



TEKNOLOGISK
INSTITUT



Rapport 2

Resultatkontrakt "Professionelle civile droner"

Global drone teknologi

Titel:

Global drone teknologi

Udarbejdet for:

Styrelsen for Forskning og Innovation som led RK kontrakt om professionelle civile droner

Udarbejdet af:

Teknologisk Institut
Gregersensvej 1
2630 Taastrup
Analyse og Erhvervsfremme

Maj 2016

Forfatter: Stig Yding Sørensen, Christian Pedersen, Janne Sylvest, Jesper Villadsen

Foto:

Colourbox

Indholdsfortegnelse

1. Sammenfatning.....	4
2. Indledning	4
3. Metode.....	5
4. Interessen for drone-teknologi er accelerende.....	5
5. USA og Kina i førertrøjen – Sverige den lokale leder	7
6. Teknologier under udvikling	10
7. Batterier og energisystemer kan udvikles mere	10
8. Bibliografi.....	12
9. Figuroversigt.....	12

1. Sammenfatning

Anvendelsen af droner er stærkt stigende – også i Danmark. Markedet for droneanvendelse forventes at være i størrelsesordenen 6,7 mia. USD i 2020 (Blades, 2015). I Danmark anslås det, at knap 300 virksomheder anvender droner. Det er primært til produktion af film, tv og billeder. Patenterne inden for droneteknologi udtages primært i Kina og USA. Der er ikke fundet patenter i Danmark.

Det er mange af de klassiske luftfarts- og militærindustrielle virksomheder der dominerer markedet for droneteknologi med Boeing og Honeywell som de største. Men også de kinesiske universiteter satser kraftigt på droneteknologi. Især de senere år er flere af de tekniske universiteter i Kina begyndt at patentere droneteknologi. Særligt iøjnefaldende er det, at kineserne står stærkt på udviklingen af militær droneteknologi. Udviklingen i Kina er værd at følge.

Nærværende analyse bygger primært på tech-mining af globale patentdata foretaget af Teknologisk Institut i foråret 2016. Analysen identificerer trends i den teknologiske udvikling, og finder hovedaktørerne og de teknologiområder, der især er taget patenter på i relationer til droner.

Det vil kræve en mere omfattende analyse at vurdere kvaliteten af den forskning der foregår og konsekvensen af de patenter, der tages. Men eftersom en stor del af aktiviteten foregår i globale, ledende virksomheder og på førende universiteter er der umiddelbart ikke grund til tro, at fx det kinesiske udviklingsarbejde er letbenet og uden konsekvenser for droneindustrien i fx Europa eller USA. Kinas satsning på teknologisk udvikling er et tegn på, at Kina med højteknologi målrettet konsoliderer den markedsposition kinesiske virksomheder har opnået inden for de sidste 25 år ved at kunne tilbyde billig arbejdskraft. Konsolideringen sker blandt andet ved at investere i forskning på universiteterne.

2. Indledning

Denne rapport præsenterer resultaterne fra en tech-mining-analyse af samtlige patenter på droner i verden. Tech-mining er et stærkt værktøj til at danne et strategisk overblik over, hvor i verden den teknologiske udvikling foregår. Hvad der udvikles på?, hvem der står forrest?. I patenterne er der ingen oplysninger om, hvem der får licenser og hvem der anvender teknologierne. Selvom om der ikke udtages patenter i et område, kan der sagtens være en livlig teknologisk udvikling fx af virksomheder, der integrerer eksisterende teknologier eller laver kundespecifikke løsninger. For nogle vækstteknologier går udviklingen så stærkt, at virksomhederne ikke udtager patenter.

Analysen har identificeret teknologier, hvor ordet drone (i forskellige afledte former som "unmanned aerial vehicle", "unmanned aircraft system", "remotely piloted aerial system", "remote pilot station" eller "remotely piloted vehicle") indgår. Droner kan betragtes som en platform for andre teknologier. Eksempelvis kan man have forskellige typer af kameraer fastspændt på droner. Det gør ikke nødvendigvis kameraerne til drone-teknologier interessante og analysen har ikke medtaget teknologier, der kan integreres på droner – med mindre det er eksplicit nævnt i patenterne. Der er således en ukendt "sky" af teknologier,

der kan relateres til droner. Det vil typisk være en integration af teknologier og sjældent udløse en patentansøgning.

