 12-05-2021.

Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, 2020a. Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering. *RTK-tjenester*. https://sdfe.dk/saadan-arbejder-vi-med-data/geodaesi-og-referencenet/rtk-tjenester/3, 2020a. Downloadet: 06-04-2021.

Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering, 2020b. Styrelsen for Dataforsyning og Effektivisering. *Danmarks Højdemodel*. https://sdfe.dk/hent-data/danmarks-hoejdemodel/, 2020b. Downloadet: 11-03-2021.

Torres, 2021. Gabriel Torres. *Drone photogrammetry vs. LIDAR: what sensor to choose for a given application*. https://wingtra.com/drone-photogrammetry-vs-lidar/, 2021. Downloadet: 18-03-2021.

Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2020a. Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. *Dronebekendtgørelsen*. https://pro.karnovgroup.dk/document/7000861274/1#toc, 2020a. Downloadet: 15-02-2021.

Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2017. Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. *Luftfartsloven*. https://pro.karnovgroup.dk/document/7000861574/1#LBKG20171149_P1A, 2017. Downloadet: 15-02-2021.

Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2020b. Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen. *Droneflyvning i underkategori A1 og A3*, Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen, 2020b.

Figurer

1.1 Optagelse af patenter pr. år fra 1990 til 2018. Det skal bemærkes, at patenterne, som er medtaget i grafen, omhandler UAS, og dermed ikke kun en bestemt type drone. [Simonsen et al., 2019a] 1
1.2 Figuren illustrerer den forventede udvikling på dronemarkedet. Det forventes således, at der i år 2025 er en omsætning på ca. 42,8 milliarder US dollars, når det baserer sig på det kommercielle- og det private marked. Det forventes dermed, at omsætningen øges med knap 14% hvert år i gennemsnit (CAGR). [Schroth et al., 2020] 2

3.1 Strukturdiagram til foranalysen. 9
3.2 Den ene del af forståelsen af sammenhængen mellem teknologi og samfund. 14
3.3 Den anden del af forståelsen af sammenhængen mellem teknologi og samfund. . . 14
3.4 Den tredje del af forståelsen af sammenhængen mellem teknologi og samfund. . . . 15
3.5 Den fjerde del af forståelsen af sammenhængen mellem teknologi og samfund. . . . 15
3.6 De fire delelementer sammensat i et puslespil, som symbolsk skal vise, at der er samspil mellem delelementerne. 16

4.1 Kommunernes tilfredshed med den nye droneteknologi. [FOSAKO, 2021] 21

5.1 Overblik over retskildernes relationer til hinanden ifølge lex superior-princippet. . . 26
5.2 Den Åbne kategori med underkategorierne A1, A2 og A3 samt de fem C klasser. . . 27

6.1 Figur der bl.a. viser det lysspektrum det menneskelige øje kan opfatte. [Novgorodova, 2015] 36
6.2 Visuelt eksempel ifm. fotogrammetri der viser hvad der menes med længde- og sideoverlap. [DSS, 2021] 37
6.3 Visuelt eksempel ifm. LiDAR-scanning. [Torres, 2021] 38
6.4 Eksempel på forskellen mellem LiDAR og fotogrammetri. Billede a er data skabt af en LiDAR-scanning og billede b er vha. fotogrammetri. Her er det tydeligt, at ved vegetation giver en LiDAR-scanning et langt mere komplet billede af virkeligheden. [Torres, 2021] 39

9.1 Strukturdiagram til hovedanalysen. 49

11.1 Visualisering af nøjagtighedskravet til RTK-tjenesterne. Figuren til venstre viser planen og figuren til højre viser koten. >95% af alle afvigelser skal befinde sig inde for det blå område. 60
11.2 Foto af eksempel på en markering af et paspunkt. 62
11.3 Foto af eksempel på en opmåling af et kontrolpunkt. 62
11.4 Resultatet af orienteringen af ortomosaikken vha. paspunkterne. 63

11.5 Resultatet af orienteringen af ortomosaikken vha. paspunkterne. Den grønne markering er det udpegede punkt i ortomosaikken. Den røde markering er det GPS-målte kontrolpunkt. 64

12.1 Udsnit af punktskyen, som er dannet ud fra droneflyvningen med et RGB-kamera monteret. 68
12.2 Figuren viser matrikelkortet på den orienterede ortomosaik fra droneflyvningen. Det er tydeligt, at der med en GSD på blot 0,9cm/px, er bedre grundlag for en udpegning af en eventuel skelgrænse (f.eks. ifm. en teknisk ændring). Det er tydeligt, at skellet her ikke løber i vandløbsmidte.

Anvendt data: Jordstykke fra matrikelkort [Kortforsyningen, 2021] 69
12.3 Figuren understreger det tvivlsomme grundlag for udpegelse af nye skelgrænser. Der vil kunne sættes spørgsmålstegn ved hvor den reelle vandløbsmidte er. Her er anvendt et alm. ortofoto fra SDFE hvor ortofotoet har en GSD på 12,5cm/px.
Anvendt data: GeoDanmark ortofoto 2020 12,5cm. [Kortforsyningen, 2020], Jordstykke fra matrikelkort [Kortforsyningen, 2021] 69
12.4 Eksempel på et område hvor der er overensstemmelse mellem matrikelkortets angivelse af skel og det dertilhørende måleblads koordinater. 70
12.5 Samme område hvor målebladet er georefereret på plads, henover de samme skelpunkter. Sammenfaldet mellem det digitale matrikelkort og målebladet er tydeligt. 71

13.1 Brikken omhandlende UAS, som er appliceringen af produkt, er her vist som værende det manglende delelement. 75

14.1 Samspillet mellem teknologianalysen og samfundsanalysen. 80

D.1 Sammenligning af UAS absolutte fejl i planen med og uden indbygget RTK samt med og uden kalibrering af kameraet. GCP står for Ground Control Point hvilket på dansk oversættes til paspunkt. [Nørholm et al., 2020] 117
D.2 Sammenligning af UAS absolutte fejl på koten med og uden indbygget RTK samt med og uden kalibrering af kameraet. GCP står for Ground Control Point hvilket på dansk oversættes til paspunkt. [Nørholm et al., 2020] 117

E.1 Oversigt over dokumentation ved matrikulære ændringer. [Geodatastyrelsen, 2020] 119

Tabeller

4.1 Tabel der viser de ydelser som Geopartner, LE34, COWI og NIRAS reklamerer med på deres hjemmesider. [Geopartner, 2021a], [Geopartner, 2021b], [LE34, 2021], [COWI, 2021] og [Niras, 2021] 18
4.2 Tabel indeholder information fra virksomhedernes hjemmesider samt fra interviews. De gule markeringer viser ydelser, der kan klassificeres som arealforvaltningsopgaver og/eller landinspektørfaglige opgaver. 22

11.1 Tabel over afvigelser på kontrolpunkterne hvor de målte GPS-punkter er sammenlignet med koordinater udpeget i den orienterede ortomosaik. 63

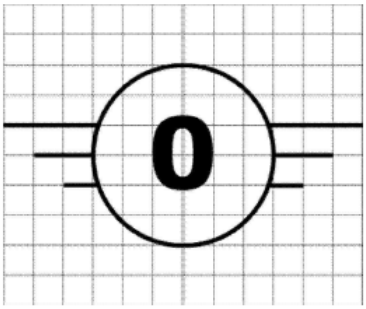
Delegerede forordning 2019-947 - Bilag Del 1-5

BILAG

DEL 1

Krav til et ubemandet luftfartøjssystem i klasse C0

Et UAS i klasse C0 er forsynet med følgende identifikationsmærke for klassen på det ubemandede luftfartøj:



Et UAS i klasse C0 skal opfylde følgende krav:

1) have en MTOM på under 250 g, inklusive nyttelast

2) have en maksimal hastighed ved horisontalflyvning på 19 m/s

3) have en maksimal højde over startpunktet på 120 m

4) kunne styres på en sikker måde med hensyn til stabilitet, manøvredygtighed og præstationsniveauer for dataforbindelsen af en fjernpilot, der følger fabrikantens anvisninger, om nødvendigt under alle forventede driftsbetingelser, herunder efter svigt i et eller i givet fald flere systemer

5) være konstrueret og fremstillet på en sådan måde, at risikoen for skade på mennesker under operationer minimeres, og skarpe kanter undgås, medmindre de er teknisk uundgåelige ved god konstruktions- og fremstillingspraksis. Hvis det er udstyret med propeller, skal det konstrueres på en sådan måde, at enhver skade, der påføres af propelbladene, begrænses

6) være eldrevet og have en nominel elektrisk spænding, der ikke overstiger 24 volt jævnstrøm eller tilsvarende vekselstrøm, ingen tilgængelige dele må have en spænding på over 24 volt jævnstrøm eller tilsvarende vekselstrøm, og den indre spænding må ikke overstige 24 volt jævnstrøm eller tilsvarende vekselstrøm, medmindre det sikres, at den kombination af spænding og strøm, der frembringes, ikke kan forårsage nogen risiko eller give skadelige elektriske stød, heller ikke hvis UAS'et beskadiges

7) have en maksimal afstand fra fjernpiloten på 50 m og gøre det muligt for fjernpiloten at genvinde kontrollen over UA'et, hvis det er udstyret med en follow-me-tilstand og denne funktion er tændt

8) bringes i omsætning med en brugervejledning med angivelse af:

   a) UA'ets egenskaber, herunder, men ikke begrænset til:

      — UA-klasse

      — UA-masse (med en beskrivelse af referencekonfigurationen) og den maksimale startmasse (MTOM)

      — generelle egenskaber for tilladt nyttelast i form af massedimensioner, grænseflader med UA'et og andre mulige restriktioner

      — udstyr og software til fjernkontrol af UA'et

      — en beskrivelse af UA'ets flyveegenskaber i tilfælde af tab af dataforbindelse

   b) en klar betjeningsvejledning

   c) driftsbegrænsninger (herunder, men ikke begrænset til vejrforhold og dag-/natoperationer)

   d) en dækkende beskrivelse af alle de risici, der er forbundet med UAS-operationer, tilpasset brugerens alder

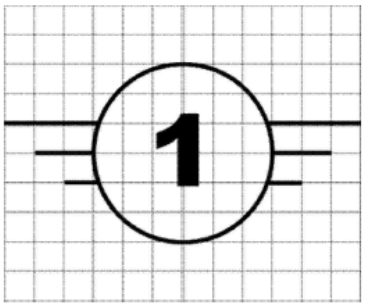
9) indeholde en informationsmeddelelse fra Den Europæiske Unions Luftfartssikkerhedsagentur (EASA) med oplysninger om gældende begrænsninger og forpligtelser i henhold til gennemførelsesforordning (EU) 2019/947.

10) Punkt 4, 5 og 6 finder ikke anvendelse på UAS'er, som er legetøj i henhold til direktiv 2009/48/EF om sikkerhedskrav til legetøj.

DEL 2

Krav til et ubemandet luftfartøjssystem i klasse C1

Et UAS i klasse C1 er forsynet med følgende identifikationsmærke for klassen på det ubemandede luftfartøj:



Et UAS i klasse C1 skal opfylde følgende krav:

1) være fremstillet af materialer og have ydeevneegenskaber og fysiske egenskaber, der sikrer, at den energi, der overføres til hovedet i tilfælde af stødpåvirkning ved terminalhastighed, er under 80 J, eller alternativt have en MTOM på under 900 g, inklusive nyttelast

2) have en maksimal hastighed ved horisontalflyvning på 19 m/s

3) kunne opnå en maksimal højde over startpunktet på 120 m eller være udstyret med et system, der begrænser højden over overfladen eller over startpunktet til 120 m eller til en værdi, der kan vælges af fjernpiloten. Hvis værdien kan vælges, skal der gives klare oplysninger om UA'ets højde over overfladen eller startpunktet til fjernpiloten

4) kunne styres på en sikker måde med hensyn til stabilitet, manøvredygtighed og præstationsniveauer for dataforbindelsen af en fjernpilot, der følger fabrikantens anvisninger, om nødvendigt under alle forventede driftsbetingelser, herunder efter svigt i et eller i givet fald flere systemer

5) have den fornødne mekaniske modstandskraft, herunder enhver nødvendig sikkerhedsfaktor og, hvor det er relevant, stabilitet til at modstå enhver belastning, som det udsættes for under brug, uden at der opstår brud eller deformation, som kan forstyrre flyvesikkerheden

6) være konstrueret og fremstillet på en sådan måde, at risikoen for skade på mennesker under operationer minimeres, og skarpe kanter undgås, medmindre de er teknisk uundgåelige ved god konstruktions- og fremstillingspraksis. Hvis det er udstyret med propeller, skal det konstrueres på en sådan måde, at enhver skade, der påføres af propelbladene, begrænses

7) have en pålidelig og forudsigelig metode til at sikre, at UA'et kan genetablere dataforbindelsen eller bringe flyvningen til ophør på en måde, der reducerer indvirkningen på tredjeparter i luften eller på jorden i tilfælde af tab af dataforbindelse

8) have et garanteret A-vægtet lydeffektniveau L_{WA} målt i henhold til del 13, som ikke overstiger de niveauer, der er fastsat i del 15, medmindre det er et fastvinget UA

