Efterspørgsel og potentialer for brugen af droneteknologier i offshore-sektoren

Analyse udarbejdet for Region Syddanmark

Efterspørgsel og potentialer for brugen af droneteknologier i offshore-sektoren

Om Oxford Research

Knowledge for a better society

Oxford Research er en specialiseret vidensvirksomhed med fokus på velfærdsområderne og erhvervs- og regionaludvikling.

Oxford Research gennemfører skræddersyede analyser, implementeringsevalueringer og effektevalueringer for offentlige myndigheder, fonde og organisationer i civilsamfundet. Vi rådgiver også om strategiudvikling, faciliterer udviklingsprocesser og formidler vores viden på undervisningsforløb og seminarer. Vi kombinerer akademisk fordybelse, strategisk forståelse og god kommunikation – på den måde skaber vi anvendelsesorienteret viden, der kan gøre en forskel.

Oxford Research er grundlagt i 1995 og har selskaber i Danmark, Norge, Sverige og Finland. Oxford Research er en del af Oxford Gruppen.

Oxford Research A/S
Falkoner Allé 20, 4.
2000 Frederiksberg C
Danmark
(+45) 33 69 13 69
office@oxfordresearch.dk
www.oxfordresearch.dk

Indholdsfortegnelse

SAMMENDRAG 3

Offshore-sektorens brug af droneteknologi 4

Det danske udbud af droneteknologi til offshore-sektoren 5

Det fremtidige potentiale for droner i offshore-sektoren 6

Det danske potentiale? 6

Anbefalinger – Hvad skal der til for at realisere potentialet? 7

1. INDLEDNING 11

2. MATCHET MELLEM OFFSHORE-SEKTORENS EFTERSPØRGSEL OG DRONESEKTORENS UDBUD 12

2.1. Den danske offshore-sektors brug af droner 12

2.1.1. Offshore-sektoren anvender udelukkende droner til inspektionsopgaver 13

2.1.2. Fordele og ulemper ved brug af droner i offshore-sektoren 13

2.2. Det danske udbud af droneteknologi til offshore-sektoren 15

2.2.1. Dronesektorens værdikæde 15

2.2.2. Dronevirksomhedernes relation til offshore-sektoren 16

2.2.3. En international sektor 17

2.2.4. Forskningsmæssige kompetencer på droneområdet 18

2.2.5. Mulig læring og synergier fra ROV/AUV-industrien 18

3. DET FREMTIDIGE POTENTIALE FOR DRONER I OFFSHORE-SEKTOREN 20

3.1. Et særligt dansk potentiale? 21

3.1.1. Styrkerne i krydsfeltet mellem de to økosystemer 23

3.1.2. Svaghederne i krydsfeltet mellem de to økosystemer 25

4. METODE 26

4.1. Desk research 26

4.2. Kvalitative interviews 26

Sammendrag

Region Syddanmark har bedt Oxford Research om at gennemføre en analyse af efterspørgslen på og potentialerne for brugen af droner (forstået som et helt eller delvist fjernstyret luftfartøj uden en menneskelig person ombord) inden for den danske offshore-sektor (olie/gas og vind).

Formålet med analysen er dels at undersøge, hvordan den danske offshore-sektor kan drage flere fordele af danske droneaktører og relaterede teknologileverandører, dels at se på, hvilke markedspotentialer offshore-sektoren indeholder for den danske dronesektor. I den sammenhæng vil analysen identificere styrker og svagheder ved økosystemet i krydsfeltet mellem de to sektorer og på den baggrund give anbefalinger til, hvordan potentialerne kan aktiveres og udnyttes, samt hvilke konkrete tiltag der vil kunne stimulere markedet.

Specifikt fokuserer analysen på følgende undersøgelsesspørgsmål:

- **Hvor langt er Danmark mht. udbuddet og efterspørgslen efter drone- og robotteknologi i offshore-sektoren?**
- **Hvad er de fremtidige teknologiske muligheder/anvendelsesmuligheder i krydsfeltet mellem drone- og offshore-sektoren?**
- **Hvilke potentialer og udfordringer er der forbundet med at anvende droner offshore?**
- **Har Danmark særlige styrker og potentialer i krydsfeltet mellem drone- og offshore-området?**
- **Hvad kan man gøre for at aktivere og udnytte potentialerne?**

Analysemetoden er primært kvalitativ. Den er baseret på 33 kvalitative interviews – 11 med repræsentanter fra drone- og robotvirksomheder, 11 med repræsentanter fra offshore-sektoren, seks med forskere/eksperter fra universiteter/GTS-institutter samt fem internationale interviews (både eksperter og virksomhedsrepræsentanter). Herudover er eksisterende rapporter, undersøgelser og artikler på både nationalt og globalt niveau blevet gennemgået og inddraget i analysen. Løbende i analyseprocessen er en referencegruppe med deltagelse af repræsentanter fra Offshoreenergy.dk, UAS Denmark og FORCE Technology blevet inkluderet for at kvalificere analysen – både i starten, hvor de har givet inputs til analyse- og metodedesign, og i slutningen, hvor de har haft mulighed for at kommentere analysens resultater og anbefalinger.

Analysens genstandsfelt er på efterspørgselssiden offshore-virksomheder, mens det på udbudssiden er aktører i relation til droneindustrien. Det er primært virksomheder inden for UAV (Unmanned Aerial Vehicles), som indgår i analysen, men vi har også gennemført interviews med enkelte aktører inden for ROV/AUV-industrien (Remotely Operated underwater Vehicle/Autonomous Underwater Vehicle) for at belyse evt. forskelle mellem de to områder og identificere, om droneaktører inden for UAV kan udnytte de erfaringer/kompetencer, der eksisterer inden for AUV-området. Når der i analysen skrives droner, refereres der dog til analysens primære genstandsfelt, UAV'erne, og ikke til ROV'er/AUV'er.

OFFSHORE-SEKTORENS BRUG AF DRONETEKNOLOGI

Analysen viser, at offshore-sektoren udelukkende bruger droner til at gennemføre visuelle inspektioner af deres havvindmøller eller olie- og gasplatforme. På nuværende tidspunkt er det ikke udbredt til hele offshore-sektoren at anvende droner til inspektion, men kun til dele af den. Vattenfall, MHI Vestas, Siemens Wind Power og Maersk Oil er eksempler på store virksomheder, som bruger droneteknologi til at gennemføre inspektioner af deres offshore-installationer. Deres vurdering er, at det på nuværende tidspunkt godt kan betale sig både økonomisk og kvalitetsmæssigt at bruge droner til inspektion frem for at få det gennemført manuelt.

Andre offshore-virksomheder på vindområdet, som Dong Energy Wind Power og E.ON, er i testfasen og har endnu ikke valgt at satse på droneteknologi til inspektioner. Det skyldes, at de i testfasen har oplevet, at dronerne ikke kan levere data med en kvalitet og præcision, som er pålidelig nok til deres behov. Inden for offshore-olie/gas bruger Maersk Oil som nævnt droner til inspektioner. Siden 2014 har Maersk Oil anvendt droner til inspektioner af sine olieplatforme, bl.a. *flare*-tårnet, og i 2015 gennemførte Maersk Oil en omfattende inspektionsrunde med droner på sine fem største platforme. Maersk Drilling anvender derimod ikke droner til inspektionsopgaver. Hovedårsagen er, at de vurderer, at der pt. er for store sikkerhedsrisici forbundet med at bruge droner.

Interviews med eksperter samt offshore-virksomheder peger ydermere på, at droneteknologierne til brug i offshore endnu er umodne. Der er en række fordele ved at bruge droner til inspektionsopgaver, men grundet det teknologiske udviklingsstadie stadig også ulemper/udfordringer ved dronerne. En vigtig pointe er desuden, at offshore-virksomhederne har forskellige erfaringer med at teste og bruge droner til at få udført offshore-inspektionsopgaver. De har brugt forskellige leverandører, og deres vurderinger af teknologien og potentialet for at bruge droner til inspektioner er baseret på deres konkrete erfaringer med forskellige droneoperatører. Som denne analyse viser, er der stor forskel på, hvor stor erfaring de forskellige dronevirksomheder har med offshore-sektoren, herunder om de har den rette teknologi og de nødvendige kompetencer til at gennemføre en succesfuld og brugbar inspektion offshore.

Når en offshore-virksomhed skal træffe en beslutning om at bruge droneleverandører til at foretage inspektioner, er det en afvejning af fordele og ulemper, hvor økonomi, kvalitet og sikkerhed er centrale parametre. **I denne analyse fremhæves følgende fordele ved brug af droner til inspektion:**

- Det er omkostningsreducerende (Vattenfall vurderer 50 pct. besparelser ift. manuel inspektion).
- Det er mere effektivt (det er estimeret, at droner gennemsnitlig kan gennemføre ca. 10-12 inspektioner på en dag kontra to-fem ved manuel inspektion).
- De muliggør en systematisk afdækning af objektet (såfremt man kan tracke dronens placering).
- Der er en høj detaljegrad (høj opløsning) ved brug af droner.
- Inspektioner kan gennemføres med en højere frekvens.
- De kan eliminere sikkerhedsrisici.

På den anden side peges der på en række udfordringer ved at bruge droner til inspektioner. Helt grundlæggende oplever offshore-virksomhederne det som en barriere, at kvaliteten af inspektionerne er for svingende. Enkelte har oplevet, at den samme droneoperatør har leveret ydelser af både dårlig og god kvalitet.

Det viser, at den enkelte dronepilots kompetencer/erfaring med gennemførelse af offshore-inspektioner spiller en væsentlig rolle i brugbarheden af droneinspektionen.

En teknologisk udfordring er positionen/præcisionen af dronen. Via GPS kan droner vurdere længde- og breddegrader, men er mindre velegnede til at vurdere højde. En anden barriere er dataanalysen og det at kunne dechifrere og håndtere de store mængder data fra inspektionen. Herudover er der en række yderligere teknologiske udfordringer, som fx hvor meget vægt en drone kan bære samt dronens flyvetid og rækkevidde.

DET DANSKE UDBUD AF DRONETEKNOLOGI TIL OFFSHORE-SEKTOREN

Det danske udbud af droner er i kraftig vækst, og Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen har i 2016 registreret over 340 godkendte droneoperatører i forhold til 10 droneoperatører i 2014. En kortlægning af den danske dronesektor har vist, at der i Danmark er omkring 300 virksomheder, som enten udvikler eller anvender droner. Af dem er der dog kun én decideret droneproducent (Sky-Watch). Størstedelen er professionelle droneoperatører/serviceudbydere og er typisk mindre, nystartede virksomheder.

