

ANALYSE AF EFTERUDDANNELSESBEHOVET INDEN FOR DRONEOMRÅDET

JULI 2026



Indholdsfortegnelse

INDHOLDSFORTEGNELSE	2
FORORD.....	5
1. FORMÅL.....	5
2. KORT RESUMÉ AF ANALYSEN	5
3. AFGRÆNSNING.....	6
4. METODE	6
5. PERSPEKTIVERING	7
6. LÆSEVEJLEDNING.....	7
AFSNIT 1 TEKNOLOGISKE TRENDS OG INTERNATIONALE ERFARINGER	8
7. INTRODUKTION TIL DRONEINDUSTRIEN I DANMARK	8
8. DEFINITION PÅ DRONE.....	9
9. DRONETYPEN OG ANVENDELSESOMRÅDER	9
10. OPGAVELØSNING.....	10
11. DRONERS OPBYGNING OG TEKNOLOGIER	10
12. CASE: SDU'S DRONECENTER INTRO TIL FLYVENDE DRONER	11
13. UDVIKLING OG PERSPEKTIV.....	13
STEL OG MEKANIK.....	13
14. INDLEDNING	13
15. UAV – FLYVENDE DRONER (UNMANNED AERIAL VEHICLES)	14
16. UGV – KØRENDE DRONER (UNMANNED GROUND VEHICLES)	15
17. USV – SEJLENDE DRONER (UNMANNED SURFACE VEHICLES)	16
18. CASE ORCA HAVDRONE – FOKUS PÅ PRODUKTION OG FAGLÆRTE KOMPETENCER	16
19. AUV/ROV – UNDERVANDSDRONER (AUTONOMOUS/REMOTELY OPERATED VEHICLES).....	17
20. TVÆRGÅENDE TEMAER (GÆLDER FOR ALLE DRONETYPEN)	18
21. FAGLÆRTE KOMPETENCER FORDELT PÅ FAGOMRÅDER (STEL OG MEKANIK)	18
FREMDRIFT OG STRØM	19
22. INDLEDNING	19
23. UAV – FLYVENDE DRONER	20
24. CASE: FREMDRIFTSSYSTEMER I FIRE FLYVENDE DRONER	20
25. UGV – KØRENDE DRONER	24
26. CASE MILREM THEMIS.....	24
27. USV – SEJLENDE DRONER	25
28. CASE PROZERO 10M MOM-USV PROZERO.DK.....	25
29. AUV/ROV – UNDERVANDSDRONER.....	27
30. OVERSIGT OVER FAGLÆRTE KOMPETENCER VEDR. FREMDRIFT OG STRØM	28
ELEKTRONIK OG STYRING	29

31.	INDLEDNING	29
32.	UAV – FLYVENDE DRONER	29
33.	UGV – KØRENDE DRONER	30
34.	USV – SEJLENDE DRONER	30
35.	AUV/ROV – UNDERVANDSDRONER.....	31
36.	CASE: SAAB DOUBLE EAGLE	31
37.	FAGLÆRTE KOMPETENCER VEDR. ELEKTRONIK OG STYRING.....	33
NYTTELAST OG SENSORER		34
38.	INDLEDNING	34
39.	UAV – FLYVENDE DRONER	35
40.	UGV – KØRENDE DRONER	35
41.	USV – SEJLENDE DRONER	35
42.	AUV/ROV – UNDERVANDSDRONER.....	36
43.	FAGLÆRTE KOMPETENCER – NYTTELAST OG SENSORER	36
AFSNIT 2 DETEKTERING OG NEDTAGNING AF DRONER		38
44.	ELEKTRONISK KRIGSFØRELSE MOD DRONER (JAMMING OG SPOOFING)	38
45.	KINETISKE LØSNINGER (PROJEKTILER, MISSILER OG NET)	39
46.	LASER- OG MIKROBØLGEVÅBEN.....	39
47.	DETEKTION OG SPORING: RADAR- OG SENSORSYSTEMER.....	40
48.	AI-BASERET MÅLGENKENDELSE OG AUTOMATISERING	41
49.	DANSKE VIRKSOMHEDER	42
50.	KOMPETENCER FOR UDVIKLING, PRODUKTION, SERVICE OG FEJLFINDING AF ANTI-DRONE SYSTEMER	43
51.	ELEKTRONISK KRIGSFØRELSE – RF-TEKNIK OG SIGNALER	43
52.	KINETISKE MODFORHOLDSREGLER – MEKANIK OG VÅBENTEKNOLOGI	43
53.	LASER- OG MIKROBØLGETEKNOLOGI	44
54.	DETEKTIONS- OG SENSORSYSTEMER – RADAR, OPTIK OG AKUSTIK.....	44
55.	CASE T. REACT CIP COUNTER DRONE-SYSTEMET.....	45
56.	SERVICE, VEDLIGEHOLD OG FEJLFINDING	46
57.	SAMMENFATNING AF FAGLÆRTE KOMPETENCER DETEKTERING OG NEDTAGNING AF DRONER.....	47
AFSNIT 3 REGULERING OG LOVGIVNING		50
58.	UAV – FLYVENDE DRONER (UNMANNED AERIAL VEHICLES)	50
59.	ØVRIGE DRONER.....	51
60.	RELEVANTE REGULERINGS- OG LOVGIVNINGSKOMPETENCER FOR FAGLÆRTE	53
AFSNIT 4 ANALYSE AF NUVÆRENDE UDDANNELSESDÆKNING		54
61.	FLYVENDE DRONER	54
62.	GTS-INSTITUTTER (GODKENDTE TEKNOLOGISKE SERVICEINSTITUTTER)	55
63.	ANDRE OFFENTLIGE UDDANNELSESUDBYDERE (AKADEMI- OG UNIVERSITETSKURSER).....	55
64.	PRIVATE KURSUSUDBYDERE OG LEVERANDØRER	56
65.	KURSER INDEN FOR UNDERVANDS-, LAND- OG MARITIME DRONER (ROV/UGV/USV).....	57
AFSNIT 5 EKSPERTINTERVIEWS		59
66.	GENNEMFØRTE EKSPERTINTERVIEWS	59
67.	INTERVIEWGUIDE EKSPERTER	59
68.	PREBEN E. MOGENSEN, AALBORG UNIVERSITET	60

69.	JUSSI HERMANSEN, TEST CENTER MANAGER, SYDDANSK UNIVERSITET (SDU FLIGHT LAB).....	63
70.	KELD JENSEN, ASSOCIATE PROFESSOR, VICE HEAD OF SDU UAS CENTER	65
71.	LARS HANSEN, TRAFIKSTYRELSEN	66
72.	VAGN LARSEN BOESKOV LUFTFARTSINSPEKTØR / CHIEF INSPECTOR PART-66/147/FSTD, TRAFIKSTYRELSEN	68
AFSNIT 6 INTERVIEWS AF VIRKSOMHEDER.....		69
73.	UDVALGTE VIRKSOMHEDER	70
74.	SPØRREGUIDE VIRKSOMHEDER.....	73
INTERVIEWS.....		75
75.	SKY-WATCH	75
76.	THUNDERSTRIKE	77
77.	CAPRA ROBOTICS.....	81
78.	TERMA.....	85
79.	TUCO GROUP	88
80.	ALMEXA.....	91
AFSNIT 7 BESKÆFTIGELSE I DRONEINDUSTRIEN		94
81.	VIRKSOMHEDER.....	94
82.	MEDARBEJDERE	94
AFSNIT 8. ERHVERVSSKOLERNES FORUDSÆTNINGER		95
AFSNIT 9 UDDANNELSESDAG OM DRONETEKNOLOGI OG EFTERUDDANNELSE		97
83.	UDDANNELSESDAG AFHOLDT PÅ SYDDANSK ERHVERVSSKOLE I ODENSE, 4. MARTS 2026	97
84.	CENTRALE OPMÆRKSOMHEDSPUNKTER FRA SEMINARET	97
85.	PROGRAM	99
86.	DELTAGERLISTE TIL UDDANNELSESDAG D. 4 MARTS2026.....	100
AFSNIT 10. SAMMENFATNING, KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER		102
87.	SAMMENFATNING AF KOMPETENCEBEHOV INDEN FOR DE ENKELTE FAGGRUPPER.....	102
88.	FORSLAG TIL AMU-KURSER.....	113
89.	OG ANBEFALING	113
KILDER.....		115

Forord

1. Formål

Analysen har til formål at kortlægge dronebranchens teknologiske udvikling og afdække de fremtidige kompetencekrav og efteruddannelsesbehov for faglærte¹ i metalindustrien inden for produktion, service, reparation og vedligehold af droner. Resultatet danner grundlag for udvikling af nye AMU-kurser og eventuelt et samlet AMU-kursusforløb, der kan styrke branchens adgang til kvalificeret arbejdskraft og understøtte både den civile og den forsvarsrelaterede anvendelse af droner.

2. Kort resumé af analysen

Analysen viser, at droneindustrien begynder at bevæge sig fra udviklingsprojekter og prototyper til egentlig serieproduktion og operationel anvendelse, herunder i både civile og militære sammenhænge.

Det vil stille nye krav til produktion, kvalitetssikring, dokumentation og service af dronesystemer. Samtidig er teknologien præget af en høj grad af integration mellem mekanik, elektronik, software, sensorer og kommunikationssystemer, hvilket betyder, at arbejdet i høj grad er tværfagligt.

Virksomhedsinterviews – blandt andet med droneproducenten Sky-Watch – viser, at moderne dronesystemer er modulopbyggede og består af flere centrale teknologiske delområder, herunder mekanik og kompositkonstruktion, elektrisk fremdrift og batterisystemer, avanceret elektronik og radiosystemer, software til styring og dataanalyse samt forskellige sensor- og payloadløsninger.

Et gennemgående tema i analysen er, at virksomhederne i høj grad arbejder med systemintegration. Det betyder, at faglærte medarbejdere skal have stærk systemforståelse og kunne arbejde med hele dronesystemet frem for isolerede tekniske komponenter. Samtidig stiller anvendelsen af større droner og brug uden for synsvidde øgede krav til dokumentation, sporbarhed, certificering og kvalitetsstyring.

Analysen peger på, at flere forskellige faglærte uddannelser kan spille en rolle i droneindustrien, herunder elektronikfagteknikere, automatikteknikere, industriteknikere og flyteknikere. Fælles for disse er behovet for kompetencer inden for systemintegration, fejlsøgning, test og kvalitetssikring samt forståelse for sensorer, datahåndtering og kommunikationssystemer. Desuden fremhæver virksomhederne behovet for kompetencer inden for softwareforståelse, AI-baserede funktioner, radiosystemer og cybersikkerhed.

¹ Når begrebet faglærte anvendes i denne analyse så omfatter det, hvor ikke andet af nævnt, de uddannelser der er omfattet af de det faglige udvalg Metalindustriens Uddannelsesudvalgs uddannelser.

Workshoppen med deltagelse fra erhvervsskoler og eksperter understøtter billedet af, at der er behov for en systematisk efteruddannelsesindsats målrettet droneområdet. Der peges på modulopbyggede AMU-kurser, der kan understøtte opkvalificering inden for centrale teknologier som sensorer, radiosystemer, batteriteknologi, systemintegration, test og fejlfinding.

Et særligt emne er imødegåelse af droner. Her er viser analysen at for nuværende er det inden for radarindustrien og detektionssystemer, at der er brug for faglærte kompetencer. I takt med udviklingen vil der i fremtiden komme en stigende efterspørgsel efter produktion af systemer til nedtagning af droner.

Samlet set viser analysen, at droneområdet repræsenterer et voksende teknologisk og industrielt felt i Danmark, hvor faglærte medarbejdere spiller en central rolle i både udvikling, produktion, drift og vedligeholdelse af dronesystemer. En målrettet efteruddannelsesindsats vil derfor være væsentlig betydning for at sikre, at arbejdsstyrken kan følge med den teknologiske udvikling og understøtte branchens fortsatte vækst.

3. Afgrænsning

Projektet omfatter den del af droneområdet, hvor faglærte teknikere forventes at indgå i udvikling af prototyper, produktion, service, reparation, vedligehold og teknisk drift af droner og dronesystemer. Analysen fokuserer derfor primært på de tekniske og mekaniske discipliner, som relaterer sig til konstruktion, sensorer, fremdrift, energi- og styresystemer samt integration af nyttelast og dataudstyr.

Projektet omfatter ikke uddannelses- eller kompetencebehov for dronepiloter og operatører. Regulering og certificering af flyvning er alene medtaget, hvor det har relevans i forbindelse med udvikling, produktion, testning og vedligeholdelse.

Oprindeligt var projektet afgrænset, så antidrone-systemer og overvågningsløsninger (systemer til detektering og nedtagning af droner) alene skulle inddrages i det omfang, de indgår som komponenter eller nyttelast på droner. På baggrund af en række hændelser i efteråret 2025, er der et øget fokus på antidrone-systemer. Samtidig er der planer om opbygning af en dronemur i EU. Derfor har antidrone-systemer og de afledte kompetencebehov fået et særskilt kapitel i rapporten og vil indgå i både interviews af eksperter og virksomheder.

For de kørende droner (UGV'er) er grænsen trukket ved de systemer, der teknisk og funktionsmæssigt kan betragtes som *droner* – dvs. fjernstyrede eller autonome platforme med sensorer og missionsudstyr. Klassiske robot- og automationssystemer til produktion eller intern logistik indgår ikke.

4. Metode

Projektet er gennemført i en kombination af desk research, kvalitative interviews med eksperter og nøglepersoner, virksomhedsbesøg og -interviews i dronebranchen.

Resultaterne har været drøftet med Mercantec den 20. januar online, den 27. januar i Industriens Uddannelser og gennemgået i detaljer med Mercantec den 20. februar på Mercantec. Resultaterne er efterfølgende været gennemgået på en uddannelsesworkshop med relevante aktører fra branchen i form af skoler, virksomheder, arbejdsmarkedets parter, Odense Robotics og Forsvaret den 4. marts. Efterfølgende har aktørerne haft mulighed for at kommentere skriftligt. Forsvarets Dronecenter har haft mulighed for at gennemlæse hele rapporten og komme med kommentarer. Rapporten og de videre perspektiver har været drøftet med ZBC som udbyder og Forsvarets Dronecenter.