9) have angivelsen af det garanterede A-vægtede lydeffektniveau anbragt på UA'et og/eller dets emballage i henhold til del 14, medmindre det er et fastvinget UA

10) være eldrevet og have en nominel elektrisk spænding, der ikke overstiger 24 volt jævnstrøm eller tilsvarende vekselstrøm, ingen tilgængelige dele må have en spænding på over 24 volt jævnstrøm eller tilsvarende vekselstrøm, og den indre spænding må ikke overstige 24 volt jævnstrøm eller tilsvarende vekselstrøm, medmindre det sikres, at den kombination af spænding og strøm, der frembringes, ikke kan forårsage nogen risiko eller give skadelige elektriske stød, heller ikke hvis UAS'et beskadiges

11) have et unikt fysisk serienummer, der opfylder ANSI/CTA-2063-standarden »Small Unmanned Aerial Systems Serial Numbers«

12) have en direkte fjernidentifikation, som:

a) tillader indlæsning af UAS-operatørens registreringsnummer, jf. artikel 14 i gennemførelsesforordning (EU) 2019/947, og udelukkende følger den procedure, der er fastlagt for registreringssystemet

b) sikrer direkte periodisk transmission fra UA'et i realtid under hele flyvningen ved brug af en åben og dokumenteret transmissionsprotokol af følgende oplysninger, således at de kan modtages direkte via eksisterende mobile enheder inden for sendeområdet:

i) UAS-operatørens registreringsnummer

ii) UA'ets unikke fysiske serienummer, der opfylder ANSI/CTA-2063-standarden

iii) UA'ets geografiske position og højde over overfladen eller startpunktet

iv) kursen målt med uret fra geografisk nord og UA'ets hastighed ved jorden, og

v) fjernpilotens geografiske position, eller hvis ikke tilgængelig, startpunktet.

c) sikrer, at brugeren ikke kan ændre de oplysninger, der er nævnt i punkt b), nr. ii), iii), iv) og v).

13) være udstyret med et geo-awareness-system, der:

a) har en grænseflade til indlæsning og ajourføring af data med oplysninger om luftrumsrestriktioner for UA'ets position og højde i forbindelse med operation i visse geografiske zoner som defineret i artikel 15 i gennemførelsesforordning (EU) 2019/947, som sikrer, at indlæsningen eller ajourføringen af disse data ikke forringer dens integritet og gyldighed

b) giver fjernpiloten et advarselssignal, når der detekteres en potentiel overtrædelse af luftrumsrestriktioner

c) giver fjernpiloten oplysninger om UA'ets tilstand samt et advarselssignal, når dets positionerings- eller navigationssystemer ikke kan sikre, at geo-awareness-systemet fungerer korrekt

14) hvis UA'et har en funktion, der begrænser dets adgang til visse områder eller dele af luftrummet, skal denne funktion interagere gnidningsløst med UA'ets flyvekontrolsystem uden at påvirke flyvesikkerheden negativt, og desuden skal der gives klare oplysninger til fjernpiloten, hvis denne funktion forhindrer UA'et i at flyve ind i disse områder eller dele af luftrummet

15) give fjernpiloten en klar advarsel, når batteriet i UA'et eller dets kontrolstation når et lavt niveau, således at fjernpiloten har tilstrækkelig tid til at lande UA'et sikkert

16) være udstyret med lys for at sikre:

a) at UA'et kan styres

b) at UA'et er synligt om natten, og lysene skal derfor konstrueres således, at en person på jorden kan skelne mellem UA'et og et bemandet luftfartøj

17) have en maksimal afstand fra fjernpiloten på 50 m og gøre det muligt for fjernpiloten at genvinde kontrollen over UA'et, hvis det er udstyret med en follow-me-tilstand og denne funktion er tændt

18) bringes i omsætning med en brugervejledning med angivelse af:

a) UA'ets egenskaber, herunder, men ikke begrænset til:

— UA-klasse

— UA-masse (med en beskrivelse af referencekonfigurationen) og den maksimale startmasse (MTOM)

— generelle egenskaber for tilladt nyttelast i form af massedimensioner, grænseflader med UA og andre mulige restriktioner

— udstyr og software til fjernkontrol af UA'et

— referencen for den transmissionsprotokol, der anvendes til direkte fjernidentifikation

— lydeffektniveau

— en beskrivelse af UA'ets flyveegenskaber i tilfælde af tab af dataforbindelse

b) en klar betjeningsvejledning

c) proceduren for indlæsning af luftrumsrestriktioner

d) vedligeholdelsesinstrukser

e) fejlfindingsprocedurer

f) driftsbegrænsninger (herunder, men ikke begrænset til vejrforhold og dag-/natoperationer)

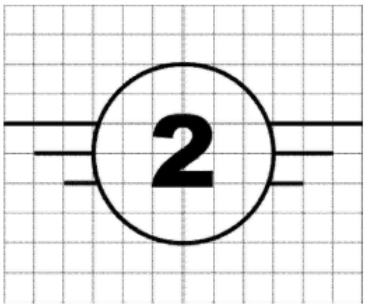
g) en dækkende beskrivelse af alle de risici, der er forbundet med UAS-operationer

19) indeholde en informationsmeddelelse fra EASA med oplysninger om gældende begrænsninger og forpligtelser i henhold til EU-retten.

DEL 3

Krav til et ubemandet luftfartøjssystem i klasse C2

Et UAS i klasse C2 er forsynet med følgende identifikationsmærke for klassen på det ubemandede luftfartøj:



Et UAS i klasse C2 skal opfylde følgende krav:

1) have en MTOM på under 4 kg, inklusive nyttelast

2) kunne opnå en maksimal højde over startpunktet på 120 m eller være udstyret med et system, der begrænser højden over overfladen eller over startpunktet til 120 m eller til en værdi, der kan vælges af fjernpiloten. Hvis værdien kan vælges, skal der gives klare oplysninger om UA'ets højde over overfladen eller startpunktet til fjernpiloten

3) kunne styres på en sikker måde med hensyn til stabilitet, manøvredygtighed og præstationsniveauer for dataforbindelse af en fjernpilot med tilstrækkelig kompetence som defineret i gennemførelsesforordning (EU) 2019/947, der følger fabrikantens anvisninger, om nødvendigt under alle forventede driftsbetingelser, herunder efter svigt i et eller i givet fald flere systemer

4) have den fornødne mekaniske modstandskraft, herunder enhver nødvendig sikkerhedsfaktor og, hvor det er relevant, stabilitet til at modstå enhver belastning, som det udsættes for under brug, uden at der opstår brud eller deformation, som kan forstyrre flyvesikkerheden

5) hvis der er tale om et fortøjet UA, have en fortøjning med en træklængde på højst 50 m og en mekanisk modstandskraft på mindst:

a) ti gange luftfartøjets vægt ved maksimal masse for luftfartøjer, der er tungere end luft

b) fire gange kraften forårsaget af kombinationen af det maksimale statiske skruetryk og den aerodynamiske kraft af den maksimalt tilladte vindhastighed under flyvning for luftfartøjer, der er lettere end luft

6) være konstrueret og fremstillet på en sådan måde, at risikoen for skade på mennesker under operationer minimeres, og skarpe kanter undgås, medmindre de er teknisk uundgåelige ved god konstruktions- og fremstillingspraksis. Hvis det er udstyret med propeller, skal det konstrueres på en sådan måde, at enhver skade, der påføres af propelbladene, begrænses

7) have en pålidelig og forudsigelig metode til at sikre, at UA'et kan genetablere dataforbindelsen eller bringe flyvningen til ophør på en måde, der reducerer indvirkningen på tredjeparter i luften eller på jorden i tilfælde af tab af dataforbindelse, medmindre det er et fortøjet luftfartøj

8) være udstyret med en dataforbindelse der er beskyttet mod uautoriseret adgang til kommando- og kontrolfunktionerne, medmindre det er et fortøjet luftfartøj

9) være udstyret med en energibesparende tilstand, der kan vælges af fjernpiloten, og som begrænser flyvefarten til maksimalt 3 m/s, medmindre det er et fastvinget UA

10) have et garanteret A-vægtet lydeffektniveau L_{WA} målt i henhold til del 13, som ikke overstiger de niveauer, der er fastsat i del 15, medmindre det er et fastvinget UA

11) have angivelsen af det garanterede A-vægtede lydeffektniveau anbragt på UA'et og/eller dets emballage i henhold til del 14, medmindre det er et fastvinget UA

12) være eldrevet og have en nominel elektrisk spænding, der ikke overstiger 48 volt jævnstrøm eller tilsvarende vekselstrøm, ingen tilgængelige dele må have en spænding på over 48 volt jævnstrøm eller tilsvarende vekselstrøm, og den indre spænding må ikke overstige 48 volt jævnstrøm eller tilsvarende vekselstrøm, medmindre det sikres, at den kombination af spænding og strøm, der frembringes, ikke kan forårsage nogen risiko eller give skadelige elektriske stød, heller ikke hvis UAS'et beskadiges

13) have et unikt fysisk serienummer, der opfylder ANSI/CTA-2063-standarden »Small Unmanned Aerial Systems Serial Numbers«

14) medmindre det er et fortøjet luftfartøj, have en direkte fjernidentifikation, som:

a) tillader indlæsning af UAS-operatørens registreringsnummer, jf. artikel 14 i gennemførelsesforordning (EU) 2019/947, og udelukkende følger den procedure, der er fastlagt for registreringssystemet

b) sikrer direkte periodisk transmission fra UA'et i realtid under hele flyvningen ved brug af en åben og dokumenteret transmissionsprotokol af følgende oplysninger, således at de kan modtages direkte via eksisterende mobile enheder inden for sendeområdet:

i) UAS-operatørens registreringsnummer

ii) UA'ets unikke fysiske serienummer, der opfylder ANSI/CTA-2063-standarden

iii) UA'ets geografiske position og højde over overfladen eller startpunktet

iv) kursen målt med uret fra geografisk nord og UA'ets hastighed ved jorden, og

v) fjernpilotens geografiske position.

c) sikrer, at brugeren ikke kan ændre de oplysninger, der er nævnt i punkt b), nr. ii), iii), iv) og v).

15) være udstyret med en geo-awareness-funktion, der:

a) har en grænseflade til indlæsning og ajourføring af data med oplysninger om luftrumsrestriktioner for UA'ets position og højde i forbindelse med operation i visse geografiske zoner som defineret i artikel 15 i gennemførelsesforordning (EU) 2019/947, som sikrer, at indlæsningen eller ajourføringen af disse data ikke forringer dens integritet og gyldighed

b) giver fjernpiloten et advarselssignal, når der detekteres en potentiel overtrædelse af luftrumsrestriktioner

c) giver oplysninger til fjernpiloten om UA'ets tilstand samt et advarselssignal, når dets positionerings- eller navigationssystemer ikke kan sikre, at geo-awareness-systemet fungerer korrekt

16) hvis UA'et har en funktion, der begrænser dets adgang til visse områder eller dele af luftrummet, skal denne funktion interagere gnidningsløst med UA'ets flyvekontrolsystem uden at påvirke flyvesikkerheden negativt, og desuden skal der gives klare oplysninger til fjernpiloten, hvis denne funktion forhindrer UA'et i at flyve ind i disse områder eller dele af luftrummet

17) give fjernpiloten en klar advarsel, når batteriet i UA'et eller i dets kontrolstation når et lavt niveau, således at fjernpiloten har tilstrækkelig tid til at lande UA'et sikkert

18) være udstyret med lys for at sikre:

1) at UA'et kan styres

2) at UA'et er synligt om natten, og lysene skal derfor konstrueres således, at en person på jorden kan skelne mellem UA'et og et bemandet luftfartøj

19) bringes i omsætning med en brugervejledning med angivelse af:

a) UA'ets egenskaber, herunder, men ikke begrænset til:

— UA-klasse

— UA-masse (med en beskrivelse af referencekonfigurationen) og den maksimale startmasse (MTOM)

— generelle egenskaber for tilladt nyttelast i form af massedimensioner, grænseflader med UA'et og andre mulige restriktioner

— udstyr og software til fjernkontrol af UA'et

— referencen for den transmissionsprotokol, der anvendes til direkte fjernidentifikation

— lydeffektniveau

— en beskrivelse af UA'ets flyveegenskaber i tilfælde af tab af dataforbindelse

b) en klar betjeningsvejledning

c) proceduren for indlæsning af luftrumsrestriktioner

d) vedligeholdelsesinstrukser

e) fejlfindingsprocedurer

f) driftsbegrænsninger (herunder, men ikke begrænset til vejrforhold og dag-/natoperationer)

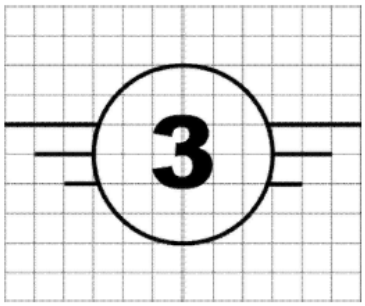
g) en dækkende beskrivelse af alle de risici, der er forbundet med UAS-operationer

(20) indeholde en informationsmeddelelse fra EASA med oplysninger om gældende begrænsninger og forpligtelser i henhold til EU-retten.