Stiller vi skarpt på offshore-området, viser analysen, at der i Danmark er få dronevirksomheder, som leverer ydelser og services til offshore-sektoren, og at Danmark i en international sammenhæng ikke har en særlig styrkeposition på drone-offshore-området. Overordnet set hænger udviklingen i den danske droneindustri lidt efter offshore-sektorens efterspørgsel. Sektoren har et stærkt ønske om at nedbringe sine omkostninger til inspektioner og vedligehold og ser anvendelsen af droneteknologier som et af flere midler hertil. Størstedelen af de danske dronevirksomheder er stadig på 'hobbystadiet' og mangler den fornødne teknologiske knowhow og kompetencer til at kunne tilbyde en attraktiv business-case for offshore-virksomhederne. **Interviewene med dronevirksomhederne viser, at mange droneaktører ser offshore-sektoren som ukendt terræn, hvor de ikke kender spillereglerne** og endnu ikke er klar til at levere de løsninger og services, som offshore-virksomhederne kræver. Erfaringerne fra ROV/AUV-industrien understreger vigtigheden af at udvikle teknologierne i et tæt samspil med offshore-sektoren for at få teknologierne tilpasset og matchet med sektorens krav og behov.

En central pointe er, at det kræver specialiseret viden og erfaring med offshore-sektoren, før dronevirksomhederne kan levere ydelser/løsninger, som er brugbare for offshore-virksomhederne. Ofte foregår en inspektion af en vindmølle under turbulente vindforhold, eller der skal gennemføres inspektion under særligt svære forhold, som eksempelvis en *flare* på en olie- og gasplatform. Det er omstændigheder, som stiller høje krav til håndtering af dronen. Herudover er det vigtigt for at kunne identificere slitage og skader, at dronen og droneoperatøren har en præcision og faglighed i databehandlingen, som muliggør, at omfanget og placeringen af skaden kan fastsættes med stor nøjagtighed.

I den danske dronesektor er der flere eksempler på, at **virksomheder indgår i internationale samarbejdsrelationer for at få adgang til de specialiserede kompetencer** og den nødvendige viden, der kræves i offshore-sektoren. AtSite, som bruges af flere offshore-virksomheder i Danmark, har fx et tæt samarbejde med den italiensk-schweiziske virksomhed VisualWorking. Det er VisualWorking, som gennemfører den egentlige inspektion, mens AtSite står for software-delen og den efterfølgende dataanalyse.

DET FREMTIDIGE POTENTIALE FOR DRONER I OFFSHORE-SEKTOREN

Offshore-virksomhederne og de interviewede eksperter er generelt enige om, at dronerne i takt med den hurtige teknologiske udvikling vil blive mere attraktive. Det vil betyde, at droner allerede i løbet af de næste par år vil blive anvendt i fuld skala til inspektionsopgaver i offshore-sektoren. Hvis dronerne hurtigere og mere effektivt kan afsøge en vindmølle og dermed reducere nedetiden for møllens elproduktion, vil de blive mere attraktive at bruge. Eller hvis de kan affotografere dele af vindmøllen, som rebteknikere og jordkameraer ikke kan. Det er dog samtidig vurderingen, at det fortsat i løbet af de næste år kan være en fordel at have mennesker ude på inspektioner, fx fordi de hurtigt kan vurdere en skade på en vinge og se, om det er noget, de skal håndtere.

På den længere bane vil de relaterede droneteknologier, såsom sensor- og navigationsteknologi, batteriteknologi, software etc., blive mere forfinede og dermed gøre det mere attraktivt for offshore-sektoren at bruge droner. Samtidig vil dronerne blive så automatiserede og digitaliserede, at de kan programmeres til at udføre opgaver med minimal menneskelig involvering. Foruden inspektionsopgaver er der et potentiale i at fragte mennesker og gods samt at få monteret robotarme på dronerne, så de både kan identificere skaderne og efterfølgende reparere dem. Dette fremtidsscenarie vil betyde, at omkostningerne vil blive så lave og kvaliteten så høj, at det sammenlignet med manuel inspektion vil være en klar konkurrencemæssig fordel at bruge droner offshore.

DET DANSKE POTENTIALE?

Analysen viser, at selvom Danmark internationalt ikke har en særlig styrkeposition på drone-offshore området, er der i Danmark alligevel et godt udgangspunkt for at få del i det potentiale, der er i at udbrede droneteknologierne til offshore-sektoren.

Vores vurdering er, at der hverken i Danmark eller Region Syddanmark er et stort potentiale i selve produktionen og udviklingen af dronerne, idet droneindustrien på globalt plan allerede er veletableret. **I Danmark ligger potentialet derimod i nicheteknologier og applikationerne omkring dronerne.** I takt med at dronerne udbredes og integreres i offshore-sektoren, vil værdiskabelsen i stigende grad finde sted i de relaterede nicher og teknologier omkring dronerne, fx analyseværktøjer til analyse af big data indhentet af droner, softwareudvikling af user interfaces og systemer til at flyve dronerne eller på længere sigt i udvikling og integration af robotteknologi til dronerne.

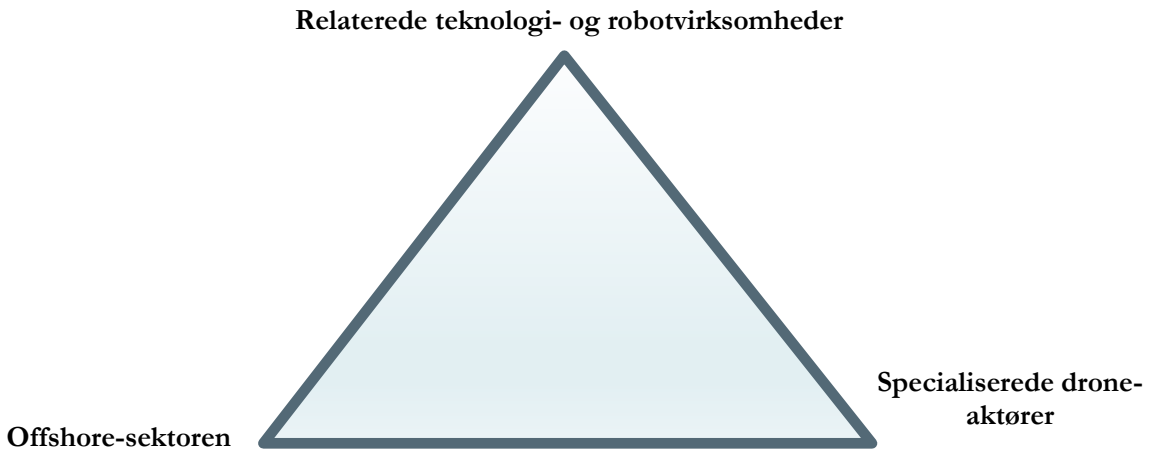
Der er en række grunde til, at Danmark har et potentiale ift. applikationer og nicheteknologi. Først og fremmest er der i Danmark et stærkt, spirende miljø omkring robotteknologi, automatisering og avanceret software, bl.a. i Odense. Danmark har desuden via UAS Test Center Denmark fået opbygget et internationalt anerkendt dronetestcenter, som giver adgang til at demonstrere og afprøve teknologier. Samtidig viser analysen, at der er et spirende dronemiljø, en veletableret offshore-sektor, fremtrædende forsknings- og vidensmiljøer på SDU, AAU, DTU og FORCE Technology samt stærke klyngeaktører inden for begge områder. Vores vurdering er derfor, at der er et potentiale i at få knyttet de to sektorer endnu tættere sammen. Samtidig er der på nationalt plan stor politisk bevågenhed og velvilje til at fremme dronesektoren. Det giver sig udslag i, at der er gode muligheder for at rejse midler til forsknings- og innovationsprojekter, samt at Danmark lovgivningsmæssigt på droneområdet er langt fremme i forhold til fx dispensationsmuligheder sammenlignet med mange andre lande.

På den anden side er der også klare udfordringer. Selvom Danmark huser en række globalt førende offshore-virksomheder, viser analysen, at de danske droneaktører kun har begrænset kendskab til og erfaring med offshore-sektoren. Det skyldes bl.a., at de store, etablerede offshore-virksomheder ofte er lukkede og svære at få adgang til. Herudover er der som beskrevet et mismatch mellem dronevirksomhedernes kompetencer og offshore-virksomhedernes behov og efterspørgsel. Dette mismatch skyldes flere forhold. For det første har de små droneoperatører ofte ikke et setup, der er tilstrækkeligt stort til at betjene offshore-virksomhederne. For det andet har droneoperatørerne manglende indsigt i/erfaring med offshore-sektoren, og derudover er droneteknologierne endnu umodne og kan som beskrevet endnu ikke fuldt ud matche offshore-sektorens krav til kvalitet og omkostningsreduktion.

ANBEFALINGER – HVAD SKAL DER TIL FOR AT REALISERE POTENTIALET?

Dronemarkedet er umodent og i disse dage et marked i massiv vækst. Samtidig er der et uudnyttet potentiale for at få udbredt droneteknologier til offshore-sektoren. Selvom der globalt er en række specialiserede drone-offshore-virksomheder, er der stadig en mulighed for Danmark i at blive blandt de europæiske 'first-movers' på området. Der er med andre ord en brændende platform og et behov for handling nu og her, hvis potentialet skal realiseres. Region Syddanmark kan spille en rolle ved at skabe betingelserne og rammerne for, at Danmark får del i det store potentiale i udbredelsen af droneteknologi til offshore-sektoren. Det er i den sammenhæng **afgørende, at regionen går til opgaven med et holistisk fokus og inkluderer alle aktører i at skabe et levende økosystem**.

Det er derfor vores overordnede anbefaling, at Region Syddanmark arbejder på at bringe de centrale aktører sammen og udnytter deres kompetencer i et samspil. Der er tre aktørtyper, som skal aktiveres og indgå i et samspil for at udnytte potentialet. Det er 1) offshore-sektoren, som er aftager af løsningerne og derfor en naturlig medspiller i at fremme udbredelsen af droneteknologi, 2) de specialiserede droneaktører (virksomheder og forskningsaktører) med stor teknisk indsigt og kompetencer inden for droneløsninger og 3) de relaterede teknologi- og robotvirksomheder med specialiseret viden inden for automatisering og digitalisering.



Overordnet er det vores vurdering, at Region Syddanmark har særlige muligheder. Det skyldes for det første tilstedeværelsen af en stærk offshore-sektor, og at regionen huser en række internationalt førende, veletablerede offshore-virksomheder. For det andet har regionen i form af UAS Denmark, RoboCluster og forskningen inden for automatik og robotter på SDU og i Odense generelt rigtigt gode potentialer, faciliteter og kompetencer i relation til droneområdet. Hvis de to regionale styrker i endnu større grad kan spille sammen med droneaktørerne, er der et stort potentiale for at understøtte væksten både inden for drone-offshore-området og på droneområdet generelt.

Der skal tages en række skridt for at aktivere samspillet og interaktionen mellem de tre aktørtyper, jf. nedenstående anbefalinger:

Anbefaling 1: Få involveret offshore-virksomhederne i at deltage i dialog og samarbejde med de specialiserede droneaktører og teknologivirksomheder.