Branchen er i en udpræget udviklings- og projektfase. Det har derfor været vanskeligt, at få virksomheder til at stille op til klassiske interviews om kompetencebehov for faglærte. Der har været gennemført 7 klassiske interviews med virksomheder og 5 med eksperter. Der har i forbindelse med uddannelses dagen og deltagelse i DALO industrimesse været gennemført uformelle drøftelser med yderligere 9 virksomheder, 3 myndigheder i Forsvaret, en erhvervsklynge og et GTS institut.

5. Perspektivering

Projektet har identificeret en række udviklingsområder, der kan danne grundlag for Industriens Uddannelsers videre arbejde med efteruddannelse inden for droneområdet:

1. Udvikling af nye AMU-kurser målrettet faglærte teknikere.
2. Udvikling af undervisningsmaterialer om dronesystemer, regulering, sikkerhed og databehandling.
3. Samarbejde mellem skoler og branche om udstyr, lærerkompetencer og testfaciliteter.

6. Læsevejledning

Denne analyse er bygget op, så læseren hurtigt kan få både et overblik og en dybere teknisk forståelse af droneområdet. Første del giver rammen: status, formål, metode og de overordnede tendenser i Danmark og internationalt. Herefter følger et stort teknisk afsnit, der gennemgår de fire centrale områder – stel og mekanik, fremdrift og strøm, elektronik og styring samt nyttelast og sensorer – for alle dronetypen. Dernæst behandles teknologier til detektering og nedtagning af droner (C-UAS) og hvilke kompetencer dette kræver. Afsnittet om regulering giver et samlet billede af de lovmæssige krav på tværs af luft-, land-, sø- og undervandsdroner. Derefter følger en kortlægning af eksisterende uddannelses tilbud samt input fra eksperter og virksomheder. Analysen afsluttes med en samlet konklusion og anbefalinger til fremtidige AMU-kurser målrettet faglærte i droneindustrien.

Afsnit 1 Teknologiske trends og internationale erfaringer

7. Introduktion til droneindustrien i Danmark

Droneindustrien i Danmark er i hastig vækst, men befinder sig stadig på et tidligt modenhedsniveau. Branchen minder på mange måder om de tidlige år i it-industrien. Næsten alle typer opgaver – fra udvikling til montage og test – varetages af ingeniører og ph.d.'er. Det skyldes, at teknologien er under stadig udvikling, og at mange virksomheder arbejder i projekt- og prototypefasen. I takt med at systemerne bliver mere standardiserede, og produktionen skaleres, forventes en markant større efterspørgsel på faglærte teknikere, som kan stå for service, fejlsøgning, reparation, systemintegration og løbende drift.

Væksten drives både af civile og militære behov. Civil anvendelse spænder i dag fra inspektion af tekniske anlæg, kortlægning og landmåling, miljø- og havbundsdata, filmproduktion og landbrug, til logistik, overvågning og beredskabsopgaver. Samtidig stiger efterspørgslen fra forsvar, hvor droner anvendes til bl.a. overvågning, rekognoscering, opklaringsopgaver, transport og i stigende grad Counter-UAS. Krigen i Ukraine har yderligere skubbet på udviklingen og øget behovet for både luftbårne UAV'er, kørende UGV'er, maritime USV'er og undervandsdroner (ROV/AUV).

Ifølge Odense Robotics' seneste Insight Report består den danske robot-, automations- og droneindustri nu af omkring 600 virksomheder, fordelt på udvikling, produktion, software, sensorteknologi, integration og dronerelaterede services. Branchen har de seneste år oplevet stabil vækst, både i omsætning og beskæftigelse, og et højt niveau af innovation: 69 % af virksomhederne har lanceret nye produkter det seneste år. Samtidig rapporterer en stor del af virksomhederne om rekrutteringsudfordringer – ikke kun blandt ingeniører, men også blandt faglærte medarbejdere med teknisk systemforståelse, erfaring med elektronik, mekanik, sensorer og datahåndtering.

Flere virksomheder bevæger sig fra projekt- og udviklingsarbejde til egentlig produktion og drift. Det betyder, at opgaverne i højere grad begynder at ligne klassisk industriel produktion: montage, reparation, test, kalibrering, kvalitetssikring, dokumentation og service på udstyr i brug. For faglærte åbner det for nye jobområder inden for fx vedligehold af droner, integration af nyttelast, opbygning af sensormoduler, fejlretning i embedded systemer, batteri- og BMS-håndtering (Battery Management Systemer) samt test og validering af komplette dronesystemer.

Udviklingen understøttes af en række strukturelle tendenser:

Integration i luftrummet

Flere droner forventes fremover at flyve *Beyond Visual Line of Sight* (BVLOS), hvilket øger kravene til luftdygtighed, dokumentation, redundans og generel sikker drift.

Øget autonomi

Autonome funktioner stiller krav til sensorforståelse, kalibrering, vedligehold og kendskab til systemintegration.

Digitalisering og data

Droner indsamler store mængder data; derfor efterspørges faglærte, der kan arbejde med datalogning, diagnostik, standardsoftware og systemopsætning.

Sikkerhedspolitisk pres

Det militære behov for både offensive og defensive droneløsninger (UAS og C-UAS) accelererer udviklingen i hele værdikæden.

Udviklingen betyder, at faglærte roller får en langt større betydning i de kommende år – både i udvikling og produktion af dronerne og i den løbende service, der skal til for at holde systemerne operationelle og sikre.

8. Definition på drone

Droner er ubemandede, fjernstyrede eller autonome fartøjer, der kan operere i luften, til lands, til vands og under vandet. De anvendes i dag i et bredt og voksende felt af både civile og militære opgaver – fra inspektion, landmåling og kortlægning til overvågning, transport, redning og kampstøtte.

Fælles for alle droner er, at de bærer en nyttelast, typisk sensorer eller kameraer, som gør det muligt at indsamle data, løse operative opgaver eller gennem direkte observation understøtte beslutninger fx i forbindelse med brand eller militære operationer.

Udviklingen på området er gået fra små hobbyprægede enheder til avancerede og højt specialiserede systemer. Hvor droner tidligere blev anvendt til enkle fotoopgaver, kan de i dag udstyres med komplekse sensorer, LiDAR- og radarsystemer, AI-baserede styringer og autonome funktioner.

9. Dronetyper og anvendelsesområder

Droner opdeles overordnet i fire hovedtyper afhængig af, hvor de opererer:

Type	Betegnelse	Typiske anvendelser
UAV (Unmanned Aerial Vehicle)	Flyvende droner	Civilt anvendes UAV fx til inspektion af bygninger, broer, vindmøller og elnet; landmåling; miljøovervågning; transport af medicin og udstyr; beredskab og filmproduktion. Militært anvendes UAV til overvågning og observation, som våbenplatform og til bekæmpelse af andre droner.

UGV (Unmanned Ground Vehicle)	Kørende droner	Civilt anvendes UGV til logistik og lager. Militært anvendes UGV til overvågning, patruljering, transport og logistik i farlige områder; oprydning af ammunition; militær støtte og redningsoperationer. Afgrænsningen til autonome robotter er flydende, men i denne sammenhæng afgrænses til UGV, der styres af en operatør.
USV (Unmanned Surface Vehicle)	Sejlende droner	Civilt anvendes USV til kortlægning, miljø- og vandkvalitetsmålinger, inspektion af havne, broer og offshore installationer. Militært anvendes USV til farvandsovervågning, til transport og som våbenplatform.
AUV/ROV (Autonomous/Remotely Operated Vehicle)	Undervandsdroner	Civilt anvendes AUV/ROV til Inspektion, montage og reparation på havbund, rørledninger og offshore konstruktioner. Militært til minerydning og som våbenplatform.

10. Opgaveløsning

Langt størstedelen af opgaverne løses ved hjælp af sensorer monteret på dronen – fra standardkameraer til avancerede termiske kameraer samt multispektrale sensorer og laserscannere. I kombination med software til dataanalyse kan droner dermed levere præcise målinger, modeller og observationer, som tidligere krævede langt mere ressourcekrævende operationer.

Droner kan også medbringe last eller værktøj. I det civile anvendes det f.eks. til transport af medicin, hjertestartere og varer, mens militære systemer kan være konfigureret til at bære våben eller elektronisk udstyr til overvågning og signalforstyrrelse. På undervands- og landbaserede droner er brugen af værktøjer udbredt, fx til reparation eller prøvetagning.

Kravene til dronens driftssikkerhed og kvalitet stiger i takt med værdien af den nyttelast, den bærer. Det betyder, at professionelle droner i stigende grad skal kunne serviceres, repareres og dokumenteres efter standardiserede procedurer – et område, hvor faglærte teknikere får en central rolle.

11. Droners opbygning og teknologier

Selv om dronetyperne varierer, består de alle af fire grundlæggende hoveddele:

- Stel og mekanik
Den bærende struktur, som fastgør komponenter og beskytter elektronikken.
- Fremdrift og strømforsyning

- Elmotorer, propeller, batterier, brændselsceller eller forbrændingsmotorer.
- Elektronik og styring
Flykontroleheder, sensorer, navigations- og kommunikationssystemer.
- Nyttelast og sensorer
Det udstyr, dronen bærer og betjener, fx kamera, LiDAR, radar eller manipulator.

Disse komponenter udgør det naturlige udgangspunkt for analysen af fremtidens kompetencebehov. Kombinationen af mekanik, elektronik, software og systemintegration stiller krav til faglærte medarbejdere med tværfaglig forståelse og evne til at arbejde efter dokumenterede kvalitets- og sikkerhedsstandarder.

12.Case: SDU's dronecenter intro til flyvende droner

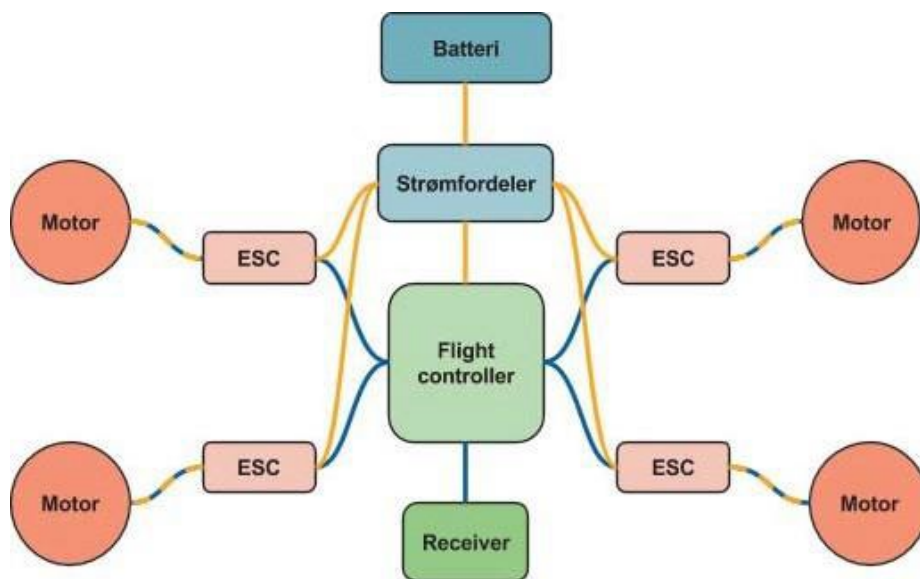
Casen er medtaget for at give en grundlæggende forståelse for opbygningen af flyvende droner UAV. En række af principperne går igen i forhold til de øvrige dronetyper.

Dronens opbygning

Droner eksisterer i mange former, fra miniature-fly til multi-rotorer, som ligner helikoptere. Den mest kendte dronetypen kaldes en quadcopter og består af en ramme med fire propeller.



En quadcopter består af en række dele. Figuren herunder viser alle dronens komponenter. Bagefter følger en forklaring som beskriver de enkelte deles funktion.



Receiver

På receiveren sidder en antenne, som opfanger de radiobølger som fjernbetjeningen udsender. Disse radiobølger indeholder signaler, som fortæller dronen, hvordan den skal bevæge sig ud fra måden, man bruger fjernbetjeningen.

Flight controller

Flightcontrolleren er dronens "hjerne". Den indeholder sensorer, som kan registrere om dronen hælder til en side. Hvis dette er tilfældet, sender flightcontrolleren besked til motorerne i den side, der hælder om at give mere strøm, så dronen retter op. På den måde balancerer dronen hele tiden i luften for at holde sin position. Signalerne som receiveren modtager bliver sendt videre til flightcontrolleren, som igen sender dem videre til motorerne. Hvis man med fjernbetjeningen giver dronen besked om at flyve fremad, giver flightcontrolleren besked til de to bagerste motorer om at give mere gas. Dette får dronen til at hælde fremad, og dermed bevæge sig i den retning.

Electronic Speed Controller (ESC)

Motorerne kan ikke forstå den type signaler, som flight controlleren udsender. Derfor modtages flight controllerens signaler af ESC'er, som omdanner dem til en signaltype, som motorerne kan forstå. ESC'erne styrer, som navnet antyder, motorernes hastighed på baggrund af flight controllerens signaler.

Motorer

Den type motorer som bruges på de fleste droner, hedder børsteløse motorer. Dette er en effektiv motortype, som ikke bliver slidt i samme grad som almindelige elektromotorer. Børsteløse motorer kan opnå et højt omdrejningstal, hvilket er nødvendigt for at propellerne kan skabe nok opdrift til at få dronen til at lette.

Batteri

Energien som får dronen til at flyve kommer fra et batteri. Droner flyver på en type batteri, der hedder lithiumpolymer-batterier, eller LIPO-batterier. Det er den samme type batteri, som bruges i f.eks. mobiltelefoner. LIPO-batterier kan indeholde meget energi i forhold til deres størrelse, og er i stand til at levere deres oplagrede energi hurtigt. Det kræver meget energi at få propellerne til at rotere hurtigt nok, hvilket også betyder at batteriet bliver hurtigt afladet. Man kan øget batterikapacitet, men det betyder også øget vægt, som påvirker rækkevidden negativt. Luftfartøjer er betydelige mere følsomme over for vægtforøgelse end fx elbiler. Derfor er meget langtrækkende droner drevet af brændstof, enten direkte eller som en hybrid løsning.

Strømfordeler

Batteriet er forbundet til en strømfordeler, som er et simpelt elektronisk kredsløb, hvis job det er at fordele batteriets energi til flightcontrolleren og ESC'erne.