DEL 4

Krav til et ubemandet luftfartøjssystem i klasse C3

Et UAS i klasse C3 er forsynet med følgende identifikationsmærke for klassen på det ubemandede luftfartøj:



Et UAS i klasse C3 skal opfylde følgende krav:

1) have en MTOM på under 25 kg inklusive nyttelast, og en maksimal dimension på under 3 m

2) kunne opnå en maksimal højde over startpunktet på 120 m eller være udstyret med et system, der begrænser højden over overfladen eller over startpunktet til 120 m eller til en værdi, der kan vælges af fjernpiloten. Hvis værdien kan vælges, skal der gives klare oplysninger om UA'ets højde over overfladen eller startpunktet til fjernpiloten

3) kunne styres på en sikker måde med hensyn til stabilitet, manøvredygtighed og præstationsniveauer for dataforbindelse af en fjernpilot med tilstrækkelig kompetence som defineret i gennemførelsesforordning (EU) 2019/947, der følger fabrikantens anvisninger, om nødvendigt under alle forventede driftsbetingelser, herunder efter svigt i et eller i givet fald flere systemer

4) medmindre det er et fortøjet luftfartøj, have en fortøjning med en træklængde på højst 50 m og en mekanisk modstandskraft på mindst:

   a) ti gange luftfartøjets vægt ved maksimal masse for luftfartøjer, der er tungere end luft

   b) fire gange kraften forårsaget af kombinationen af det maksimale statiske skruetryk og den aerodynamiske kraft af den maksimalt tilladte vindhastighed under flyvning for luftfartøjer, der er lettere end luft

5) have en pålidelig og forudsigelig metode til at sikre, at UA'et kan genetablere dataforbindelsen eller bringe flyvningen til ophør på en måde, der reducerer indvirkningen på tredjeparter i luften eller på jorden i tilfælde af tab af dataforbindelse, medmindre det er et fortøjet luftfartøj

6) have angivelsen af det garanterede A-vægtede lydeffektniveau L_{WA} som målt i henhold til del 13 anbragt på UA'et og/eller dets emballage i henhold til del 14, medmindre det er et fastvinget UA

7) være eldrevet og have en nominel elektrisk spænding, der ikke overstiger 48 volt jævnstrøm eller tilsvarende vekselstrøm, ingen tilgængelige dele må have en spænding på over 48 volt jævnstrøm eller tilsvarende vekselstrøm, og den indre spænding må ikke overstige 48 volt jævnstrøm eller tilsvarende vekselstrøm, medmindre det sikres, at den kombination af spænding og strøm, der frembringes, ikke kan forårsage nogen risiko eller give skadelige elektriske stød, heller ikke hvis UAS'et beskadiges

8) have et unikt fysisk serienummer, der opfylder ANSI/CTA-2063-standarden »Small Unmanned Aerial Systems Serial Numbers«

9) medmindre det er et fortøjet luftfartøj, have en direkte fjernidentifikation, som:

   a) tillader indlæsning af UAS-operatørens registreringsnummer, jf. artikel 14 i gennemførelsesforordning (EU) 2019/947, og udelukkende følger den procedure, der er fastlagt for registreringssystemet

   b) sikrer direkte periodisk transmission fra UA'et i realtid under hele flyvningen ved brug af en åben og dokumenteret transmissionsprotokol af følgende oplysninger, således at de kan modtages direkte via eksisterende mobile enheder inden for sendeområdet:

      i) UAS-operatørens registreringsnummer

      ii) UA'ets unikke fysiske serienummer, der opfylder ANSI/CTA-2063-standarden

      iii) UA'ets geografiske position og højde over overfladen eller startpunktet

      iv) kursen målt med uret fra geografisk nord og UA'ets hastighed ved jorden, og

      v) fjernpilotens geografiske position.

   c) sikrer, at brugeren ikke kan ændre de oplysninger, der er nævnt i punkt b), nr. ii), iii), iv) og v).

10) være udstyret med en geo-awareness-funktion, der:

   a) har en grænseflade til indlæsning og ajourføring af data med oplysninger om luftrumsrestriktioner for UA'ets position og højde i forbindelse med operation i visse geografiske zoner som defineret i artikel 15 i gennemførelsesforordning (EU) 2019/947, som sikrer, at indlæsningen eller ajourføringen af disse data ikke forringer dens integritet og gyldighed

   b) giver fjernpiloten et advarselssignal, når der detekteres en potentiel overtrædelse af luftrumsrestriktioner

   c) giver oplysninger til fjernpiloten om UA'ets tilstand samt et advarselssignal, når dets positionerings- eller navigationssystemer ikke kan sikre, at geo-awareness-systemet fungerer korrekt

11) hvis UA'et har en funktion, der begrænser dets adgang til visse områder eller dele af luftrummet, skal denne funktion interagere gnidningsløst med UA'ets flyvekontrolsystem uden at påvirke flyvesikkerheden negativt, og desuden skal der gives klare oplysninger til fjernpiloten, hvis denne funktion forhindrer UA'et i at flyve ind i disse områder eller dele af luftrummet

12) være udstyret med en dataforbindelse der er beskyttet mod uautoriseret adgang til kommando- og kontrolfunktionerne, medmindre det er et fortøjet luftfartøj

13) give fjernpiloten en klar advarsel, når batteriet i UA'et eller i dets kontrolstation når et lavt niveau, således at fjernpiloten har tilstrækkelig tid til at lande UA'et sikkert

14) være udstyret med lys for at sikre:

1) at UA'et kan styres

2) at UA'et er synligt om natten, og lysene skal derfor konstrueres således, at en person på jorden kan skelne mellem UA'et og et bemandet luftfartøj

15) bringes i omsætning med en brugervejledning med angivelse af:

a) UA'ets egenskaber, herunder, men ikke begrænset til:

— UA-klasse

— UA-masse (med en beskrivelse af referencekonfigurationen) og den maksimale startmasse (MTOM)

— generelle egenskaber for tilladt nyttelast i form af massedimensioner, grænseflader med UA'et og andre mulige restriktioner

— udstyr og software til fjernkontrol af UA'et

— referencen for den transmissionsprotokol, der anvendes til direkte fjernidentifikation

— lydeffektniveau

— beskrivelse af UA'ets flyveegenskaber i tilfælde af tab af dataforbindelse

b) en klar betjeningsvejledning

c) proceduren for indlæsning af luftrumsrestriktioner

d) vedligeholdelsesinstrukser

e) fejlfindingsprocedurer

f) driftsbegrænsninger (herunder, men ikke begrænset til vejrforhold og dag-/natoperationer)

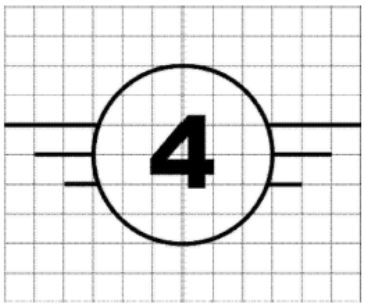
g) en dækkende beskrivelse af alle de risici, der er forbundet med UAS-operationer

16) indeholde en informationsmeddelelse fra EASA med oplysninger om gældende begrænsninger og forpligtelser i henhold til EU-retten.

DEL 5

Krav til et ubemandet luftfartøjssystem i klasse C4

Et UAS i klasse C4 er forsynet med følgende identifikationsmærke for klassen på det ubemandede luftfartøj:



Et UAS i klasse C4 skal opfylde følgende krav:

1) have en MTOM på under 25 kg, inklusive nyttelast

2) kunne styres på en sikker måde af en fjernpilot, der følger fabrikantens anvisninger, om nødvendigt under alle forventede driftsbetingelser, herunder efter svigt i et eller i givet fald flere systemer

3) må ikke have automatiske styringsfunktioner, undtagen til brug ved flyvestabilisering uden direkte indvirkning på flyvevejen og ved tab af forbindelse, forudsat at styregrejerne har en forudindstillet fast position i tilfælde af tab af forbindelse

4) bringes i omsætning med en brugervejledning med angivelse af:

a) UA'ets egenskaber, herunder, men ikke begrænset til:

— UA-klasse

— UA-masse (med en beskrivelse af referencekonfigurationen) og den maksimale startmasse (MTOM)

— generelle egenskaber for tilladt nyttelast i form af massedimensioner, grænseflader med UA'et og andre mulige restriktioner

— udstyr og software til fjernkontrol af UA'et

— en beskrivelse af UA'ets flyveegenskaber i tilfælde af tab af dataforbindelse

b) en klar betjeningsvejledning

c) vedligeholdelsesinstrukser

d) fejlfindingsprocedurer

e) driftsbegrænsninger (herunder, men ikke begrænset til vejrforhold og dag-/natoperationer)

f) en dækkende beskrivelse af alle de risici, der er forbundet med UAS-operationer

5) indeholde en informationsmeddelelse fra EASA med oplysninger om gældende begrænsninger og forpligtelser i henhold til EU-retten.

DEL 6

Krav til direkte fjernidentifikationsudstyr

Direkte fjernidentifikationsudstyr skal opfylde følgende krav:

1) tillade indlæsning af UAS-operatørens registreringsnummer, jf. artikel 14 i gennemførelsesforordning (EU) 2019/947, og udelukkende følge den procedure, der er fastlagt for registreringssystemet

2) have et fysisk serienummer, der opfylder ANSI/CTA-2063-standarden »Small Unmanned Aerial Systems Serial Numbers«, anført på udstyret og emballagen eller på brugervejledningen på en letlæselig måde

3) sikre direkte periodisk transmission fra UA'et i realtid under hele flyvningen ved brug af en åben og dokumenteret transmissionsprotokol af følgende oplysninger, således at de kan modtages direkte via eksisterende mobile enheder inden for sendeområdet:

i) UAS-operatørens registreringsnummer

ii) udstyrets unikke fysiske serienummer, der opfylder ANSI/CTA-2063-standarden

iii) UA'ets geografiske position og højde over overfladen eller startpunktet

iv) kursen målt med uret fra geografisk nord og UA'ets hastighed ved jorden, og

v) fjernpilotens geografiske position, eller hvis ikke tilgængelig, startpunktet.

4) sikre, at brugeren ikke kan ændre de oplysninger, der er nævnt i punkt. 3, nr. ii), iii), iv) og v).

5) bringes i omsætning med en brugervejledning med angivelse af referencen for den transmissionsprotokol, der anvendes til direkte fjernidentifikation, samt vejledning om:

a) installering af modulet på UA'et

b) indlæsning af UAS-operatørens registreringsnummer

B

EU-forordning 2019-947 - Bilag Del A og B

BILAG

UAS-OPERATIONER I DEN »ÅBNE« KATEGORI OG I DEN »SPECIFIKKE« KATEGORI

DEL A

UAS-OPERATIONER I DEN ÅBNE KATEGORI

UAS.OPEN.010 Generelle bestemmelser

1. UAS-operationer i den åbne kategori opdeles i tre underkategorier A1, A2 og A3 på grundlag af driftsbegrænsninger, krav til fjernpiloten og tekniske krav til UAS'er.

2. Hvis UAS-operationen omfatter flyvning af et ubemandet luftfartøj fra en naturlig højde i terrænet eller over terræn med naturlige bakker, skal det ubemandede luftfartøj holdes inden for en afstand af 120 m fra det punkt, der er tættest på jordens overflade. Målingen af afstande tilpasses terrænets geografiske forhold såsom flade områder, bakkeområder og bjerge.

3. Ved flyvning med et ubemandet luftfartøj inden for en horisontal afstand på 50 m fra en kunstig forhindring på over 105 m kan UAS-operationens maksimale højde forøges op til 15 m over forhindringens højde efter anmodning fra den enhed, der er ansvarlig for forhindringen.

4. Uanset punkt 2 kan ubemandede svævefly med en MTOM, inklusive nyttelast, på under 10 kg, flyves i en afstand på over 120 m fra det tætteste punkt på jordens overflade, forudsat at det ubemandede svævefly ikke flyves i en højde på mere end 120 m over fjernpiloten på noget tidspunkt.