Et af analysens væsentlige resultater er, at der blandt droneaktørerne er et begrænset kendskab til og samarbejde med offshore-sektoren, og at flere offshore-virksomheder oplever en mangel på kvalificerede droneudbydere, som kan løse inspektionsopgaverne. En årsag til det er, at droneoperatørerne ikke kender til de vilkår og krav, offshore-sektoren stiller, og derfor har de også svært ved at målrette deres forretning mod offshore-sektoren. Region Syddanmark står stærkt på begge områder, idet regionen har en klar styrkeposition på offshore-området og huser en række af de største offshore-virksomheder i Danmark med epicenter i Esbjerg. Samtidig har regionen med udgangspunkt i Odense en stærk specialisering inden for drone- og robotteknologi, som regionen har haft succes med at fremme, bl.a. ved at tildele midler til området. Konkret anbefales det, at regionen gør følgende:

- Bidrager til at skabe en platform, hvor offshore-virksomheder kan fortælle om deres krav og behov til interesserede udbydere af drone- og robotteknologiløsninger. Gennem tematiske netværksgrupper, konferencer, gå hjem-møder, studieture og events kan regionen understøtte, at aktørerne inden for både offshore- og dronesektoren møder hinanden. Disse møder på tværs af de to sektorer kan aflive gensidige myter og misforståelser, så efterspørgsel og udbud i højere grad nærmer sig hinanden.

- Går i dialog med brobyggende klyngeorganisationer som Offshoreenergy.dk (offshore-sektoren), RoboCluster (robotteknologi) og UAS Denmark (droneteknologi) om mulighederne for at bringe sektorerne tættere sammen. Bl.a. med udgangspunkt i denne rapport kan regionen skabe opmærksomhed omkring potentialerne ved et øget tværgående samarbejde.

Anbefaling 2: Vær med til at stimulere et øget innovationssamarbejde mellem droneaktører, ROV/AUV-virksomheder og relaterede teknologi- og robotvirksomheder.

Som analysen viser, er der en række 'first-mover'-dronevirksomheder, der leverer ydelser til offshore-sektoren. Den største gruppe af droneoperatører har dog ingen erfaring med offshore-sektoren, og de kunne muligvis lære noget af de dronevirksomheder, som har mere erfaring med at arbejde offshore. Analysen viser desuden, at ROV/AUV-industrien er længere fremme teknologisk, og at disse virksomheder typisk har større erfaring med offshore-sektorens behov og krav end dronevirksomhederne. Der kan derfor være et potentiale i at linke de mindre erfarne droneaktører sammen med mere erfarne droneaktører, ROV/AUV-virksomheder

og relaterede teknologi- og robotvirksomheder, så de kan udnytte hinandens styrker. Herudover har Danmark og Region Syddanmark stærke forskningsmiljøer, som i den forbindelse kan kobles endnu tættere sammen med erhvervslivet. Det anbefales, at regionen:

- Aktiverer Offshoreenergy.dk, RoboCluster og UAS Denmark, som er specialiserede facilitatorer af videnssamarbejde. De kan være med til at understøtte bæredygtige samarbejds- og innovationsprojekter mellem droneoperatører og teknologileverandører – gerne med deltagelse af både forskningsinstitutioner og erhvervsliv. De vil bl.a. kunne hjælpe med opsøgende arbejde, formulering af projekter/projektansøgninger, problemafklaring, analyser af idéers potentiale og identifikation af de rette samarbejdspartnere.

- Hjælper virksomhederne ved at trække dem yderligere ind i det nationale forsknings- og innovationssystem og giver dem muligheder for at arbejde mere problemorienteret sammen med forskere og andre relaterede virksomheder. Bl.a. kan regionen udbrede viden til de lokale erhvervskontorer og regionale væksthuse om, hvad de relevante universiteter og klyngeaktører kan tilbyde virksomhederne ift. drone- og robotteknologi – ikke bare i Region Syddanmark, men rundt omkring i hele landet.

Anbefaling 3: Skab muligheder for, at dronevirksomheder kan teste/afprøve deres teknologier i et offshore-setup.

Analysen viser, at droneaktørerne generelt har begrænset erfaring med og praktisk forståelse for at anvende droner i et offshore-setup. Dronesektorens manglende viden om og praktiske erfaring med gennemførelse af droneinspektioner kan afhjælpes ved at give dronevirksomhederne mulighed for at teste og afprøve droneinspektioner på offshore-konstruktioner – inden for både vind og olie/gas. Særligt i Region Syddanmark med den store koncentration af etablerede offshore-virksomheder vil der være mulighed for at skabe unikke testmuligheder for dronevirksomheder. Dermed kan offshore-virksomhederne i Region Syddanmark virke som springbræt for, at de danske droneaktører kan få skærpet deres teknologier og få konkret erfaring med at styre droner i et offshore-miljø. Det vil på sigt betyde, at anvendelsen af droner skaleres og giver eksportmuligheder inden for nye løsninger og services. Det anbefales derfor, at regionen:

- Går i tættere dialog med offshore-sektoren, fx via Offshoreenergy.dk, om, hvilke muligheder der er for at offshore-virksomheder kan stille test- og demonstrationsfaciliteter til rådighed for dronevirksomhederne. Det kan være en udfordring at få adgang til offshore-virksomhederne, og derfor er det vigtigt, at regionen fortæller om de forretningsmæssige potentialer, der kan være ved at åbne op for dronevirksomhederne.

- Følger og indgår et tættere samarbejde med UAS Test Center Denmark og er med til at understøtte testcentrets ambitioner om at blive et internationalt førende testcenter, som kan tiltrække udenlandske virksomheder og investeringer. Af relevans for offshore er det fra 5. maj 2017 blevet muligt at gennemføre testflyvninger ud over havet ved Nordfyn.

- Har fingeren på pulsen ift., hvilke vilkår der er for at få tilladelser til at få adgang til testflyvninger. Bl.a. bør regionen forhøre sig hos Naturstyrelsen, som giver tilladelse til, at droneoperatører kan foretage testflyvninger i mindre tilgængeligt terræn. Det kan også være at undersøge, hvad der er af internationale muligheder for testflyvninger i et offshore-setup.

Anbefaling 4: Styrk de specifikke kompetencer som operatører inden for drone-offshore-området.

Selvom det ikke er vores vurdering, at vækstpotentialet på drone-offshore-markedet på den lange bane ligger inden for operatørdelen, er det alligevel vigtigt at understøtte, at droneaktørerne får erfaring med offshore-sektoren. Det er en forudsætning for, at de kan tilbyde ydelser til offshore-virksomhederne og er i stand til at indsamle data af en vis kvalitet. Der findes i dag en lang række private udbydere af droneføreruddannelser. Det anbefales, at regionen:

- Ser på mulighederne for at etablere et praksisnært uddannelsesforløb/kursus i samarbejde med relevante udbydere med fokus på specifikke kompetencer i offshore. I den sammenhæng er det centralt at udvikle et forløb med inputs fra eksperter i krydsfeltet mellem droner og offshore. Disse eksperter skal kende til de særlige udfordringer inden for gennemførelse af inspektioner på drone-offshore-området.

Anbefaling 5: Understøt internationaliseringen af drone- og robotsektoren.

Analysen har vist, at internationalisering er en måde, hvorpå dronevirksomheder kan få adgang til ny viden og nye kompetencer. Internationalisering er også en strategi til at få afsat sine produkter på andre markeder. Derfor er det vigtigt at understøtte internationaliseringen på drone- og robotområdet med fokus på offshore. Samtidig er virksomhederne i Region Syddanmark blandt de bedste i Danmark til at hente midler fra EU's puljer i Bruxelles. Fx endte 222 mio. kr. hos virksomheder i Region Syddanmark i 2015. Det svarer til en andel på 36 procent af samtlige midler til virksomheder i hele Danmark fra Horizon 2020. Syddanske virksomheder har således samlet set klaret sig bedre end virksomhederne i fx Region Hovedstaden, som tilsammen har hentet 203 mio. kr. Det anbefales derfor, at regionen:

- Ser på, hvilke muligheder der er for at indgå samarbejdsalliancer med udenlandske klynger og hubs inden for offshore-, robot- og droneteknologi, bl.a. via de danske innovationscentre (ICDK Seoul har fokus på droneteknologi).

- Fortsætter med at understøtte den gode udvikling og høje succesrate blandt virksomheder i Region Syddanmark omkring deltagelse i europæiske forsknings- og innovationsprojekter fx under Horizon 2020. Det kan fx være via workshops, hvor virksomheder med succes med Horizon 2020 fortæller om "dos" and "don'ts" ift. ansøgningsprocessen.

- Hjælper virksomhederne med at finde nye markedsmuligheder og intensiverer indsatsen for at hjælpe de mindre virksomheder med eksport. En forudsætning for at skabe et virkeligt vækstpotentiale i krydsfeltet mellem droner og offshore-sektoren er, at de danske virksomheder kommer videre end det danske offshore-marked.

1. Indledning

Det globale marked for droneteknologi er hastigt voksende, og droner bruges i stigende grad til en lang række civile formål som fx overvågning af naturområder, 3D-opmåling, redningsarbejde og transport af ting i svært fremkommelige områder**.** Især i Europa, USA og Kina investeres der betydelige summer i at udvikle ny teknologi og i at finde nye muligheder og applikationer ved brugen af droner. Adskillige markedsstudier og fremtidsscenarier peger på store vækstpotentialer i dronesektoren. SESAR[1] vurderer, at den europæiske efterspørgsel efter droner vil have en årlig værdiansættelse på ca. 10 mia. EUR inden 2035 og mere end 15 mia. EUR inden 2050[2]. I Frost & Sullivans markedsstudie vurderes det, at det globale marked for droner vil mangedobles frem mod 2020, og at det årlige salg vil gå fra 140.000 droner på verdensplan i 2014 til omkring 1,6 mio. droner i 2020.

Offshore-sektoren er et af de områder, hvor der er et betydeligt potentiale forbundet med at bruge droneteknologi. Bl.a. er offshore-sektoren ramt af høje omkostninger til drift og vedligehold. Det er derfor vitalt for offshore-virksomhederne at få nedbragt deres omkostninger gennem øget automatisering, hvorunder drone- og robotteknologi kan spille en rolle. Samtidig kan dronerne muliggøre, at inspektionerne kan gennemføres med en højere frekvens, som fører til tidligere advarsler, rettidig vedligeholdelse og reduktion i reparationsomkostningerne. På langt sigt kan det betyde færre alvorlige skader, generel længere levetid for offshore-installationerne og i sidste ende billigere energi.

I denne kortlægning og analyse, som Oxford Research gennemfører på vegne af Region Syddanmark, undersøges efterspørgslen på og potentialerne for brugen af droneteknologier inden for den danske offshore-sektor, og hvordan den danske offshore-sektor (olie/gas og vind) kan drage flere fordele af danske drone- og robotteknologivirksomheder – og omvendt hvilke markedspotentialer offshore-sektoren indeholder for danske drone- og robotvirksomheder. Endvidere er formålet at undersøge, om der i mødet mellem de to brancher er uudnyttede potentialer eller kompetence- og samarbejdsgaps, som kan imødegås gennem konkrete tiltag og initiativer, der kan bringe de to brancher tættere sammen og udnytte det fælles vækstpotentiale.