Analysen her er gennemført i forbindelse med resultatkontraktaftalen mellem Teknologisk Institut og Styrelsen for Forskning og Innovation i 2016.

3. Metode

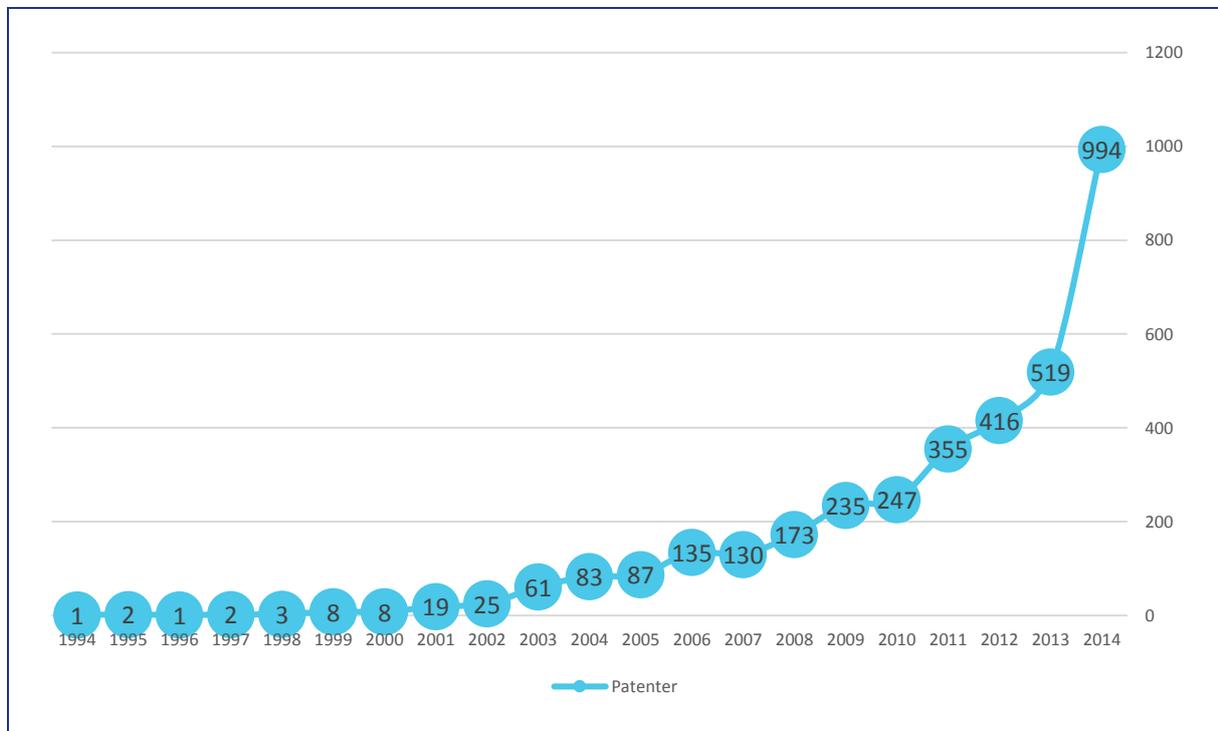
Teknologisk Institut laver tech-mining ved at analysere data fra verdens mest omfattende database over patenter: Patentdatabase Derwent World Patents Index. Metoderne bag analyserne er udviklet på Teknologisk Institut i samarbejde med Georgia Tech University i USA.

Derwent World Patents Index giver det mest komplette billede over udviklingen i nye teknologier. Database har global dækning på engelsk – herunder også data fra Asien. Det er vigtigt i en tid, hvor især asiatisk forskning og udvikling for alvor begynder at røre på sig. Data er redigeret, kodet, indekseret konsistent på tværs af verdens patentkontorer. Patenterne er opdelt i mere end 20 millioner patentfamilier og dækker næsten 50 millioner ansøgte patenter. Den strategiske analyse leveres af et tværfagligt team på Teknologisk Institut.

4. Interessen for drone-teknologi er accelererende

I perioden 1994-2016 er der udtaget 4.313 patenter inden for droneteknologi og udviklingen er accelererende. I 2014 var der således dobbelt så mange patenter som i 2013, der igen havde dobbelt så mange patenter som i 2009.