UAS.OPEN.020 UAS-operationer i underkategori A1

UAS-operationer i underkategori A1 skal opfylde alle følgende betingelser:

1. udføres på en sådan måde, at det ubemandede luftfartøjs fjernpilot ikke overflyver personforsamlinger og med rimelighed ikke forventer at overflyve uvedkommende personer, hvis der er tale om et ubemandet luftfartøj som omhandlet i punkt 5, litra d). I tilfælde af uventet overflyvning af uvedkommende personer skal fjernpiloten så vidt muligt reducere tidsrummet for det ubemandede luftfartøjs overflyvning af disse personer

2. udføres på en sådan måde, at det ubemandede luftfartøjs fjernpilot kan overflyve uvedkommende personer, men aldrig overflyver personforsamlinger, hvis der er tale om et ubemandet luftfartøj som omhandlet i punkt 5, litra a), b) eller c)

3. uanset artikel 4, stk. 1, litra d), holdes luftfartøjet ved flyvning i follow-me-tilstand i en afstand på op til 50 m fra fjernpiloten

4. udføres af en fjernpilot:

   a) der har et godt kendskab til brugerhåndbogen fra UAS-fabrikanten

   b) der har gennemført et onlinekursus og bestået en onlineteoriprøve afholdt af den kompetente myndighed eller af en enhed, der er anerkendt af den kompetente myndighed i den medlemsstat, hvor UAS-operatøren er registreret, hvis der er tale om et ubemandet luftfartøj i klasse C1 som defineret i del 2 i bilaget til delegeret forordning (EU) 2019/945. Prøven skal bestå af 40 multiple-choice-spørgsmål behørigt fordelt på følgende emner:

      i) luftfartssikkerhed

      ii) luftrumsrestriktioner

      iii) luftfartsregler

      iv) menneskelig ydeevne og menneskelige begrænsninger

      v) operationelle procedurer

      vi) generel viden om UAS'er

vii) beskyttelse af privatlivets fred og databeskyttelse

viii) forsikring

ix) sikkerhed

5. udføres med et ubemandet luftfartøj, der:

a) har en MTOM, inklusive nyttelast, på under 250 g og en maksimal flyvehastighed på under 19 m/s, hvis der er tale om et privatbygget UAS, eller

b) opfylder kravene i artikel 20, litra a)

c) er mærket som klasse C0 og opfylder kravene til denne klasse som defineret i del 1 i bilaget til delegeret forordning (EU) 2019/945, eller

d) er mærket som klasse C1 og opfylder kravene til denne klasse som defineret i del 2 i bilaget til delegeret forordning (EU) 2019/945 og opereres med aktive og opdaterede direkte fjernidentifikations- og geo-awareness-systemer.

UAS.OPEN.030 UAS-operationer i underkategori A2

UAS-operationer i underkategori A2 skal opfylde alle følgende betingelser:

1. udføres på en sådan måde, at det ubemandede luftfartøj ikke overflyver uvedkommende personer, og UAS-operationerne skal udføres i en sikker horisontal afstand på mindst 30 meter fra dem. Fjernpiloten kan reducere den horisontale sikkerhedsafstand til minimum 5 m fra uvedkommende personer ved flyvning af et ubemandet luftfartøj i energibesparende tilstand og efter en vurdering af:

a) vejrforhold

b) det ubemandede luftfartøjs præstationer

c) segregation af det overfløjne område

2. udføres af en fjernpilot, som har et godt kendskab til brugerhåndbogen fra UAS-fabrikanten og er indehaver af et kompetencecertifikat for fjernpiloter udstedt af den kompetente myndighed eller af en enhed, der er anerkendt af den kompetente myndighed i den medlemsstat, hvor UAS-operatøren er registreret. Dette certifikat udstedes, når alle følgende betingelser er opfyldt i den angivne rækkefølge:

a) gennemførelse af et onlinekursus og bestået onlineteoriprøve, jf. punkt 4, litra b), i UAS.OPEN.020

b) gennemførelse af praktisk selvuddannelse i driftsbetingelserne i underkategori A3, jf. punkt 1 og 2 i UAS.OPEN.040

c) erklæring om gennemførelse af den i litra b) omhandlede praktiske selvuddannelse og bestået supplerende onlineteoriprøve afholdt af den kompetente myndighed eller af en enhed, der er anerkendt af den kompetente myndighed i den medlemsstat, hvor UAS-operatøren er registreret. Prøven skal omfatte mindst 30 multiple-choice-spørgsmål, som har til formål at vurdere fjernpilotens kendskab til de tekniske og operationelle foranstaltninger til afbødning af risici på jorden, behørigt fordelt på følgende emner:

i) meteorologi

ii) UAS-flyvepræstation

iii) tekniske og operationelle foranstaltninger til afbødning af risici på jorden

3. udføres med et ubemandet luftfartøj, som er mærket som klasse C2 og opfylder kravene til denne klasse som defineret i del 3 i bilaget til delegeret forordning (EU) 2019/945 og opereres med aktive og opdaterede direkte fjernidentifikations- og geo-awareness-systemer.

UAS.OPEN.040 UAS-operationer i underkategori A3

UAS-operationer i underkategori A3 skal opfylde alle følgende betingelser:

1. gennemføres i et område, hvor fjernpiloten med rimelighed ikke forventer, at uvedkommende personer vil blive bragt i fare i det område, hvor det ubemandede luftfartøj opereres, under hele UAS-operationen

2. udføres i en sikker horisontal afstand på mindst 150 m fra områder, der bruges til beboelse, erhverv, industri eller rekreative formål

3. udføres af en fjernpilot, der har gennemført et onlinekursus og bestået en onlineteoriprøve, jf. punkt 4, litra b), i UAS.OPEN.020

4. udføres med et ubemandet luftfartøj, der:

   a) har en MTOM, inklusive nyttelast, på under 25 kg, hvis der er tale om et privatbygget UAS, eller

   b) opfylder kravene i artikel 20, litra b)

   c) er mærket som klasse C2 og opfylder kravene til denne klasse som defineret i del 3 i bilaget til delegeret forordning (EU) 2019/945 og opereres med aktive og opdaterede direkte fjernidentifikations- og geo-awareness-systemer eller

   d) er mærket som klasse C3 og opfylder kravene til denne klasse som defineret i del 4 i bilaget til delegeret forordning (EU) 2019/945 og opereres med aktive og opdaterede direkte fjernidentifikations- og geo-awareness-systemer eller

   e) er mærket som klasse C4 og opfylder kravene til denne klasse som defineret i del 5 i bilaget til delegeret forordning (EU) 2019/945.

UAS.OPEN.050 UAS-operatørens ansvarsområder

UAS-operatøren skal opfylde alle følgende krav:

(1) udvikle operationelle procedurer, der er tilpasset den pågældende type operation og den involverede risiko

2. sikre, at alle operationer anvender radiofrekvenser på en effektiv måde og understøtter en effektiv radiofrekvensanvendelse, med henblik på at undgå skadelig interferens

3. udpege en fjernpilot for hver UAS-operation

4. sikre, at fjernpiloterne og alt andet personale, der udfører en opgave til støtte for operationerne, har et godt kendskab til brugerhåndbogen fra UAS-fabrikanten og

   a) har den fornødne kompetence i underkategorien for de planlagte UAS-operationer i overensstemmelse UAS.OPEN.020, UAS.OPEN.030 eller UAS.OPEN.040 til at udføre deres opgaver, eller — for andet personale end fjernpiloten — have gennemført en praktisk uddannelse på arbejdsstedet udviklet af operatøren

   b) har et indgående kendskab til UAS-operatørens procedurer

   c) modtager oplysninger af relevans for den planlagte UAS-operation om geografiske zoner, der er offentliggjort af den medlemsstat, hvor operationen skal finde sted, i henhold til artikel 15

5. ajourføre oplysningerne i geo-awareness-systemet, når det er relevant, om den planlagte lokalitet for operationen

6. hvis der er tale om en operation med et ubemandet luftfartøj i en af de klasser, der er defineret i del 1-5 i delegeret forordning (EU) 2019/945, sikre:

   a) at UAS'et ledsages af den tilknyttede EU-overensstemmelseserklæring, herunder en henvisning til den relevante klasse

   b) at identifikationsmærket for den pågældende klasse er anbragt på det ubemandede luftfartøj

7. sikre, at alle involverede personer, der er til stede i operationsområdet, er underrettet om risiciene og udtrykkeligt har sagt ja til at deltage, hvis der er tale om en UAS-operation i underkategori A2 eller A3.

UAS.OPEN.060 Fjernpilotens ansvarsområder

1. Inden påbegyndelsen af en UAS-operation skal fjernpiloten:

   a) have den fornødne kompetence i underkategorien for de planlagte UAS-operationer i overensstemmelse UAS. OPEN.020, UAS.OPEN.030 eller UAS.OPEN.040 til at udføre sin opgave og dokumentere sin kompetence til at operere UAS'et, undtagen ved operation af ubemandede luftfartøjer som omhandlet i punkt 5, litra a), b) og c), i UAS.OPEN.020

   b) indhente ajourførte oplysninger af relevans for den planlagte UAS-operation om geografiske zoner, der er offentliggjort af den medlemsstat, hvor operationen skal finde sted, i henhold til artikel 15

   c) observere driftsforholdene, kontrollere, om der er forhindringer og, undtagen ved operation af et ubemandet luftfartøj i underkategori A1 som omhandlet i punkt 5, litra a), b) og c), i UAS.OPEN.020, kontrollere, om der er uvedkommende personer til stede

   d) sikre, at UAS'et er i en driftssikker tilstand, således at den planlagte flyvning kan gennemføres sikkert, og, hvis det er relevant, kontrollere, om den direkte fjernidentifikation fungerer korrekt

   e) kontrollere, at UAS'ets masse ikke overstiger den af fabrikanten fastsatte MTOM eller MTOM-grænsen for klassen, hvis det er udstyret med en ekstra nyttelast.

2. Under flyvningen skal fjernpiloten:

   a) undlade at varetage opgaver, hvis vedkommende er påvirket af psykoaktive stoffer eller alkohol eller er uegnet til at varetage opgaverne på grund af fysiske skader, træthed, medicinering, sygdom eller andre årsager

   b) holde det ubemandede luftfartøj i VLOS og opretholde en grundig visuel scanning af luftrummet omkring det ubemandede luftfartøj for at undgå enhver risiko for kollision med bemandede luftfartøjer. Fjernpiloten skal afbryde flyvningen, hvis operationen udgør en risiko for andre luftfartøjer, mennesker, dyr, miljø eller ejendom

   c) overholde driftsbegrænsningerne i de geografiske zoner, der er afgrænset i henhold til artikel 15

   d) være i stand til at opretholde kontrollen over det ubemandede luftfartøj, undtagen i tilfælde tab af forbindelse eller ved operation af et ubemandet luftfartøj i fri flyvning

   e) operere UAS'et i overensstemmelse med brugerhåndbogen fra fabrikanten, herunder med eventuelle begrænsninger

   f) overholde operatørens tilgængelige procedurer.

3. Under flyvningen må fjernpiloter og UAS-operatører ikke flyve tæt på eller i områder, hvor der pågår en beredskabsindsats, medmindre de har tilladelse hertil fra de ansvarlige beredskabstjenester.

4. Med henblik på punkt 2, litra b), kan det ubemandede luftfartøjs fjernpilot bistås af en flyobservatør, der er positioneret parallelt med denne, og som gennem visuel observation af det ubemandede luftfartøj bistår fjernpiloten med at udføre flyvningen sikkert. Der skal etableres en klar og effektiv kommunikation mellem fjernpiloten og observatøren af det ubemandede luftfartøj.

UAS.OPEN.070 Varighed og gyldighed af onlineteoriprøven for fjernpiloter og af kompetencecertifikater for fjernpiloter

1. Onlineteoriprøven for fjernpiloter, som kræves i henhold til punkt 4, litra b), i UAS.OPEN.020 og punkt 3 i UAS. OPEN.040, og kompetencecertifikatet for fjernpiloter, der kræves i henhold til punkt 2 i UAS.OPEN.030, er gyldige i fem år.

2. Fornyelsen af onlineteoriprøven for fjernpiloter og af kompetencecertifikatet for fjernpiloter er betinget af dokumentation af kompetencer i henhold til punkt 2 i UAS.OPEN.030 eller punkt 4, litra b), i UAS.OPEN.020.

DEL B

UAS-OPERATIONER I DEN SPECIFIKKE KATEGORI

UAS.SPEC.010 Generelle bestemmelser

UAS-operatør skal forelægge en operationel risikovurdering af den planlagte operation for den kompetente myndighed i henhold til artikel 11 eller en erklæring, når UAS.SPEC.020 finder anvendelse, medmindre operatøren er indehaver af et operatørcertifikat for lette UAS'er (LUC) med relevante beføjelser i overensstemmelse med del C i dette bilag. UAS-operatøren skal regelmæssigt vurdere, om de trufne risikobegrænsende foranstaltninger er tilstrækkelige, og opdatere dem, når det er nødvendigt.

UAS.SPEC.020 Operationel erklæring

1. I overensstemmelse med artikel 5 kan UAS-operatøren fremsende en operationel erklæring om opfyldelse af kriterierne i et standardscenario opstillet i tillæg 1 til dette bilag til den kompetente myndighed i den medlemsstat, hvor operationen skal finde sted, som et alternativ til UAS.SPEC.30 og UAS.SPEC.40 i forbindelse med operationer:

   a) med ubemandede luftfartøjer, der har:

      i) en maksimal karakteristisk dimension på 3 m i VLOS over kontrolleret område på land, undtagen over personforsamlinger

      ii) en maksimal karakteristisk dimension på 1 m i VLOS, undtagen over personforsamlinger

      iii) en maksimal karakteristisk dimension på 1 m i BVLOS over tyndt befolkede områder

      iv) en maksimal karakteristisk dimension på 3 m i BVLOS over kontrolleret område på land

   b) udført i en afstand på under 120 m fra jordens overflade og

      i) i ukontrolleret luftrum (klasse F eller G) eller

      ii) i kontrolleret luftrum efter samordning og individuel flyvetilladelse i overensstemmelse med offentliggjorte procedurer for operationsområdet.