Formålet med analysen er at besvare følgende spørgsmål:

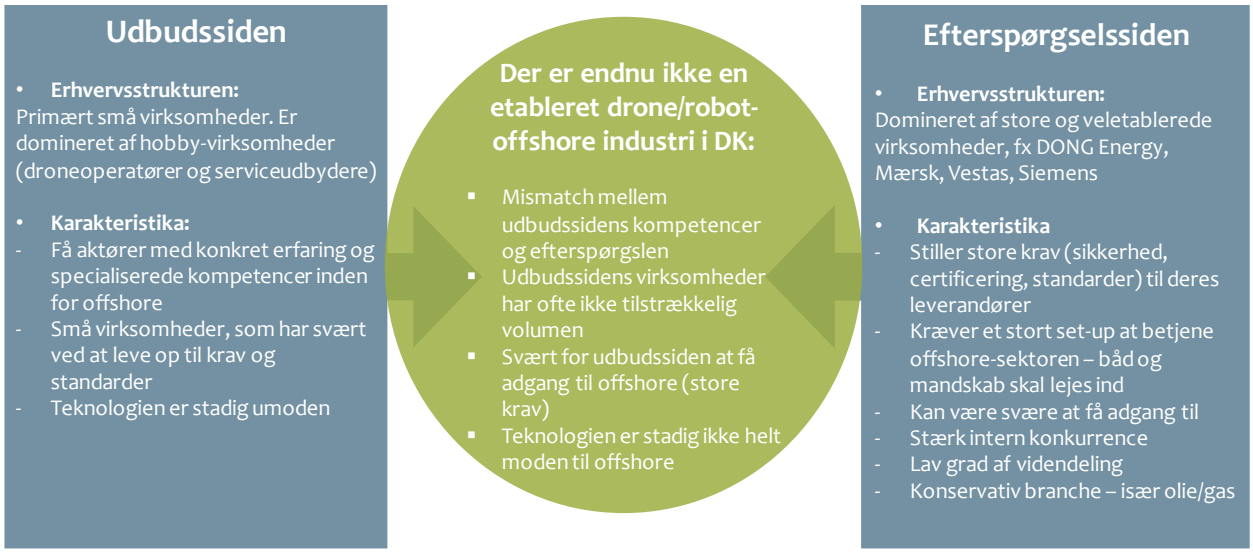
- Hvor langt er Danmark mht. udbuddet og efterspørgslen efter drone- og robotteknologi i offshore-sektoren?
- Hvad er de fremtidige teknologiske muligheder/anvendelsesmuligheder i krydsfeltet mellem drone- og offshore-sektoren?
- Hvilke potentialer og udfordringer er der forbundet med at anvende droner offshore?
- Har Danmark særlige styrker og potentialer inden for drone- og offshore-området?
- Hvad kan man gøre for at aktivere og udnytte potentialerne?

[1] SESAR – Det fælles europæiske FoU-samarbejde og platform for modernisering af det europæiske lufttrafik-styringssystem
[2] SESAR (2016): European Drones Outlook Study – Unlocking the value for Europe

2. Matchet mellem offshore-sektorens efterspørgsel og dronesektorens udbud

Kortlægningen af offshore-sektorens brug af droneteknologi samt det tilgængelige danske drone-udbud viser, at der endnu ikke er en etableret drone-/offshore-industri i Danmark. Det skyldes en række forhold, jf. figur 2.1. For det første er der et begrænset kendskab til og erfaring med offshore-sektoren blandt de danske droneaktører. Det skyldes bl.a., at de store, etablerede offshore-virksomheder ofte er lukkede og svære at få adgang til. Herudover har de ofte små droneoperatører ikke et setup, der er tilstrækkeligt stort til at betjene offshore-virksomhederne og leve op til deres krav. Samtidig er droneteknologierne endnu umodne, og selvom en række offshore-virksomheder har valgt at gøre brug af droner til inspektionsopgaver, er der fortsat en række barrierer, før droneteknologierne fuldt ud kan matche offshore-sektorens krav til kvalitet og omkostningsreduktion.

Figur 2.1. Matchet mellem udbuddet af droneteknologi og offshore-sektorens efterspørgsel



Kilde: Oxford Research, 2017

I det følgende gennemgås offshore-sektorens efterspørgsel på og brug af droneteknologi samt det danske droneudbud, herunder de respektive erhvervsstrukturer og karakteristika.

2.1. DEN DANSKE OFFSHORE-SEKTORS BRUG AF DRONER

Den danske offshore-sektor består af en række store, globalt førende danske og udenlandske virksomheder. Særligt inden for offshore-vind findes her nogle af verdens største og internationalt førende havmølleproducenter, fx Siemens Wind Power og MHI Vestas, udviklere og operatører af havvindmølleparker som Dong Energy Wind Power og Vattenfall samt stærke underleverandører som Semco Maritime, Bladt og

NKT Cables. Inden for olie/gas-segmentet er det især Maersk Oil, der gør sig gældende. På offshore-området er der på både vind og olie/gas et stort, kontinuerligt fokus og pres på at omkostningsreducere, bl.a. inden for inspektion og vedligehold. Dette er især vigtigt i en periode, hvor begge dele af sektoren er udfordret. Olie/gas-segmentet er siden 2014 blevet udfordret af en aftagende oliepris, som påvirker indtjening, investeringer og jobskabelse. Inden for vind er en af de store udfordringer at få reduceret energiomkostningerne, så vindenergi kan klare sig på markedsvilkår.

Offshore-sektoren udliciterer sine opgaver vedrørende inspektion og vedligehold til tredjepart. Sektoren giver i interviewene klart udtryk for, at den ikke selv ønsker at have noget at gøre med inspektion og vedligehold, men hellere vil fokusere på kerneforretningen. Et kendetegn ved offshore-området er, at virksomhederne stiller store krav (sikkerhed, certificering, standarder) til deres leverandører, og at det bl.a. derfor kan være svært for små, nystartede droneaktører at få adgang til sektoren. Desuden er det en sektor, som benytter sig af et stort netværk af underleverandører (både danske og udenlandske), som virksomhederne har opbygget tætte relationer til, og som de er sikre på kan levere til en høj kvalitet. Der er derfor en vis konservatisme i sektoren, som gør, at det kan være vanskeligt at komme ind som ny aktør.

2.1.1. Offshore-sektoren anvender udelukkende droner til inspektionsopgaver

De danske offshore-virksomheder bruger udelukkende droner til at gennemføre visuelle inspektioner af deres havvindmøller eller olie- og gasplatforme. På nuværende tidspunkt er brugen af droner ikke udbredt til hele sektoren, men kun til dele af den. **Data fra analysen indikerer, at offshore-vind er længere fremme end offshore-olie/gas i Danmark, når det kommer til brugen af droneteknologi til inspektioner**. Det har været vanskeligt at få offshore-virksomhederne inden for olie/gas i tale, men vurderingen fra underleverandører til sektoren, nationale droneeksperter samt en række af dronevirksomhederne er, at den danske sektor inden for offshore-vind bruger droner i større omfang end olie/gas. Globalt har de store offshore-virksomheder inden for olie/gas imidlertid anvendt droner til inspektionsopgaver i en række år. Bl.a. har det britiske droneinspektionsfirma Sky Futures kunder som BP, Royal Dutch Shell, BG Group og Statoil[3].

I Danmark har Vattenfall, MHI Vestas, Siemens Wind Power og Maersk Oil implementeret brugen af droner til deres inspektioner. Dong Energy Wind Power og E.ON er i testfasen og har endnu ikke valgt at satse på droneteknologi til inspektioner. Deres vurdering er, at det stadig bedre kan betale sig at få udført inspektionerne manuelt. Det skyldes, at de i testfasen har oplevet, at dronerne ikke kan levere data med en kvalitet og præcision, som er pålidelig nok til deres behov. Inden for olie/gas har Maersk Oil siden 2014 anvendt droner til inspektioner af sine olieplatforme, bl.a. *flare*-tårnet, og i 2015 gennemførte Maersk Oil en inspektionsrunde med droner på sine fem største platforme. Maersk Drilling anvender derimod ikke droner til inspektionsopgaver. Hovedårsagen er, at de vurderer, at der pt. er for store sikkerhedsrisici forbundet med at bruge dronerne.

2.1.2. Fordele og ulemper ved brug af droner i offshore-sektoren

Droneindustrien er i sin spirende fase, og rent teknologisk er dronerne stadig umodne. Eksempelvis er dronerne endnu ikke fuldt automatiserede. Det betyder, at den menneskelige faktor fortsat spiller en vigtig rolle, herunder dronepilotens kompetencer og erfaring med inspektioner i offshore-sektoren.

[3] Financial Times (8. september 2015): Inspection drones take off as flying robots replace rigworkers, weblink: https://www.ft.com/content/74418aac-3a06-11e5-bbd1-b37bc06f590c?mhq5j=e1

I interviewene med offshore-virksomhederne fremhæves såvel fordele som ulemper ved at bruge droner til inspektionsopgaver. Offshore-virksomhederne har gjort sig erfaringer med droneinspektion på baggrund af forskellige leverandører. Det er tydeligt fra interviewene med aktører i offshore-sektoren, droneaktørerne selv og eksperter, at der er stor forskel på droneaktørernes kompetencer ift. offshore-sektoren, herunder om de har den rette teknologi og det nødvendige setup til at gennemføre en succesfuld og brugbar inspektion i et offshore-miljø.

Når offshore-virksomhederne skal træffe en beslutning om at bruge droner til inspektioner, er det derfor en afvejning af fordele og ulemper. I offshore-sektoren er parametre som økonomi, kvalitet og sikkerhed centrale. **I denne analyse fremhæves følgende som fordele ved brug af droner til inspektion:**

- **De er omkostningsreducerende:** Den visuelle inspektion via droner er potentielt omkostningsreducerende. Droner giver mulighed for at udføre inspektioner af kritiske og svært tilgængelige områder omkring offshore-konstruktioner til en lavere pris end ved den hidtidige fremgangsmåde, som kræver et stort mandskab, er tidskrævende og indebærer dyre inspektionsmetoder. Vattenfall vurderer, at droner giver 50 pct. besparelser ift. manuel inspektion.
- **De er mere effektive:** Droneinspektioner kan være mere effektive end manuelle inspektioner, fordi droner med det rette setup og den rigtige styring let kan få adgang til områder, hvor det er svært for folk at arbejde. De kan desuden gennemføre inspektionerne med en større hastighed end ved den manuelle inspektion. Det er estimeret, at droner gennemsnitlig kan gennemføre ca. 10-12 inspektioner på en dag kontra to-fem ved manuel inspektion.
- **De muliggør en systematisk afdækning af objektet:** Såfremt GPS-teknologien omkring dronen fungerer hensigtsmæssigt, og dronens placering kan trackes, giver droneinspektionen sikkerhed for, at hele objektet afdækkes. Dermed minimeres den risiko for menneskelige fejl, der er til stede ved manuel inspektion.
- **De giver en høj detaljegrad (høj opløsning):** En stadigt bedre kamerateknologi giver mulighed for at få højopløseligt billedmateriale af skader og slitage, hvilket gør det muligt at planlægge en reparation i detaljer, før man sender mandskabet ud til offshore-konstruktionen.
- **Inspektioner kan gennemføres med en højere frekvens:** Idet det er billigere og nemmere at gennemføre droneinspektioner end manuelle inspektioner, kan inspektionerne gennemføres oftere. Det gør, at det er nemmere at optimere vedligehold. Fx. kan man følge sprækkerne fra måned til måned og se, om de udvikler sig. Det giver et bedre grundlag for at beregne, hvornår man skal udføre reparationen, eller om sprækkerne er stabile, og man kan undvære reparationen.
- **De kan eliminere sikkerhedsrisici:** Sikkerhed er en central parameter for offshore-sektoren, og droner kan mindske sikkerhedsrisici for inspektionspersonalet, ved at de til inspektionsformål styres fra afstand i fuld sikkerhed.