13. Udvikling og perspektiv

Droneteknologien er i hastig udvikling og bevæger sig i retning af øget autonomi, modularitet og tættere integration med andre teknologiske systemer. Udviklingen inden for kunstig intelligens, computer vision og sensorfusion gør det muligt for droner at operere med stadig mindre menneskelig indgriben, samtidig med at grænsen mellem civil og militær anvendelse bliver mere flydende.

Denne udvikling forventes at accelerere yderligere som følge af den internationale sikkerhedspolitiske situation, hvor behovet for overvågning, logistik og beredskab. Samtidig vokser ønsket om at være mere selvforsynende i forhold til kritisk teknologi.

I takt med at droner og deres nyttelast bliver mere komplekse og omkostningstunge, vil den hidtidige praksis med udskiftning frem for reparation gradvist blive mindre relevant. Behovet for systematisk diagnosticering, fejlfinding og reparation vil derfor vokse markant. For det faglærte område betyder dette, at der opstår et klart behov for nye efteruddannelses- og specialiseringsforløb, som kan matche branchens teknologiske modenhed og de fremtidige kompetencekrav.

I det følgende gennemgås de centrale teknologiske trends for de forskellige dronetypen med udgangspunkt i de fire hovedområder:

- Stel og mekanik
- Fremdrift og strømforsyning
- Elektronik og styring
- Nyttelast og sensorer

Stel og mekanik

14. Indledning

Stellet udgør den grundlæggende struktur i en drone og fungerer som bærende ramme for alle øvrige komponenter. Afhængig af dronetypen er stellet opbygget i kulfiber, aluminium

eller kompositmaterialer, og det kan være konstrueret som en åben ramme (multicoptere) eller et mere lukket skrog (fastvinge-UAV'er, undervandsdroner). Til stellet hører også et evt. landingsstel (UAV), monteringsbeslag og kapslinger, som både beskytter elektronikken og fastgør nyttelasten.


15.UAV – Flyvende droner (Unmanned Aerial Vehicles)


Dronens materialer og opbygning har afgørende betydning for både vægt, styrke og flyveegenskaber. De mest anvendte materialer er kulfiber, glasfiber og aluminium, som hver især giver forskellige kombinationer af lav vægt, høj styrke og modstandsdygtighed mod vibrationer. Multicoptere bygges typisk med åbne rammer, hvor arme bærer motorer og propeller, mens fastvingedroner er konstrueret med lukkede skrog, hvor vinger og struktur er integreret i en aerodynamisk helhed.

Aerodynamikken afhænger af vingernes udformning, propellernes størrelse og geometri samt den samlede vægtfordeling og placering af tyngdepunktet. En korrekt afbalanceret konstruktion giver stabilitet i luften og reducerer energiforbruget, mens fejl i tyngdepunkt eller vægtfordeling kan føre til ineffektiv flyvning eller ustabilitet.

Landingsstellet spiller en central rolle i at beskytte både drone og nyttelast. Nogle modeller har faste ben, andre har foldbare løsninger for lettere transport. Flere professionelle droner er udstyret med vibrationsdæmpning, som mindsker risikoen for rystelser i kameraer og sensorer under landing og afsæt.

Montering af nyttelast sker ofte via gimbal-mounts eller specialbeslag, som sikrer stabil fastgørelse af kameraer, LiDAR eller andre sensorer. Gimbal-systemer gør det muligt at stabilisere og styre nyttelasten uafhængigt af dronens bevægelser, hvilket er afgørende ved foto, film og opmåling.

<p>Gimbalmount En gimbal er et bevægeligt ophæng, som bruges til at holde et kamera eller en sensor stabil på en drone – uanset hvordan dronen bevæger sig. Den består typisk af to eller tre motorstyrede akser (pitch, roll og yaw), som automatisk kompenserer for dronens bevægelser ved hjælp af sensorer og små servomotorer. Det betyder, at kameraet forbliver vandret og stabilt, selv når dronen hælder, accelererer eller rammes af vindstød.</p>	 <p>The diagram illustrates a gimbal system. It shows a camera mounted on a gimbal. Three axes are labeled: 'Gimbal Yaw Axis' (top), 'Gimbal Pitch Axis' (left), and 'Camera' (bottom). The camera is shown in a perspective view, and the gimbal is shown in a top-down view.</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>LiDAR (Light Detection and Ranging) LiDAR er en måleteknologi, der bruger laserlys til at bestemme afstande og skabe meget præcise 3D-modeller af omgivelserne. Systemet fungerer ved, at en laser udsender korte lypulser, som rammer en overflade og reflekteres tilbage til sensoren. Ved at måle den tid, det tager for lyset at komme tilbage ("time of flight"), kan systemet beregne afstanden med centimeters – eller endda millimeters – nøjagtighed. En LiDAR-enhed består typisk af en laser, en modtager (fotodetektor) og et roterende spejl eller scanner, der styrer laserstrålen hen over området.</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

Vedligehold og reparation af stel og mekanik på UAV

UAV kræver løbende vedligehold og reparation. Kulfiberdele kan repareres ved udskiftning eller lapning, mens beskadigede arme og skrogpaneler typisk kan skiftes enkeltvis. Denne modulære opbygning gør det muligt hurtigt at bringe dronen tilbage i drift, hvilket er vigtigt i både kommerciel og militær anvendelse.

16.UGV – Kørende droner (Unmanned Ground Vehicles)

Et UGV's (Unmanned Ground Vehicle) chassis og ramme udgør den bærende struktur og er afgørende for både holdbarhed og fleksibilitet. De mest anvendte materialer er stål, aluminium og forskellige kompositter, afhængig af om vægt, styrke eller modstandsdygtighed mod miljøpåvirkninger prioriteres. Mange systemer er bygget som modulopbyggede konstruktioner, hvor sektioner kan udskiftes eller tilpasses specifikke operationer.

Drivsystemet kan være baseret på hjul eller bæltter (tracks). Hjul giver høj fart og mobilitet på hårdt underlag, mens bæltter øger fremkommeligheden i blødt terræn, men belaster stel og affjedring mere. Korrekt dimensioneret affjedring er afgørende for at beskytte nyttelast og elektronik mod vibrationer og stød.

På chassis'et findes ofte monteringsbeslag til sensorstænger, manipulatorarme eller specialiserede værktøjssystemer. Dette gør køretøjet fleksibelt og egnet til både inspektion, håndtering af genstande og tekniske operationer i felten.

Beskyttelse af køretøjet sker gennem kapslinger mod støv, vand og mekaniske påvirkninger, ofte specificeret efter IP-klassificering.

Vedligehold og reparation af stel og mekanik på UGV

Vedligehold og reparation omfatter typisk udskiftning af hjul, bælter og mekaniske komponenter, ligesom svejsning af stålkonstruktioner eller lapning af kompositdele kan være nødvendigt. Den modulære opbygning gør det muligt at udskifte komponenter hurtigt, så systemet kan holdes operationelt med minimal nedetid.

17. USV – Sejlede droner (Unmanned Surface Vehicles)

En USV's skrogtype er afgørende for dens sejlegenskaber og anvendelsesområde. De mest anvendte løsninger er monohull-skrog, der giver stabil og velkendt manøvreedygtighed, katamaran-konstruktioner, som øger stabiliteten og giver plads til større nyttelast, samt oppustelige skrog, der anvendes til lette, transportable platforme og operationer, hvor man ikke forventer at få dronen retur.

Materialevalget spænder fra glasfiber og kompositter til aluminium og plast, alt efter krav til vægt, styrke, korrosionsbestandighed og pris. Letvægtsmaterialer som komposit reducerer energiforbrug, mens aluminium giver robusthed og lang levetid i hårde maritime miljøer.

Stabilitet og hydrodynamik afhænger af skrogets udformning, vægtfordeling og ballast, samt design til at modstå bølger, vind og strømforhold. Et optimalt design sikrer lav modstand i vandet og stabil drift under skiftende forhold, hvilket er vigtigt både for præcision i dataindsamling og sikkerhed ved operationer.

På skroget findes monteringspunkter til forskellige typer nyttelast – fx sonar- og radarsensorer, kommunikationsantenner og prøvetagningsudstyr. Fleksible beslag og standardiserede interfaces gør det muligt at tilpasse fartøjet til både forskning, miljøovervågning, forsvar og offshore-inspektion.

Vedligehold og reparation af stel og mekanik på USV

Vedligehold og reparation omfatter regelmæssig korrosionsbeskyttelse, kontrol af tæthed i skrog og gennemføringer, samt reparation af laminater og kompositmaterialer. En korrekt vedligeholdt USV kan operere i mange år med høj driftssikkerhed, selv under barske maritime forhold.

18. Case ORCA havdrone – Fokus på produktion og faglærte kompetencer

Casen er medtaget for at give en forståelse for opbygningen af sejlede droner USV. Der er dog meget store variationer inden for USV.

<https://www.dr.dk/nyheder/indland/paa-stor-vaabenmesse-loeften-dansk-firma-sloeret-et-hemmeligt-projekt>



ORCA er en danskudviklet, ubemandet havdrone (USV) på 13 meter, bygget af Copenhagen Group i samarbejde med bl.a. Teknologisk Institut og Syddansk Universitet. Fartøjet er designet til militære overvågnings- og beskyttelsesopgaver og kan sejle over 40 knob med lang udholdenhed. Det specielle er ikke kun ydelsen, men måden fartøjet er bygget på: Skroget fremstilles i kulfiberkomposit på danske vindmøllefabrikker.

ORCAs skrog er både let og stift og konstrueret i sandwichmaterialer med kulfiber som ydre lag. Det stiller høje krav til materialeforståelse og lamineringsteknik. Produktionen trækker på erfaringer fra vindmøllevinger og bruger vakuumstøbning, CNC-skæring af forme og kontrolleret hærkning. Mange elementer fremstilles modulopbygget og samles i produktionslinjer tilpasset kompositserier.

Kompetencer i produktionen:

Industri teknikere og CNC-operatører

Bidrager med fremstilling af forme og skabeloner til støbning af skrogsider, dæk og sektioner. Kendskab til 3D-modeller og tolerancer er centralt.

Smede

Samler beslag, fittings og eventuelle metalforstærkninger. Her arbejdes med aluminium, rustfrit stål og skrue løsninger, der skal kunne holde til vibrationer og søgang.

ORCA-casen viser, hvordan faglærte fra vind, offshore og produktionsteknologi kan overføre deres viden til forsvarsproduktion. Efteruddannelse i avanceret komposit, marine montage og kvalitetskontrol vil være nødvendig for at understøtte denne type produktion i Danmark.

19.AUV/ROV – Undervandsdroner (Autonomous/Remotely Operated Vehicles)

En undervandsdrones (AUV/ROV) konstruktion bygger på en trykbestandig ramme, der beskytter elektronik og sensorer mod det omgivende vandtryk. Kapslinger fremstilles ofte

i aluminium, titanium eller højtryksplast, afhængig af dybdekrav og miljø. Disse materialer sikrer både lav vægt og høj modstandsdygtighed mod korrosion.

Designprincipperne tager udgangspunkt i en hydrodynamisk form, der mindsker vandmodstand, samt en strategisk placering af fremdriftssystemer og ballast for at opnå stabil styring. Et korrekt afbalanceret design gør det muligt for undervandsdronen at manøvrere præcist i strømfyldte eller trange områder. Beskyttelse og tætning er afgørende, da selv små utætheder kan ødelægge elektronikken. Dette sikres gennem brug af O-ringe, ventiler og trykprøvning af kapslinger og samlinger. Før en mission testes undervandsdroner typisk i tryktanke for at verificere tæthed og materialernes styrke.

Til missioner monteres udstyr via dedikerede beslag til kameraer, sonar, manipulatorarme og lyskilder. Denne fleksibilitet gør AUV/ROV'er velegnede til alt fra inspektion af rørledninger til biologiske undersøgelser og militære operationer.

Vedligehold og reparation af stel og mekanik på AUV/ROV

Vedligehold og reparation indebærer rutinemæssig udskiftning af propeller og thrusters, gentagne tæthedstests samt mindre reparationer som epoxy-lapning under vand. Den modulære opbygning gør det muligt at servicere enkeltdele hurtigt, så systemet kan returneres til drift med minimal nedetid.

20. Tværgående temaer (gælder for alle dronetyper)

3D-print anvendes både til hurtige prototyper, specialtilpassede beslag og som en fleksibel løsning til produktion af reservedele. Denne teknologi reducerer leveringstiden, gør det lettere at tilpasse konstruktionen til specifikke opgaver og understøtter feltreparationer, hvor komponenter kan fremstilles on-demand.

Kompositteknologi er ligeledes central. Reparation og lapning af kulfiber- og glasfiberdele kræver præcise metoder og korrekt styrkeberegning for at sikre, at dronen fortsat kan modstå belastninger under drift. Kombinationen af lette materialer og høj styrke er en af nøglerne til længere flyvetid og større nyttelast i flyvende droner. I sejlede og kørende droner vil materialevalget ofte være bestemt af den ønskede styrke af materialet fx hvis det skal kunne tåle stort tryk (AUV) eller skal være robust i bevægelse i terræn (UGV).

Alle systemer er underlagt standarder og sikkerhedskrav. Afhængig af domæne og anvendelse gælder forskellige certificeringer, fx CE-mærkning for elektriske og mekaniske komponenter, EASA-reguleringer for flyvende droner samt krav fra Søfartsstyrelsen for sejlede og undervandsdroner. Ensartede krav til belastning, sikkerhed og sporbarhed sikrer både droneoperatørernes sikkerhed og en høj driftspålidelighed.