2. En erklæring fra UAS-operatører skal indeholde:

   a) administrative oplysninger om UAS-operatøren

   b) en erklæring om, at operationen opfylder de operationelle krav som fastsat i punkt 1 og i et standardscenario opstillet i tillæg 1 til bilaget

   c) UAS-operatørens tilsagn om at anvende de relevante afbødende foranstaltninger, der er nødvendige for at garantere sikkerheden i forbindelse med operationen, herunder de tilknyttede instrukser for operation og konstruktion af det ubemandede luftfartøj og det involverede personales kompetence

   d) UAS-operatørens bekræftelse af, at der for hver flyvning, der foretages i henhold til erklæringen, vil være en passende forsikringsdækning, hvis dette kræves i henhold til EU-retten eller national ret.

3. Efter modtagelsen af erklæringen kontrollerer den kompetente myndighed, at erklæringen indeholder alle de elementer, der er anført i punkt 2, og fremsender uden unødig forsinkelse en bekræftelse af modtagelse og fuldstændighed til UAS-operatøren.

4. Efter modtagelsen af bekræftelsen af modtagelse og fuldstændighed kan UAS-operatøren påbegynde operationen.

5. UAS-operatører underretter hurtigst muligt den kompetente myndighed om enhver ændring af oplysningerne i den operationelle erklæring, som de har fremsendt.

6. UAS-operatører, der er indehavere af et LUX med relevante beføjelser i overensstemmelse med del C i dette bilag, er ikke forpligtet til at fremsende en erklæring.

UAS.SPEC.030 Ansøgning om en operationstilladelse

1. Inden påbegyndelsen af en UAS-operation i den specifikke kategori skal UAS-operatøren indhente en operationstilladelse hos den nationale kompetente myndighed i registreringsmedlemsstaten, undtagen:

   a) når UAS.SPEC.020 finder anvendelse, eller

   b) når UAS-operatøren er indehaver af et LUC med relevante beføjelser i overensstemmelse med del C i dette bilag.

2. UAS-operatøren skal fremsende en ansøgning om en ajourført operationstilladelse, hvis der er væsentlige ændringer af operationen eller af de afbødende foranstaltninger, der er anført i operationstilladelsen.

3. I ansøgningen om en operationstilladelse skal der tages udgangspunkt i den i artikel 11 omhandlede risikovurdering, og den skal desuden indeholde følgende:

   a) UAS-operatørens registreringsnummer

   b) navnet på den ansvarlige leder eller navnet på UAS-operatøren, hvis der er tale om en fysisk person

   c) den operationelle risikovurdering

   d) en liste over de afbødende foranstaltninger, som er foreslået af UAS-operatøren, med tilstrækkelige oplysninger til, at den kompetente myndighed kan vurdere, om de afbødende foranstaltninger er tilstrækkelige til at imødegå risiciene

   e) en driftshåndbog, hvis det er nødvendigt på grund af operationens kompleksitet og risiko

   f) en bekræftelse af, at der vil være en passende forsikringsdækning ved påbegyndelsen af UAS-operationerne, hvis dette kræves i henhold til EU-retten eller national ret.

UAS.SPEC.040 Udstedelse af en operationstilladelse

1. Når den kompetente myndighed modtager en ansøgning i overensstemmelse med UAS.SPEC.030, skal den uden unødig forsinkelse udstede en operationstilladelse i overensstemmelse med artikel 12, når den konkluderer, at operationen opfylder følgende betingelser:

   a) Alle oplysninger i henhold til punkt 3 i UAS.SPEC.030 er fremsendt.

   b) Der er indført en procedure for koordinering med den relevante tjenesteudøver for luftrummet, hvis hele eller en del af operationen skal udføres i et kontrolleret luftrum.

2. Den kompetente myndighed skal angive det nøjagtige omfang af tilladelsen i operationstilladelsen i overensstemmelse med artikel 12.

UAS.SPEC.050 UAS-operatørens ansvarsområder

1. UAS-operatøren skal opfylde alle følgende krav:

   a) fastlægge procedurer og begrænsninger, der er tilpasset den pågældende type operation og den involverede risiko, herunder:

      i) operationelle procedurer, der sikrer sikkerheden i forbindelse med operationerne

      ii) procedurer, der sikrer, at de sikkerhedskrav, der gælder for operationsområdet, er opfyldt i den planlagte operation

      iii) foranstaltninger, der beskytter mod ulovlige handlinger og uautoriseret adgang

      iv) procedurer, der sikrer, at alle operationer er i overensstemmelse med forordning (EU) 2016/679 om beskyttelse af fysiske personer i forbindelse med behandling af personoplysninger og om fri udveksling af sådanne oplysninger. Operatøren skal navnlig gennemføre en konsekvensanalyse vedrørende databeskyttelse, når de nationale databeskyttelsesmyndigheder kræver det i henhold til artikel 35 i forordning (EU) 2016/679

      v) retningslinjer for sine fjernpiloter, således at de kan planlægge UAS-operationer på en måde, som minimerer gener, herunder støj og andre emissionsrelaterede gener, for mennesker og dyr

   b) udpege en fjernpilot til hver operation eller, i tilfælde af autonome operationer, sikre, at ansvarsområder og opgaver i alle faser af operationen, navnlig dem, der er defineret i punkt 2 og 3 i UAS.SPEC.060, fordeles korrekt i overensstemmelse med de procedurer, der er fastlagt i henhold til litra a) ovenfor

c) sikre, at alle operationer anvender radiofrekvenser på en effektiv måde og understøtter en effektiv radiofrekvensanvendelse, med henblik på at undgå skadelig interferens

d) sikre, at fjernpiloter opfylder alle følgende betingelser inden udførelsen af operationer:

i) have kompetence til at udføre deres opgaver i overensstemmelse med den relevante uddannelse som defineret i operationstilladelsen eller, hvis UAS.SPEC.020 finder anvendelse, på de betingelser og med de begrænsninger, der er opstillet i det relevante standardscenario i tillæg 1 eller defineret i LUC'et

ii) følge uddannelsen for fjernpiloter, som skal være kompetencebaseret og omfatte de kompetencer, der er fastsat i artikel 8, stk. 2:

iii) følge uddannelsen for fjernpiloter som defineret i operationstilladelsen for operationer, der kræver en sådan tilladelse. Den skal gennemføres i samarbejde med en enhed, der er anerkendt af den kompetente myndighed

iv) følge uddannelsen for fjernpiloter for de operationer, der er omhandlet i erklæringen, og som skal udføres under anvendelse af de afbødende foranstaltninger, der er fastlagt i standardscenariet

v) være underrettet om UAS-operatørens driftshåndbog, hvis det kræves i henhold til risikovurderingen, og om de procedurer, der er fastlagt i overensstemmelse med litra a)

vi) indhente ajourførte oplysninger af relevans for den planlagte operation om geografiske zoner, der er afgrænset i henhold til artikel 15

e) sikre, at personale med ansvar for opgaver, der er af afgørende betydning for UAS-operationen ud over fjernpiloten, opfylder alle følgende betingelser:

i) have gennemført en praktisk uddannelse på arbejdsstedet udviklet af operatøren

ii) være underrettet om UAS-operatørens driftshåndbog, hvis det kræves i henhold til risikovurderingen, og om de procedurer, der er fastlagt i overensstemmelse med litra a)

iii) have modtaget ajourførte oplysninger af relevans for den planlagte operation om geografiske zoner, der er afgrænset i henhold til artikel 15

f) udføre alle operationer under hensyntagen til de begrænsninger, betingelser og afbødende foranstaltninger, der er angivet i erklæringen eller i operationstilladelsen

g) registrere oplysningerne om UAS-operationer som påkrævet i henhold til erklæringen eller operationstilladelsen

h) anvende UAS'er, der som minimum er konstrueret på en sådan måde, at en eventuel fejl ikke fører til, at UAS'et flyver uden for operationsområdet eller forårsager en dødsulykke. Menneske-maskine-grænseflader skal desuden minimere risikoen for pilotfejl og må ikke forårsage urimelig træthed

i) sikre, at UAS'et er driftssikkert ved:

i) som minimum at udarbejde vedligeholdelsesinstrukser og ansætte tilstrækkelig uddannet og kvalificeret vedligeholdelsespersonale

ii) at overholde UAS.SPEC.100, hvis påkrævet

iii) at anvende et ubemandet luftfartøj, der er konstrueret til at minimere støj og andre emissioner under hensyntagen til de pågældende typer operationer og geografiske områder, hvor støj og andre emissioner fra luftfartøjer giver anledning til bekymring.

UAS.SPEC.060 Fjernpilotens ansvarsområder

1. Fjernpiloten skal:

a) undlade at varetage opgaver, hvis vedkommende er påvirket af psykoaktive stoffer eller alkohol eller er uegnet til at varetage opgaverne på grund af fysiske skader, træthed, medicinering, sygdom eller andre årsager

b) have den fornødne kompetence som fastsat i operationstilladelsen, i standardscenariet opstillet i tillæg 1 eller i LUC'et og dokumentere sin kompetence til at operere UAS'et.

2. Inden påbegyndelsen af en UAS-operation skal fjernpiloten opfylde alle følgende krav:

   a) indhente ajourførte oplysninger af relevans for den planlagte operation om geografiske zoner, der er afgrænset i henhold til artikel 15

   b) sikre, at driftsforholdene er i overensstemmelse med begrænsningerne og betingelserne i tilladelsen eller erklæringen

   c) sikre, at UAS'et er i en driftssikker tilstand, således at den planlagte flyvning kan gennemføres sikkert, og, hvis det er relevant, kontrollere, om den direkte fjernidentifikation fungerer korrekt

   d) sikre, at oplysningerne om operationen er blevet stillet til rådighed for den relevante lufttrafiktjenesteenhed (ATS), andre luftrumsbrugere og relevante interessenter i overensstemmelse med operationstilladelsen eller de betingelser, som medlemsstaten har offentliggjort for den geografiske zone, hvor operationen skal finde sted, jf. artikel 15.

3. Under flyvningen skal fjernpiloten:

   a) overholde begrænsningerne og betingelserne i tilladelsen eller erklæringen

   b) undgå enhver risiko for kollision med bemandede luftfartøjer og afbryde flyvningen, hvis den kan udgøre en risiko for andre luftfartøjer, mennesker, dyr, miljø eller ejendom

   c) overholde driftsbegrænsningerne i de geografiske zoner, der er afgrænset i henhold til artikel 15

   d) overholde operatørens procedurer

   e) undgå at flyve tæt på eller i områder, hvor der pågår en beredskabsindsats, medmindre piloten har tilladelse hertil fra de ansvarlige beredskabstjenester.

UAS.SPEC.070 Overdragelse af en operationstilladelse

En operationstilladelse kan ikke overdrages.

UAS.SPEC.080 Varighed og gyldighed af en operationstilladelse

1. Den kompetente myndighed skal angive operationstilladelsens varighed i tilladelsen.

2. Uanset punkt 1 er operationstilladelsen gyldig, så længe UAS-operatøren opfylder de relevante krav i denne forordning og de betingelser, der er fastsat i operationstilladelsen.

3. I tilfælde af tilbagekaldelse eller overdragelse af operationstilladelsen skal UAS-operatøren uden ugrundet ophold fremsende en bekræftelse i digitalt format til den kompetente myndighed.

UAS.SPEC.090 Adgang

For at fastslå overensstemmelsen med denne forordning skal UAS-operatøren give enhver person, der er behørigt bemyndiget af den kompetente myndighed, adgang til faciliteter, UAS'er, dokumenter, fortegnelser, data, procedurer eller andet materiale af relevans for de aktiviteter, der kræver en operationstilladelse eller erklæring, uanset om aktiviteterne er givet i entreprise eller underentreprise til en anden organisation.

UAS.SPEC.100 Brug af certificeret udstyr og certificerede ubemandede luftfartøjer

1. Hvis UAS-operationen udføres med et ubemandet luftfartøj, for hvilket der er udstedt et luftdygtighedsbevis eller et begrænset luftdygtighedsbevis, eller hvis der anvendes certificeret udstyr, skal UAS-operatøren registrere operations- eller driftstiden i overensstemmelse med de instrukser og procedurer, der gælder for det certificerede udstyr, eller i overensstemmelse med den organisatoriske godkendelse eller tilladelse.

2. UAS-operatøren skal følge de instrukser, der henvises til i certifikatet for det ubemandede luftfartøj eller udstyrscertifikatet, og overholde eventuelle luftdygtighedsdirektiver eller operationelle direktiver udstedt af agenturet.

C Interviews

C.1 Telefonmøde med Usman Butt, COWI

Dette er et kort resume af telefonmødet med Usman Butt, som er UAV- og datakonsulent ved COWI, foretaget d. 16. februar 2021.

Usman er uddannet civilingeniør med speciale i kortlægning og navigation. Han blev i december 2020 færdiguddannet, hvor han havde skrev specialet "Analysis and Comparison of LiDAR and Photogrammetric Methods for Digital Elevation Models".