På den anden side peges der på en række udfordringer ved at bruge droner til inspektioner. Helt grundlæggende opleves det som en barriere for offshore-virksomhederne, at kvaliteten er svingende. Enkelte har oplevet, at den samme droneoperatør har leveret ydelser af både dårlig og god kvalitet. Det viser, at den menneskelige faktor og den enkelte dronepilots kompetencer og erfaring med gennemførelse af offshore-inspektioner spiller en væsentlig rolle for kvaliteten af data fra inspektionen.

En anden bekymring blandt enkelte offshore-virksomheder er sikkerhedsaspektet. Selvom droner i princippet kan eliminere sikkerhedsrisici, er det eksempelvis en risikofaktor på en platform at have flyvende droner ude med den risiko, at de kan falde ned. Da det er en relativt uprøvet teknologi, er det en af de primære årsager til, at Maersk Drilling har afholdt sig fra at bruge droner til inspektioner.

Endvidere opleves positionen/præcisionen af dronen som en barriere. Via GPS kan droner vurdere længde- og breddegrader, men er mindre velegnede til at vurdere højden. En anden barriere er dataanalysen og problemet med at dechifrere og håndtere de store mængder data fra inspektionen. Foruden et systematisk og tilgængeligt dataindsamlingsprogram kræves der fagrelevant ekspertise i dataanalysen for at kunne få fuld værdi af droneinspektionen. Det kræver fx et stort materialekendskab.

Herudover er der stadig en række teknologiske udfordringer. Først og fremmest er der begrænsninger på, hvor meget vægt en drone kan bære. Hvis man fx ønsker flere kameraer på, kan det have indflydelse på dronens stabilitet og dermed dens præcision. En anden udfordring er dronens flyvetid. Et tungere batteri giver længere flyvetid, men påvirker samtidig dronens stabilitet.

2.2. DET DANSKE UDBUD AF DRONETEKNOLOGI TIL OFFSHORE-SEKTOREN

Det globale marked for droner og droners teknologiske egenskaber udvikler sig i et højt tempo både i Europa og globalt. Selvom det er en sektor i markant vækst, er det dog stadig en ung branche i sin spirende fase. Markedet er derfor domineret af mange små iværksættere og serviceoperatører. Inden for udvikling og produktion af selve dronerne er dronesektoren på globalt niveau dog allerede ved at være en etableret sektor. Der er en række store virksomheder, som producerer droner, og ca. 69 pct. af det globale dronemarked er i dag kontrolleret af de 10 største producenter, hvoraf den kinesiske droneproducent DJI er den største[4].

Det danske udbud af droner er i kraftig vækst, og Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen har i 2016 registreret over 340 godkendte droneoperatører i forhold til 10 droneoperatører i 2014. En kortlægning af den danske dronesektor har vist, at der i Danmark er omkring 300 virksomheder, som enten udvikler eller anvender droner[5]. Af dem er der dog kun én decideret droneproducent (Sky-Watch). Den danske droneindustri er generelt spredt ud rent geografisk og består især af professionelle droneoperatører/serviceudbydere og er typisk mindre, nystartede virksomheder. København har den største koncentration af dronevirksomheder. Herefter skiller Aarhus og Odense sig ud med en stor koncentration af dronevirksomheder. I Odense er der et stærkt miljø for droner omkring UAS Testcenter Denmark. På grundlag af interviews med virksomheder og eksperter er det ikke vores vurdering, at Region Syddanmark står særlig stærkt på droneområdet.

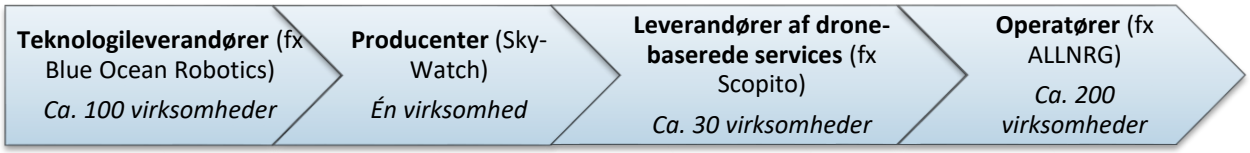
2.2.1. Dronesektorens værdikæde

Værdikæden for det danske udbud af droner er illustreret i figur 2.2. Eftersom dronesektoren stadig er et nyt og umodent marked, er det ikke en fastlagt værdikæde med klare afgræsninger. Der kan derfor være sammenfald mellem de enkelte led i værdikæden. Det viser sig også i denne analyse, hvor flere dronevirksomheder er placeret i krydsfeltet mellem at være leverandører af dronebaserede serviceydelser og droneoperatører. Dro-

[4] Teknologisk Institut (2016): Kortlægning af droner i Danmark
[5] Teknologisk Institut (2016): Kortlægning af droner i Danmark

neinspektionsvirksomheden EasyInspect er et eksempel på en virksomhed, der både er droneoperatør og leverandør af dronerelaterede services. Den ser primært dronen som et arbejdsværktøj til indsamling af data. Selve droneinspektionen er som regel hurtigt overstået, mens størstedelen af arbejdet ligger i den efterfølgende analyse af de indsamlede data og billeder fra dronerne. Derfor er udviklingen af softwaren til dronen og tilpasningen/systemintegrationen af software et vigtigt udviklings- og forretningsområde.

Figur 2.2. Værdikæden for det danske udbud af droner[6]



Kilde: Oxford Research, 2017

Som antallet af virksomheder i de forskellige dele af værdikæden tydeliggør, står Danmark svagt, hvad angår produktion af droner. Der findes således kun én højt specialiseret, mindre vidensvirksomhed. Størstedelen er operatører, men situationen i Danmark adskiller sig ikke fra andre lande, hvor de internationale interviews peger på, at der også inden for de senere år har været en eksplosiv vækst i antallet af droneoperatører. Dog peger data i denne analyse på, at der på leverandørsiden er en potentiel dansk styrke på droneområdet, hvor Region Syddanmark har en særlig styrkeposition pga. robot- og teknologiklyngen omkring Odense (ca. 100 højt specialiserede teknologivirksomheder). Endvidere findes en række droneaktører, som er stærke på data- og applikationsdelen. AtSite, Scopito og EasyInspect er særligt stærke som serviceleverandører af data. De er enten også selv operatører eller har allieret sig med en operatør, der indsamler data for dem. Herefter samler og videredistribuerer de data.

2.2.2. Dronevirksomhedernes relation til offshore-sektoren

I relation til offshore-området er der ganske få danske dronevirksomheder, som leverer ydelser og services. Enkelte dronevirksomheder, der indgår i analysen, udbyder løsninger og services til offshore-sektoren, men de fleste af dem har ikke offshore-erfaring. Det vurderes ligeledes af de interviewede eksperter og offshore-virksomheder, at udbuddet af dronerelaterede services til offshore-sektoren er begrænset, og enkelte offshore-virksomheder giver udtryk for, at det er svært at finde en kvalificeret leverandør af droneløsninger til inspektion af deres offshore-installationer. De oplever, at mange droneoperatører ikke er kvalificerede til at gennemføre succesfulde og brugbare inspektioner.

På den anden side oplever droneoperatørerne, at offshore-området er ukendt terræn, hvor de ikke kender spillereglerne og kravene. De er desuden udfordrede af, at det kræver store éngangsinvesteringer at betjene offshore-virksomhederne, bl.a. hvad angår båd og mandskab. Ofte ønsker offshore-virksomhederne, at reparation er inkluderet i ydelsen, og det kræver mere end et simpelt drone-setup. Derfor er dronesektoren

[6] Antallet af virksomheder er estimeret på baggrund af rapporten fra Teknologisk Institut (2016): Kortlægning af droner i Danmark og vurderinger i de gennemførte interviews med droneeksperter og virksomheder

også i konkurrence med offshore-sektorens mere etablerede serviceleverandører, som er begyndt at se på muligheden for at integrere droner i deres inspektionsforretning som et supplement til den traditionelle manuelle inspektion.

For at kunne levere services, der er brugbare for offshore-sektoren, kræves en høj grad af specialiseret viden om og erfaring med offshore-sektoren. Eksempelvis foregår en inspektion af en vindmølle under turbulente vindforhold. Droner er vindfølsomme, og vindhastigheden er ikke konstant op gennem luften. Det betyder, at vindhastigheden ved jordoverfladen ikke nødvendigvis er den samme som i 50 meters højde og igen en anden i 100 meters højde. Ligeledes ændrer vindforhold sig også, når man flyver tæt på konstruktioner. En dronepilot skal være opmærksom på disse risici og afbryde en flyvning, hvis der er ugunstige forhold. Herudover er det ikke tilstrækkeligt med en standarddrone; det kræver en mere avanceret drone at gennemføre specialopgaver som inspektion af vindmøllevinger, hvor et termografikamera kan opdage delaminering, dvs. at kompositlagene adskilles indvendigt i vingen.

Et andet eksempel er at gennemføre inspektioner under særligt svære forhold, som eksempelvis en *flare* på en olie- og gasplatform. En succesfuld inspektion af en aktiv *flare* (for at undgå nedetid i produktionen), hvor dronen indsamler billed- og termografidata om *flarens* tilstand, kræver en specialiseret drone, højfølsomme sensorer og erfarne dronepiloter.

2.2.3. En international sektor

En række af de danske drone- og robotteknologivirksomheder er internationalt orienterede. Denne analyse indeholder eksempler på succesfulde danske drone- og robotvirksomheder inden for offshore, der har indgået samarbejde med udenlandske virksomheder for at få adgang til kompetencer, de ikke selv har. Dannelse af netværk kan være profitabelt og attraktivt, når det ligger i forlængelse af virksomhedens kerneaktiviteter, er integreret i virksomhedens strategi, stemmer overens med dens kapacitet og møder dens behov.

Jf. værdikæden i figur 2.2. spænder udbuddet af droner fra at levere de grundlæggende teknologier til dronerne (teknologileverandører) til dem, der betjener dronerne (droneoperatørerne). Den danske dronevirksomhed AtSite, som bruges af både danske og udenlandske offshore-virksomheder, har indgået et partnerskab med den italiensk-schweiziske virksomhed VisualWorking. VisualWorking har en særlig ekspertise i at styre og betjene droner under særligt turbulente vejrforhold og anvender high-end, skræddersyede droner med applikationer. AtSite er specialiseret i den efterfølgende databehandlingsproces og har udviklet en database, som systematiserer data, herunder tidspunkt, position/præcision, billedfiler, lyd etc. Dette databaseprogram er endvidere udviklet i et tidligere samarbejde med et australsk firma.