21. Faglærte kompetencer fordelt på fagområder (stel og mekanik)

Smede og klejnsmede	<ul style="list-style-type: none"> • Fremstilling og samling af metalrammer, beslag og stativer • Tig-/Mig-svejsning, montage med bolte og nitter • Reparation og tilpasning af metaldele under drift
Automatikteknikere	<ul style="list-style-type: none"> • Montage af mekaniske og elektriske komponenter i chassis • Justering og test af landingsstel, sensorbærere, gimbal-mounts
Industri teknkere og CNC-operatører	<ul style="list-style-type: none"> • Fremstilling af forme, beslag og præcisionsdele i aluminium og plast • CNC-fræsning, -drejning og programmering baseret på 3D-modeller • Måleteknik og kontrol af tolerancer i mekaniske samlinger • Sammensætning af moduler, visuel kontrol og efterbearbejdning • Håndtering af 3D-printede komponenter og montagebeslag
Tværfaglige kompetencer	<ul style="list-style-type: none"> • Tværfaglig forståelse er vigtig, da fx sensorbeslag kræver både mekanisk, elektrisk og kompositrelateret indsigt. • Kendskab til aerodynamiske principper og vægtfordeling. • 3D-print • Reparation og lapning af kulfiber/glasfiber • Kvalitetskontrol og visuel inspektion (delaminering, luftlommer)

Der er ikke umiddelbart opgaver der forudsætter baggrund som flytekniker eller elektronikfagtekniker.

Fremdrift og strøm

22. Indledning

Dronens evne til at flyve, sejle eller bevæge sig afhænger af dens fremdrifts- og energisystem. Det består typisk af elmotorer, propeller eller thrusters, elektroniske hastighedsregulatorer (ESC) og et power distribution board (PDB), der fordeler strømmen fra batteriet. I større droner anvendes også brændselsceller eller forbrændingsmotorer for at sikre længere driftstid. Kompetencebehovet her omfatter forståelse for elektriske kredsløb,

batteriteknologi, opladning og sikker håndtering af litiumbatterier, samt fejlfinding på motorstyringer og drivlinje. Slitage på propeller og motorlejer er blandt de hyppigste fejltypen og kræver rutinemæssig inspektion. Nye tendenser, som hybrid-drev og intelligent batteriovervågning (BMS), stiller krav til efteruddannelse i både energistyring og integration mellem strøm og software.

23. UAV – Flyvende droner

Flyvende droner er afhængige af en præcis sammensætning af motorer, propeller og energisystemer. Elmotorer er den mest udbredte løsning, ofte kombineret med gearsystemer og skræddersyet propellerdesign afhængig af om der er tale om multicoptere eller fastvinge-UAV'er.

Batteriteknologi er et centralt element. De fleste UAV'er anvender LiPo- eller Li-ion-batterier, mens der eksperimenteres med hydrogen-brændselsceller for at øge rækkevidde og reducere opladningstid. Håndtering og opladning kræver fokus på sikkerhed, da batterierne er følsomme over for overophedning og brand.


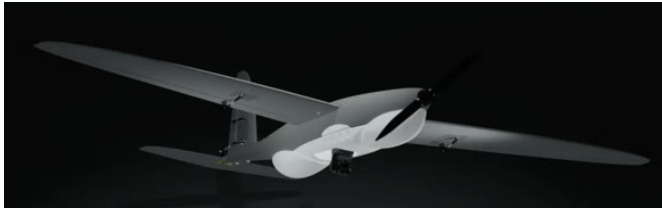

Kraftoverførsel sker gennem ESC'er (elektroniske hastighedsregulatorer) og et power distribution board (PDB), som fordeler strømmen til motorer og øvrige systemer. Energistyring understøttes af et batteriovervågningssystem (BMS), der sikrer optimal brug af kapaciteten og hjælper med at optimere rækkevidden.

Vedligehold består typisk i udskiftning af propeller og motorer, balancering af roterende dele samt test og sikring af batterier mod fejl og brand.

Som eksemplerne nedenfor belyser, så drives langtrækkende droner ofte af stempelmotorer eller jetmotorer. Dette kan være i hybrid med el, hvor en generator leverer strøm.

Erfaringer fra krigen i Ukraine peger på en stigende anvendelse af raketassisterede dronesystemer, hvor en drone udstyres med en kortvarig raket- eller boostermotor i den indledende fase af flyvningen. Formålet er at give dronen en meget hurtig acceleration og høj initial hastighed, som ligger væsentligt over, hvad den normale elektriske fremdrift kan levere. Princippet kan sammenlignes med kendte teknologier som RATO (Rocket-Assisted Take-Off) fra luftfarten.

24. Case: Fremdriftssystemer i fire flyvende droner

<p>Fantom MK2FW (Thunders trike Aviation),</p>	<p>Thunder Strike Aviation Fantom MK2FW – Langdistance-droner med Multi-fuel Forbrændingsmotor Thunderstrike Aviation Fantom MK2FW er en større drone med fastvinge-design, optimeret til lang flyvetid og tung nyttelast. Den er i stand til at flyve <i>over</i> 30 timer og opnå en rækkevidde på op til 3000 km med en nyttelast på ca. 45 kg shephardmedia.com.</p> <p>Dronen fremstilles i Danmark</p>	
<p>RQ-35 HEIDRUN (Sky-Watch),</p>	<p>RQ-35 HEIDRUN (Sky-Watch) – Let mini-UAV med Elektrisk Fremdrift RQ-35 Heidrun er en kompakt, håndstartet mini-drone designet til rekognoscering og overvågning på kortere afstande. Fremdriftssystemet her er et rent elektrisk setup: en batteridrevet elmotor med propeller aeroexpo.online.</p> <p>Dronen fremstilles i Danmark</p>	
<p>Hunter Killer 20 (KORT)</p>	<p>Hunter Killer 20 (HK20) er et eksempel på en moderne loitering munition eller kamikaze-drone, der kombinerer elektrisk fremdrift med lang rækkevidde. Selvom HK20 kun vejer omkring 9 kg tom, kan den medføre en sprængladning/nyttelast på op til 15 kg og stadig nå mål op til 1000 km væk. Dens fremdriftssystem består – ligesom RQ-35 – af en elektrisk motor med propel, drevet af en kraftig lithium-ion batteripakke. gagadget.com</p> <p>Dronen fremstilles i Ukraine</p>	

<p>Mayman Razor (Savback)</p>	<p>Mayman Speeder repræsenterer en helt anden klasse af droner, nemlig en turbine-jetdrevet VTOL (Vertical Take-Off and Landing) platform.</p> <p>https://savback.com/helicopters/mayman-speeder-auv/</p> <p>Dronen fremstilles i USA</p>	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

De fire droner Fantom MK2FW (Thunderstrike Aviation), RQ-35 HEIDRUN (Sky-Watch), Mayman Speeder (Savback) og Hunter Killer 20 (KORT) repræsenterer forskellige typer fremdriftssystemer. Det stiller meget forskellige krav til faglærte i produktion, drift og vedligehold.

Elektrisk fremdrift – Heidrun og HK20

RQ-35 HEIDRUN og Hunter Killer 20 benytter begge elektriske motorer med propel, drevet af litium-ion-batterier. Det giver lydløs og lavvedligeholdelses drift, men stiller store krav til elektronik og batterihåndtering.

Elektronikfagteknikere

Elektronikfagteknikeren er den, der skal kunne diagnosticere, reparere og optimere de elektroniske systemer, der holder dronen flyvende. Det kræver dyb forståelse for strøm, komponenter, styring og integration. Elektronikfagteknikeren er "systemets elektriske og elektroniske specialist", som holder energisystem, styring og elektronik kørende – og sikkert.

Elektronikfagteknikeren skal kunne arbejde med batteripakker (cell balance, overvågning, opladning) og styreelektronik som ESC'er og sensorer. Fejlfinding og lodning på dronens kraftsystem er centrale kompetencer.

Automatikteknikere

Automatikteknikeren er den, der skal kunne forstå, programmere og tune de styrings- og reguleringssystemer, der får dronen til at opføre sig stabilt, sikkert og autonomt. Fokus er på sensorer, regulering, integration og drift. Automatikteknikeren er "regulerings- og systemintegrationsspecialisten", som sikrer at dronen flyver stabilt, sikkert og kan arbejde autonomt.

Flyteknikere

Har mindre opgaver her, men skal kunne udskifte propeller og kontrollere motorophæng og struktur.

HK20 stiller højere krav pga. sin lange flyvetid (op mod 8 timer) og store nyttelast. Det kræver viden om højspænding, avanceret batteristyring og integration mellem fremdrift og navigation.

Forbrændingsmotor – Fantom MK2FW

Fantom MK2FW har en 40 hk multi-fuel forbrændingsmotor med propeldrift. Den kan flyve op mod 30 timer og er bygget til tunge og langvarige missioner.

Flyteknikere

Skal kunne servicere og reparere motoren, inkl. brændstofsysteem, tænding, køling og kompression. Kendskab til drift på forskellige brændstoffer (fx Jet A-1 og brint) er vigtig.

Elektronikfagteknikere

Arbejder med ECU-styresystemer og sensorer (tryk, temperatur, omdrejninger), og skal kunne integrere motorens data med dronecomputer og radiosystemer.

Automatikteknikere

Justerer og tester software, der regulerer motorens ydelse og sikrer sikker nedlukning eller hjemflyvning ved fejl.

Smede

Fremstiller og installerer motorbeslag, tankanlæg og vibrationsdæmpere. Viden om letmetal og samlingsteknikker til luftfart er relevante.

Jetmotorer – Mayman Razor

Razor er en VTOL-plattform med otte små jetmotorer og thrustvektorstyring. Det stiller meget høje krav til kompetencer i turbine- og automationssystemer.

Flyteknikere

Skal kunne vedligeholde jetmotorer (turbineblade, brændstofpumper, varmeafledning), inspicere for slitage og sikre korrekt opspænding og afbalancering.

Automatikteknikere

Arbejder med thrustvektor-styring og realtidsbalancering af otte motorer. Kompetencer i reguleringsteknik, embedded-software og systemfailsafe er nødvendige.

Elektronikfagteknikere

Arbejder med FADEC (motorstyring), datalogning, netværk og redundante sensorsystemer.

Smede og metalteknikere

Fremstiller motorrammer og dyseholdere i højtemperaturmaterialer. TIG-svejsning, titanium og rustfrit er almindelige processer.

25. UGV – Kørende droner

Kørende droner drives primært af elektriske motorer, ofte kombineret med gearkasser til kraftoverførsel.

Batteriernes kapacitet og ladeteknologi er afgørende for driftstid og tilgængelighed. Mange systemer er designet til hurtig udskiftning af batterier i felten.

Strømmen styres via controller boards og sikringsystemer, som beskytter elektronik og motorer mod overbelastning.

Vedligehold indebærer typisk udskiftning af batterier samt kalibrering af motorer og gearsystemer, så køretøjet kan fungere præcist og pålideligt under missioner.

26. Case Milrem THeMIS

<https://milremrobotics.com/themis-family/>

THeMIS fra Milrem Robotics er en bæltekørende, hybrid-drevet UGV med elektrisk fremdrift og en integreret dieselgenerator. Det giver mulighed for lydløs kørsel i op til halvanden time og op til 15 timers drift i hybridmode. Platformen bruger seks uafhængige elektriske hjulmotorer med mulighed for at vende på stedet. Fremdriftssystemet er robust og bygget til terrænkørsel med store stigninger og ujævnt terræn.

Faglærte spiller en central rolle i drift og vedligehold af systemet:

Elektronikfagteknikere

Varetager det elektriske drivsystem. De arbejder med kraftige lavspændings-DC-motorer, batteristyring og kabelføring. De skal kunne læse el-diagrammer, teste motorcontrollerne og sikre korrekt jording og afskærmning af signaler. Kompetencer i CAN-bus kommunikation og fejlfinding på el-motorstyring er afgørende.

Automatikteknikere

Arbejder med styringssoftwaren, som regulerer hvordan fremdriftssystemet reagerer på operatørinput og sensordata. De skal kunne konfigurere PID-parametre for motorstyring og tilpasse softwaren til forskellig terrænkørsel. Forståelse for motorfeedback, batteridata og temperaturstyring er vigtig.

Mekanikere (personvogn/lastvogn) og smede

Står for vedligehold af bæltet og transmission. De skal kunne udskifte sliddele, justere bæltespænding og servicere dieselgeneratoren. Kendskab til hybrid-drivlinier og mekanisk kobling mellem elmotor og undervogn er centralt. Smede fremstiller beslag og rammekomponenter til montering af moduler.

Tværfagligt

Tværfagligt samarbejde er nødvendigt: en bremsefejl kan skyldes software, el eller mekanik. Faglærte skal kunne arbejde systemisk og tværs af faggrænser for at sikre stabil fremdrift og funktionel drift i felten.



27. USV – Sejlende droner

USV'er drives af forskellige former for fremdrift. De kan udstyres med elektriske eller brændstofdrevne motorer, koblet til propeller eller vandjet-systemer, afhængig af anvendelsesområde. Energien leveres fra batteripakker, generatorer eller i stigende grad solpaneler, som forlænger driftstiden i feltet. Strømstyringen fordeler energi til både fremdrift, pumper, sensorer og kommunikationsudstyr, og kræver høj pålidelighed i maritime miljøer.

Vedligehold fokuserer på korrosionsbeskyttelse, motoreftersyn samt tæthedstest af skrog og kabler for at sikre drift under hårde forhold til søs.

28. Case ProZero 10m MOM-USV prozero.dk.



ProZero 10m MOM-USV er et danskbygget ubemandet overfladefartøj (USV), designet til maritim overvågning og opgaver i lavvandede områder. Fartøjet er 10,5 meter langt, konstrueret i letvægts komposit, og udstyret med dobbelt dieselmotor og integreret fremdrift.

Fremdriftssystem

Fartøjet drives af to indbyggede dieselmotorer med tilhørende propeller, integreret i skroget for at beskytte mod skader og sikre lav dybgang. Brændstoftankene rummer ca. 3.200 liter og har elektrisk styrede ventiler og filtervalg, som kan betjenes fjernstyret. Hver motor har sin egen startbatteribank og kan drives uafhængigt, hvilket giver øget driftssikkerhed.

Elforsyning

Strømforsyningen sker via et 24V DC-net med 8 stk. 12V batterier, fordelt på motorstart og forbrugskredse. Der er landstrømstilslutning med isolationstransformer og ombord ladning via generatorer. Systemet har redundans og sikrer forsyning til vitale systemer som navigation, pumper og kommunikation.

Relevante faglærte kompetencer

Elektronikfagtekniker

Installation og vedligehold af batterisystemer, ladning, fordeling og fejlsøgning på el-net.

Automatiktekniker

Overvågning og konfiguration af styringssystemer, sensorintegration, fjernstyring og fejlfinding i autonome systemer.

