

Brug af droner i byggebranchen

'Anvendelse, barrierer og fremtid for brug af droner'



TEKNOLOGISK
INSTITUT



AARHUS
UNIVERSITET
INGENIØRHØJSKOLEN

Juli 2019



Titel:

Brug af droner i byggebranchen
- Anvendelse, barrierer og fremtid for brug af droner

Rekvirent:

InnoBYG

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Gregersensvej 4
2630 Taastrup
Tlf. 7220 2000
Byggeri og Anlæg
Samt
Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet
Inge Lehmans Gade 10
8000 Aarhus C

Projektgruppe: Amanda Helena Agergaard Bonnerup og Martha Katrine Sørensen, Teknologisk Institut samt Kasper Lynge, Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet



1. INDLEDNING	4
2. FORMÅL OG BAGGRUND	4
3. DATAINDSAMLING	4
3.1. SPØRGESKEMAUNDERSØGELSE	4
3.2. INTERVIEWS	5
3.3. WORKSHOPS	6
3.4. STUDIETUR	6
3.5. DESK RESEARCH	6
4. ORDFORKLARING	6
5. RESULTATER	7
5.1. BRUG AF DRONER I DAG	7
5.2. FREMTIDIG BRUG AF DRONER	12
5.3. BARRIERER FOR BRUG AF DRONER	19
6. PERSPEKTIVERING	23

1. Indledning

Nærværende rapport er afrapporteringen af InnoBYG spireprojektet "Brug af droner i byggebranchen". Projektet er en del af et større droneprojekt "InnoDrone", som er et tematisk fokus omkring droner i Danmark udbudt af Styrelsen for Institutioner og Uddannelsesstøtte (SIU) til de danske innovationsnetværk. Projektet er udarbejdet over perioden januar 2018- december 2018 med Ingeniørhøjskolen, Aarhus Universitet og Teknologisk Institut som videnspartnere samt deltagende virksomheder/organisationer som bidragsydere.

Input fra virksomhederne anonymiseret i denne rapport, men deres oprindelse er projektgruppen bekendt.

Afrapporteringen skal ses som en kortfattet afrapportering af projektets vigtigste resultater/konklusioner – da de enkelte aktiviteter i sig selv havde til formål at videndele, herunder den afsluttende InnoDrone-konference som blev afholdt i december 2018.

2. Formål og baggrund

Projektets mål er at kortlægge tekniske og forretningsmæssige muligheder og udfordringer ved intensiveret brug af droner i byggebranchen.

Byggebranchen er i stigende grad digitaliseret, hvilket effektiviserer og billiggør en stor del af byggeriets faser. Droneteknologien er en af de nye brikker i digitaliseringen.

Brug af droner i byggebranchen begrænses dog ofte til dokumentation og registrering af bygninger eller byggeprocesser. Nærværende projekt vil give et indblik i, hvad droner eventuelt også kan bruges til. Kan man f.eks. forestille sig en drone som "værktøj i luften" om få år?

3. Dataindsamling

Resultaterne i nærværende rapport er baseret på kvalitative og kvantitative data fra spørgeskemaundersøgelse, interviews, workshops, studietur samt generel desk-research i internationale tidsskifter. Nedenstående beskriver kortfattet den metodiske tilgang samt omfang. Generelt har datagrundlaget i projektet været begrænset og resultaterne skal derfor ses som retningsgivende.

3.1. Spørgeskemaundersøgelse

Spørgeskemaundersøgelsen har været bragt i nyhedsbreve fra brancheforeninger i byggeriet, relevante LinkedIn-kanaler, Building Supply samt direkte til relevante kontakter og nyhedsbreve i branchen.

Resultatet af spørgeskemaundersøgelsen er baseret på 33 besvarelser fra

- Rådgivende ingeniører/arkitekter 50%
- Entreprenører 11%
- Bygherre 14%

De resterende 25% fordeler sig mellem

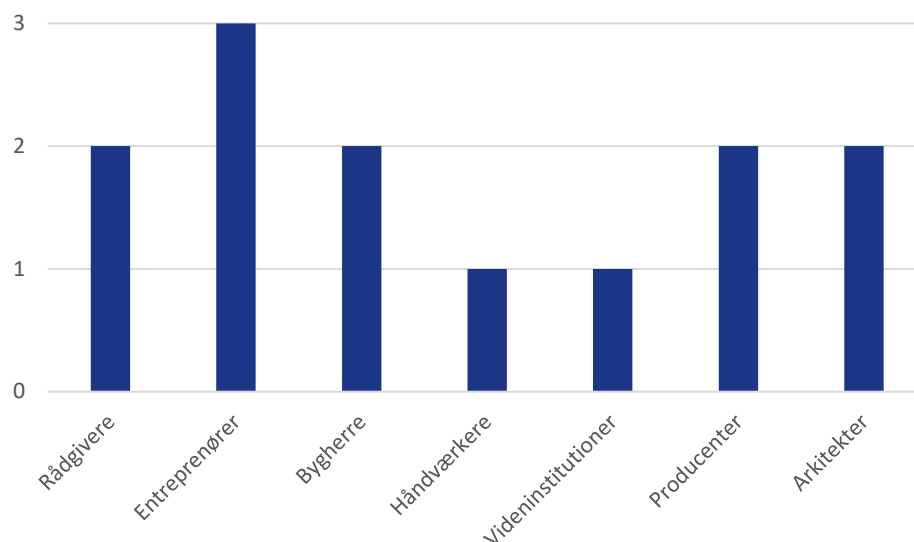
- Ejendomsadministratorer
- Uddannelsesinstitutioner
- Offentlige myndigheder
- Droneoperatører

3.2. Interviews

Indledningsvist i projektet er der udarbejdet en interessentanalyse hvorpå der blev udvalgt respondenter til de kvalitative interviews. Respondenterne til interviews blev udvalgt som repræsentanter for et bredt udsnit af byggebranchen og relaterede brancher.

Interessentanalysen viste, at bygherrer, rådgiverne, entreprenørerne og videninstitutionerne var relevante og vigtige aktører at få input fra. De mindre virksomheder (mindre, udførende) var vigtige at få i tale i forbindelse med projektets formål omkring at afdække nye mulighederne for brug af droner i byggebranchen.

Der er i alt udført 13 kvalitative interviews med en række danske virksomheder, som fordeles sig mellem:



Figur 1: Besvarelser af interviews fordelt på brancher

Interviews blev udført som telefoninterviews rammesat af en interviewguide. Som udgangspunkt var der afsat 1 time til hvert interview.

3.3. Workshops

Der blev afholdt en workshop sammen med Aarhus Tech, som blandt andet uddanner tømrere og murere (Erhvervsuddannelse). Formålet var blandt andet at undersøge forskellige muligheder for brug af droner til den udførende del af byggebranchen. De teknologiske muligheder for at sætte værktøj på en drone åbner op for mulighederne for at droner i fremtiden kan blive en forlænget arm for en håndværker. Disse muligheder blev diskuteret på workshoppen. Workshoppen blev afholdt den 28. aug. 2018 med 21 deltagere.