Blue Ocean Robotics har netop etableret selskabet Third Element Aviation til udvikling af markedsparate drone-applikationer sammen med to tyske partnere[7]. Selskabet får base i tyske Bielefeld, mens udviklingen af droneteknologi vil ske i Blue Ocean Robotics' hovedsæde i Odense. Det er kombinationen af de tyske kompetencer inden for droneteknologi og Blue Ocean Robotics' inden for robotteknologi, der skal være med til at skabe vilkårene for udvikling af droneløsninger til forskellige erhvervsmæssige formål.

[7] https://blue-ocean-robotics.com/dansk-tysk-partnerskab-drone-applikationer/?lang=da

2.2.4. Forskningsmæssige kompetencer på droneområdet

Der er flere danske universiteter og forskningsaktører, som beskæftiger sig med droner. De er højt specialiserede inden for selve droneudviklingen, men også i de relaterede teknologi- og nicheområder samt ift. lovgivning og sikkerhedsaspekter. Analysens data peger på, at der på droneområdet er en høj grad af åbenhed mellem forskningsmiljøerne og erhvervsaktørerne.

På universitetsdelen er der især på Syddansk Universitet (SDU), Aalborg Universitet (AAU) og Danmarks Tekniske Universitet (DTU) et stærkt miljø omkring droneteknologi. Alle tre universiteter har etableret særlige dronecentre, hhv. SDU UAS Center, AAU Drone Research Lab og DTU Space Drone Center. SDU har specialiseret sig på områder som flight controllere, software, sensor- og navigationsteknologi etc. med det formål at fremme dronebranchen, bl.a. gennem samarbejde med erhvervslivet og ved hjælp af de nationale dronetestfaciliteter ved HCA Airport. Endvidere har SDU, gennem ansættelsen af Brad Beach, et stærkt domænekendskab på droneområdet. SDU har desuden etableret Europas første kandidatuddannelse i droneteknologi. AAU har FoU-aktiviteter inden for droneautonomi, trådløs kommunikation og softwaresikkerhed og har også et stort fokus på lovgivning og sikkerhed. DTU har specialer om menneske-computer-interaktion, sensorteknologi og dataanalyse[8].

I de gennemførte interviews med både virksomheds- og forskningssiden vurderer flere, at der på droneområdet er gode og åbne relationer mellem forskningsverdenen og erhvervslivet. Især SDU og AAU har fokus på de mere kommercielle udviklingsaktiviteter. DARWIN-projektet (Drone Application for pioneering Reporting in Wind turbine blade INspections) er et eksempel på et samarbejdsprojekt, hvor der samles danske kompetencer inden for droneteknologi, vindenergi, skadesudvikling, computer vision og deep learning.

Foruden universiteterne har GTS-institutterne specialiserede kompetencer i relation til droneområdet og indgår ligesom universiteterne i høj grad i samarbejdsprojekter med erhvervslivet. Især FORCE Technology er stærke inden for droneteknologi, idet FORCE Technology i en årrække har udført dronebaserede inspektioner, bl.a. offshore med fokus på visuel dataindsamling. Andre GTS-institutter, der har berøring med droneområdet fra forskellige vinkler, er Alexandra Instituttet, Dansk Fundamental Metrologi og Teknologisk Institut.

2.2.5. Mulig læring og synergier fra ROV/AUV-industrien

I analysen har vi undersøgt, om der er forskelle mellem drone- og ROV/AUV-industrien, og hvorvidt droneaktørerne kan udnytte og bruge erfaringer, kompetencer og den teknologiske knowhow fra ROV/AUV-området. På baggrund af de gennemførte interviews med eksperter og virksomheder inden for både drone- og ROV/AUV-industrien er det tydeligt, at det er to adskilte industrier, som ikke samarbejder. Flere af dem vurderer desuden, at de har svært ved at se de umiddelbare synergier mellem de to, hvilket også kan skyldes manglende gensidigt kendskab og relationer mellem de to sektorer. Erfaringerne fra ROV/AUV-industrien understreger vigtigheden af at udvikle teknologierne i et tæt samspil med offshore-sektoren for at få teknologierne tilpasset og matchet med sektorens krav og behov.

[8] Regeringen (2016): Danmarks Dronestrategi

ROV/AUV-industrien adskiller sig især fra droneindustrien ved at være mere konsolideret. Denne sektor, der producerer undervandsrobotter, har i modsætning til dronesektoren allerede været gennem opstarts-, hobby- og konsolideringsfasen. Det betyder, at det danske marked for undervandsrobotter i dag er præget af få og små aktører. Herudover er det en vigtig forskel, at teknologierne i ROV/AUV-industrien er mere specialiserede og i høj grad high-end, fordi de i høj grad er udviklet i et samspil med offshore-sektoren og den maritime sektor. Dronesektoren kommer fra et andet udgangspunkt og er nu i en fase, hvor droneteknologierne finder nye erhvervsmæssige anvendelsesformer. Det betyder også, at dronesektorens teknologier i højere grad er off-the-shelf og endnu ikke så specialiserede til specifikke områder.

Teknologisk er ROV/AUV-industrien mere moden end droneindustrien. Det er en ældre sektor end dronesektoren, og gennem en årrække og på baggrund af erfaringer med offshore-sektoren har undervandsrobotterne teknologisk nået et niveau, der lever op til offshore-sektorens behov og krav**.**

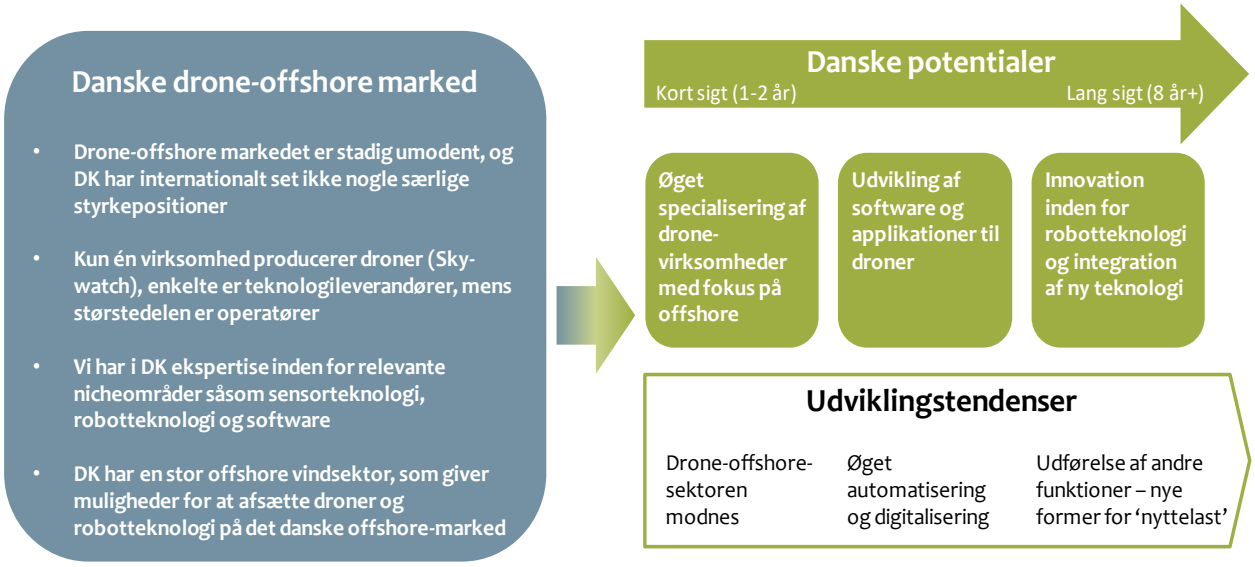
De er gået fra ROV'er, som kræver kabler og kan gennemføre simple observationer, dataindsamling og simple operationer, til AUV'er, der ikke kræver kabler og kan gennemføre forprogrammerede missioner og generelt anvender mere sofistikeret/avanceret teknologi. I dag kan de teknologisk imødekomme offshore-sektorens grundlæggende krav**,** fx omkring hardwaren, hvilket stadig er en udfordring for mange dronevirksomheder. De er eksempelvis certificerede og kan fungere i et barskt undervandsmiljø, de er udstyret med pålidelige og følsomme sensorer, der kan opfange problemer samt tracke robottens position, og de kan fungere relativt autonomt og samtidig styres på afstand med et minimum af sikkerhedsmæssige risici. Generelt er mange af de samme fordele forbundet med henholdsvis undervandsrobotter og droner. De er eksempelvis ofte mere effektive end alternativet, og det øger sikkerheden at kunne gennemføre inspektioner med en undervandsrobot frem for at skulle bruge eksempelvis dykkere til operationen. En af ulemperne kan være, at det er vanskeligere og mere usikkert at gennemføre og vurdere visuelle inspektioner uden menneskelig tilstedeværelse.

3. Det fremtidige potentiale for droner i offshore-sektoren

Internationale analyser og de interviewede eksperter og virksomheder på både drone- og offshore-siden vurderer, at **de største potentialer for droneteknologier og -services i offshore-sektoren på den korte bane er inden for inspektion.** I dag anvendes droner i offshore-sektoren som beskrevet i analysen primært i inspektionssammenhænge, da de kan medvirke til at opdage eventuelle skader hurtigere og billigere end manuel inspektion.

I et internationalt perspektiv har den danske dronesektor pt. ingen særlige styrkepositioner i forhold til offshore-sektoren. Ikke desto mindre er der en række fremadrettede danske potentialer for øget brug af droneteknologi og -services til offshore-sektoren. Det er især ift. de relaterede teknologier og services omkring dronen, at der er et dansk potentiale. Som nedenstående figur 3.1. viser, kan Danmark udnytte den globale teknologiske udvikling qua den specialisering, der i Danmark findes inden for software og relaterede nicheteknologier.

Figur 3.1. Udviklingstendenser og danske potentialer i krydsfeltet mellem droner og offshore



Kilde: Oxford Research, 2017

Anvendelsen af droneteknologier og -services i den danske offshore-sektor (olie/gas og vind) er stigende, men drone-offshore-markedet er fortsat umodent i Danmark (og globalt). Som det allerede er blevet beskrevet i analysen, skyldes det bl.a., at den danske dronesektor befinder sig på et tidligt udviklingsstadium med mange små virksomheder, mens offshore-sektoren er kendetegnet ved store, veletablerede spillere

– inden for både vind og olie/gas – og ved at stille store krav (sikkerhed, certificeringer etc.) til sine underleverandører. Krav, som mindre, ikke-specialiserede dronevirksomheder kan have vanskeligt ved at efterleve. De virksomheder, der i dag leverer services til offshore-sektoren ved hjælp af droner, er højt specialiserede, har stor indsigt i offshore-virksomhedernes behov og processer fra flere års samarbejde og har derved opbygget de nødvendige erfaringer og referencer og ikke mindst tillid til, at de kan levere en tilstrækkelig kvalitet.

På kort sigt (1-2 år) vil drone-offshore-sektoren på globalt niveau blive modnet. I den sammenhæng er potentialet i Danmark at accelerere denne modningsproces og dermed få en større offshore-specialisering blandt de danske dronevirksomheder. Her kan den store politiske bevågenhed, en veludviklet offshore-sektor samt et samarbejdsvilligt videns- og forskningsmiljø i Danmark være en vigtig forudsætning for, at det vil lykkes for danske dronevirksomheder at få åbnet døren til offshore-sektoren.