Skibsmontør

Service på dieselmotorer, brændstofs-systemer, propeller og lænsepumper. Forståelse for skrog og mekaniske systemer.

Smed

Reparation og tilpasning af beslag, skroggennemføringer, master og metaldele efter maritime krav.

Udvikling og tilpasning

Ved opgraderinger af fartøjet arbejder faglærte sammen om integration af nye sensorer, motorer, batterier eller kommunikationsudstyr. Automatikteknikere sikrer korrekt el-integration og styring, mens smede tilpasser skrog og beslag. ProZero 10m USV kræver derfor tværfaglig kompetence, systemforståelse og maritimt kendskab.

29. AUV/ROV – Undervandsdroner

Undervandsdroner benytter elektriske thrusters til fremdrift, ofte med vektorstyring for at opnå præcis manøvrering under vand. De forsynes af batterier med høj energitæthed, og opladning kan ske i en dokstation, hvilket gør længerevarende operationer mulige uden manuel håndtering. Da alt udstyr skal fungere under højt tryk, kræves tryk- og vandtætte kabler, stik og tætningssystemer, som beskytter elektronik og strømforsyning.

Vedligehold består typisk i test og udskiftning af propeller og thrusters, gentagne tæthedskontroller samt rengøring mod biofouling, som ellers kan påvirke ydelsen.

Relevante faglærte kompetencer:

Elektronikfagtekniker

- Arbejde med trykkompenserede elektronikhuse
- Kabelterminering (umbilicals), stik og gennemføringer
- Strømforsyning, DC-systemer og BMS-håndtering
- EMI/EMC-forståelse i støjfyldte miljøer
- Dokumentation, testprotokoller og sporbarhed

Automatiktekniker

- Styring og regulering af thrustere, aktuatorer og manipulatorer
- Failsafe-logik og nødstop

Industriekniker

- Mekanisk bearbejdning af trykbestandige komponenter
- Reparation og tilpasning af chassis, rammer og beslag
- CNC, prototyper og småseriefremstilling

Smed

- Konstruktion af rammer og strukturer til undervandsbrug
- Forståelse for korrosion, galvanisk tæring og materialevalg
- Montage af mekaniske strukturer og beskyttelse af udstyr

Skibsmontør / Maritim faglært

- Håndtering af ROV/AUV fra skib (launch & recovery)
- Sikkerhed, kommunikation og procedurer offshore

Mekaniker

- Kernekompetencer
- Vedligehold af gear, lejer, thrustere og bevægelige dele
- Smøring og tætninger til undervandsmiljø

Fælles tværgående kompetencer (for alle faglærte)

- IMCA-standarder og offshore best practice
- Tryk- og tæthedstest (pressure testing, leak testing)
- Arbejdsmiljø og sikkerhed ved undervandsarbejde
- Dokumentation, logning og sporbarhed
- Forståelse for sensorer (kamera, sonar, DVL, IMU)
- Grundlæggende kendskab til ROV vs. AUV (fjernstyret vs. autonom)

30. Oversigt over faglærte kompetencer vedr. fremdrift og strøm

Elektronikfagtekniker	<ul style="list-style-type: none">• Arbejder med batteripakker (Li-ion/LiPo), BMS-systemer og opladning• Fejlfinding og reparation af ESC'er, PDB og kabelføring• Montering og test af sensorsystemer og realtidsdata fra fremdrift• Opsætning og sikring af 24V/48V netværk, ladeteknologi og batteriskift• Dokumentation, testprotokoller og sporbarhed
Automatiktekniker	<ul style="list-style-type: none">• Programmering og justering af motorstyring og regulatorer (PID)• Integration af fremdriftssystemer med software og fjernstyring• Opsætning af failsafe-funktioner, strømstyring og energidistribution• Integration mellem fremdrift, sensorer og navigation• Systemisk fejlfinding på tværs af el, mekanik og software
Flyteknikere/ Mekanikere (personvogn/lastvogn)	<ul style="list-style-type: none">• Service på forbrændingsmotorer og jetmotorer (brændstofsysteem, kompression, køling)• Udskiftning og afbalancering af propeller, inspektion af lejer og vibration• Arbejde med hybriddrev, gearsystemer og mekanisk kraftoverførsel

Skibsmontører	<ul style="list-style-type: none"> • Vedligehold af dieselmotorer, propelaksler og pumper i USV-systemer • Montage og tilpasning af fremdriftssystemer i trange maritime miljøer
Smede	<ul style="list-style-type: none"> • Fremstilling og vedligehold af beslag, motorophæng og skrogennemføringer • Svejsning af højtemperaturbestandige materialer (fx til jetmotorer)
Mekanikere	<ul style="list-style-type: none"> • Vedligehold af gear, lejer, transmissioner og thrustere • Arbejde med hybrid-drivliner (elmotor + generator) • Smøring, tætninger og justering i krævende miljøer • Mekanisk fejlfinding i samspil med el og styring
Tværfaglig	<ul style="list-style-type: none"> • Tværfagligt samarbejde er afgørende i drift og udvikling, især ved hybrid- og jetdrevne systemer, hvor både mekanik, el og styring skal spille tæt sammen. • Kompetencebehovet omfatter forståelse for elektriske kredsløb, batteriteknologi, opladning og sikker håndtering af litiumbatterier, samt fejlfinding på motorstyringer og drivlinje. • Slitage på propeller og motorlejer er blandt de hyppigste fejltyper og kræver rutinemæssig inspektion. • Nye tendenser, som hybrid-drev og intelligent batteriovervågning (BMS), stiller krav til efteruddannelse i både energistyring og integration mellem strøm og software.

Elektronik og styring

31. Indledning

Elektronik og styring er dronens "hjerne" og varetager navigation, stabilisering og kommunikation.

32. UAV – Flyvende droner

Flyvende droner styres af en flight controller, der fungerer som dronens autopilot. Den kombinerer data fra IMU, gyro og accelerometer for at holde dronen stabil i luften. Navigation sker ved hjælp af GNSS/GPS, ofte suppleret af barometer og magnetometer for at sikre præcis højde og retningskontrol.

Kommunikationen foregår via radio og telemetri på korte distancer, mens 4G/5G eller satellitforbindelse bruges til længere rækkevidde og BVLOS-flyvninger.

Moderne droner er udstyret med en række fejlsikringssystemer (failsafe), som automatisk aktiveres ved tekniske fejl, signalbrud eller lavt batteriniveau. De mest udbredte funktioner er Return-to-Home, hvor dronen automatisk vender tilbage til udgangspunktet, og redundans i kritiske systemer som motorstyring, sensorer og kommunikation. Derudover anvendes geofencing, også kaldet virtuelle GPS-afgrænsninger, som forhindrer dronen i at flyve ind i forbudte eller farlige områder, fx omkring lufthavne, militære zoner eller tæt bebyggede områder.

Vedligehold indebærer løbende firmwareopdateringer, kalibrering af sensorer samt udskiftning af slidte komponenter for at sikre stabil drift.

Fiberoptiske kabler anvendes i visse dronesystemer som styre- og datalink, navnlig i militære systemer, hvor man vil undgå radioforstyrrelser, jamming og signalaflytning. Fiber giver stabil tovejskommunikation med lav latenstid og kan samtidig overføre store datamængder, fx HD-video og sensordata.

Set med faglærte øjne indebærer brugen af fiberoptik kompetencer i:

- Forståelse for signaloverførsel, dæmpning og brudfølsomhed
- Integration mellem fiber, styrecomputer og sensorer
- Dokumentation og korrekt trækaflastning, især i maritime og mobile miljøer.

33. UGV – Kørende droner

Kørende droner styres via en central styrecomputer, ofte med AI-processorer og avanceret sensorfusion, som kombinerer data fra flere kilder. Navigation sker gennem en kombination af GPS, kameraer, radar og LIDAR, hvilket gør det muligt at bevæge sig præcist i varierende terræn.

De kan både fjernstyres via joystick eller konsol og overvåges gennem telemetri. Som failsafe indgår typisk nødstop og manuel overstyring, der kan afbryde autonom drift øjeblikkeligt.

Vedligehold omfatter primært softwareopdateringer og kalibrering af sensorer, som er nødvendige for at fastholde pålidelig funktion under krævende forhold.

34. USV – Sejlende droner

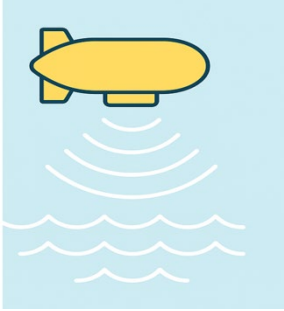
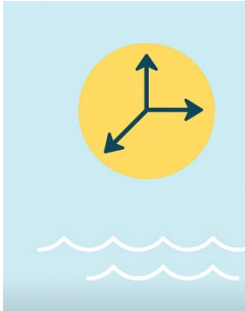
Sejlende droner anvender autopilot og navigationssystemer baseret på GPS, AIS og radar til at sikre præcis kurs og undgå kollisioner.

Kommunikationen foregår gennem RF, satellitforbindelse eller direkte fjernstyring, afhængig af missionens rækkevidde og krav. Som failsafe anvendes både kollisionsforebyggende systemer og manuel fjernstyring, så operatøren kan overtage kontrollen i kritiske situationer.

Vedligehold består i softwareopdateringer og kalibrering af sensorer.

35. AUV/ROV – Undervandsdroner

Undervandsdroner benytter avancerede navigationssystemer som DVL (Doppler Velocity Log) og inertialsystemer til præcis positionering under vand, hvor GPS ikke er tilgængelig.

<p>DVL (Doppler Velocity Log) Et DVL-system måler dronens hastighed i forhold til havbunden ved at sende lyd-pulser (akustiske signaler) ned mod bunden og beregne den dopplerforskydning, der opstår, når signalet reflekteres tilbage.</p> <p>Teknologien gør det muligt at bestemme bevægelse og hastighed meget præcist, selv når GPS ikke kan anvendes, og bruges derfor til at holde position, følge ruter og stabilisere undervandsdroner.</p>	
<p>Inertialsystem (INS – Inertial Navigation System) Et inertialsystem beregner dronens bevægelse og position ved hjælp af indbyggede sensorer – typisk accelerometre og gyroskoper – der måler ændringer i hastighed og retning.</p> <p>Ved at kombinere disse målinger over tid kan dronen beregne sin position i forhold til udgangspunktet. I undervandsdroner kombineres inertialsystemet ofte med DVL for at opnå stabil og præcis navigation uden GPS.</p>	

Kontrolsystemet kan være en fuld autopilot, men ofte sker styringen via kabel (umbilical) eller akustisk modem, afhængig af om der er tale om en AUV eller ROV. Kommunikation sker gennem fiberkabler eller akustiske modems, der kan transmittere data selv på store dybder.

Failsafes inkluderer typisk automatisk opstigning eller kontrolleret stop, hvis der sker tab af forbindelse.

Vedligehold indebærer regelmæssig trykprøvning af skroget, sensorjustering samt softwareopdateringer, så dronen kan operere pålideligt under højt tryk og i udfordrende miljøer.

36. Case: Saab Double Eagle

<https://www.saab.com/products/double-eagle#:~:text=DAMDIC%20Mine%20Disposal%20Charge>

Saab Double Eagle er en avanceret undervandsdrone, udviklet til at opspore og neutralisere miner. Den styres via joystick og autopilot fra et moderskib, men kan i nye versioner også operere autonomt. Dronen er udstyret med seks thrusters, som giver den fuld 3D-manøvreringsevne under vand: frem/tilbage, op/ned, sidebevægelse samt rotation omkring alle akser. Navigation foregår via en kombination af Doppler-hastighedsmåler (DVL), inertisensorer (IMU), dybdemåler og akustisk USBL-positionering. Styringen bygger på realtids datafusion, som holder dronen stabil og præcis, selv i strøm eller ved positionering nær havbunden. Kommunikationen foregår primært via fiberkabel, men akustisk og satellit/radio bruges også.

Kompetencebehov i produktion og drift

Tværgående kompetencer

Fælles for alle faggrupper er behovet for tværfaglig forståelse: når styringen svigter, kan fejlen ligge i software, kabling eller mekanik – og det kræver koordineret indsats. Derfor er det vigtigt at faglærte opkvalificeres i sensorteknik, undervandsnavigation, systemintegration og fejlsøgning.

Elektronikfagteknikere

Installerer og tester kontrolmoduler, sensorpakker og kommunikationsudstyr. De skal kunne arbejde med fiberoptik, forseglede stik, lavspændings- og højspændingssystemer (op til 1500V DC), og sikre robust signalhåndtering mellem dronens subsystemer. De varetager også kalibrering af DVL og IMU.

Automatikteknikere

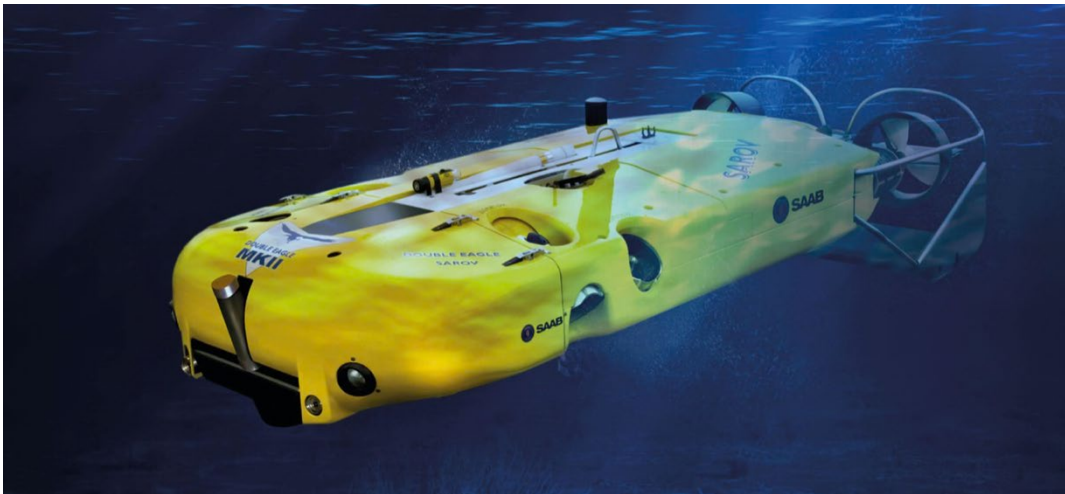
Har ansvaret for integration af styring, sensorer og software. De programmerer og tester autopilotens regulatorer og PID-funktioner, og finjusterer hvordan dronen reagerer på input fra operatøren eller sensorer. De arbejder med interface til operatørkonsol og skal kunne fejlfinde styringssoftware og datakommunikation.