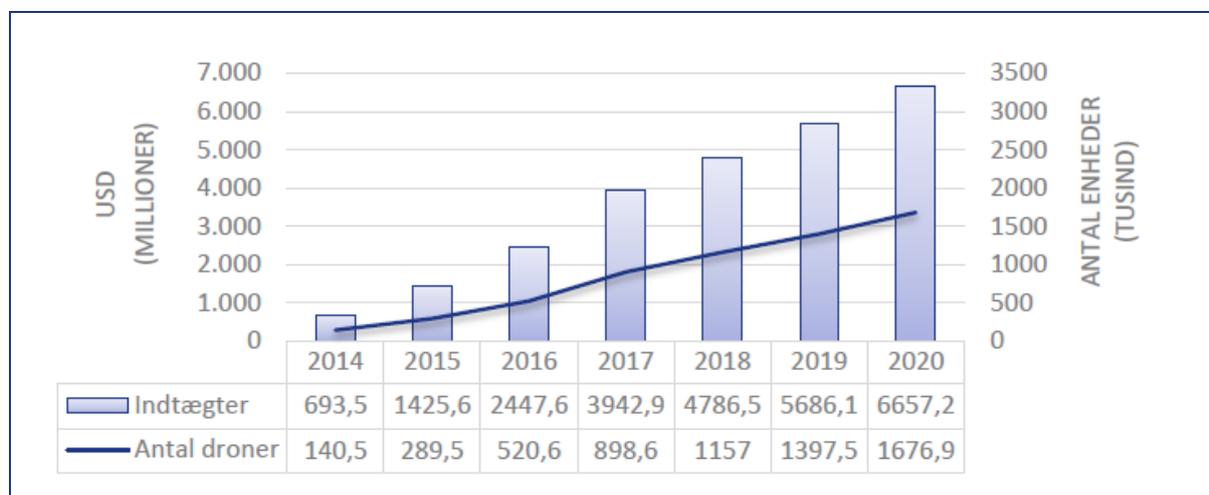
Figur 4.1: Interessen for drone teknologi er stigende



Kilde: Teknologisk Institut - beregninger på data fra Derwent World Patent Index. Tal for 2015 og 2016 er ikke vist, da de endnu er ufuldstændige i databaserne. De er dog medtaget i søgningerne.

Der er med andre ord tale om et marked, hvor der investeres globalt set. Frost & Sullivan har i deres markedsanalyse af droner (Blades, 2015) estimeret et marked, som næsten 10-dobles over de næste 5 år, hvilket også ses af Figur 4.2.