3.4. Studietur

Studieturen havde det primære formål at fungere som videndelingsaktivitet og var således en del af projektformidlingen. Studieturen blev afholdt den 28. november 2018 i samarbejde med Byens Netværk og havde fokus på droner i byggeriet. Spotland lavede et oplæg om deres brug af droner, og deltagerne overværede en drone i brug over Konges Nytorv. Studieturens sidste stop var hos Teknologisk Institut i Taastrup, hvor Teknologisk Institut præsenterede deres arbejde med brug af droner, databehandling, IoT, og kunstig intelligens. I laboratoriet kunne deltagerne se på den nyeste teknologi indenfor 3D-print i beton. Køreturen til Taastrup blev brugt til at diskutere brugen af droner. Der deltog i alt 22 personer på studieturen.

3.5. Desk Research

Indledningsvis i projektet blev internationale tidsskrifter undersøgt for brugen af droner i byggebranchen. Det internationale tidsskrift "Automation in Construction" blev undersøgt for relevante artikler og derudover blev redaktøren af tidsskriftet interviewet.

4. Ordforklaring

I forbindelse med beskrivelsen af resultaterne bruges forskellige dronerelaterede fagudtryk. Nogle af dem er nævnt nedenfor.

Beskrivelse af teknologi:

Teknologi	Beskrivelse
Dokumentation	2D Fotografering. Staderegistrering i byggeriet. Overblik over materiel på byggepladsen. Inspektion på større infrastrukturprojekter. Kvalitetskontrol på svært tilgængelige steder.
Fotogrammetri	Fotografering, hvor man kan fremskaffe tredimensionelle oplysninger om objekters geometri og placering. Anvendes bl.a. til optegning af eksisterende byggeri, hvor opmålingen kan anvendes i en BIM-model og kan bl.a. bruges i fbm. renovering. Dermed har man en as-built model til det videre projekteringsarbejde.
Billedbehandling	Data fra registreringer anvendes til opmåling af bygninger, og byggegruber, stadeopgørelser, optælling af materiel, byggepladsindretning mm.

Punktsky	En digital opmåling af et objekt, der genererer en stor mængde digitale punkter, som kan bruges til efterfølgende databehandling. Punktskyen kan f.eks. bruges til at generere en 3D-model af et objekt.
Værktøj i luften	En drone med påmonteret relevant værktøj. Anvendes ikke i byggeriet i dag, men har stort potentiale, som det ses f.eks. i fbm. landbruget. I dag anvender landbruget drone til f.eks. dosering af sprøjtegift. Her kan dronen vha. AI genkende ukrudt i fht. nytteplanter og dermed dosere sprøjtemidlet på ukrudtet i stedet for at skulle sprede det ud over alle planter på marken.
Opmåling/landmåling	Droner kan anvendes til opmåling af f.eks. jordmængder på byggeplads, hvor der tages et fotogrammetrisk billede af jordmængden, som efterfølgende kan måles op digitalt.
LIDAR	Teknologi, som anvendes til at indsamle store mængder af afstandsmålinger med meget stor præcision. Afstandsmålingen foretages med laser, som reflekteres og dermed kan afstanden måles meget nøjagtigt.

5. Resultater

Nærværende afsnit er inddelt i tre fokusområder: *Brug af droner i dag*, *Fremtidig brug af droner* samt *Barrierer for brug af droner*. De forskellige datainput (spørgeskema, interviews, workshop mm.) er grundlag for resultaterne. Data fra spørgeskema og interviews vil blive behandlet individuelt i de respektive fokusområder.

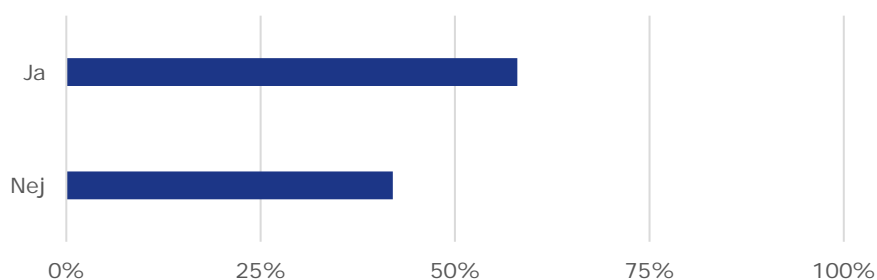
5.1. Brug af droner i dag

Nedenstående viser udvalgte resultater fra spørgeskemaundersøgelsen og interviews omkring brugen af droner i dag.

5.1.1. Inputs fra spørgeskemaundersøgelse

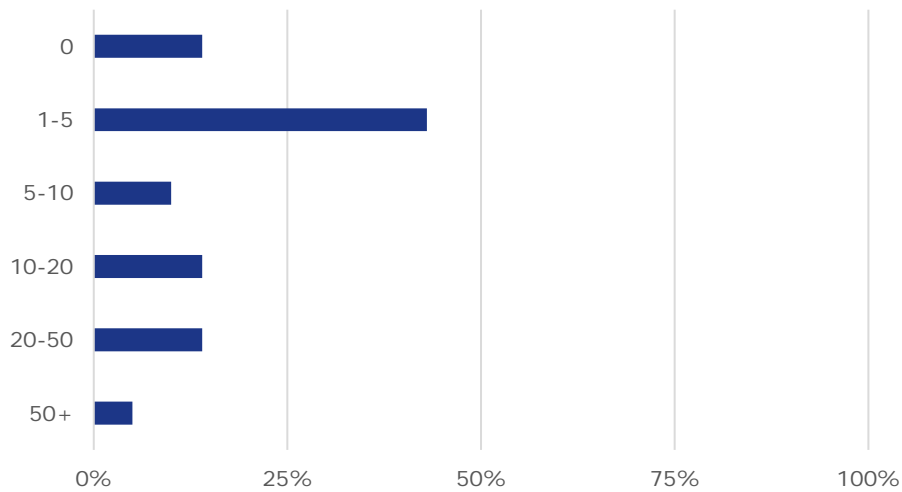
58% af respondenterne anvender droner i 2018.

Anvender din virksomhed droner til at udføre opgaver i dag?



Figur 1: Respondenters anvendelse af droner i dag

I hvor mange projekter i 2017 har I anvendt droner til at udføre opgaver?

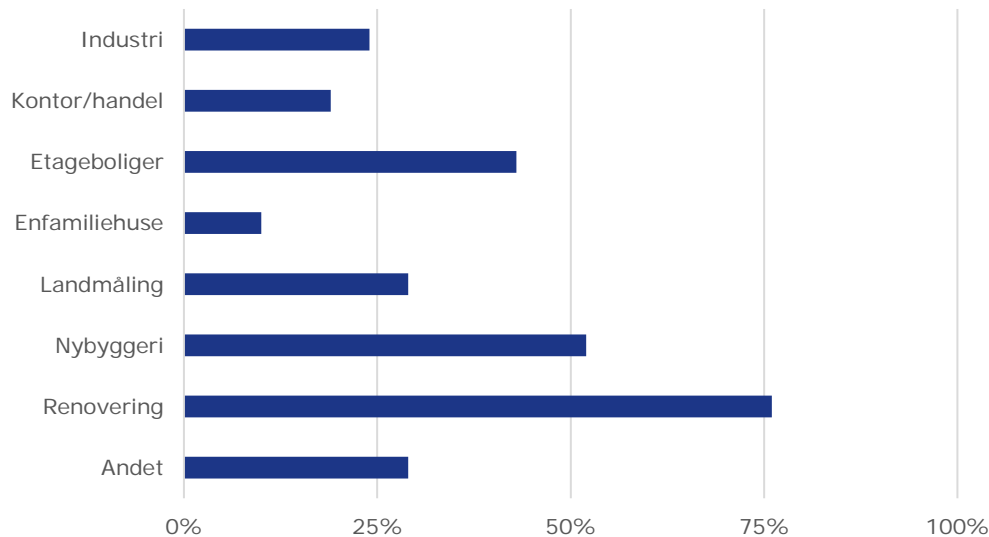


Figur 2: Antal projekter som respondenterne anvender droner i

Inden for hvilke områder?