Skibsmontører/mechanikere (personvogn/lastvogn)

Står for samling og vedligehold af thrusters, ramme og tether-system. De skal kende til tætningssystemer, pakninger og korrosionsbeskyttelse. Under drift betjener de opsætning og bjærgning, og sikrer korrekt kabelhåndtering under sejlads.

Smede og industriteknikere

Fremstiller rammer, beslag og monteringsdele i aluminium og rustfrit stål. De skal kunne svejse med høj præcision og tåle trykbelastning. CNC-opgaver kan være fremstilling af specialbeslag, propelaksler og husninger til sensorer.



Inerti-sensorer (IMU),	Et internt målesystem, der bruger gyroskoper og accelerometre til at måle bevægelse og retning – vigtigt når GPS ikke virker under vand.
Akustisk USBL-positionering	Et sonarbaseret system, der bruger lydssignaler til at måle undervandsdronens position i forhold til et overfladeskib.
PID (Proportional-Integral-Derivative)	En type automatisk regulering, der justerer bevægelser (f.eks. dybde, retning) præcist og stabilt ved at reagere på afvigelser.
Tether-system	Et kombineret kabel til strøm og datakommunikation, der forbinder dronen med operatøren og holder kontakt under missionen.

37. Faglærte kompetencer vedr. elektronik og styring

Elektronikfagteknikere	<ul style="list-style-type: none"> • Integration og fejlfinding på flight controllers, IMU, GPS og kommunikationsmoduler. • Databusser (CAN, UART, I2C), redundante strømforsyninger og failsafe-systemer som Return-to-Home og geofencing. • Opdatere firmware • Fejlfinde på radioforbindelser og GPS-systemer. • Fiberoptik • Højvoltage-systemer • Forseglede forbindelser.
------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Automatikteknikere	<ul style="list-style-type: none"> • Softwareintegration og programmering af regulatorer, især PID. • Konfigurere autopilot, failsafe-procedurer og kommunikation (RF, satellit, tether). • I undervandsdroner programmerer de systemer til DVL, INS og styrer reaktioner på input fra operatøren. • AI-funktioner • Kalibrerer radar • Lidar
Skibsmontører og mekanikere (personvogn/lastvogn)	<ul style="list-style-type: none"> • Monterer og servicerer kabelsystemer, motorbeslag og drivsystemer. • Skal kende til tætning, pakninger og håndtering af undervandskabler og korrosionsbeskyttelse.
Smede og industrideknikere	<ul style="list-style-type: none"> • Fremstiller og tilpasser beslag og rammer til avionikmoduler og sensorer, typisk i aluminium eller rustfrit stål. • CNC-fremstilling af husninger til sensorer og propelaksler.
Tværgående kompetencer	<ul style="list-style-type: none"> • Sensorintegration og fejlfinding kræver helhedsforståelse. Fejl i styring kan ligge i alt fra softwarekode til mekanisk samling – samarbejde på tværs er derfor afgørende. • Fiberoptik kompetencer i: <ul style="list-style-type: none"> ○ Forståelse for signaloverførsel, dæmpning og brudfølsomhed ○ Integration mellem fiber, styrecomputer og sensorer ○ Dokumentation og korrekt trækaflastning, især i maritime og mobile miljøer. • Lovgivning og sikkerhed (EASA, CE, geofencing) kræver, at faglærte forstår systemernes funktion og dokumentation.

Nyttelast og sensorer

38. Indledning

Nyttelasten er den del af dronen, der gør den operationel i forhold til konkrete opgaver – fx kameraer, termiske sensorer, LIDAR, sonar, manipulatorarme eller sprøjteudstyr. Det er samtidig det område, hvor der sker størst udvikling og differentiering mellem brancher: i landbruget multispektrale kameraer, i byggeri og infrastruktur LIDAR og termografi, i maritim sektor sonar og prøvetagere, og i militær kontekst våbensystemer eller elektroniske modforanstaltninger.

39. UAV – Flyvende droner

Flyvende UAV'er kan bære et bredt spektrum af nyttelast afhængigt af missionen. De mest almindelige sensorer er optiske kameraer, termiske (IR) kameraer og multispektrale kameraer til inspektion, kortlægning og præcisionslandbrug. LIDAR- og RADAR-systemer benyttes til punkt- og terrænmodellering, strukturinspektion og objekt-detektion. For landbrug og sprøjteopgaver monteres specialiserede sprøjteaggregater; til logistik kan småpakkeleverancer (medicin, blodprøver) implementeres med sikre udsendelsesmekanismer.

Militære anvendelser spænder fra overvågning og signalindsamling til integrationsmuligheder for måludpegning eller påsætning af materiel – disse anvendelser kræver særlige sikkerheds-, lovgivnings- og etiske vurderinger. Andre nyttelaster omfatter signalrepeatere / kommunikations-relays, IR-baseret varmesporing (vital ved eftersøgning) samt gimbal-mounts til stabilisering og præcis pejling.

Databehandling sker i stigende grad som edge-compute ombord for at reducere båndbreddebehov (realtidsanalyse, filtrering og datalogning).

Vedligehold omfatter kalibrering af kameraer og sensorer, rengøring af optik, udskiftning af filter/linser og test af gimbal-funktionalitet.

40. UGV – Kørende droner

UGV'er bærer typisk modulære sensorpakker – dag-/natkameraer, mikrofoner, gas-/kemikalidetektorer og røgsensorer – til situationel bevidsthed og miljømålinger. Til tekniske opgaver monteres manipulatorarme og værktøjssystemer, som muliggør fx EOD-opgaver (håndtering eller rendyrket fjernmanipulation), kabelarbejde eller præcisionsinspektioner.

I både civil og militær kontekst findes speciallaster: redningsudstyr (førstehjælpssæt, nødforsyninger) til SAR-opgaver og i militære scenarier våbenplatforme eller sprængstoffjerningsværktøj.

Vedligehold fokuserer på kalibrering og test af sensorer, funktionsprøvning af manipulatorer og beslag samt inspektion af mekaniske drivlinjer. Regelmæssig test af styresystemer, nødstop og mekaniske grænseafbrydere er kritisk for sikker drift.

41. USV – Sejlende droner

USV-platforme bærer kombinationer af kameraer, radar og sonar til overvågning, søopmåling og havbundsinspektion. Forskning og miljøovervågning benytter vand- og sedimentprøvetagningsudstyr samt hydro-kemi-sensorer. Offshore-og havneopgaver

kræver ofte kommunikations-relay-udstyr, og i visse forsvarsopgaver kan USV'er blive udstyret med offensive eller defensive systemer.

Sonar (både sidescan og multibeam), GPS-navigation, AIS-integration (Automatic Identification System) og robuste kamera-systemer er standard; prøveudstyr og prøvetagere monteres på dedikerede beslag med nem adgang for service.

Vedligehold inkluderer kalibrering af sonar og radar, rengøring af sensorer, kontrol af gennemføringer/tæthed og inspektion af skrog og monteringspunkter.

42. AUV/ROV – Undervandsdroner

Undervandsplatforme udstyres med sonarer, undervandskameraer og kraftige lyskilder til inspektion og kortlægning, samt manipulatorarme til kabelarbejde, prøvetagning og vedligehold. Specialudstyr omfatter vand- og sedimentprøvetagere, kabellægningsværktøj og i militære sammenhænge også sprængladnings- og fjernbortskaffelsesudstyr – disse funktioner stiller ekstra krav til procedurer og sikkerhed.

ROV-systemer kan levere livevideo og har ofte kraftige manipulatorsystemer, mens AUV'er typisk bærer autonome sensorpakker til survey og datalogning. Vedligehold fokuserer på tættest, rengøring for biofouling, udskiftning og kalibrering af sonarer/kameraer, kontrol af kabelgennemføringer samt funktionstest af manipulatorer og thrusters.

43. Faglærte kompetencer – nyttelast og sensorer

Elektronikfagtekniker	<ul style="list-style-type: none">• Installation og kalibrering af: Kameraer, termiske sensorer og LIDAR• Sikring af korrekt dataoutput
Automatiktekniker	<ul style="list-style-type: none">• Konfiguration af nyttelastens funktioner• Opsætning af gimbal• Tilpasning af sensorer til dronens software og kommunikationssystemer
Flyteknikere/skibsmontør/mekaniker (personvogn/lastvogn)	<ul style="list-style-type: none">• Montering og justering af gimbals, manipulatorarme og sprøjteudstyr.
Industriekniker	<ul style="list-style-type: none">• Produktion af sensorholdere, radarbeslag og beskyttelselementer i metal eller plast

Afsnit 2 Detektering og nedtagning af droner

Den hastige udbredelse af droner – både kommercielle og militære – har skabt et behov og marked for systemer til at detektere og nedtage droner, det som også kaldes Counter-UAS (C-UAS) teknologier. Dette afsnit giver en teknisk oversigt over de vigtigste kategorier af anti-drone teknologier og deres virkemåder. Afsnittet afsluttes med en opsamling af kompetencebehov.

44. Elektronisk krigsførelse mod droner (jamming og spoofing)

En central metode til at neutralisere fjendtlige droner er elektronisk krigsførelse, hvor man forstyrrer eller overtager dronens styresignaler. Typiske elektroniske modforholdsregler omfatter:

Jamming

Ved at udsende kraftige radiosignaler på dronens frekvens bremser man kommunikationen mellem drone og operatør. Dronens reaktion afhænger af dens failsafe-programmering – ofte vil den enten foretage en kontrolleret landing eller returnere til udgangspunktet. I nogle tilfælde kan jamming få dronen til at styrte ukontrolleret eller flyve væk i vilkårlig retning, hvilket gør metoden potentielt uforudsigelig. Jammere fås i stationære systemer, køretøjsmonterede enheder og håndholdte “drone guns”. Ulempen er typisk begrænset rækkevidde samt risiko for kollateral radiostøj, der kan påvirke egne kommunikationer.

Spoofing

Her manipuleres dronens navigationssignaler, typisk GPS, så den tror, den er et andet sted. Ved at sende falske GPS-koordinater kan man narre dronen til at ændre kurs og f.eks. lande i en sikker zone. I realiteten overtager man dronens positionering og kan dirigere den væk fra et beskyttet område. GPS-spoofing kræver præcist timing og kan utilsigtet påvirke andre GPS-baserede systemer, så teknologien bruges primært i militære operationer frem for civilt.

Cyber-takeover

En nyere metode er at hacke dronens kontrolsignal frem for at jamme det. Ved passivt at lytte efter dronens protokoller kan et cyber-takedown system forsøge at overtage kontrollen ved at udsende autentificerede kommandoer. Lykkes dette, kan dronen tvinges til f.eks. at lande sikkert. Fordelen er præcision uden risiko for at dronen styrter ned og gør skade, men metoden er udfordret af kryptering, frekvens-hopping og de mange dronesystemer på markedet. Cyber-overtagelse kræver konstant opdatering af software og virker dårligt mod specialbyggede eller militære droner med unikke protokoller.

Elektroniske virkemidler giver *non-kinetisk* neutralisering af droner og kan være omkostningseffektive pr. engagement. De begrænses dog af rækkevidde og effekt på omgivelserne. Især jamming og spoofing må anvendes med omtanke for ikke at påvirke egen elektronik eller utilsigtet sende dronen mod et beskyttet mål. Ikke desto mindre er elektronisk krigsførelse en af de mest udbredte C-UAS-teknologier på den moderne slagmark.

45. Kinetiske løsninger (projektiler, missiler og net)

En anden tilgang er kinetiske modforholdsregler, hvor dronen fysisk ødelægges eller nedbringes. Disse spænder fra traditionelle våbensystemer til specialudviklede anti-drone våben:

Skydevåben og luftværn

Mindre droner kan nedskydes med traditionelt luftværn (f.eks. 20-35 mm kanoner med programmerbar ammunition) eller endda rifler i nogle tilfælde. Moderne luftværnssystemer til kortdistance (SHORAD) opgraderes nu til også at kunne engagere miniaturredroner – f.eks. har flere lande indført programmerbare air-burst granater, der detonerer nær dronen og sender en fragsværm bestående af små stålkugler, granatsplinter eller lignende imod den. Fordelen er umiddelbar virkning, men udfordringen er at ramme meget små og manøvredegtige mål. Denne metode kræver typisk radarstøtte for at lede skuddet.

Anti-drone missiler og “kamikaze”-droner

For større eller hurtigere UAV'er kan man anvende specialudviklede missiler eller dronebaserede interceptorer. Der udvikles f.eks. små lavpris-missiler dedikeret til dronebekæmpelse, samt droner mod droner der kolliderer med målet. Fordelen er længere rækkevidde end håndvåben, men omkostningen per mål er høj. Desuden kan disse systemer overvældes af dronesværme, da de har begrænset magasin.

Netbaserede våben

En populær ikke-destruktiv løsning er at fange dronen i et net. Net kan affyres fra jorden med skulderbårne eller stationære netkanoner, typisk effektiv op til 100-300 m afhængigt af kaliber. Alternativt kan droner udstyret med net anvendes: Enten ved at affyre et net fra en interdiktionsdrone (en slags ubemandet jagerfly), eller ved at slæbe et hængende net som føres ind i den fjendtlige drone. Nettet vil vikle sig ind i rotorerne og bringe dronen til fald – ofte monteres en lille faldskærm på nettet for kontrolleret nedfiring af den fangede drone. Fordelen ved net er, at dronen forbliver intakt til kriminaltekniske undersøgelser. Ulempen er begrænset rækkevidde for jordbaserede net og kompleksitet ved drone-til-drone netfangst (svært at ramme et flyvende mål præcist, og lang omladningstid). Alligevel har netløsninger vist sig effektive til beskyttelse af f.eks. lufthavne, hvor skader på omgivelserne skal minimeres.

Kinetiske modforholdsregler har den fordel, at truslen fysisk elimineres. Men som nævnt kan de generere farligt nedfald (vragdele eller projektilfragmenter) og kræver typisk direkte sigtelinje til målet. Derfor ser man ofte kinetiske midler kombineret med elektroniske og andre tiltag i lagdelt forsvar.