Figur 4.2: Et marked der ti-dobles de kommende 5 år



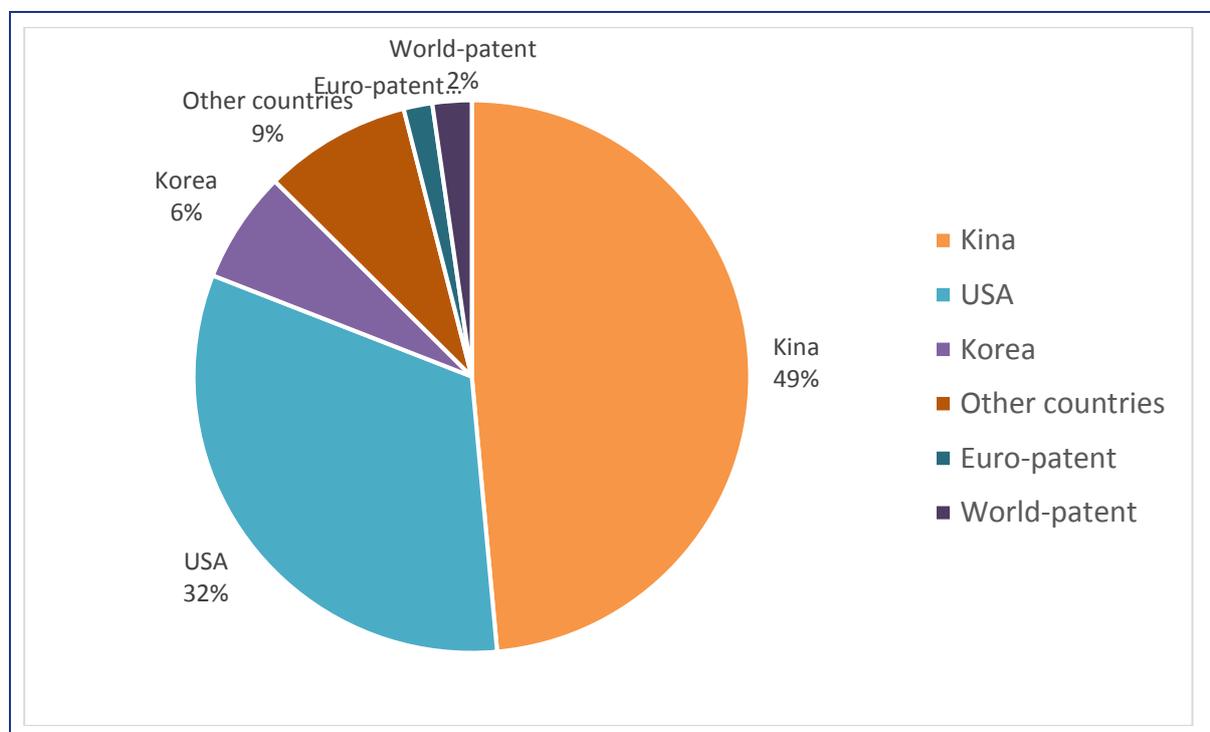
Kilde: Frost & Sullivan, 2015

Ifølge Business Insider er den største del af markedsudviklingen relateret til militæret. Det er ikke muligt at se om patenterne er militær-relateret, men der er grund til at antage, at en del af den udvikling, der er finansieret af militærbevillinger heller ikke optræder synligt i patentdatabaserne, hvor enhver med adgang kan downloade patentet. Uanset de militære udgifter og teknologiudviklingen her indenfor, er den civile anvendelse også stigende ifølge Business Insider (Tescano, 2015). Samme rapport konstaterer, at væksten nu er stærkest på det civile marked (19 procent p.a.) mod det militære marked (5 procent p.a.).

5. USA og Kina i førertrøjen – Sverige den regionale leder

Halvdelen af patenterne er udtaget i Kina, end tredjedel er udtaget i USA – og 6 procent i Korea. Resten er fordelt på den øvrige verden. Der er ikke fundet danske patenter på droner. Markedsrapporter fra Frost & Sullivan anser Sverige for at have en stærk position i Norden (Blades, Global UAS Indigenous Programs - Potential Challengers and Investment Opportunities, 2015): På listen over de mest patenterende virksomheder optræder bl.a. SAAB. Sverige har et godt investeringsmiljø, det kommercielle marked vokser og den militære efterspørgsel er stabil, der er en stærk infrastruktur selvom lønniveauet er højt og der er den nødvendige ekspertise. Samlet vurderes Sverige til at stå med et stærkt kommercielt udgangspunkt. Ud over SAAB nævnes virksomheden CybAero (<http://www.cybaero.se/>), hvis produkt APID ONE kan konfigureres på mange måder.

Figur 5.1: USA og Kina i førertrøjen



Kilde: Teknologisk Institut - beregninger på data fra Derwent World Patent Index. Patenter 1995-2014.

I tech-mining ses det hyppigt på avancerede teknologier, at Kina udtager enormt mange patenter. Der er særlige incitament-strukturer i Kina omkring patenter. Det kan der tages højde for i analytisk sammenhæng ved kun at inkludere patentfamilier, som er udtaget i mere end et land. Et særkende for denne analyse er dog, at stort set alle patenter kun er udtaget i et land, og samme kontrol er derfor ikke mulig. En mulig fortolkning på dette er, at drone-teknologien endnu er ret ny og nationalt orienteret. Det kan hurtigt ændre sig i takt med at den kommercielle udvikling tager fart, hvorved de mest værdifulde teknologi-patenter vil sprede sig ud over landegrænserne.

Man skal dog ikke tage fejl af de kinesiske patenter. De er ofte udtaget af virksomheder, som er førende på deres felt. En stor del af verdens elektronik-produktion foregår i Kina og Kina investerer kraftigt i Key Enabling Technologies. I 2011 overtog Asien, med Kina i spidsen, USA's førerposition som det område i verden, hvor der totalt set investeres mest i forskning og udvikling (President's Council of Advisors on Science and Technology, 2012).