- Bygningsinspektion
- Film til salgsmateriale
- Tilstandsvurdering, visualisering
- Markedsføring
- Undervisning
- Vurdering og salgsopgaver
- Taginspektion højhuse

Inden for hvilke segmenter af byggebranchen har din virksomhed anvendt droner?



Figur 3: Type af projekter som respondenterne bruger droner i

5.1.2. Sammenfatning af spørgeskemaundersøgelse

Som det ses ud fra besvarelserne, så er den primære brug af droner i dag dokumentation og registrering, og udbredelsen af brug af droner er generelt begrænset. Få virksomheder har rigtig mange opgaver (givetvis droneoperatørerne), mens de andre endnu typisk har få opgaver. Figur 3 viser, at indenfor undersøgelsens respondenter er brug af droner mest udbredt i renoveringsopgaver og i etageboliger.

5.1.3. Resultater fra Desk Research

På baggrund af et interview med chefredaktøren fra et af de største internationale tidsskrift inden for teknologi og automation i byggebranchen (Automation in Construction) interviewet og publikationer i tidsskriftet igennem de seneste år blive gennemgået for artikler omhandlende droner i byggeriet. Både interviewet med redaktøren og desk-researchen af tidsskriftet understregede at brugen af droner i dag i byggebranchen primært er til opmåling, dokumentation og registrering. Der findes nogle få videnskabelige artikler hvor f.eks. droner bliver brugt andet som f.eks. at bygge konstruktioner. I søgninger gav søgeordet "UAV" 65 publikationer og søgeordet "drone" gav 36 publikationer. Det kan forventes inden for de nærmeste år at flere artikler vil blive publiceret da teknologien er i kraftig udvikling, hvilket også f.eks. understreges af, at indtil 2018 var der publiceret 26 artikler og fra 2018 er der publiceret 39 artikler.

5.1.4. Inputs fra interviews

Nedenstående er input fra de kvalitative telefoninterviews ang. brug af droner i dag. Virksomhederne er anonymiseret og deres udtalelser fremgår af deres rolle i byggeriets værdikæde (arkitekt, ingeniørrådgiver, entreprenør, producent osv.).

Hvor anvender I droner i dag?

Større arkitektvirksomhed

Arkitektvirksomheden ser flyvning med drone som en spidskompetence, derfor foretrækkes en ekstern leverandør med opdateret "grej" og kompetencer. Droner ville måske være et nyttigt værktøj i forbindelse med renoveringsopgaver, som dog ikke er virksomhedens kerneområde.

Mellemstor renoveringsarkitekt

Arkitektvirksomheden anvender droner til rendering og video. Virksomhedens samarbejdspartnere og landmålere, der anvender punktsky til registrering af byggegrube. Selv har virksomheden anvendt 3D-registrering, men dronebrugen er meget begrænset.

Mindre entreprenørvirksomhed

Virksomheden vurderer, at anvendelse af droner i stor udstrækning stadig er for dyrt. Det er derfor kun, ved en konkret efterspørgsel fra bygherre eller arkitekt at anvendelse af droner kommer på tale.

Virksomheden har anvendt droner en enkelt gang i forbindelse med skadesregistrering forud for renovering. Det viste sig at være for dyrt, så øget brug af droner afventer større efterspørgsel og volumen i opgaverne.

Landmålvirksomhed

Virksomheden bruger primært droner til arbejdet på byggeplads – både i planlægningsfasen, men også til opfølgning af tidsplaner. Filmene, der optages, bruges også til kommercielle formål. Desuden beregnes volumen af flis, jord og sten med anvendelse af droner og det rette software. Samme teknologi bruges til opmåling og volumenberegninger i grusgrave, hvor der virkelig er tid at spare ved ikke at skulle ud og måle op med en totalstation. Der modelleres punktskyer både med håndscanner, stationær stander og droner. Virksomheden anvender droner til autofotos og inspektion og har 12 dronepiloter i alt. Det er målet, at alle landmålere i virksomheden skal have dronebevis.

Stor ingeniørrådgivervirksomhed

Virksomheden bruger i dag droner, har indkøbt droner og har droneoperatører. Ydelsen er en centraliseret ydelse med udgangspunkt i drift og vedligehold af bygninger, men ydelsen leveres også til andre afdelinger (f.eks. vejafdeling). Udgangspunktet for brugen af droner i virksomhedens opgaver er drift og vedligehold og registrering af tilstand. Virksomheden udforsker hele tiden, hvor dronerne kan give merværdi til den eksisterende



kerneforretning. Virksomheden bruger f.eks. termografering til at øge værdien af den eksisterende ydelse omkring tilstandsvurdering af bygninger. Virksomheden vurderer, at det ikke er selve flyvningen der øger omkostningerne, det er den efterfølgende databehandling der tager tid. Virksomheden vurderer ligeledes at tiden fordelt på en droneopgave er 20% flyvning og 80% databehandling.

Større entreprenørvirksomhed

Denne større entreprenørvirksomhed bruger aktivt droner i hverdagen. Dog flyves der slet ikke på alle deres byggepladser og heller ikke hver dag. Den geografiske udbredelse af brugen af droner på virksomhedens byggepladser er meget personafhængig. Og i første omgang primært byggepladser hvor ansatte tidligere har set droner blive brugt eller hvor andre dele af organisationen beslutter at der skal flyves med droner. Dronerne bruges primært til registrering og dokumentation af fremdriften på byggepladserne. Der er endnu ikke den store interaktion mellem de digitale modeller og overflyvning af byggepladser med droner.

Stor bygherre

Denne bygherre udforsker mulighederne for brugen af droner i dag. De har uddannede dronpiloter samt indkøbt flere droner. Dronerne bliver i dag brugt til drift og vedligeholdelsesopgaver (f.eks. besigtigelse af tage).

Hvor oplever I, at efterspørgslen kommer fra?

Større arkitektvirksomhed

Arkitektvirksomheden oplever ingen efterspørgsel fra kunder på opgaver. Da man ikke kan se, at droner skulle bidrage til optimering af arbejdsgang, er der truffet beslutning om ikke at satse på droner i arbejdet.

Mellemstor renoveringsarkitekt

Virksomheden oplever ikke rigtigt en efterspørgsel efter droneydelser eller anvendelse af droner i projekterne. Tilgangen til teknologi i virksomheden er at afvente om der er andre i branchen, der har gode erfaringer med nye teknologier. Desuden kører virksomheden ikke de store præsentationsprojekter som andre store arkitektvirksomheder gør, så droner bruges heller ikke til denne type opgave.