På mellemlangt sigt peger internationale analyser og interviewene på, at dronerne vil undergå en øget automatisering og digitalisering. Dette rummer et potentiale for, at danske ekspertiser inden for relaterede teknologier som robotteknologi og softwareudvikling kan appliceres til udvikling af software og applikationer til droner målrettet offshore-sektoren, fx ift. analyseværktøjer til analyse af big data indhentet af droner, i softwareudvikling af user interfaces og systemer til styring af droner. Det vurderes eksempelvis, at fuldt automatiserede droner vil kunne gennemføre 15-20 daglige inspektioner mod de nuværende 10-12 og dermed kunne reducere omkostningerne yderligere[9]. I en række markedsanalyser, bl.a. SESAR's og Blades' studie, vurderes det, at adgang til data (fx billed- og videomateriale) og Data as a Service rummer et stort potentiale. Det vil blive forløst, i takt med at flere offshore-virksomheder benytter sig af mulighederne ved droner, og ved at dronevirksomhederne bliver stadig dygtigere til at levere de efterspurgte services til offshore-sektoren.

På den lange bane (8+ år) er der mulighed for, at droner teknologisk bliver i stand til ikke blot at kunne udføre inspektioner, men også vil kunne udføre selve reparationerne. Eksempelvis kan et fremtidsscenarie være, at dronerne får monteret robotarme, så de fx kan svejse. Her ligger det danske potentiale i, at Danmark grundet en specialisering inden for robotteknologi kan blive et af de mest innovative lande i Europa med hensyn til at integrere ny teknologi i dronerne.

3.1. ET SÆRLIGT DANSK POTENTIALE?

I relation til drone-offshore-området har Danmark et potentiale ift. relaterede applikationer og nicheteknologier. Det skyldes bl.a. et spirende miljø omkring robotteknologi, automatisering og avanceret software, bl.a. i Odense. En forudsætning for at indfri potentialet er imidlertid, at der er fokus på økosystemerne omkring drone- og offshore-sektoren og på at få bragt de to sektorer tættere sammen.

Som analysen har redegjort for, er der ikke et etableret drone- og offshore-marked i Danmark. Det er to forskellige økosystemer. Ses der på tværs af de to økosystemer, har vi i analysen identificeret en række styrker og svagheder inden for de centrale parametre. Styrkerne vil kunne bidrage positivt til økosystemet. Det drejer sig fx om tilstedeværelsen af store, etablerede virksomheder og deres netværk med andre virksomheder, små og innovative vækstvirksomheder, et stærkt videns- og forskningsmiljø, adgang til kapital og rådgivning

[9] NewEnergyUpdate (27. september 2016): http://newenergyupdate.com/wind-energy-update/fully-automated-drones-could-double-wind-turbine-inspection-rates

samt politisk fokus på og prioritering af området. Tabel 3.1 nedenfor oplister de identificerede styrker og svagheder på tværs af de to økosystemer.

Tabel 3.1. Styrker og svagheder ved økosystemerne inden for drone- og offshore-sektoren

Parametre, som bidrager positivt til et stærkt økosystem	Styrker	Svagheder
Etablerede, samarbejdsvillige og åbne virksomheder, der kan agere flagskibe	• Der er store, globalt førende danske og udenlandske offshore-virksomheder – især inden for vind, fx Siemens Wind Power og MHI Vestas. Inden for olie- og gasområdet er Maersk Oil og DONG Energy centrale virksomheder.	• De etablerede offshore-virksomheder – især inden for olie/gas – er generelt ikke åbne for at samarbejde med andre og dele deres viden. En af årsagerne til offshore-virksomhedernes lukkethed er deres høje krav til sikkerhed, certificering og standarder.
Tilstedeværelsen af små, innovative vækstvirksomheder	• Dronesektoren er domineret af små, nystartede virksomheder. • Inden for relaterede nicheområder til dronesektoren er der i DK specialiserede virksomheder, som er langt fremme inden for robotteknologi, automatisering og software.	• Blandt dronevirksomhederne er der generelt et begrænset kendskab til og erfaring med offshore. • De små dronevirksomheder er ofte kendetegnet ved at være ikke-vidensintensive hobbyvirksomheder.
Stærke netværk mellem aktørerne	• Region Syddanmark har tre stærke klynger inden for robotområdet i form af RoboCluster, droneområdet omkring UAS Denmark og offshore-området omkring Offshoreenergy.dk.	• Der er en lav grad af integration og samspil mellem de tre klynger.
Videns- og forskningsaktører, som kan tilføre ny viden til virksomhederne	• Især på SDU, AAU og FORCE Technology er der stærke forsknings- og vidensmiljøer, som har specialiseret sig i drone- og UV-teknologi, og som er åbne for samarbejde med erhvervslivet.	
Adgang til kapital og rådgivning	• Der er gode muligheder for at rejse funding og midler til forsknings- og innovationsprojekter via eksempelvis Innovationsfonden, GUDP/MUDP (der har ophæng i Miljø- og Fødevareministeriet), EUDP (der har ophæng i Energi-, Forsynings- og Klimaministeriet) samt EU-midler under fx Horizon 2020.	
Adgang til test- og demonstrationsfaciliteter	• UAS Denmark er et internationalt anerkendt testcenter inden for droneteknologi.	• Det er vanskeligt for droneaktører at få adgang til at teste og afprøve i et offshore-setup.
Politisk fokus på og regulering af området	• Der er et stærkt politisk fokus på droneteknologi og -anvendelse, bl.a. udmøntet i en national dansk dronestrategi. • Ift. regulering og lovgivning er der i DK gode muligheder for at få dispensation.	• Der er rent lovgivningsmæssigt stadig udfordringer, som begrænser mulighederne for brug af droner offshore.

3.1.1. Styrkerne i krydsfeltet mellem de to økosystemer

- **Danmark huser en række store, globalt førende offshore-virksomheder:** Danmark står globalt set stærkt på offshore-området – særligt inden for vind, idet der i Danmark er en lang række store, succesrige, globalt førende offshore-virksomheder. Inden for offshore-vind findes i Danmark en række af verdens førende havmølleproducenter som fx Siemens Wind Power og MHI Vestas. Derudover er der udviklere og operatører af havvindmølleparker som Dong Energy Wind Power og Vattenfall. Selvom den danske produktion af olie og gas er vigtig for dansk økonomi og energiforsyning, er Danmark komparativt set ikke et af verdens førende lande inden for olie og gas, om end der er vigtige, internationale danske spillere som bl.a. Maersk Oil.

- **Danmark har et stærkt miljø omkring robotteknologi, automatisering og avanceret software:** Analysen viser, at der i Danmark er et stærkt miljø af virksomheder og vidensinstitutioner med kompetencer og viden inden for robotteknologi, automation og avanceret software. Det anslås, at Danmark internationalt er i top fem, når det gælder forholdet mellem robotter og medarbejdere (180 industrirobotter per 10.000 medarbejdere)[10]. Danmark er desuden blandt de lande i EU, der i dag har den største andel af beskæftigede inden for de private erhverv, som arbejder med højteknologisk, vidensbaseret produktion[11]. Især i Odense, som ligger i Region Syddanmark, er der opbygget et stærkt miljø. Således er der over en årrække etableret en stærk klynge på området, og i dag huser Odense mere end 100 virksomheder og beskæftiger omkring 2.600 personer[12]. Det er desuden et område i kraftig vækst, og Vækstfondens analyse af branchen viser, at der inden for de senere år har været en betydelig vækst i antallet af nye danske virksomheder, der udvikler robotter[13].

- **Der er tre stærke klynger/specialiseringer i Danmark inden for robotindustri, droneområdet og offshore:** Den ene er RoboCluster i Odense-området; et nationalt innovationsnetværk, der samler de danske kompetencer inden for forskning, udvikling og design af robotteknologi. Den anden er UAS Denmark, som fungerer som internationalt dronetestcenter og klynge for den danske droneindustri med base i HCA Airport i Odense, og den tredje er Offshorenergy.dk, som med sit geografiske udgangspunkt i Esbjerg er nationalt innovationsnetværk for virksomheder, organisationer og vidensinstitutioner inden for den danske offshore-sektor. Alle tre klynger er placeret i Region Syddanmark, hvilket understreger regionens særlige potentiale i forhold til at fremme droneteknologi i offshore-sektoren.

- **Der er etableret et internationalt anerkendt dronetestcenter, som giver adgang til at demonstrere og afprøve teknologier:** UAS Test Center Denmark i Odense har været 'first mover' på området for ubemandede fly – også i en international sammenhæng – og i 2015 blev Europas første kandidatuddannelse i droneteknologi etableret. Den tætte tilknytning til SDU og robotklyngen har skabt mulighed for fordelagtige fysiske rammevilkår (radar mv.) samt adgang til ny viden og forskning og har skabt fundamentet til det gode samarbejde med myndighedssiden (Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen). I offshore-sammenhæng har det været en vigtig milepæl, at testcentret som et af de eneste i Europa har et godkendt

[10] Tal fra International Federation of Robotics
[11] Tal fra EUROSTAT viser, at Danmark ligger nummer fem i EU målt på andelen (5,5 pct. i Danmark) af beskæftigede inden for højteknologiske sektorer
[12] Tal fra Odense Robotics
[13] Vækstfonden (2016): Robot- og automationsindustrien i Danmark

BVLOS- (Beyond Visual Line of Sight) luftrum, der strækker sig udover det nordfynske hav. En række store, internationale virksomheder som Boeing, Airbus, AeroVironment og Textron Systems har alle benyttet testcentret eller indgår i samarbejdsrelationer med testcentret, og flere danske iværksættere og virksomheder er også begyndt at flytte ind i UAS Testcenter Denmarks lokaler, fx Scandinavian Avionics og Integra Consult.

- **Der er et stærkt og levende forsknings- og vidensmiljø omkring drone- og UV-teknologi, som er åbent for samarbejde med erhvervslivet:** En række danske universiteter beskæftiger sig med droner. Især på SDU, AAU og DTU er der et stærkt miljø omkring droneteknologi, og alle tre universiteter har etableret særlige dronecentre, hhv. SDU UAS Center, AAU Drone Research Lab og DTU Space Drone Center. Analysen viser, at der er et godt samarbejde mellem forskningsverdenen og erhvervslivet. Især SDU og AAU har fokus på mere kommercielle udviklingsaktiviteter, mens DTU er mere grundforskningsorienteret. Der er desuden fora og mødesteder, hvor forskere og erhvervsfolk har mulighed for at mødes, bl.a. det af Trafik-, Bygge- og Boligstyrelsen nedsatte Droneforum, som samler relevante myndighedspersoner, forskere og erhvervsrepræsentanter.