Han fortalte kort om de typer opgaver med drone som COWI leverer, og disse er almindelige fotografier til projekter, volumenberegning, taginspektioner, højdemodeller samt 3D-modeller. En af de ting de afleverer mest af er 3D-mesh. Han fortalte også om et spændende projekt, hvor de vha. machine learning har mulighed for at udpege, og dermed tælle en bestemt træsort.

Deres klart mest brugte payload, er det almindelige RGB-kamera. De har dog også nogle multispektrale muligheder, men de bliver ikke rigtig benyttet. Ligeledes arbejder de en lille smule med termisk kamera, hvor bl.a. gasledninger kan inspiceres.

Med hensyn til om de forsker i droneteknologi var svaret umiddelbart nej.

"Der er ingen grund til det, da de større etablerede software/hardware virksomheder, såsom DJI, er langt hurtigere og ofte bedre til at producere sådanne. Det eneste tidspunkt at vi forsker en lille smule, er hvis der kommer en efterspørgsel fra en kunde, hvor dronetekonologi evt. kan benyttes. Ved sådanne efterspørgsler går vi ind og undersøger om droneteknologien kan benyttes som værktøj".
Citeret af Usman Butt, COWI.

C.2 Henrik Kjærsgaard Christensen, LE34

Hvem er du, og hvad er din primære funktion?
"Jeg er ansvarlig for LE34s anvendelse af droner, herunder forretningsudvikling og produktion".

Hvilke ydelser leverer I hvor droneteknologi er involveret?
"Vores primære anvendelse er fotogrammetrisk landmåling, herunder terrænmodellering, detailmåling og terrestrisk fotogrammetri. Registrering med andre sensorer kan være multispektrale kameraer og NIR. Også inspektionsopgaver".

Efterspørger kunder droneydelser i ikke umiddelbart reklamerer for? Hvis ja, er det så noget i bruger lidt tid på at undersøge hvorvidt der er mulighed for det?
"Det sker somme tider. Et eksempel kunne være at finde olie på vand".

Har I nye droneydelser i pipelinen, og forventer I at droneteknologi er et værktøj der vil få større markedsandele fremadrettet?
"Ikke umiddelbart".

Hvor meget "forsker" I selv i droneteknologi? - her tænkes primært på brug af andre payloads end det almindelige kamera med RGB (NIR, Lidar etc.).
"Vi forsøger at være med, når der sker noget nyt og spændende, men pt har vi ikke noget specifikt i tankerne. Generelt betragter vi droner, som en opmålingsplatform, på samme vis som scanner, TS eller GPS. Det er en del af udstyret".

C.3 Anders Flensborg Iversen, Geopartner

Hvem er du, og hvad er din primære funktion?
"Anders Flensborg Iversen, arbejder med scanning og drone i Geopartner. Arbejder primært med salg og udvikling".

Hvilke ydelser leverer I hvor droneteknologi er involveret?
"Vi anvender droneteknologi på følgende:
- Inspektion af mast og bygninger
- Kortlægning af terræn
- Udarbejdelse af situationsplanen
- Opdatering af f.eks. kirkegårdsregistrering
- Volumenberegning
- Supplering af utilgængelige områder ved scanning – f.eks. tag
- Bathymetri
- Termisk fotografering
- Visualiseringer
- Mågebekæmpelse

Efterspørger kunder droneydelser i ikke umiddelbart reklamerer for? Hvis ja, er det så noget i bruger lidt tid på at undersøge hvorvidt der er mulighed for det?
"Tja, ikke rigtig. Jeg har indtryk af, at kunderne ofte ikke tænker så meget på om det er drone eller anden teknologi/platform som anvendes. Vi arbejder dog løbende med at udvikle vores markedsområde, og hvis vi føler nogle af de problemstillinger, som kunden har, kan løses bedre med drone bruger vi tid på undersøge dette. Hvor lang tid vi bruger kommer helt an på hvor stort vi vurderer markedspotentiale er. Vi har f.eks. brugt lang til på at undersøge muligheden for at anvende GPR sammen med drone for kortlægning af vand og særligt sedimenttykkelse i vandløb mm. Der kan også være kunder som er interesseret i et samarbejde med henblik på at "opfinde" nye løsninger. Dette er vi altid meget interesseret i".

Har I nye droneydelser i pipelinen, og forventer I at droneteknologi er et værktøj der vil få større markedsandele fremadrettet?
"Bathymetri er et område vi har store forventninger til. Her laver vi allerede lidt, men området er i kraftig udvikling. Her er det specielt kortlægning mellem land/vand, som ofte er vanskelig med de traditionelle opmålingsmetoder. Her tænker jeg echolod fra båd eller måling med GPS/TPS. Den kommende LIDAR-scanner fra DJI har vi også store forventninger til. Den fotogrammetriske kortlægning, som hovedsagelig anvendes ved drone lige nu, har nogle naturlige udfordringer ved

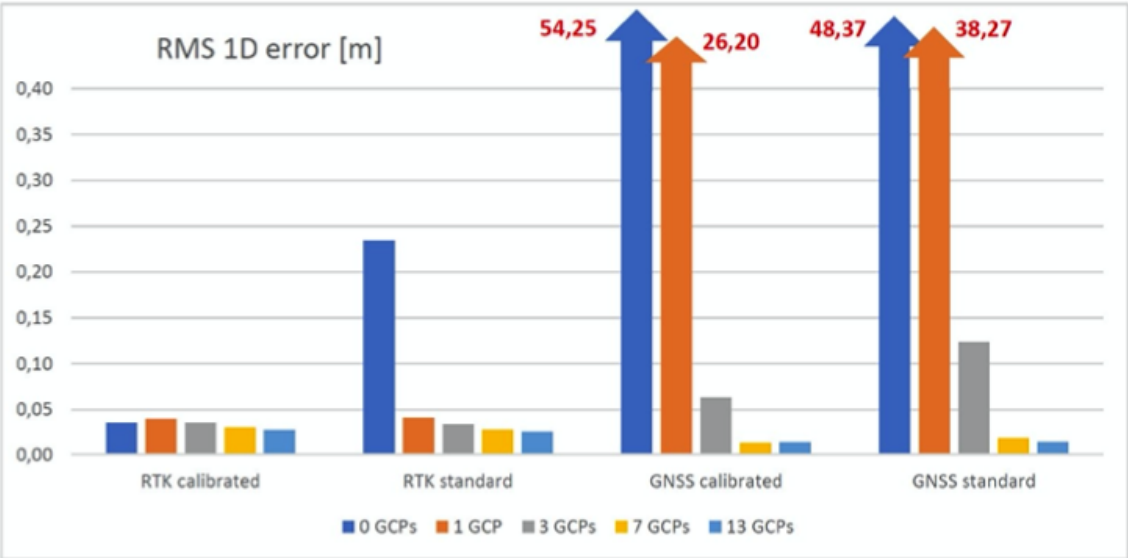
kortlægning af terræn med vegetation. Her forventer vi at LIDAR-scanningen vil komme ind og overtage en stor del af markedet for denne type kortlægning. Her vil den både erstatte områder tidligere målt fotogrammetrisk, men også områder målt med anden teknologi som terrestrisk scanning, GPS eller TPS".

"Der sker forholdsvis meget indenfor automatisk flyvning, machine learning og AI. Inspektion, search and rescue og overvågning er sikkert de områder der kommer til at flytte sig mest sammen med udviklingen af teknologien. Sammen med de nye regler for droneflyvning forventer jeg, at der fremover vil komme endnu flere opgaver som udføres med drone. Spørgsmålet er, om dette vil give Geopartner en større markedsandel eller om det faktisk vil formindske vores dronemarked, da operationer bliver mere automatiseret, reglerne bliver enklere og derved ikke stiller de samme krav til kompetence for databehandling og teknisk snilde for flyvning. I takt med at tingene bliver enklere, vil flere af vores kunder helt sikkert arbejde med at udvikle in-house løsninger, således de ikke er afhængige af os som ekstern aktør, men selv kan udføre hele processen. Vi ser allerede nogle skridt i denne retning indenfor kortlægning og volumenberegning af grusgrave, hvor nogle af de større aktører har løsninger, som gør de ansatte på pladsen i stand til selv kan flyve, og data automatisk bliver beregnet ved upload til en online database".

Hvor meget "forsker" I selv i droneteknologi? - her tænkes primært på brug af andre payloads end det almindelige kamera med RGB (NIR, Lidar etc.).
"Vi forsker en del! Særligt har vi forsket i brug af GPR under drone og echolod under drone. Vi har også tidligere været lidt inde på tanken om LIDAR på dronen og anvendelse af vores Horizon-scanner sammen med dronen. Vi er dog blevet mere tilbageholdende med dette. Vi ønsker hele tiden at udvikle vores tjenester med drone, men ser også, at det ofte er meget tidskrævende at få udviklet nye løsninger, og at nye/andre typer payloads ofte kræver en udvikling af den tilhørende software. Vi vil fortsat forske, men jeg forventer at det bliver mere på hvordan vi mere effektivt kan løse dataindsamling og hvordan vi forbedrer de produkter vi leverer. Skal vi have andre payloads, vil det være mest attraktivt at købe produkter, som er gennemtestet, hvor vi ved at hele løjpen fra dataindsamling til levering af produkter vil virke".

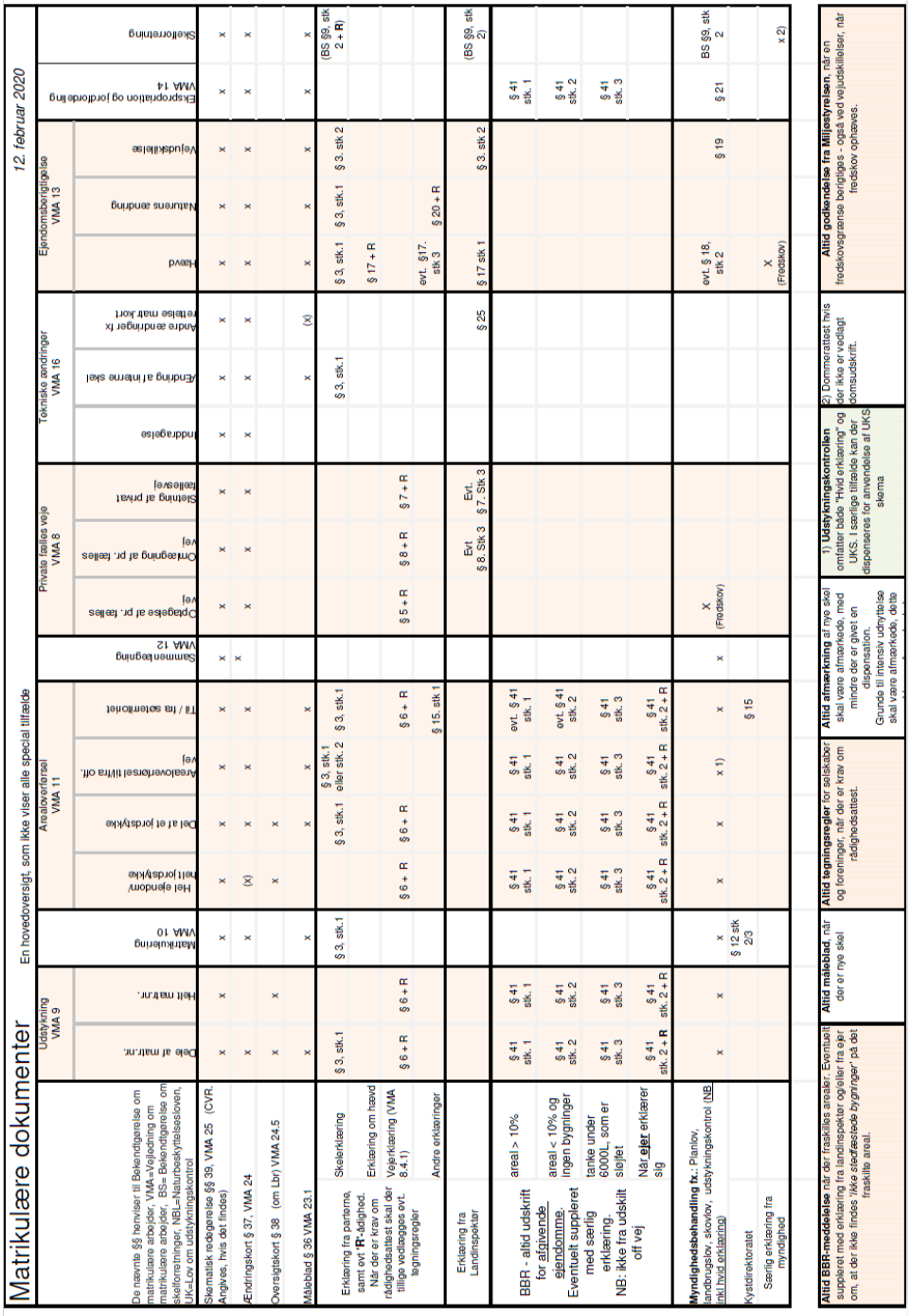
D UAS nøjagtighed

Figur D.1. Sammenligning af UAS absolutte fejl i planen med og uden indbygget RTK samt med og uden kalibrering af kameraet. GCP står for Ground Control Point hvilket på dansk oversættes til paspunkt. [Nørholm et al., 2020]



Figur D.2. Sammenligning af UAS absolutte fejl på koten med og uden indbygget RTK samt med og uden kalibrering af kameraet. GCP står for Ground Control Point hvilket på dansk oversættes til paspunkt. [Nørholm et al., 2020]

Guide over dokumentation ved matrikulære ændringer



Figur E.1. Oversigt over dokumentation ved matrikulære ændringer. [Geodatastyrelsen, 2020]

AIC B 08/14

DANMARK
GRØNLAND OG FÆRØERNE

AIC B
08/14

AIM/Aeronautical Information Management, Naviair Allé 1, DK-2770 Kastrup, Denmark
TEL: +45 3247 8221, FAX: +45 3247 8800 E-mail: aim@naviair.dk, Internet: www.naviair.dk

20 MAR 2014

AIC B 08/14. Erhvervsmæssig mv. brug af ubemandede luftfartøjer (UAS/RPAS) i Danmark

(Erstatter AIC B 06/14)

Trafikstyrelsen modtager mange henvendelser vedrørende flyvning til erhvervsmæssigt formål eller til test og/eller forskning med ubemandede luftfartøjer, herefter benævnt UAS. UAS, der ikke udelukkende bruges for rekreation, sport eller konkurrence, omtales internationalt som Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS).