Figur 5.2: Verdens mest patenterende virksomheder inden for droneteknologi

	2014	2013	2012	2010	2011	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001
BOEING CO	13	18	28	23	14	12	1	5	2	5	6	1		
HONEYWELL INT INC	2	5	3	1	7	18	33	12	9	2	1			
UNIV BEIJING AERONAUTICS & ASTRONAUTICS	6	8	9	6	12	10	4		9					
RAYTHEON CO	1	11	5	11	10	10	4	6	5	2				
CHENGDU HAOFEI ROBOT TECHNOLOGY CO LTD	51													
LOCKHEED MARTIN CORP	1	3	7	3	6	2	5	9	8	6	5		1	1
KOREA AEROSPACE IND LTD	4	10	8	2	12	5	2							
UNIV NANJING AERONAUTICS & ASTRONAUTICS	10	7	2	1	2									
SHENZHEN DAJIANG INNOVATION TECHNOLOGY C	15	11	1	3										
SAAB AB		1	2	6	1	6	4	5	3	3	1			
CHONGQING JINTAI AVIATION IND CO LTD	17	11												
SHENZHEN AEE AVIATION TECHNOLOGY CO LTD	11		1											
UNIV QINGHUA	5	4	3	5	6									
CHINA ACAD AEROSPACE AERODYNAMICS	12	4	5	1										
UNIV NORTHWESTERN POLYTECHNICAL	7	4	4	3	2									
WUXI TONGCHUN NEW ENERGY SCI & TECHNOLOG	5	6	4											
SZ DJI TECHNOLOGY CO LTD	23													
UNIV TIANJIN	3	9		1			1							
BEIJING INST TECHNOLOGY	2	1	13	4	1									
US SEC OF NAVY	1	3		2	2	3	2		3	1			3	1
HUBEI EASY WATT TECHNOLOGY CO LTD	16	3		2										
JIANGSU AIRUITAIKE UNMANNED AERIAL VEHIC	16	5												
SAMSUNG ELECTRO- MECHANICS CO	1	7	7	4	1	1								
AEROVIRONMENT INC		2	1	9	6	5	2							
FOSHAN AIRCAM UAV TECHNOLOGY CORP	2	5	6	2		1								
AVIATION IND CORP CHINA SHENYANG ENGINE		3												
JIANGSU HENGCHUANG SOFTWARE CO LTD	15													
UNIV ZHEJIANG	3	2				1								
BAE SYSTEMS PLC		1	2	2	2	1		1	1					4

Kilde: Teknologisk Institut - beregninger på data fra Derwent World Patent Index. Tal for 2015 og 2016 indgår ikke.

Figur 5.2 viser verdens mest patenterende virksomheder inden for droneteknologi – og hvilket år de har udtaget patenter i perioden 2001-2014. I toppen ligger amerikanske Boeing og Honeywell:

Boeing markedsfører eksempelvis "Phantom Eye", som kan holde sig flyvende meget højt i flere dage med over 200 kilo (450-pounds) gods. Den største model kan holde sig flyvende i op til 10 dage med op til 1 tons gods (2000 –pounds). De kan have mange militære anvendelser (<http://www.boeing.com/defense/phantom-eye/>).

Honeywell har udviklet RQ-16 T-Hawk, som også er en typisk militær drone, som kan anvendes af soldater i felten (https://en.wikipedia.org/wiki/Honeywell_RQ-16_T-Hawk). Dronen har dog også været anvendt civilt i forbindelse med fx Fukushima atomreaktoren i Japan.

Andre kendte aktører inden for fly-industrien er med på listen – fx Lockheed Martin og SAAB.

Et stort antal patenttager på listen er kinesiske universiteter. På University of Aeronautics i Beijing arbejdes der med åben udvikling på en lang række teknologier. Se fx <http://diydrone.com/profiles/blogs/great-survey-of-open-source-uav-projects-from-beijing-university->. Frost & Sullivan anser det kinesiske marked som ekspanderende, og der er allerede mange færdige droner og flere under udvikling. Der er en stærk statsfinansiering af

de statsejede virksomheder og det kinesiske militær er en solid kunde. Den industrielle kapacitet er tilstede, og fokus vil især være omkring sensorteknologi til brug for militær og politi (Blades, Global UAS Indigenous Programs - Potential Challengers and Investment Opportunities, 2015).

6. Teknologier under udvikling

De teknologier, der tages patent på vedrører alle dele af flyvningen med droner. Først og fremmest radar og kommunikationssystemer, positioneringssystemer og autopiloter. Herudover ligger også software til kontrol, kommunikation og til billedeanalyse højt på listen.