Entreprenørvirksomhed

Virksomheden oplever ikke som sådan en efterspørgsel fra kunderne. Brug af droner er en intern beslutning, som bliver tilbudt på alle sager. De fleste bygherrer ønsker, at virksomheden fortsætter med at anvende droner i opgaverne, når først teknologien er introduceret på sagen.

Stor ingeniørrådgivervirksomhed

Der opleves ikke en ekstern efterspørgsel på brug af droner. Det er primært en intern efterspørgsel, som kommer jo mere kendskab de enkelte medarbejdere får til brugen af dronerne. Bygherrerne oplever en større værdi i de almindelige ydelser de har bestilt, og derfor forventes det, at efterspørgsel også fremadrettet kommer fra kunderne.

Større ingeniørrådgivervirksomhed

Virksomheden har endnu ikke oplevet efterspørgsel fra kunder, men anvender drone in-house til at lette rådgivningsopgaver. Det er virksomhedens forventning og håb, at kunder i fremtiden vil efterspørge brug af droner. Indtil videre har virksomheden 2 dronekyndige personer, hvoraf den ene ikke helt er aktiveret i 'droneprojektet' endnu, men har erfaring med dronedykning fra tidligere arbejdsplads.

5.1.5. Sammenfatning af interviews

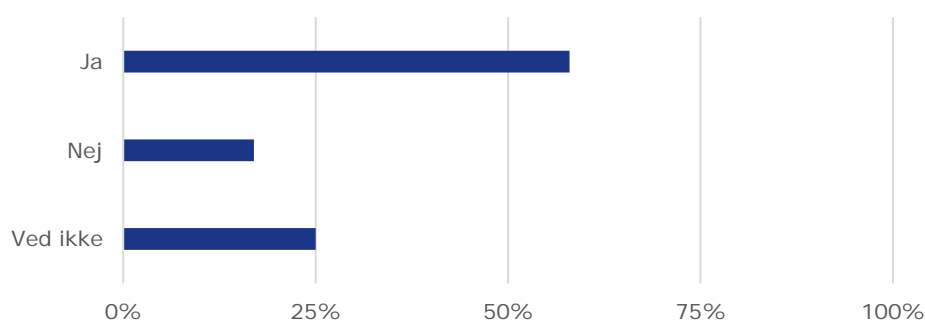
Interviews viser, at mange af aktørerne ikke oplever en efterspørgsel af droneydelser fra eksterne samarbejdspartnere. Brugen af droner begrænser sig til de områder, hvor aktørerne selv får en gevinst ved anvendelse af droner. Droner bliver generelt betragtet som en dyr, ny løsning på problemstillinger, som allerede kan løses ved hjælp af andre metoder, som er velkendte og ikke kræver ny investering. Opgaverne, som dronerne bidrager til at løse, begrænser sig i høj grad til dokumentation, registrering, opmåling og lignende opgaver. Specialiseret software nævnes ikke som en del af droneydelserne.

5.2. Fremtidig brug af droner

Nærværende afsnit fokuserer på resultater fra spørgeskemaundersøgelsen og interviews vedrørende den fremtidige brug af droner.

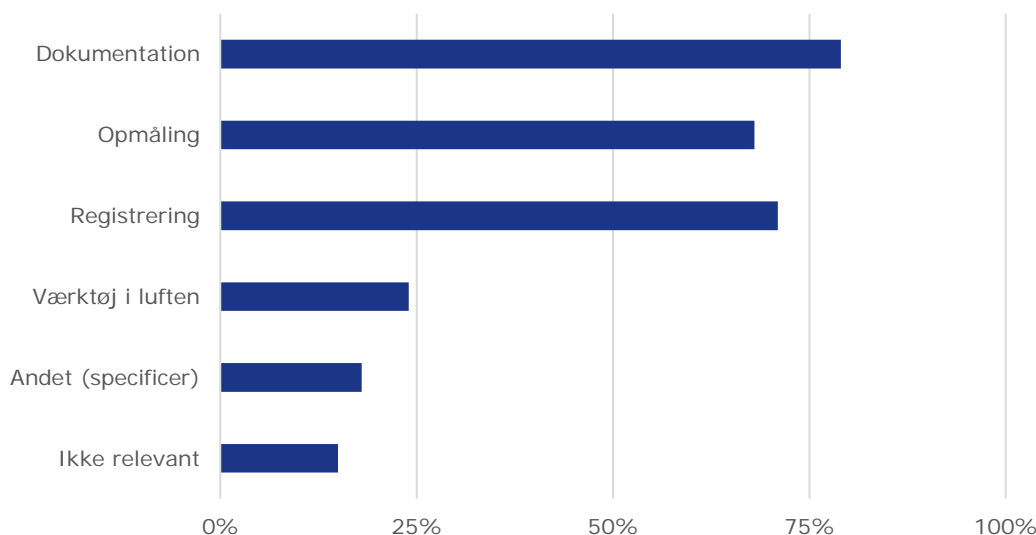
5.2.1. Resultat af spørgeskemaundersøgelse

Forventer I, at I vil anvende flere droner i 2018 end 2017?



Figur 4: Respondenternes forventning til brug af droner i fremtiden

Inden for hvilke områder regner I med at bruge droner inden for de næste 5 år?



Figur 5: Respondenternes forventning til brug af droner i fremtiden (områdespecifikt)

Specificerede svar:

- Registrering af trafikanters færden og tælling af mængder
- Film til salgsmateriale samt anvendelse af punktskyer til opfølgning
- Markedsføring
- Termografi, LIDAR
- Undervisning
- Byggeplads staderegistrering, PR
- Kæmpe muligheder for anvendelse af droner i byggeriet: 1) Registrering af eksisterende forhold. 2) Opmåling 3) Staderegistrering 4) Transport og kommunikation på store pladser 5) Kvalitetssikring

5.2.2. Sammenfatning af spørgeskemaundersøgelse

Når man sammenligner besvarelserne fra respondenterne i fht. brugen af droner i dag og vurderingen af virksomhedernes brug af droner inden for de næste 5 år, kan man se et sammenfald. Det vil sige at virksomhederne forventer at bruge dronerne til nogenlunde det samme i fremtiden, som gør i dag. Svarene kunne tyde på, at der mangler bevidsthed om, hvad droner potentielt kan bruges til. I byggebranchen er der ikke indsigt i det potentiale, som droner har. Det kræver samarbejde mellem de teknologiske virksomheder, som laver teknologiske løsninger som f.eks. droner, software, robotter osv., og byggebranchen for at kunne udvikle på området. I de udførte interviews har der været fokus på at spørge ind til de fremtidige muligheder for droner.

Spørgeskemaundersøgelsen viser, at 58% af de adspurgte virksomheder anvendte droner i 2018 – og 58% forventer at anvende flere droner i opgaveløsning i 2018 end 2017 (figur 4). Dette understreger, at virksomhederne forventer en stigning i antallet af opgaver inden for samme område. Når virksomhederne bliver adspurgt, kan ca. 25% af respondenterne, som det ses af figur 5, forestille sig et værktøj på en drone om 5 år.

5.2.3. Inputs fra Interviews

Nedenstående er udvalgte resultater fra de kvalitative telefoninterviews.