Som udgangspunkt skal UAS flyvninger, når der er tale om luftfartøjer på maks. 25 kg, ske i henhold til gældende regler, jf. BL 9-4, 3. udgave af 9. januar 2004, Bestemmelser om luftfart med ubemandede luftfartøjer, som ikke vejer over 25 kg. Der kan dog dispenseres fra bestemmelserne, når det skønnes foreneligt med de hensyn, der ligger til grund for de pågældende bestemmelser.

Er der tale om en UAS over 25 kg, skal flyvningen som udgangspunkt finde sted i overensstemmelse med Luftfartslovens bestemmelser om luftfartøjer, idet der også her kan gives en konkret dispensation fra lovens regler, når det sker under behørig hensyntagen til luftfartens sikkerhed og almene interesser i øvrigt.

Der findes flere kategorier af UAS. Til civile formål tillades kun benyttelse af ubemandet luftfartøj, hvor en pilot eller operatør til enhver tid kan fjernstyre eller programmere UAS .

Operationer med UAS som er kablede fra jorden vil ligeledes være omfattet af Luftfartsloven og/eller BL 9-4.

Ligeledes findes FPV flyvninger (First Persons View) som kan udføres, når der foruden piloten er en sekunderende pilot til stede sammen med piloten under hele flyvningen, og hvor den sekunderende pilot uden brug af hjælpemidler skal kunne bevare visuel kontakt (indenfor synsvidde) med luftfartøjet, således at sekundanten kan overtage luftfartøjets styring og om nødvendigt bringe luftfartøjet til sikker landing.

Mulighed for dispensation

Trafikstyrelsen er klar over, at de gældende regler i BL 9-4 og Luftfartsloven giver nogle begrænsninger for flyvning med UAS, og at hensynene til luftfartens sikkerhed og almene interesser vil kunne varetages på anden vis. Trafikstyrelsen er derfor indstillet på at dispensere fra reglerne i nærmere beskrevet omfang og på nærmere angivne vilkår, jf. nedenfor.

Virksomheder/institutioner kan ansøge om dispensation fra henholdsvis BL 9-4 og Luftfartsloven, hvis det ubemandede luftfartøj anvendes til:

- Test og/eller forskning
- Kommercielle formål, hvilket indbefatter alle slags opgaver, hvor der modtages vederlag for flyvningen.

En dispensation kan kun forventes givet, hvis følgende betingelser er opfyldt:

1. Flyvningen skal udføres indenfor synsvidde fra piloten (Visual Line of Sight (VLOS)) og på en sådan måde, at andres liv og ejendom ikke udsættes for fare, og således at omgivelserne påføres så ringe ulempe som muligt.
2. Det omgivende luftrum skal kunne overvåges således, at flyvningen omgående kan afbrydes, såfremt andet luftfartøj nærmer sig området.
3. Ved flyvning med UAS skal operationen ske i henhold til en godkendt drift håndbog, som beskriver, hvordan hensynet til sikkerheden varetages herunder kontrol af udstyr inden flyvning, sikring af området før og under flyvning, samt beskrivelse af virksomhedens flyveoperationer (Der henvises til bilag 1 for yderligere vejledning).

Ansøgningen vil blive faktureret efter timeforbrug, jf. BL 9-10, Bestemmelser om Trafikstyrelsens gebyrer og afgifter på luftfartsområdet.

Til brug for behandling af ansøgning om dispensationer, anvendes følgende kategorier for UAS/RPAS:

Kategori 1A

UAS med en maksimal startvægt på mindre end eller lig med 1,5 kg, som udvikler en maksimal kinetisk energi på højst 150 J og som flyves VLOS.

Kategori 1B

UAS med en dokumenteret startvægt på mere end 1,5 kg men mindre end eller lig med 7 kg og som udvikler en maksimal kinetisk energi på højst 1000 J eller over 1000 J, hvis det dokumenteres, at luftfartøjet er særskilt konstrueret med det formål at mindske den negative indvirkning på personer og ejendom i forbindelse med en kollision og som flyves VLOS.

Kategori 2

UAS med en maksimal startvægt på mere end 7 kg og som flyves VLOS.

Kategori 3

UAS som flyves uden for pilotens synsvidde. Der kan kun opnås dispensation, såfremt denne kategori føres i reserveret luftrum. Der vil udover dette være skærpede krav i forhold til luftfartøj, datalink og pilot. For yderligere informationer kontakt Trafikstyrelsen.

Definitioner for begreber anvendt i kategori 1A, 1B, 2.:

Kinetisk energi (også benævnt bevægelsesenergi): Den kraft der skal til for at stoppe et legeme i bevægelse. Anvendes i dette tilfælde til at beregne kollisionsenergien og beregnes med følgende formel:

$$E_k = \frac{m_{max} \cdot (v_{max})^2}{2}$$

m_{max} gives af den maksimale startmasse samt v_{max} gives af den beregnede kollisionshastighed. Kollisionshastigheden er afhængig af vindhastighed, hvorfor der i beregningerne skal tages højde for dette. Bemærk at massen skal angives i kilogram og hastighed skal angives med meter pr. sekund.

Indenfor for pilotens synsvidde (VLOS): Den maksimale afstand mellem pilot og luftfartøj hvor luftfartøjets position og flyveretning konstant kan observeres visuelt uden kamera, kikkert eller andre hjælpemidler, samt hvor luftfartøjet uden forsinkelse skal kunne manøvreres på en sådan måde, at kollision med andre luftfartøjer i luften og personer og ejendom på jorden kan afværges. Med andre hjælpemidler menes der ikke briller eller kontaktlinser som benyttes for korrektion af nedsat syn.

NAVIAIR

I forbindelse med en dispensation, vil der for hver kategori være helt specifikke krav, som skal overholdes jf. nedenstående:

Kategori 1A UAS – krav:

- Inden en flyvning gennemføres skal tilladelsesindehaveren sikre, at der oprettes et flyve- og sikkerhedsområde. Området skal være svarende til en radius på 2 X flyvehøjde på hele ruten, dog minimum 15 meter og maksimalt op til 50 meter. Såfremt luftfartøjet ikke fuldt ud kan kontrolleres ved tab af en motor (redundancy), under alle faser i flyvningen, må personer som er en del af flyveoperationen, bortset fra piloten, ikke opholde sig inden for det angivne sikkerhedsområde. Sikkerhedsområdet følger luftfartøjet under flyvningen, således at sikkerhedsområdet altid har sit centrum, hvor luftfartøjet befinder sig.
- Flyvningen skal udføres på en sådan måde, at andres liv og ejendom ikke udsættes for fare, og således at omgivelserne påføres så ringe ulempe som muligt.
- En flyvning skal ske i en højde, således at luftfartøjet er indenfor pilotens synsvidde - dog maks.100 meter over terræn. Såfremt luftfartøjet kan forprogrammeres til en maksimal højde, så skal dette udføres, og højdeindstillingen skal sættes til maksimalt 100 meter.
- Det omgivende luftrum skal konstant overvåges, og flyvningen skal afbrydes omgående, såfremt et andet luftfartøj nærmer sig området.
- Flyvninger skal foregå VLOS og indenfor luftfartøjets operative rækkevidde. Hensyn skal tages til anden pågående aktivitet, topografi og eventuelle forhindringer, atmosfærisk påvirkning på radioforbindelsen, frekvensforstyrrelser, vejr påvirkninger etc.
- Inden en flyvning gennemføres skal den planlægges og forberedes ved hjælp af et flyvekort for at konstatere i hvilket luftrum flyvningen udføres. Flyvning i kontrolleret luftrum, trafikinformationszoner (TIZ) og trafikformationsområder (TIA), må kun foregå efter særskilt tilladelse fra Trafikstyrelsen.
- Inden en flyvning gennemføres er operatøren ansvarlig for, at der indhentes relevante tilladelser fra ejere af ejendomme og relevante myndigheder, herunder politiet.
- Flyvning tættere end 150 meter på Kongehusets ejendomme, politistationer, fængsler/arresthuse, militære installationer etc. må kun foregå efter skriftlig tilladelse fra disse.
- Flyvning tættere end 150 meter fra jernbaner, hovedveje, motortrafikveje og motorveje skal der beskrives procedurer herfor i virksomhedens drift håndbog.
- Flyvning tættere end 200 meter fra uheldssteder, hvor politi, sikkerheds- og redningsmandskab arbejder, må ikke finde sted, dog kan redningsmyndighed på stedet diktere yderligere restriktioner.
- Fotografering af ikke alment tilgængelige militære forsvarsanlæg, depoter, enheder, våben, materiel eller lignende, må kun ske såfremt der er indhentet tilladelse fra Forsvaret.
- Flyvning inden for en radius af 5 km fra banen/banerne på en offentlig flyveplads og 8 km fra en militær flyvestation må kun finde sted efter særskilt tilladelse fra Trafikstyrelsen. En offentlig flyveplads er en flyveplads, der er godkendt som sådan af Trafikstyrelsen.
- Operationer må ikke udføres mellem solnedgang og solopgang uden særlig tilladelse fra Trafikstyrelsen.
- Piloten skal være fortrolig med luftfartøjets funktion og styring.
- Operatøren skal udpege en pilot til hver flyvning. UAS piloter, der opererer i henhold til denne dispensation, skal under operationen kunne dokumentere opnåede færdigheder i de manøvre, operationstype, UAS model og driftsbestemmelser, der gælder for den operation, der påtænkes gennemført.
- Operatøren skal sikre sig, at systemet betjenes udelukkende efter fabrikantens anvisninger, samt at systemets status kontrolleres inden flyvningen gennemføres.
- Piloten skal sikre sig, at systemet fungerer og er funktionsdygtigt under flyvningen.
- Såfremt luftfartøjet er udrustet med automatisk flyvning med forprogrammeret flyverute, skal luftfartøjet til enhver tid og uden forsinkelse kunne overtages og kontrolleres manuelt, således at sammenstød med andre luftfartøjer, personer, fartøjer, køretøjer og bygninger ikke opstår.
- Såfremt operationen udføres med mere end en UAS, skal der til hver UAS være tilknyttet en pilot.
- Havarier eller hændelser som har medført skade på mennesker, dyr, eller ejendom på jorden eller i luften skal anmeldes til Trafikstyrelsen hurtigst muligt.
- Udførte flyvninger skal dokumenteres i en logbog eller modsvarede. I dokumentationen skal følgende fremgå; dato, pilot, type på luftfartøj, start- og landingsplads, flyvetid, total flyvetid, type af opgave samt eventuelle afvigelser.
- Luftfartøjet skal være mærket med operatørens navn og telefonnummer, samt det registreringsnummer som er tildelt det enkelte UAS af Trafikstyrelsen.
- Operatøren skal være forsikret i overensstemmelse med Europaparlamentets og rådets forordning (EG) nr. 785/2004 af den 21. april 2004.

Kategori 1B UAS - krav:

Kravene der gælder for kategori 1 A UAS skal være opfyldt. Derudover gælder følgende krav:

- Luftfartøjet skal være udstyret med et indbygget fejlsikkerhedssystem, som skal kunne afbryde flyvningen, såfremt der opstår manglende signal og/eller batteriet er nået til et punkt, hvor fortsat flyvning ikke vil være mulig. Såfremt luftfartøjet overgår til fejlsikkerhedssystemet, skal luftfartøjet udsende tonegivende signaler, således at personer på jorden bliver opmærksom på luftfartøjet. Luftfartøjet skal i sådanne tilfælde lande med en vertikal hastighed, som ikke skader mennesker og/eller dyr.