46. Laser- og mikrobølgevåben

Laser- og mikrobølgevåben er en fremvoksende kategori af C-UAS-teknologi, som tilbyder hurtig og genanvendelig bekæmpelse uden konventionel ammunition. De to primære typer er højenergilasere og højeffekt mikrobølge systemer:

Højenergilasere (HEL)

Kraftige laserstråler kan fokusere nok energi på et lille område til at beskadige eller antænde en drone fra betydelig afstand. Laseren “brænder” sig igennem dronens skrog eller

ødelægger dens elektronik på få sekunder. Fordelene er, at et laserskud reelt koster meget lidt per afgivelse, og man løber ikke tør for ammunition – så længe der er strøm og køling. Lasere kan også ramme mål med høj præcision og bevæge sig med lysets hast (vigtigt mod hurtige eller manøvrerende droner). Ulemperne er, at lasersystemer i praksis er store og tunge (typisk monteret på containere eller køretøjer), og at effekten reduceres af dårligt vejr, røg eller støv i luften. Derudover er der en sikkerhedsrisiko for øjenskader eller utilsigtet påvirkning af fly, da laserstrålen kan række langt. De fleste operative laser-C-UAS er stadig på forsøgsstadiet eller i begrænset brug, men udviklingen går hurtigt.

Højeffekt-mikrobølger (HPM)

Hvor lasere angriber mål med lys, bruger HPM mikrobølgepulser til at forårsage elektrisk skade. Et HPM-våben genererer en kraftig elektromagnetisk puls (EMP), som forstyrrer elektronikken i dronen. Nærmest kan det beskrives som et "retningsbestemt lyn" af radiobølger, der inducerer højspænding i kredsløb og kan brænde komponenter af. Fordelen er, at et enkelt HPM-skud kan ramme flere droner på én gang inden for strålens kegle, hvilket gør teknologien attraktiv mod dronesværme. Ulempen er høj pris og kompleksitet – HPM-generatorer kræver meget energi og avanceret pulsteknologi. Der er også en risiko for at lamme egen elektronik inden for rækkevidde.

Sammenfattende repræsenterer laser- og mikrobølgevåben næste generation af C-UAS. I takt med at disse systemer modnes, forventes de at indgå som en del af det lagdelte droneluftforsvar.

47. Detektion og sporing: radar- og sensorsystemer

Før en trusseldrone kan neutraliseres, skal den opdages, identificeres og spores. Dette løses ved en kombination af sensorer, der hver især bidrager med forskellig information. De mest anvendte teknologier til dronedetektion er radar, radiofrekvens-skannere, optiske kameraer og akustiske mikrofoner:

Radar

Specialiserede drone-radarer udsender radiobølger og opfanger ekkoet fra små objekter i luften. Traditionelle flyradarer filtrerer ofte små objekter fra, men moderne C-UAS-radar kan spore selv en lille kommerciel drone på adskillige kilometers afstand. Disse radarer opererer typisk med høj opdateringsrate og anvender fx mikro-Doppler teknologi til at genkende rotorernes signatur, så fugle kan skelnes fra droner. Radar giver kontinuerlig overvågning uafhængig af lys- og vejrforhold og kan simultant følge mange mål. Udfordringen er, at radardækning kan kræve flere enheder for fuld 360°/højdedækning.

Radio Frekvens -analyatorer

Mange droner kommunikerer med en fjernbetjening via radio (typisk Wi-Fi, Bluetooth eller lukkede signalprotokoller). RF-sensorer består af antenner og scannere, der passivt lytter efter disse kontrolsignaler. Når en RF-sensor detekterer en drone-frekvens, kan den ofte identificere typen af drone baseret på signalets karakteristika – i nogle avancerede systemer helt ned til unikke MAC-adresser eller serienumre. RF-analyatorer er populære da de er relativt billige, mobile og ikke udsender noget selv. De kan nogle gange også pejle retningen

til drone og pilot ved at sammenkøre målinger fra flere antennepositioner. Svaghederne er, at de kun fanger droner, der faktisk udsender RF (autonome droner forbliver "stille" og usynlige for disse) og at rækkevidden er begrænset. Desuden skal signalbiblioteker konstant opdateres i takt med nye drone-modeller for at systemet kan genkende dem.

Optiske kameraer

Elektro-optiske (EO) sensorer, herunder både dagslyskameraer og termiske/infrarøde kameraer, bruges til visuelt at bekræfte og følge en drone. Optik giver mulighed for identifikation – man kan se dronens model og evt. payload, hvilket er værdifuldt for trusselsvurdering. Moderne C-UAS-kameraer er ofte pan/tilt-zoom (PTZ) typer med automatiseret tracking og kan dække mange kilometer med høj opløsning. Sammen med AI-billedgenkendelse kan kameraer automatisk detektere en drone på himlen. Begrænsningen er, at optiske systemer påvirkes af dårlige lysforhold, tåge, regn m.v. De har også en relativt smal synsvinkel, så de egner sig bedst koblet med radar/RF, der kan dirigere kameraet mod det rette område.

Akustiske sensorer

Mikrofon-arrays kan aflytte dronelyde – især summen fra rotorblade – og bruge tidsforskelle til at estimere lyd kildens retning. Lydsensorer er fuldstændig passive og kan opfange selv signal-stille droner, hvilket gør dem til et godt supplement. De kan også dække "skygger" i terrænet hvor radar/optik ikke ser (f.eks. bag bygninger eller i skovkanter). Akustiske systemer fungerer dog bedst på kort hold (typisk under 300-500 m) og i omgivelser uden alt for meget baggrundsstøj. I praksis anvendes de ofte som gap-filler sensorer – f.eks. på en base kan en ring af mikrofoner opdage en lavtgående drone, der har undvejet radar.

Ingen enkelt sensor kan opfylde alle behov alene – derfor integreres flere sensortyper i et C-UAS-system for at forbedre robusthed og mindske falske alarmer. Typisk vil radar+RF give tidlig detektion og grov klassificering, hvorefter optik+AI giver positiv identifikation. Akustik kan supplere ved at fange eventuelle "snigende" droner. Detektionen er fundamentet for hele kæden i nedkæmpelsen: Uden rettidig sporing nytter jammere eller våben ikke. Derfor prioriteres udviklingen af sensorer, der specifikt er tunet til små UAV'er, og sensorfusion til at kombinere data fra dem i real-time.

48. AI-baseret målgenkendelse og automatisering

Kunstig intelligens (AI) spiller en voksende rolle i moderne C-UAS-systemer. AI-teknikker bruges til at genkende mønstre i sensorsignaler og automatisere responser:

- På detektionssiden hjælper AI med at skelne droner fra forstyrrelser. For eksempel kan et radarssystem bruge AI-baseret klassifikation af mikro-Doppler signaturen, så fugle ikke forveksles med droner. Ligeledes anvendes billedgenkendelses-algoritmer på optiske kamera-feed til automatisk at detektere en lille drone på himlen og følge den, selv under vanskelige baggrunde. Disse algoritmer er trænet på store datasæt af dronebilleder og kan i mange tilfælde identificere den præcise dronemodel ud fra form/farve.

- På identifikationsniveau bruges AI også til at sammenholde flere sensorers data (multi-sensor fusion). Ved hjælp af machine learning kan et C2-system kombinere radarspor, RF-signaturer og optiske observationer til en enkelt konsolvisning, hvor dronetrusler fremhæves med type, position, hastighed osv. AI'en kan her filtrere irrelevante objekter fra og prioritere de mest truende, hvilket støtter operatørens beslutninger.
- I nogle avancerede systemer indgår AI i autonom målbekæmpelse. Det vil sige, at systemet ikke blot opdager, men også iværksætter modforanstaltninger automatisk. For eksempel kan et fastinstalleret anti-drone system i et afgrænset område (f.eks. en lejr) være sat til at autojamme enhver ukendt drone, der kommer indenfor en vis radius, uden at vente på operatør-godkendelse – baseret på AI-genkendelse af "fjendtlig" adfærd. Generelt holdes mennesket dog i loopet ved skarp bekæmpelse, især i civile omgivelser, for at undgå fejltagelser. AI bruges her til beslutningsstøtte: den kan simulere dronens videre bane og foreslå det optimale engagement (jam nu, vent, skyd ned etc.).
- Endelig er AI uundværlig i forsvaret mod dronesværme. En sværm (dvs. mange koordinerede droner) kan bevæge sig og angribe på måder, der overstiger menneskelig reaktionsevne. Her forskes der i AI-styrede forsvarssværme eller "swarm vs swarm" scenarier, hvor autonome droner skal neutralisere fjendtlige droner kollektivt. AI er nødvendig for at koordinere sådanne hurtige interaktioner uden direkte menneskelig styring.

Kort sagt muliggør AI, at C-UAS-systemer kan reagere hurtigere og mere præcist på truslerne. Allerede nu ser man "embedded AI" i danske løsninger – f.eks. Terma's nye anti-drone system, der inkluderer elektro-optiske kameraer med indlejrede AI-modeller til automatisk målgenkendelse. Som dronetruslen udvikler sig (f.eks. stealth-droner eller intelligente angreb), vil AI's rolle kun vokse for at matche hastighed og kompleksitet i trusselsbilledet.

49. Danske virksomheder

Danmark har en række kompetente aktører inden for både droner og anti-drone teknologi. Industrien spænder fra etablerede forsvarsvirksomheder til agile tech-startups, ofte med tæt samarbejde til universiteterne. Nogle nøgleaktører:

Terma A/S

Den største danske forsvarsleverandør – har udviklet en integreret Counter-Drone løsning kaldet *T. react CIP*.

Weibel Scientific

En højt specialiseret radarproducent fra Allerød, kendt for sine Doppler-radarer. Weibel's systemer bruges globalt til projektilsporing og ballistik, men de har også applikationer mod droner. Deres nye XENTA-radar, som UAS Denmark har købt, er et eksempel på et *surveillance radar* der kan opdage små, langsomme mål i lav højde.

MyDefence

MyDefence udvikler letvægts detektions- og jamming systemer, der kan bæres af soldater eller installeres på køretøjer.

Sky-Watch

En droneproducent (Støvring, DK) der primært laver rekognosceringsdroner f.eks. RQ-35 Heidrun, kendt fra Ukraine. Sky-Watch samarbejder bl.a. med Forsvaret og AAU om nye dronetyper, hvilket kan inkludere anti-drone anvendelser af droner (f.eks. droner der jager andre droner).

50. Kompetencer for udvikling, produktion, service og fejlfinding af anti-drone systemer

Udvikling af avancerede Counter-UAS (anti-drone) systemer kræver et bredt spektrum af tekniske kompetencer. Behovet spænder over alt fra elektronik, mekanik og software til forståelse af dronesystemer, applikationer, sikkerhed og vedligehold. Branchen efterspørger således medarbejdere med forskellige specialiseringer. Nedenfor gennemgås de vigtigste kompetenceområder, som er nødvendige for at kunne bidrage til udvikling, produktion, vedligeholdelse og fejlfinding af de beskrevne anti-drone teknologier.

51. Elektronisk krigsførelse – RF-teknik og signaler

Elektroniske modforanstaltninger som jamming og spoofing forudsætter stærke kompetencer inden for radiofrekvens (RF) teknik og kommunikationssignaler. Man skal have en solid forståelse for trådløs kommunikation, frekvensbånd og modulation for at kunne designe og betjene udstyr, der forstyrrer eller overtager droners signaler. Konkret kræver det viden om radiokommunikationsteknologi, herunder serielle interfaces, Wi-Fi/lukkede protokoller og signaltransmission.

Kompetencer i elektronik og højfrekvens kredsløbsdesign er ligeledes afgørende. Udviklere skal kunne konstruere og finindstille jammer- og sensorhardware – f.eks. højfrekvente forstærkere, antenner og filtre – hvilket indebærer kendskab til printdesign, komponentvalg og loddeteknik. Desuden er indsigt i droners styringssystemer og failsafe-mekanismer vigtig, så man forstår hvordan dronen reagerer på jamming (f.eks. Return-to-Home funktion ved signalbrud)^[31].

Avancerede C-UAS-løsninger inden for elektronisk krigsførelse kan også involvere cybersikkerhed og protokoller, især ved signalkapring. Her er det en fordel med erfaring i netværksprotokoller, kryptering og hacking teknikker, så man kan forsøge at overtage kontrolsignalet fremfor blot at støje det. Overordnet skal man kunne arbejde med både analog og digital signalbehandling, og kunne fejlfinde RF-systemer med fx spektrum analysator eller oscilloskop, for at sikre effektiv forstyrrelse uden utilsigtede bivirkninger.

52. Kinetiske modforholdsregler – mekanik og våbenteologi

Udvikling af kinetiske anti-drone systemer (f.eks. net kanoner, projektilvåben, drone-“kamikaze” interceptorer) kræver stærke kompetencer inden for mekanik, våbenteologi og integration. Viden om projektilbaner, ballistik og sprængstofhåndtering er vigtig, hvis man

arbejder med ammunitionsbaserede løsninger eller eksplosive virkemidler. Man skal kunne dimensionere komponenter korrekt og anvende CAD-værktøjer til at designe mekanismer, der både er letvægts og robuste (f.eks. drone net udskyder eller beslag til montering af antidrone-våben på køretøjer). Prototyping-færdigheder – herunder 3D-print og hurtig fremstilling – er nyttige for at teste disse mekaniske koncepter i praksis.

Derudover kræves der kompetence inden for robotteknologi og UAV-styring, især hvis man udvikler droner mod droner. Her kombineres mekanik med elektronik og software: Man skal forstå flyvedynamik, motorstyring og sensorer ombord på interceptor-dronen for at kunne navigere og kolliderer med måldronen. Samtidig skal man kende til sikkerhed og risikostyring ved kinetiske indgreb – f.eks. hvordan man minimerer faren ved nedfaldene vragrester eller vildfarne projektiler. Dette indebærer også kendskab til våbensikkerhed og gældende regulativer.