Hvor ser du et potentiale for brug af droner i byggebranchen i fremtiden?

Større arkitektvirksomhed

Generelt ser arkitektvirksomheden et potentiale for brugen af droner i fremtiden. Især omkring byggeprocessen i udførelsesfasen, og mulighederne for at bruge droner i samspil med de digitale modeller. Dronerne kan f.eks. levere data i forbindelse med big data håndtering samt data fra sensorer. I udgangspunktet har virksomheden svært ved at se dennes rolle i brugen af droner. Arkitektvirksomheden ser sig selv som relativt omstillingsparat, hvis der er en forretning ved at bruge droner, vil virksomheden hurtigt kunne omstille sig til den nye teknologi. Fra virksomheden besluttede sig for at investere i Virtual Reality (VR), så tog det kun 6 måneder at være klar.

Mellemstor arkitektvirksomhed

Inden for inspektion ligger der et potentiale i fbm. registrering af tilstand forud eller i forbindelse med reovering. Dette har ikke lange udsigter. Der er ét projekt nu, som kunne have haft gavn af droneinspektion, hvor droner f.eks. kunne have bidraget til prøvetagning på facade i fbm. reoveringsprojekt. Det er ikke undersøgt, om teknologien findes, men det kunne have været et godt redskab. Alle investeringer er en cost-benefit analyse, og droner kræver investering.

I nedbrydningsbranchen er der mange farlige processer, hvor robotter – og potentielt også droner – kan tænkes ind for at øge sikkerheden. Her tænkes både på skadelige stoffer samt fysisk krævende eller udsatte situationer. Dronen har endnu ikke kapacitet til at udføre arbejdet, men kunne måske på nuværende tidspunkt fungere som "guide" til robotterne og være robotternes øjne og ører. På sigt kan dronerne måske hjælpe aktivt i nedbrydningsarbejdet.

Der er konstant øget fokus på arbejdsmiljø og sikkerhed, og her er droner et oplagt værktøj. Håndværkere får også større fokus på arbejdsmiljø og forebyggelse af fysisk nedslidning. Der er et generationsskifte, hvor nyuddannede håndværkere har mere fokus på sikkerhed og er desuden mere omstillings- og teknologiparate. Der kommer en generation, som er "født med en iPad i hånden", som naturligt vil tænke teknologi ind i deres arbejdsprocesser. Dette vil forbedre mulighederne for dronebrug på byggepladserne.

Arkitektvirksomheden vurderer, at entreprenører har størst gevinst for brug af droner i dag. Det giver ikke lige så meget mening for rådgivere og arkitekter. Måske vil det ændre sig i fremtiden

Mindre entreprenørvirksomhed

Denne mindre entreprenørvirksomhed ser især, at brug af droner i byggebranchen har et potentiale inden for opmåling i forbindelse med renoveringssager. I renoveringsprojekter ved gamle bygninger er f.eks. vinduerne ofte meget forskellige størrelser – de kan variere flere centimeter. Hvis man kan opnå en nøjagtighed på $\pm 0,5$ cm vil denne form for opmåling være meget anvendeligt. Hvis landmålere kunne garantere en given nøjagtighed, kunne dette være et forretningsområde, hvor en entreprenør ville være villig til at betale ekstra for at få en forsikring/garanti på en ønsket nøjagtighed. Registrering af behov for skadesudbedring har også et potentiale.

Droner kan anvendes som fotodokumentation og "et ekstra øje", dokumentation under proces samt markedsføring kan droner have en fremtid i en mindre håndværksvirksomhed.

Inden for de næste 5 år regner virksomheden med at anvende droner til fotodokumentation, opmåling af bygninger, byggepladser o.l. samt droner som værktøj i forbindelse med mindre reparationer, vinduespudsning og facadevask. Desuden kan virksomheden forestille sig droner til transport af materialer f.eks. som hejs, hvilket vil kunne reducere spildtid.

Landmålervirksomhed

Landmålervirksomheden mener, at det i fremtiden er oplagt, at droner skal kunne betjenes over længere afstande. I dag skal man være tæt på sin drone, men det vil give langt større frihed, hvis det bliver muligt – og lovligt – at operere langdistancedroner. På byggepladsen vil droner kunne bruges til levering af materialer. I fremtiden vil man sandsynligvis også kunne lave punktskyer af objekter under vand, som ikke er en mulighed i dag.

Stor entreprenørvirksomhed

Entreprenøren har udført et pilotprojekt, hvor droner har været anvendt til at løfte betonelementer. Betonelementerne var dog koniske, således krævede det ikke høj præcision at placere elementet. Der er et stykke vej endnu, før man kan anvende droner til placering af konventionelle betonelementer, men måske en dag bliver dronerne præcise og kraftfulde nok til denne opgave.

Stor ingeniørrådgivningsvirksomhed

Virksomheden ser et klart potentiale til at udvide eksisterende kerneforretningsydelser med brugen af droner. Det er dog vigtigt, at mængden af data kan håndteres effektivt. Der er behov for værktøjer, der kan bidrage med datahåndtering.

Videninstitution

Når fantasien får lov til at udfolde sig kommer der forskellige muligheder frem i lyset. Denne videninstitution har et stor internationalt og nationalt netværk inden for brugen af forskellige teknologiske løsninger i forskellige sektorer (ikke kun byggebranchen). Og videninstitutionen fremhæver, at det i USA er afprøvet at bygge en "drone"/robot ind i ventilationskanaler, som her kan anvendes til at rense kanalerne fjernstyret. Desuden ses der også et potentiale i droner som leverandør af værktøj til håndværkere i højden. Dronen vil således fungere som avanceret elevator, som selv kan hente det værktøj, som efterspørges – hvilket også er påpeget af en håndværkervirksomhed som noget, der kunne løse et praktisk problem på byggepladsen.

Lidt i samme stil kunne droner også bruges til at levere materialer på byggepladsen. Videninstitutionen vil køre et demonstrationsprojekt, hvor droner skal bruges til levering af materialer i lille skala. Der er nogle hensyn at tage i forhold til sikkerhed på byggepladserne. Det er ikke tilladt at flyve med tungt materiel over personer, så der er nogle begrænsninger i projektet.

En udfordring i dag er dronernes rækkevidde. Denne udfordring kan overkommes inden dørs, hvor droner kan påmonteres et kabel og i princippet få ubegrænset flyvetid. Her kunne droner bruges til sprøjtemaling af store overflader eller placering af sensorer på svært tilgængelige steder. Maling ved brug af pumpe på jorden er også en mulighed.

Videninstitutionen forventer, at droner i de kommende år vil blive mere udbredt til diverse opmålingsopgaver og landmåling generelt

Videninstitutionen vurderer, at droner kan bruges til påføring af letvægtsmaterialer generelt, ikke kun maling. Alle lette materialer, er der mulighed for at påmontere dronen hvis blot den rigtige teknologi kombineres hermed

Stor byggherre

For en almen boligforening vil droner kunne bruges til at dokumentere renoveringer. Landsbyggefonden stiller krav om video til dokumentation af helhedsplan. Denne video vil også kunne bruges som reklamefilm.