Figur 6.1: Teknologier under udvikling

Teknologikode	Kina	USA	Korea	World-patent	Euro-patent	UK
Aviation, marine and radar systems for unmanned aerial vehicles	574	607	137	47	37	25
Vehicle microprocessor system	355	277	60	14	17	11
Military aircraft technology	426	118	28	16	4	10
Aviation, marine and radar systems for aircraft	127	229	25	17	11	9
Geographical information systems	233	123	22	9	11	3
Affecting flight path, e.g. autopilots, control surfaces	93	155	28	10	14	4
Aviation, marine and radar systems for helicopter/ rotorcraft	104	137	21	14	11	8
Electrical equipment (incl. de-icing, lighting)	146	73	25	8	5	5
Vehicle position/course control - other	206	22	21	2	12	2
Aviation, marine and radar systems for other aircraft types	63	109	21	16	6	4
Altitude or attitude/ target seeking control	137	53	16	9	7	
Transmission of control or measurement signals	150	33	16	1	1	
Claimed software products	3	140	8	6	17	4
Remote control	136	26	13	2	1	1
Vehicle/aircraft/missile process control systems for guidance	49	92	17	1	9	2
Rotorcraft/ Helicopter	129	33	5	7		2
Image analysis	82	45	13	1	6	4
Antenna applications	86	48	16	2	1	1
Vehicle position, course, altitude or attitude	17	77	6	3	5	2
Absolute position determination	77	31	14	3	1	
Instrumentation/ communications	32	71	9	4	4	1
Other aircraft accessories	116	8	3			
Military vehicle systems	3	89	2	2	5	7
Control systems for power plant, control surfaces, etc/ auto-pilots	29	49	22	1	2	
Other special purpose aircraft	56	36	7	4	2	2
Rotary propellers	82	14	3	4		1
Wings	62	29	7	3		5
Early warning systems	7	77	1	4	4	3
Radio link	79	19	2			
Control systems-related (data) communications arrangements	73	9	13	1		

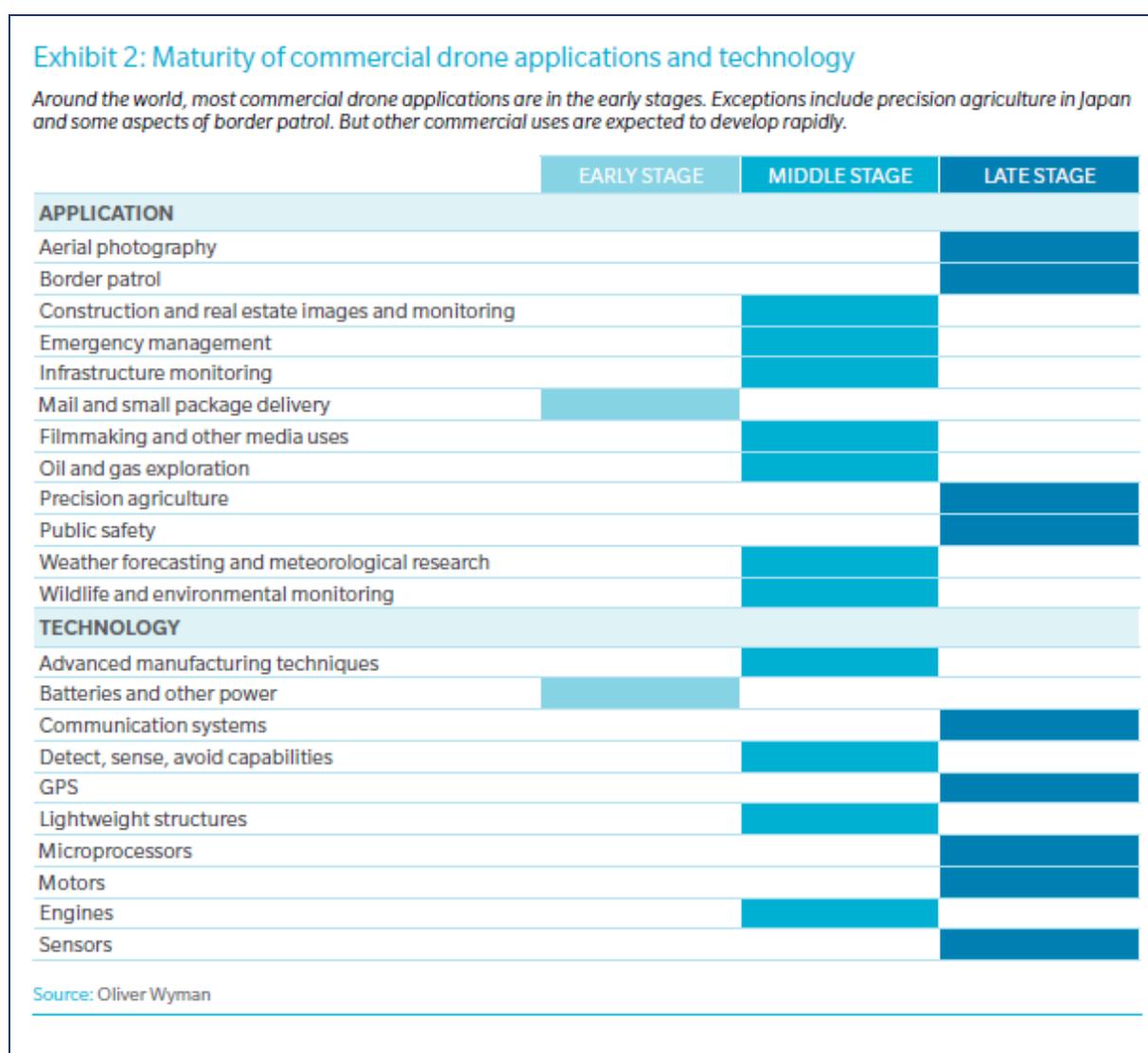
Kilde: Teknologisk Institut - beregninger på data fra Derwent World Patent Index. Tal for 2015 og 2016 indgår ikke. Et patent kan have flere koder og derfor optræde flere gange. Farverne er blot til hjælp til læsningen af tabellen, hvor rød betyder mange patenter og grøn er få patenter.