- **Der er gode muligheder for at rejse midler til forsknings- og innovationsprojekter i relation til droneteknologi:** Flere vurderer i interviewene, at det er en af Danmarks fordele, at der bruges væsentlige midler på at støtte forsknings- og innovationsprojekter mellem universiteter og virksomheder i relation til droner. Inden for de senere år er der blevet bevilget væsentlige midler i forskning og udvikling inden for droner, robotteknologi og automatisering på nationalt og regionalt niveau. I Region Syddanmark har Syddansk Vækstforum haft fokus på at støtte udvikling af automatiseringsløsninger, hvorfor Syddansk Vækstforum i december 2015 investerede 77 mio. kr. i indsatser på robot- og automatiseringsområdet. Derudover har Syddansk Vækstforum senest investeret 36 mio. kr. i indsatsen industri 4.0 – digital omstilling, data og intelligent produktion. Nationalt har Uddannelses- og Forskningsministeriet i 2017 afsat 27,5 mio. kroner til udvikling af ny droneteknologi, hvoraf et par af projekterne er særligt relevante for offshore-sektoren, bl.a. 'Droner på nye missioner', med deltagelse af FORCE Technology og Alexandra Instituttet, og 'Dronemetrologi', som henvender sig til operatører inden for kortlægning og inspektion både on- og offshore.

- **Der er stor politisk opbakning og bevågenhed samt gode muligheder for dispensation:** På politisk niveau er der en erkendelse af, at droner vil overtage flere opgaver i fremtiden – især komplicerede, farlige eller monotone opgaver. På det grundlag er det også vurderingen, at der er en brændende platform, hvis Danmark skal udnytte det store vækstpotentiale, der er forbundet med droner. I 2016 lancerede regeringen en ambitiøs dronestrategi, som adresserer seks vigtige områder for udviklingen og anvendelsen af droneteknologi i Danmark og indeholder 23 initiativer. Derudover viser analysen, at Danmark i dag er langt fremme i forhold til reguleringen sammenlignet med andre lande. Det begrundes af flere med, at den danske myndighed på området tager hensyn til den teknologiske udvikling og giver dispensation for

brug af droner til tests, forskning og kommerciel brug. Eksempelvis er der to dronevirksomheder, Heliscope og Scopito, med en permanent BVLOS- (Beyond Visual Line of Sight) licens[14]. Det er verdens første permanente tilladelse til automatisk flyvning til civilt formål.

3.1.2. Svaghederne i krydsfeltet mellem de to økosystemer

- **De store, etablerede offshore-virksomheder er ofte lukkede og svære for de små dronevirksomheder at få adgang til:** Analysen viser, at offshore-virksomhederne stiller store krav (sikkerhed, certificering, standarder) til deres leverandører, og at det bl.a. derfor kan være svært for de små, nystartede droneaktører at få adgang til sektoren. Desuden er der en vis konservatisme i sektoren – især inden for olie/gas-segmentet – som gør det vanskeligt at komme ind som ny spiller. Særligt i en situation, hvor offshore-sektoren er presset, bl.a. grundet faldende oliepriser og et generelt stort fokus på besparelser og omkostningsreduktion, er det særligt svært at få adgang til sektoren.

- **Dronevirksomhederne har generelt begrænset kendskab til og erfaring med offshore-branchen:** Der er få danske dronevirksomheder, som faktisk kender til offshore-sektoren og det, der kræves for at levere løsninger/services til sektoren. Samtidig oplever offshore-virksomhederne, at de har svært ved at finde kvalificerede leverandører af droneløsninger til inspektioner.

- **Der er en lav grad af samspil mellem de tre centrale klyngeaktører i Region Syddanmark:** Selvom der er stærke klyngeorganisationer i regionen inden for hhv. robotteknologi, droner og offshore-området, har de ikke meget med hinanden at gøre og koordinerer sjældent aktiviteter sammen.

- **Dronevirksomheder har svært ved at få adgang til at teste og afprøve droner i offshore-setup:** Bl.a. som konsekvens af, at offshore-sektoren er relativt lukket – især for mindre virksomheder – er det også svært for de små droneaktører at få adgang til at teste og afprøve droner hos offshore-virksomhederne.

- **Der er fortsat lovgivningsmæssige udfordringer:** Selvom Danmark internationalt set er langt fremme på lovgivningsområdet, er der fortsat en række lovgivningsmæssige udfordringer på området. NJORD Law Firm peger på udfordringer i relation til drone-offshore-området såsom 1) at industri- og havneområder anses for at være bymæssig bebyggelse, 2) at droner må have en maksimal flyvehøjde på 100 meter, 3) at droner maksimalt må veje 25 kg, 4) at der ikke er tilladelse til flyvning uden for synsvidde, og 5) at der ikke kan flyves på tværs af landegrænser[15].

[14] Commercial UAV News (23. januar 2017): http://www.expouav.com/news/latest/denmark-set-receive-first-permanent-bvlos-license/
[15] https://www.uasdenmark.dk/nyhed/mange-inspektionsmuligheder-blev-praesenteret-ved-offshore-ga-hjem-mode

4. Metode

Analysemetoden er primært kvalitativ. Analysen består dels af en grundig desk research, dels af kvalitative interviews med repræsentanter fra drone- og robotvirksomheder, repræsentanter fra offshore-sektoren, forskere og eksperter samt internationale aktører.

4.1. DESK RESEARCH

En grundig desk research og gennemgang af eksisterende rapporter, undersøgelser, artikler og online-datakilder udgør et vigtigt grundlag for analysen. Der indgår såvel internationale som danske rapporter, artikler og strategipapirer i analysen. I analysen indgår følgende rapporter, undersøgelser, artikler og online-datakilder:

- **SESAR (2016): European Drones Outlook Study**
- **Teknologisk Institut (2016): Kortlægning af droner i Danmark**
- **Teknologisk Institut (2016): Global droneteknologi**
- **Regeringen (2016): Danmarks Dronestrategi**
- **Trafikstyrelsen (2015): Fremtidens regulering af civile droner**
- **Frost & Sullivan (2015): Market Insight: Delivery Drones – The Next Big Thing in Logistics?**
- **Blades, Michael (2014): Commercial Unmanned Aerial Systems at the Horizon of the Airspace: How this Game Changer will Impact Multiple Industries**
- **NJORD Law Firm (2017): Using drones offshore,** http://njordlaw.com/knowledge/using-drones-offshore/
- **Offshorenergy.dk (2015): When will drones be ready for offshore work,** http://offshoreenergy.dk/offshoreenergy/news/read.aspx?Action=1&NewsId=694&PID=2343
- **NAVIGANT Research (2015): Drones for wind turbine inspection,** https://www.navigantresearch.com/research/drones-for-wind-turbine-inspection
- **Offshoreenergy.com (2017): Oil & Gas UK issues guidelines for offshore drone use,** http://www.offshoreenergytoday.com/oil-gas-uk-issues-guidelines-for-offshore-drone-use/
- **Financial Times (2015): Inspection drones take off as flying robots replace rigworkers**, https://www.ft.com/content/74418aac-3a06-11e5-bbd1-b37bc06f590c?mhq5j=e1

4.2. KVALITATIVE INTERVIEWS

Hoveddelen af analysen er baseret på kvalitative interviews. Der er i alt gennemført 33 interviews, hvoraf 13 er face-to-face-interviews, og 20 er telefoninterviews.

I Danmark er der gennemført interviews med følgende 28 aktører:

Organisation/virksomhed	Navn	Titel	Type
ALLNRG	Esben Smith	Managing Director, Wind & Projects	Serviceleverandør
ATLAS Maridan	Lars Valdemar Mogensen	Head of Department	Udvikler af AUV'er
AtSite	Mads Obling Rasmussen	CEO	Dronevirksomhed
Dansk Fundamental Metrologi	Jan Hald	Teamleder	GTS-institut
Dansk Drone Inspektion	Mikael Kayser	Partner	Dronevirksomhed
DONG Energy Wind Power	Troels Lindhart	Head of Blades, Operations	Offshore-virksomhed (vind)
Drone Solutions	Michael Smedegaard	Direktør	Dronevirksomhed
DTU Space	Michael Linden-Vørnle	Chefkonsulent	Universitet
E.ON	Allan Topp	Production Manager	Offshore-virksomhed (vind)
E.ON	Birgit Junnker	Blade specialist	Offshore-virksomhed (vind)
EasyInspect	Andreas Krickhahn Larsen	Co-founder & CEO	Dronevirksomhed
FC ROV-piloting	Freddy Christensen	CEO	Dronevirksomhed
FORCE Technology	Rune Yding Brogaard	Business Manager, Droner	GTS-institut
MacArtney	Hans Jørgen Hansen	Sales	Serviceleverandør
Maersk Drilling	Kasper Karlsen	Head of Performance Improvement	Offshore-virksomhed (olie/gas)
Odense Robotics	Mikkel Christoffersen	Business Manager	Klyngeorganisation
Rotorcam	Søren Steen Jørgensen	Direktør	Dronevirksomhed
Scopito	Ken Falk	Co-founder & CEO	Dronevirksomhed
SDU Dronecenter	Brad Beach	Sektionsleder	Universitet
Semco	Bjarne Christensen	Director, Service Operations	Serviceleverandør
Siemens Wind Power	Jesper Møller	Head of Offshore Concepts & Solutions	Offshore-virksomhed (vind)
Siemens Wind Power	Jason Stege	Responsible for emergent technologies	Offshore-virksomhed (vind)
Skywatch	Michael Messerschmidt	Chief Business Development Officer	Dronevirksomhed
Vattenfall Vind	Morten Saldern	Blade Engineer	Offshore-virksomhed (vind)
Vattenfall Vind	Steen Bode	Site Manager	Offshore-virksomhed (vind)
Vestas Offshore Wind	Michael Bay Christensen	Director Service Scandinavia, Special Projects & Technical Marine Support	Offshore-virksomhed (vind)
Aalborg Universitet	Anders La Cour Harbo	Lektor	Universitet
Aalborg Universitet	Claus B. Madsen	Lektor	Universitet

Herudover er der blevet gennemført fem internationale interviews med følgende:

Organisation/virksomhed	Navn	Titel	Type
Double Digital	Pedro Cunha	Director	Dronevirksomhed
GCE NODE	Marit Dolmen	Head of research, development and innovation	Klyngeorganisation
SESAR	Alain Siebert	Chief Economist & Master Planning	Offentlig koordinator på europæisk plan
Sky Futures	Nick Rogers	Co-founder	Dronevirksomhed
Visual Working	Paolo Brianzoni	CEO	Dronevirksomhed

DANMARK
Oxford Research A/S
Falkoner Allé 20
2000 Frederiksberg
Danmark
Tel: (+45) 3369 1369
office@oxfordresearch.dk

NORGE
Oxford Research AS
Østre Strandgate 1
4610 Kristiansand
Norge
Tel: (+47) 4000 5793
post@oxford.no

SVERIGE
Oxford Research AB
Norrlandsgatan 11
103 93 Stockholm
Sverige
Tel: (+46) 08 240 700
office@oxfordresearch.se

FINLAND
Oxford Research Oy
Helsinki:
Fredrikinkatu 61a, 6krs.
00100 Helsinki, Suomi
www.oxfordresearch.fi
office@oxfordresearch.fi

BRUXELLES
Oxford Research
C/o ENSR
5. Rue Archiméde
Box 4, 1000 Brussels
www.oxfordresearch.eu
office@oxfordresearch.eu