Hvert andet år udføres sprøjtning af alger på boligerne, denne del af vedligeholdet vil kunne udføres af en drone. Måske vil udskiftning af fuger og maling af udhæng i fremtiden også være en opgave, som kan løses af droner.

Producenter

I forbindelse med de kvalitative interviews blev to producenter til byggebranchen også interviewet. Den ene var en producent, der leverede grønne tage, og den anden lavede byggematerialer til indvendig aperting. Ingen af producenterne bruger droner i dag eller har umiddelbart planer om det. Dog under snakken om droner kom der nogle muligheder frem for begge producenter om en fremtidig brug af droner. Byggematerialeproducenten overvejede, om man eventuelt kunne ændre produkterne, så de var "drone klar" altså så

produkterne måske i fremtiden skulle klargøres til at droner kunne forestå montagen. Producenten af grønne tage kunne se en potentiel serviceydelse af de svært tilgængelige grønne tage (beskæring, gødning, rensning osv.). En ydelse som er relativt omkostningsfuld i dag. Dette understreger, at virksomhederne generelt ikke er klar over mulighederne for brug af droner, men med den rette vejledning kan potentialerne afdækkes, og nye muligheder kan opstå på grund af dronerne.

5.2.4. Sammenfatning af interviews

Generelt vurderer virksomhederne, at brugen af droner i byggebranchen intensiveres i fremtiden.

Når virksomhederne selv blive bedt om at perspektivere brugen af droner i fremtiden, så nævner flere virksomheder fremtidsmuligheder, der allerede eksisterer eller relativt let kan implementeres. Der mangler en overordnet interesse i at udforske eller viden om, hvad der ligger af muligheder. Dette er givetvis fordi forholdet mellem risiko og investering peger hen imod en for lille gevinst på den korte bane. Når brugen af droner perspektiveres af intervieweren, så begynder virksomhederne i flere tilfælde selv at nævne spændende muligheder. Dette understreger at viden om mulighederne ikke nødvendigvis er stor, men også at det er virksomhederne selv der kan se potentielle kernefunktioner, hvor dronerne eventuelt kan gøre nytte.

5.2.5. Opsummering på nutidig og fremtidig brug af droner

Nedenstående tabel er projektgruppens opdeling af overordnede arbejdsopgaver i byggebranchen samt en vurdering af, hvor stor udbredelsen af droneteknologi er i dag - samt hvad interviews og spørgeskemaundersøgelsen peger på er fremtiden for brug af droner inden for hvert arbejdsområde.

Tabel 1 Sammenhæng mellem arbejdsopgave i byggebranchen samt nutidig og fremtidig brug af droneteknologi

Arbejdsopgave	Type	Udbredelsen i dag	Fremtidig brug af droner
Drift og vedligeholdelse (bygherrer (drift)/rådgiver)	Dokumentation og registrering af bygningstilstand	Begrænset	Forventes en stor stigning af brugen af droner til denne arbejdsopgave
Byggeledelse og planlægning (entreprenør)	Dokumentation og registrering af mængder og studeopgørelse	Meget begrænset til de store entreprenører	Forventelig større udbredelse til de mindre entreprenører når de større først har vist anvendelsesmulighederne ved droneteknologi
Opmåling og 3D-modeller (landmålere/rådgiver)	Dokumentation og registrering	Begyndende udbredelse, mange landmålere bruger i dag droner – jo mere præcise de bliver des større udbredelse.	Større udbredelse. Potentialer i landmålerbranchen er stort, og branchen har set potentialer
Salg (ejendomsmæglere)	Dokumentation og registrering	Begyndende udbredelse	Droner har et stort potentiale her. Bl.a. pga. større dækningsbidrag i denne branche, har droner et større potentiale
Analyse/udvikling af software	Dokumentation og registrering	Begrænset, kun få aktører specialudvikler software til byggebranchen.	Ikke i alle tilfælde er softwaren udviklet nok til at imødekomme de krav til præcision, som stilles i byggebranchen. Der mangler desuden er fælles forståelse for byggebranchens behov for software til droner. Dette behov står givetvis ikke fuldstændigt klar for byggebranchen selv, hvilket besværliggør udvikling af software, som kan løse byggebranchens udfordringer. Softwarebranchen er, som altid, omstillingsparate og udvikler konstant nye teknologier – når byggebranchen er klar til at modtage teknologierne følger softwaren med
Værktøj i luften	Udførende (murer/tømrer/maler)	Meget begrænset	Der er interesse for at integrere ny teknologi i det praktiske arbejde i byggebranchen, men konkret brug har lange udsigter både i fht. brugbar hardware og software til formålet

En del af formålet med dette projekt var at undersøge hvilket værktøj man kunne forestille sig at sætte på en drone. I forbindelse med en workshop hvor også udførende (tømrere) deltog kom følgende muligheder på bordet, hvor man kunne se droner:

Spraymaling, flytte materiel op og ned af trapper, støvsugning – både indvendigt og f.eks. tagrender, boreprøver, skrabe, tage små prøver af f.eks. svampesporer, samt bolte og som mobilt lys/lygte.

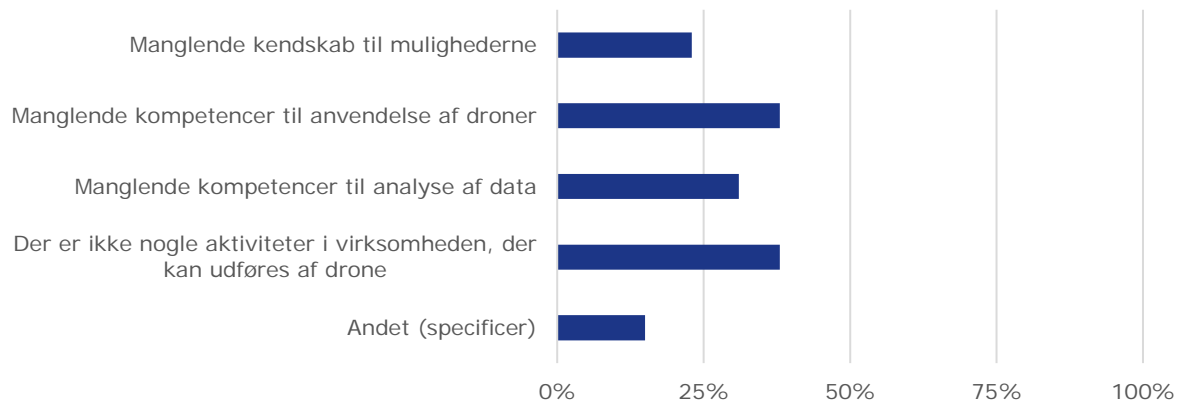
Generelt manglede der kendskab til dronernes potentiale og dermed potentielle muligheder.

5.3. Barrierer for brug af droner

Nærværende opsummerer resultaterne af spørgeskemaundersøgelse og interviews i forhold til barrierer for brug af droner.