7. Batterier og energisystemer kan udvikles mere

I Canada citerer konsulentfirmaet Oliver Wyman (www.oliverwyman.com) det amerikanske transportministerium for, at der i 2035 er flere droner i verden end flyvemaskiner. Droner har været et hobbyområde i mange år, men udviklingen inden for mikroprocessorer, GPS, sensorer, batterier, motorer, letvægtsmaterialer og avanceret produktion har sat

gang i den kommercielle udvikling. De primære begrænsninger for de små, kommercielle droner er batteri-teknologien, som begrænser flyvetid, bæreevne, flyvelængde mv. Konsulentfirmaet Oliver Wyman har opstillet en interessant tabel over modenheten for udvalgte drone applikationer og teknologier (se Figur 7.1). Der er dog ikke nærmere redegjort for metoden bag tabellen. I tabellen ses det, at især batteriteknologi og energisystemer fortsat er på et tidligt stadie, mens de teknologier, der kan kobles på en drone typisk er langt mere udviklede.

Figur 7.1: Modenhed af drone applikationer og teknologi



Kilde: (Bob Hazel, 2015)

8. Bibliografi

- Blades, M. (2015). *Analysis of the Global Commercial UAS Market*. Frost & Sullivan.
- Blades, M. (2015). *Global UAS Indigenous Programs - Potential Challengers and Investment Opportunities*. Frost & Sullivan.
- Bob Hazel, G. A. (2015). *In Commercial drones the race is on*. Oliver Wyman. Hentet fra http://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/global/en/2015/apr/Commercial_Drones.pdf
- President's Council of Advisors on Science and Technology. (2012). *CAPTURING A DOMESTIC COMPETITIVE ADVANTAGE IN ADVANCED MANUFACTURING. Report of the Advanced Manufacturing Partnership Steering Committee. Annex 1: Technology Development Workstream Report*. USA, Whitehouse. Hentet fra https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/amp_final_report_annex_1_technology_development_july_update.pdf
- Tescano, M. (2015). *Global Aerial Drone Market*. BI Intelligence. Hentet fra <http://www.businessinsider.com/uav-or-commercial-drone-market-forecast-2015-2?r=US&IR=T&IR=T>

9. Figuroversigt

Figur 4.1: Interessen for drone teknologi er stigende	6
Figur 4.2: Et marked der ti-dobles de kommende 5 år.....	7
Figur 5.1: USA og Kina i førertrøjen	8
Figur 5.2: Verdens mest patenterende virksomheder inden for droneteknologi	9
Figur 6.1: Teknologier under udvikling	10
Figur 7.1: Modenhed af drone applikationer og teknologi	11