Kategori 2 UAS - krav:

Kravene der gælder for kategori 1A UAS og kategori 1B UAS skal være opfyldt. Derudover gælder følgende krav:

- Inden en flyvning gennemføres, skal tilladelsesindehaveren sikre, at der oprettes et flyve-og sikkerhedsområde, og som skal beskrives i virksomhedens driftshåndbog. Området skal mindst være 50 meter i radius og skal tilpasses type af luftfartøj, hastighed og operation, herunder antal af personer som er en del af flyveoperationen samt sikkerhedsafstand til disse. Såfremt luftfartøjet ikke fuldt ud kan kontrolleres ved tab af en motor (redundancy) under alle faser i flyvningen, må personer som er en del af flyveoperationen, bortset fra piloten, ikke opholde sig indenfor flyve- og sikkerhedsområdet. Sikkerhedsområdet følger luftfartøjet under flyvningen, således at sikkerhedsområdet altid har sit centrum, hvor luftfartøjet befinder sig.

Gyldighed og ansøgning om fornyelse

En dispensation til kategori 1A og 1B er gyldig i 3 år og en dispensation til kategori 2 er gyldig i 2 år.

Ansøgning om fornyelse skal være Trafikstyrelsen i hænde senest 30 dage før gyldighedsperioden udløber.

Såfremt andre opgaver tilgår virksomheden, herunder anskaffelse af højere/tungere kategori, som ikke er en del af dispensationen, skal der fremsendes fornyet ansøgning til Trafikstyrelsen. Trafikstyrelsen skal ligeledes orienteres, hvis virksomheden ophører

Ansøgningen skal indeholde følgende oplysninger:

- Navn og virksomhedsnavn med CVR-nummer, samt fuldstændige kontaktoplysninger.
- En vedlagt drift rapport som beskriver de forgangene års virksomhed. Logbogen kan anvendes som underliggende dokument for drift rapporten.

Af drift rapporten skal følgende fremgå:

- Total flyvetid for hvert luftfartøjs individ og pilot.
- Type af operation

- Eventuelle driftsforstyrrelser og -afvigelser inklusive korrigerende foranstaltninger.

Henvisninger:

BL 5-00 Bestemmelser vedrørende definitioner for flyveoperationer, udgave 1, 16. december 2009

BL 9-4 Bestemmelser om luftfart med ubemandede luftfartøjer, som ikke vejer over 25 kg, udgave 3, 9. januar 2004

BL 9-10 Bestemmelser om Trafikstyrelsens gebyrer mv., seneste udgave.

AIC B 21/09 Radiostyring af luftfartøjer omfattet af BL 9-4 pkt. 4.2. (Stormodeller)

AIC B 23/13. Definition: "Tættere bebygget område"

AIC B 27/13 BL 9-4 FPV - First Persons View.

(CFL)

Bilag 1. Kriterier for godkendelse af en organisation.

1. Organisation

1.1. En ansøger om virksomhed til flyvning med ubemandede luftfartøjer (UAS) under en godkendt organisation skal være repræsenteret af en person, som er ansvarlig for virksomhedens samlede aktivitet på området.

1.2. Den ansvarlige skal sikre, at virksomhedens organisation og størrelse svarer til den aktivitet virksomheden påtager sig. Den ansvarlige har det overordnede ansvar for at aktiviteterne udføres under hensyntagen til de udstedte begrænsninger, tilladelser, regler og ressourcer.

1.3. Den ansvarlige skal sikre, at der er udpeget personer, som kan varetage det operationelle ansvar såvel som det tekniske ansvar.

1.4. Den operationelle ansvarlig har ansvaret for:

a) At der er tilladelser, instruktioner og sikkerhedsprocedurer for virksomhedens flyvninger og disse følges og overholdes.

b) Krav til uddannelse af piloter samt evaluering og vedligeholdelse af piloterne træning og praktiske færdigheder i forhold til de operationer virksomheden udfører.

c) At der er dokumentation for flyvningernes planlægning og udførelse samt at dokumentationen opbevares for efterfølgende analyse og kontrol.

d) At der er udarbejdet procedure for rapportering til Trafikstyrelsen i tilfælde af skade på mennesker, dyr eller ejendom.

1.5. Den tekniske ansvarlig har ansvaret for:

a) At luftfartøjer overholder relevante krav og specifikationer herunder begrænsninger vedrørende støj emission.

b) At virksomhedens luftfartøjer vedligeholdes i henhold til fabrikantens forskrifter, og

c) at de vedligeholdes af teknisk kompetent personale.

1.6. Fratræder den ansvarlig for virksomhedens samlede aktivitet, skal aktiviteterne indstilles indtil en ny ansvarlig er udpeget.

1.7. Under flyvning skal der altid være en pilot tilstede, som har luftfartøjet indenfor synsvidde og kan overtage kontrollen med luftfartøjet.

Organisationens drift håndbog skal indeholde uddannelsesprogrammer for UAS piloter.

Uddannelsesprogrammet skal sikre, at alle UAS piloter har modtaget den nødvendige træning. Herved forstås træning i enhver manøvre, operationstype for UAS modeller, der benyttes under den type operation, der er beskrevet i drift håndbogen og som er omfattet af dispensation fra BL 9-4.

Uddannelsesprogrammet skal sikre, at UAS piloten er rustet til, at håndtere enhver planlagt og ikke planlagt situation, der måtte opstå under flyvning med udstyret, sådan at der ikke opstår risiko for skade på personer, dyr eller ejendom.

Uddannelsesprogrammet skal sikre, at UAS piloten behersker alle UAS tekniske funktioner, der relaterer til flyvning med UAS.

Træning i relevant manøvre skal foregå inden for de begrænsningerne af BL 9-4.

For flyvning med UAS kategori 1B, skal uddannelsesprogrammet indeholde øvelse i, at kontrollere UAS under flyvning og landing, hvor én af fartøjets motorer ikke yder nogen trykkraft.

Uddannelsesprogrammet skal omfatte kendskab til drift håndbogens afsnit omkring planlægning og udførelse af flyvning med UAS.

Uddannelsesprogrammet skal afsluttes med, at UAS piloten demonstrerer sine evner over for den operationel ansvarlige - der selv er kvalificeret til at flyve det relevante UAS. Hvis organisationen ikke har erfaring med det relevante UAS, skal demonstrationen udføres efter nærmere aftale med Trafikstyrelsen.

Organisationen skal dokumentere gennemført træning for alle UAS piloter, der opererer efter drift håndbogen.

Når en UAS pilot har gennemført den fornødne træning med tilfredsstillende resultat, skal organisationen udstyre piloten med en kvalifikationsattest, hvor piloten og organisationen begge attesterer den gennemførte træning.

Kvalifikationsattesten skal kunne forevises Trafikstyrelsens inspektører, ved operationer omfatter af dispensation fra BL 9-4.

1.8 Piloter skal være myndige.

2. Tekniske krav

2.1 Luftfartøjet skal være udrustet med et indbygget fejlsikkerhedssystem, som skal kunne afbryde flyvningen (gælder kun for kategori 1B og 2), disse systemer skal som minimum opfylde nedenstående.

- Return to point of origin (via transmission fra sender)
- Return to point of origin med autoland (ved manglende kontakt med sender)

2.2. Såfremt UAS er udrustet med automatisk flyvning med forprogrammeret flyverute, skal UAS til enhver tid uden forsinkelse kunne overtages og kontrolleres manuelt, således at det altid vil være muligt at foretage en undvigemanøvre hvis dette er påkrævet.

2.3. Der forefindes en teknisk manual på UAS som beskriver opbygningen, dets styresystem og øvrige systemer, samt den praktiske håndtering af systemet.

2.4. Operationer skal udføres jf. checklister der er beskrevet i den godkendte drift håndbog.

2.5. Der må kun benyttes originale reservedele ved udskiftning af defekte dele.

2.6. Operatøren skal kunne dokumentere, at UAS vedligeholdes efter fabrikantens ansvisninger og at der udføres et teknisk check inden en flyvning gennemføres.

2.7. Alle bolte og møtrikker skal være sikret via brug af enten:

- selvlåsende møtrikker
- sikringstråd
- splitter eller låsevæske såsom locktight eller lignende

Propelmonterings bolte eller møtrikker skal være tilspændt med momentnøgle såfremt dette er opgivet af fabrikanten, være selvlåsende og være markeret med torque seal.

3. Flyveoperationer

3.1. Drift håndbogen skal adressere alle de overskrifter der er nævnt i denne vejledning

3.1.1 Virksomheden skal udarbejde en drift håndbog indeholdende checklister til operationens sikre planlægning og gennemførelse.

3.1.2. Virksomhedens drift håndbog skal være tilgængelig for alle, der er involveret i operation og vedligeholdelse. Drift håndbogen skal som minimum indeholde:

a) Beskrivelse af ansvarsforhold for de områder som er nævnt i bilagets afsnit 1.

b) Beskrivelse af virksomheden med tilhørende operative begrænsninger.

c) Instruktioner og checklister for forberedelse af en flyvning.

d) Instruktioner og checklister for en flyvnings gennemførelse.

e) Instruktioner for samtlige aktiviteter med tilhørende checklister.

f) Beskrivelse af træningsprogrammer i overensstemmelse med 1.7.

g) en virksomhedstilpasset risikoanalyse hvor alle signifikante fejlsituationer er analyseret med korrigerende foranstaltninger, samt instruktioner/checklister ved unormal flyvning.

4. Operationelle begrænsninger

4.1. De operationelle begrænsninger afhænger af luftfartøjet tekniske udformning, den måde operationen udføres på, kompenserende foranstaltninger osv.

5. Flyvningens planlægning

5.1. Inden flyvning påbegyndes skal der gennemføres passende planlægning med brug af relevant materiale. Hvis der er behov skal der tages kontakt til politi, ejer af området o.l.

5.2. Planlægningen skal tage hensyn til aktuelle vejroplysninger og sikre, at luftfartøjets tekniske og operationelle begrænsninger kan overholdes.

5.3. Planlægningen skal sikre passende afstand til omgivelser, personer og dyr.

5.4. Der skal anvendes godkendte radiofrekvenser eller særlig godkendelse skal indhentes fra den relevante telemyndighed.

6. Flyvningens udførelse

6.1. Vejrforholdene skal under flyvning være således, at UAS kan opereres sikkert under alle flyvningens faser og sådan at UAS forbliver inden for pilotens synsvidde.

6.2. Flyvningen skal afsluttes, hvis vejret forværres, så sikker flyvning ikke kan gennemføres.

6.3. UAS skal til enhver tid vige for andre luftfartøjer.

6.4. Piloten skal afslutte flyvningen, hvis uautoriserede personer trænger ind på sikkerhedsområdet.

6.5. Der må ikke flyves i perioden mellem solnedgang til solopgang uden særlig tilladelse fra Trafikstyrelsen.

7. Rapportering

7.1. Den ansvarlige har ansvar for, at skade på mennesker, dyr eller ejendom anmeldes til Trafikstyrelsen hurtigst muligt.

7.2. Flyvninger skal noteres i en logbog for den enkelte UAS som skal følge denne. Flyvninger skal logges med dato, tid for start og landing, pilot, start- og landingsområde, flyvetid og evt. bemærkninger/hændelser. Logbogen skal opbevares i 5 år og på anmodning stilles til rådighed for Trafikstyrelsen.

8. Uddannelse

8.1. UAS piloter, der opererer i henhold til dispensation fra BL 9-4, skal under operationen kunne dokumentere opnåede færdigheder i de manøvre, operationstype, UAS model og driftsbestemmelser, der gælder for den operation, der påtænkes gennemført.

9. Instruktion vedr. Ansøgning

9.1. En ansøgning om godkendelse af en organisation skal indeholde:

a) Oplysninger om virksomheden (navn, adresse, telefonnummer, e-mail osv.) samt oplysninger (CV) om den ansvarlige for virksomhedens samlede aktivitet.

b) Dokumentation for tegningsberettigelse (Udskrift fra erhvervs og selskabsstyrelsen).

c) Beskrivelse af virksomhedens aktiviteter.

d) Beskrivelse og foto af UAS typen (benævnelse/fabrikant), dimensioner og øvrige tekniske specifikationer, samt en redegørelse for hvordan de tekniske krav opfyldes jf. pkt. 2.

e) Pilotens/ers navn/e og personnummer/re, samt redegørelse for erfaring med flyvning med typen.

f) Kopi af ansvarsforsikring, jf. Europa-Parlamentets og Rådets Forordning (EG) nr. 785/2004 af den 21. april 2004.

g) Virksomhedens drift håndbog med krydsreference, der viser hvordan kravene i dette bilag er opfyldt.

h) Ansøgning sendes til Trafikstyrelsen, Edvard Thomsensvej 14, 2300 København S, eller E-mail: info@trafikstyrelsen.dk.

9.2. En ansøgning om fornyelse skal indeholde følgende oplysninger:

a) Navn, Virksomhedsnavn med CVR-nummer, samt fuldstændige kontaktoplysninger.

b) En vedlagt drift rapport som beskriver de forgangne års virksomhed. Logbogen kan anvendes som underliggende dokument for drift rapporten.

c) Drift rapporten skal indeholde total flyvetid for hvert luftfartøjsindivid og pilot(er).