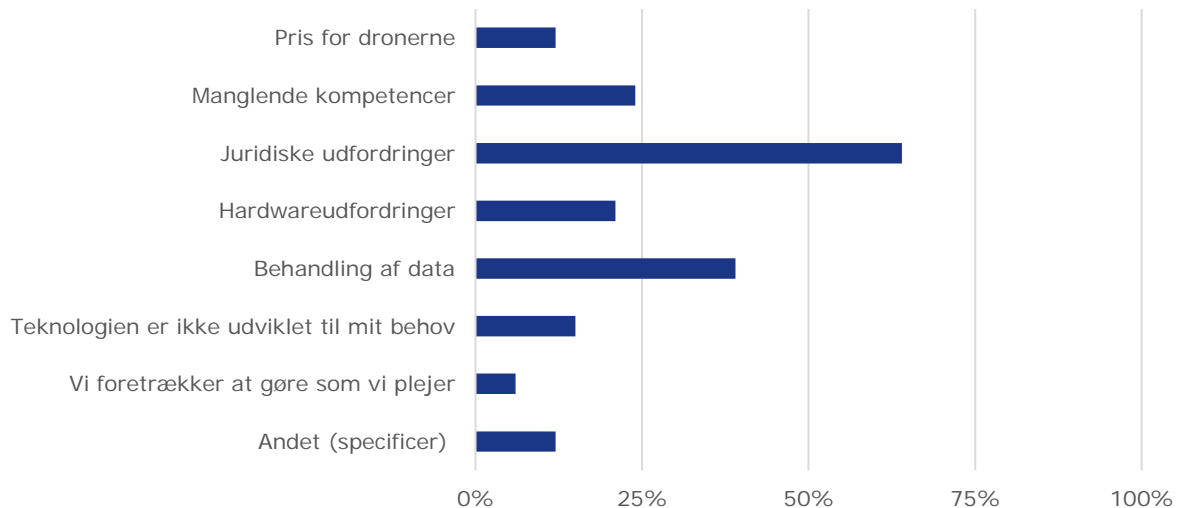
5.3.1. Resultat af spørgeskemaundersøgelse

Hvad er årsagen til, at I ikke anvender droner?



Figur 6: Respondenternes vurdering af årsag til manglende brug af droner.

Hvilke primære udfordringer ser I der er for øget anvendelse af droner i byggebranchen i fremtiden?



Figur 7: Respondenternes vurdering af udfordringerne ved øget anvendelse af droner.

Specificeret:

- Tilladelse fra politiet til anvendelse af droner
- Behov for standarder mht. sikkerhed og anvendelse
- Punktskyer ikke præcise nok i forhold til en ellers mulig række af opgaver
- Der er udfordringer med droner, da de fleste droneflyvere ikke har byggeteknisk erfaring og derved overser elementer i registrering. Der er desuden udfordringer i fht., at politiet skal give tilladelse og naboer skal høres. Dette opsøgende arbejde er ofte svært og langsommeligt

5.3.2. Sammenfatning af spørgeskemaundersøgelse

Som det ses af figur 6 så er der ikke nogle entydige årsager til at man ikke anvender droner i dag. Respondenterne peger både på manglende kendskab, kompetencer, manglende analysemuligheder samt fravær af aktiviteter i virksomheden, som kræver brug af droner. Dette kunne indikere et generelt manglende kendskab, hvilket skaber rum for "drone-udviklere" til at udvikle løsninger og generelt fortælle om mulighederne af brug af droner i byggebranchen. Med forbehold for en relativt lille respondentgruppe er der base for at skabe et forum, hvor teknologiproducenter og byggebranche kan møde hinanden og udvikle fælles løsninger.

Figur 7 samt nogle af kommentarerne peger på, at der i branchen er en frygt for en sikkerheds/juridisk udfordring ved brug af droner. Kommer der for mange begrænsninger i brugen af droner på grund af lovgivning og besværlige ansøgninger om tilladelser risikeres det, at gevinsten ved brug af droner bliver endnu mindre og dermed fravælges løs-

ningen. Ligeledes vurderer respondenterne som vist i figur 7, at softwaredelen er en udfordring. Ét er at indsamle en masse billeder/video, men databehandlingen kan efterfølgende være så overvældende og tidskrævende, at det ikke giver mening at indsamle data med dronerne i forhold til nuværende metoder.

5.3.3. Input fra interviews

Nedenstående er udvalgte resultater fra de kvalitative interviews.

Hvilke barrierer ser I for fremtidig brug af drone?

Større entreprenørvirksomhed

Lovgivning: I dag skal man ansøge om at anvende droner 24 timer i forvejen. Dette besværliggør anvendelsen af droner, og det vil fremme brugen af droner, hvis lovgivningen bliver ændret.

Teknologi: Præcisionen af droneopmåling er en udfordring. Opmåling i forbindelse med renovering er for upræcist til at kunne anvendes i praksis. Kun opgaver, hvor fuldkommen nøjagtighed ikke er påkrævet er droner anvendelige.

Computerkraft: Når der indsamles data med droner, er det ofte meget store datamængder, der behandles (f.eks. når man laver en 3D punkt sky). Det kan tage 24 timer at behandle den store mængde data opsamlet med drone. Når computerkraften kan matche behov for databehandling, vil det være et stort skridt for droneteknologi

Større arkitektvirksomhed

Omkostning er et issue. Stor opstartsudgift inkl. kompetencebehov. Interviewperson har et certifikat – men har aldrig brugt det. Virksomheden har en drone, der ikke rigtigt bliver brugt.

Behovet er ikke klart nok. For virksomheden står det ikke klart, hvad værdiskabelsen af dronebrug er. Derfor prioriteres andre udviklingsområder først.

Implementering af droner i byggebranchen er en opgave, der ligger ved leverandørerne. Det er dem, der skal skabe behovet.

Større Bygherre

Persondataforordning og lovgivningsmæssigheder omkring dronebrug er regulære barrierer. Hvis dronerne skal have en fremtid i byggebranchen, skal de være større og have større løftekapacitet. De skal kunne lave et arbejde.

Mindre entreprenørvirksomhed

Det tager i dag for lang tid at bearbejde data - det kan let tage 14 dage. Teknikken skal være nem at forstå, før den bliver implementeret på byggepladsen. Værdiskabelsen af teknologien skal specificeres. Tilladelser og lovgivning er også en udfordring i fremtiden.

Landmålervirksomhed

Ensartede overflader kan man ikke lave punktskyer af – dvs. sorte overflader, som f.eks. asfalt, snedækkede overflader eller overflader dækket af højt græs eller lave buske. Kameraet er desuden begrænset, når der skal opmåles en skovbund, som er dækket af løvbærende træer eller nåletræer. LIDAR kan bruges i denne sammenhæng, men almindeligt kamera og autofoto kan ikke bruges. Der er behov for at få udviklet en teknologi, der kan imødekomme disse udfordringer. Desuden er droner udfordrede i forhold til opmåling af overflader dækket af vand. Hvis dronen overflyver en grøft med vand kan autofoto ikke bruges til opmåling – her skal man have fat i en grøn laser, og selv med laser kan man kun opmåle på meget lave vanddybder.

Præcision af droner er en udfordring. Præcisionen falder som funktion af højden man flyver i. I det hele taget er usikkerheden på z-koordinatet i opmålingen meget større end i x-y-retningen og er for upræcist til at bruge i praksis. Dette er en udfordring i fht. fremtidig brug af droner.

Processering af data er ikke en udfordring, data uploades til en cloud – dette tager ikke længere end 3-4-timer selv med mange datapunkter, og computeren behøver ikke være specielt kraftfuld for at kunne følge med. Dog kan internetforbindelsen være en udfordring – ryger den, starter man forfra. En stabil internetforbindelse i felten er nødvendig, for at brug af droner fortsat kan lade sig gøre i praksis.

Mellemstor arkitektvirksomhed

Der er en udfordring i ansøgningsprocessen. Denne er tidskrævende, og hvis ikke flyvningen kan udføres den planlagte dag, skal der ansøges igen. Dette er tidskrævende. Der er mange områder, hvor der ikke må flyves med drone f.eks. ved tæt bebyggelse. Dette er en udfordring i bynært miljø. Denne problemstilling vil kunne imødekommes med ændret lovgivning.

Droneflyvning er specialistarbejde, og er derfor ikke noget som denne virksomhed har kompetencer for inhouse. Der er en udfordring i byggebranchen i fht. dækningsgrad. Der er meget lidt økonomisk råderum til at afprøve ny teknologi, fordi ydelserne ofte ikke genererer ret stort overskud. Der er ingen penge for spildt arbejde, så hvis en teknologi viser sig ikke at kunne bidrage positivt der, hvor det var tiltænkt, er det spildt arbejde. Cost-benefit er den primære udfordring for ny teknologi i byggebranchen. Virksomheden har en manglende lyst til investering på grund af usikkert outcome af investeringen.

Større rådgivende ingeniørvirksomhed

I fbm. erhvervelse af dronecertifikat er der en udfordring. Det kræver tid og øvelse at bruge drone og tage certifikatet. Man skal først erhverve sig et dronecertifikat til en lille drone, herefter have flyvetimer med den. Når man så har opnået det antal timer, som det kræves til den lille drone, kan man gå videre og få certifikat til en større drone. Det vil sige, at der går lang tid, før man har et dronecertifikat til en stor drone, hvis det er det man ønsker.

5.3.4. Sammenfatning af interviews

Det er lettere for virksomhederne at se udfordringerne end mulighederne. Flere af scenarierne der nævnes som fremtidsscenarier eksisterer allerede – til gengæld bliver der nævnt mange punkter under udfordringer i forbindelse med dronebrug. Dette er nok typisk når en ny teknologi skal implementeres – det hele er fremmed, man ved ikke helt hvad teknologien egentlig dækker, men udfordringerne identificeres let, fordi den nye teknologi gør tingene mere besværlige end de var før. Interessant er det også, at én virksomhed nævner datamængden som en udfordring - en anden nævner, at det ikke er en udfordring. En anden interessant betragtning er, at én virksomhed nævner, at ansøgningsprocessen for tilladelse til droneflyvning er meget enkel, og en anden nævner den som barriere for, ikke at anvende droner. Sidstnævnte er nok mere en frygt for en bureaukratisk ansøgningsproces end en egentlig barriere, da omtalte virksomhed ikke selv anvender droner.

En gennemgående udfordring er præcision af data. Det er vigtigt, at data er valide for at kunne stole på outputtet. Derfor er en "almindelig" drone måske ikke svaret til mange registreringsopgaver, det kræver et mere professionelt setup med sikre koordinater. Sidst skal nævnes byggebranchens lave dækningsgrad, som generelt er en udfordring. Især i fht. implementering af ny teknologi betyder den lave dækningsgrad, at branchen er mindre risikovillig end andre brancher.

6. Perspektivering

Nærværende spireprojekt har haft til formål at kortlægge brugen og barriererne for brugen af droner i byggebranchen. Herunder en opsamling og perspektivering af resultaterne fra kortlægningsaktiviteterne.

Brug af droner i dag

Droneteknologien har indtaget den danske byggebranche – dog i begrænset omfang. Mange virksomheder har indkøbt droner og fået uddannet dronepiloter, men dronerne anvendes i varierende grad i de konkrete kommercielle aktiviteter.

De virksomheder, der kan se en klar og tydelig gevinst ved brug af droner, er gået fra den indledende nysgerrighed til en regulær anvendelse af droner i forretningen. Den primære anvendelse af dronerne er i dag til dokumentation og registrering. Ofte bruges dronerne til at understøtte og forbedre en allerede eksisterende kernekompetence. F.eks. anvender ingeniørrådgiveren droner til at lave tilstandsvurdering af bygninger, hvor dronen relativt hurtigt kan skabe et detaljeret overblik af bygningens tilstand. Droneoverflyvningen kombineret med efterfølgende analyse af data er med til at give et endnu bedre produkt. For entreprenørerne (især anlægsentreprenører på grund af store afstande og få forhindringer) understøtter brugen af droner de klassiske landmålerydelse som f.eks. opmåling og mængdeberegning på byggepladserne.

Det overordnede billede er dog, at størstedelen af virksomhederne ikke anvender droner aktivt som del af deres kommercielle ydelser i dag.

Fremtidig brug af droner

De adspurgte virksomhederne forventer, at brugen af droner vil stige. Samtidig peger kortlægningen på, at virksomhederne ikke er bevidste om, hvilke muligheder brugen af droner kan give branchen i fremtiden. Virksomheder nævner fremtidsmuligheder, der allerede eksisterer og relativt let kan implementeres. Der mangler en overordnet interesse i at udforske, hvordan teknologien kan gøre arbejdet i det daglige bedre eller mere effektivt.

Barrierer for brug af droner

Undersøgelsen peger på en række barrierer for at udbredelsen af droner i byggebranchen ikke er større. Respondenterne peger både på manglende kendskab, kompetencer, manglede analysemuligheder, præcision i registreringen samt fravær af aktiviteter i virksomheden, som kræver brug af droner. Derudover er der en tendens til, at de virksomheder, som ikke anvender droner, ser flere begrænsninger indenfor fx juridiske og sikkerhedsmæssige hindringer, end de virksomheder, som har implementeret den nye teknologi.

Hvad skal der til?

Kortlægningen synliggør et klassisk teknologi-gap. Der er behov for at koble byggebranchen med kompetencer, der udvikler software, robotter og droner. Branchen skal være bedre til at formidle behovene i byggeriet, og udviklere skal udvikle løsninger, der passer til behovet.

Der er behov for et match mellem faglighederne som f.eks. mechatronik, computerteknologi og byggebranchen. Dette kan ske på uddannelserne, men også igennem udviklingsprojekter som prototypeudvikling af droner med værktøj, udvikling af byggebranchespecifikt software eller demonstrationsprojekter, der kan bidrage med udvikling af forretningsmodeller, der synliggør værdien og dermed integrerer ny teknologi i byggebranchen.

Der er desuden inspiration at hente fra andre sektorer som f.eks. off-shore branchen. Her er der nogle af de samme problemstillinger, som findes i byggebranchen – som f.eks. behov for droner, der kan løfte mange kilo eller inspektion af udstyr på svært tilgængelige steder. Der bliver udviklet software til landbrugssektoren til automatisk billedgenkendelse af afgrøder. Denne teknologi kan måske let overføres til genkendelse af byggeelementer til brug af stadeopgørelse eller skadesgenkendelse.

Muligheden for en regulær teknologidisruption i byggebranchen er tilstede – men det kræver, at ressourcerne, som udvikler teknologierne, har en indsigt i byggebranchen og at værdiskabelsen er tydelig.