53. Laser- og mikrobølgeteknologi

High-power laser- og mikrobølge-våben mod droner repræsenterer avanceret teknologi, som stiller krav om fysikviden. Udvikling af laserbaserede anti-drone systemer forudsætter kompetencer i optik og fotonik. Teknikeren skal forstå laserprincipper, optiske komponenter (spejle, linser, fiber), stråleformning og varnehåndtering, da kraftige lasere genererer betydelig varme.

Man skal kunne arbejde med laser-sikkerhed (f.eks. øjensikkerhedsklasser) og kende til atmosfæriske effekter på laserstråling (spredning i røg, tåge m.m.), hvilket er vigtigt for praktisk anvendelse.

For mikrobølge/EMP-våben (HPM) kræves tilsvarende kompetencer inden for elektromagnetisk teori og højenergielektronik. Her skal man kunne designe pulsgeneratorer, antenne-waveguides og kondensatorbanker, der kan skabe kraftige retningsbestemte elektromagnetiske pulser. Både laser- og HPM-udvikling forudsætter ekspertise i højspændingsteknik, kredsløbsdesign og kontrolsystemer til at modulere energien præcist. Desuden er systemintegration vigtig: man skal kunne integrere lasersystemet eller mikrobølge udsenderen med sensorer, der kan spore dronen, og med styresoftware, så våbnet peger det rigtige sted på det rette tidspunkt. Kompetencer i præcisionsmekanik fx gimbals kan også være nødvendige.

54. Detektions- og sensorsystemer – radar, optik og akustik

Før man kan uskadeliggøre en drone, skal den opdages og spores – dette stiller krav om kompetencer inden for en række sensorsystemer og tilhørende signalbehandling. En nøglekompetence er radarteknologi. Teknikeren skal kende princippet i puls-Doppler radar, frekvensbånd, antenntyper og signalbehandling.

RF-lytning er et andet sensorområde, som kræver viden om trådløse protokoller og radioscanere. Teknikere skal kunne konfigurere RF-sensorer til at fange fjernstyringssignaler eller Wi-Fi trafikken fra droner, og ved hjælp af signalbehandling identificere dronemodeller ud fra signaturer. Dette kræver kendskab til forskellige kommunikationsstandarder og evnen til at opdatere signalbiblioteker i takt med nye droneprotokoller.

Inden for optiske sensorer skal man have kompetencer i kamera- og billedteknologi. C-UAS-systemer anvender elektro-optiske (EO) dagslyskameraer og infrarøde kameraer til visuel identifikation, så teknikeren skal have kendskab til kameraoptik, gimbal-styring og billedbehandling.

Endelig spiller akustiske sensorer en rolle, omend nichepræget. Her er kendskab til lydteori og signalbehandling af audiokilder vigtig. Teknikere skal kunne opsætte mikrofon-arrays, filtrere baggrundsstøj og triangulere lyd kilder (dronens karakteristiske brummen) ud fra tidsforskelle i signalet.

55. Case T. react CIP Counter Drone-systemet

Casen er medtaget for at give et indblik i systemer til detektering af droner og de kompetencebehov de medfører.

<https://www.terma.com/products/critical-infrastructure/counter-drone-protection/>

T. react CIP er et avanceret anti-drone system, der kombinerer radar, sensorer og kontrolsoftware i en samlet løsning. Bag teknologien står en række faglærte funktioner, som er afgørende for at systemet kan produceres, samles, serviceres og holdes i drift. Især tre faggrupper spiller en central rolle: elektronikfagteknikere, automatikteknikere og smede.

Elektronikfagteknikere

Elektronikfagteknikere arbejder med montering og test af elektronik, herunder radarens kredsløb, sensorer og kommunikationsenheder. De trækker og tester kabler, lodder forbindelser, kalibrerer sensorer og sikrer korrekt datakommunikation. Ved fejlfinding bruger de måleudstyr som multimeter og oscilloskop, og arbejder med alt fra printkort til fiberkabler. De skal også kunne konfigurere netværk og sikre EMC-sikring af udstyr.

Automatikteknikere

Automatikteknikere arbejder med radarens og kameraernes styresystemer. De monterer styreskabe, sætter motorstyringer op og konfigurerer hvordan systemet reagerer på input. Det inkluderer bl.a. opsætning af relæer, regulering via PLC og fejlfinding på styring af roterende radar. Ved drift skal de kunne opdatere software, justere parametre og overvåge logning, mens de ved reparation tester komponenter, kontrollerer forbindelser og sikrer sikkerhedsfunktioner virker korrekt.

Smede

Smede fremstiller og monterer de mekaniske dele, fx radarfundamenter, stativer til kameraer og beslag til kabinetter. De svejser, borer og justerer, så antenner og sensorer står stabilt og i korrekt vinkel. Under service inspicerer de for slid og korrosion, efterspænder bolte og reparerer svejsninger. De har også ansvar for korrekt opsætning og nivellering ved installation i felten.

Tværfagligt samarbejde

Driftssikre C-UAS-systemer kræver at faglærte samarbejder på tværs. Elektriske fejl kan vise sig som mekaniske problemer og omvendt. Derfor er tværfaglig forståelse vigtig: hver faggruppe skal kende systemets helhed og kunne samarbejde effektivt med de andre. Systemer som T. react CIP viser tydeligt, at faglært viden er grundlaget for funktionel, robust og vedligeholdelsesvenlig teknologi. Det stiller krav om opdaterede kompetencer inden for el-teknik, mekanik, netværk og fejlsøgning – og viser at faglærte er uundværlige i moderne forsvarsproduktion.



56. Service, vedligehold og fejlfinding

Når først anti-drone systemerne er i drift, er det essentielt med kompetencer til løbende vedligehold, reparation og fejlfinding. Faglærte teknikere skal kende de korrekte procedurer for reparation af elektroniske og mekaniske systemer og følge gældende standarder – fx ESD-sikker håndtering af printkort, udskiftning af dele med godkendte komponenter og dokumentation af ændringer. Kendskab til kvalitetssystemer og sikkerhedsforskrifter er påkrævet, så man udfører arbejde uden at skade udstyr eller sig selv.

Systematisk vedligeholdelse er en anden kernekompetence. Teknikere skal have viden om planlagte serviceintervaller, kalibreringsrutiner og inspektionspunkter for hvert delsystem. For eksempel kræver en radar jævnlig kalibrering af sender/receiver, en laser kan kræve optisk justering og rensning af linser, mens batteridrevne jammere skal have deres battericeller kontrolleret eller skiftet. At kunne føre logbog over systemets brug – driftstider, antal engagementer, temperaturforhold – er vigtigt for forebyggende vedligehold. Dermed kan man udskifte komponenter inden de fejler (f.eks. magnetroner i radar eller rør i forstærkere, der har begrænset levetid).

Når fejl opstår, skal teknikeren have stærke fejlsøgningskompetencer. C-UAS-systemer er komplekse, så fejlfinding kan involvere både hardware og software. Man skal kunne bruge diagnoseværktøjer: multimeter og oscilloskop til elektriske fejl, spectrum analyzer til RF-

problemer, software-debuggers- og logfiler til at identificere kodefejl. Ofte kræver løsningen en tværfaglig tilgang – f.eks. kan et detektionsproblem skyldes både en defekt sensor og en softwarekonfigurationsfejl, som skal identificeres i fællesskab. At forstå hele systemets sammenhæng (systemkendskab) er derfor afgørende for effektiv fejlfinding.

Endelig skal de, der arbejder med service, være opdateret om softwaresikkerhed og firmware-opdateringer. Truslen udvikler sig konstant, så anti-drone udstyr får løbende softwareopdateringer med forbedrede algoritmer (f.eks. nye drone-signaturer eller AI-modeller).

Teknikere skal kunne indlæse ny firmware sikkert og teste, at systemet fungerer korrekt efter opdatering. De skal også forholde sig til sikkerhedsaspekter ved driften – f.eks. sørge for at laser-systemer kun aktiveres under kontrollerede forhold, eller at jammere ikke forstyrrer egne kommunikationskanaler under test. Kort sagt kræver drift og vedligehold af C-UAS et bredt kompetencefundament: praktisk håndlag, metodisk vedligeholdsplanlægning og analytisk sans til at løse problemer, alt sammen inden for rammerne af sikkerhed og standarder.

57. Sammenfatning af faglærte kompetencer detektering og nedtagning af droner

Elektronikfagtekniker	<ul style="list-style-type: none"> • RF-teknik (Radio Frequency): forståelse for radiosignaler, frekvensbånd, modulation og antenner • Jamming: opsætning, test og fejlfinding af radiosendere, der forstyrrer dronekommunikation • Spoofing (GPS-spoofing): forståelse for GNSS-signaler og timing (uden selv at udføre angreb) • Arbejde med højfrekvent elektronik, forstærkere, filtre og printkort • Brug af måleudstyr: spektrumanalysator, oscilloskop, multimeter • Installation og test af radar-, RF- og sensorsystemer • EMC/EMI-sikring (elektromagnetisk kompatibilitet / støj) • Strømforsyning, batterier og BMS-håndtering (Battery Management System) • Dokumentation, sporbarhed og ESD-sikker håndtering
Automatiktekniker	<ul style="list-style-type: none"> • Opsætning og fejlfinding af styringssystemer (PLC/embedded) • Regulering og kontrol af: <ul style="list-style-type: none"> • Radarrotation • Kameraer (PTZ – pan/tilt/zoom) • Laser- eller jammeraktivering • Failsafe-logik (hvad systemet gør ved fejl)

	<ul style="list-style-type: none"> • Integration mellem sensorer og effektorer (detektion → reaktion) • Konfiguration af autonome eller semi-automatiske responser • Overvågning, logning og softwareopdateringer • Forståelse for C2-systemer (Command & Control) – dvs. det samlede kontrolsystem
Mekaniker (personvogn/lastvogn)	<ul style="list-style-type: none"> • Mekanik & struktur: montering/justering af pedestaler, beslag og kabinetter til radar/EO; lejer, gear, remme og vibration/ubalance-diagnostik. • Kinetiske effektorer: netkanoner/kastere, rekylhåndtering, magasin/ladning, sikker håndtering og funktionsprøve af mekaniske nedkæmpelsesmidler. • Miljørobusthed: tæthed, IP-klasser, korrosionsbeskyttelse, smøring – og service af roterende enheder i udemiljø. • Fejlfinding tværfagligt: mekaniske fejl der “ligner” elektriske (og omvendt); systemforståelse og samarbejde med el/auto.
Smed	<ul style="list-style-type: none"> • Fremstilling af radarfundamenter, stativer og våbenbeslag • Præcisionsmontage og mekanisk justering (vinkler, nivellering) • Arbejde med vibrationer og strukturel stabilitet • Korrosionsbeskyttelse og overfladebehandling • Reparation og tilpasning i felten
Flytekniker (B2)	<ul style="list-style-type: none"> • Luftdygtighed og sporbarhed: komponent-trace, godkendte dele, frigivelse til flyvning, logbøger. • Systemvedligehold: kalibrering af avionik/antennor, verificering af failsafes og dokumentation efter standard.
Datateknikker /It-supporter	<ul style="list-style-type: none"> • Netværksopsætning (Ethernet, fiber, IP-baserede systemer) • Integration af sensordata i fælles situationsbillede • Arbejde med protokoller, kryptering og adgangsstyring • Grundlæggende forståelse for cyber-takeover (overtagelse af kontrol via protokoller) • Firmware- og softwareopdateringer • Sikring mod uautoriseret adgang • Fejlfinding via logfiler og netværkssværktøjer

Tværfagligt	<ul style="list-style-type: none">• Systemforståelse: hvordan detektion, beslutning og effekt hænger sammen• Sensorfusion: forståelse for samspil mellem radar, RF, kamera og akustik• AI-forståelse (på bruger-/operatørniveau):<ul style="list-style-type: none">○ hvad AI gør (klassifikation, prioritering)○ hvad den ikke må gøre uden menneskelig kontrol• Sikkerhed og regulering:<ul style="list-style-type: none">○ laser-sikkerhed○ RF-lovgivning○ våben- og arbejdsmiljøregler○ Dokumentation og kvalitetssystemer• Systematisk fejlfinding (fx A3, root cause, CAPA)• Samarbejde på tværs af fag – el, mekanik, software og drift• Opdatering og test efter software- og signaturopdateringer
-------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Afsnit 3 Regulering og lovgivning

58. UAV – Flyvende droner (Unmanned Aerial Vehicles)

Droneområdet er reguleret gennem en kombination af fælles EU-regler og nationale bestemmelser. På EU-niveau udgør EU-forordningerne 2019/945 og 2019/947 den grundlæggende reguleringsramme for droner (UAS). De to forordninger supplerer hinanden: 2019/945 regulerer selve produktet (dronen), mens 2019/947 regulerer anvendelsen og driften af dronen.

Produktforordning (EU) 2019/945

Produktforordning (EU) 2019/945 fastlægger de tekniske produktkrav til droner, der markedsføres og anvendes i EU. Forordningen omfatter bl.a. CE-mærkning, klassificering (C0–C6), tekniske sikkerhedsfunktioner, softwarekrav, identifikation (Remote ID), dokumentation og sporbarhed. Reglerne retter sig formelt mod producenter og importører, men har direkte betydning for alle, der arbejder teknisk med droner.

For faglærte betyder forordningen, at samling, service, reparation og test skal udføres inden for producentens godkendte rammer. Ændringer i hardware, software, vægt, sensorer eller konfiguration kan medføre, at dronen mister sin klassificering og CE-overensstemmelse. Produktforordningen gør derfor produktforståelse, dokumentation og compliance til centrale faglige kompetencer.

Operationsforordning (EU) 2019/947

EU-forordning 2019/947 fastlægger reglerne for drift og anvendelse af droner i EU. Forordningen opdeler droneflyvning i tre risikokategorier – åben, specifik og certificeret – og regulerer bl.a. krav til operatører, piloter, operationelle procedurer og risikovurdering, herunder brugen af SORA.

For faglærte betyder 2019/947, at teknisk arbejde med droner ikke kan adskilles fra den operationelle anvendelse. Tekniske ændringer, konfiguration, sensorer og software kan påvirke både risikoklasse og godkendelsesgrundlag. Kendskab til operationelle begrænsninger, dokumentation og sammenhængen mellem teknik og anvendelse er derfor en nødvendig del af kompetenceprofilen – særligt ved service, test og klargøring af professionelle dronesystemer.

Dronebekendtgørelsen (BEK nr. 1649 af 14/12/2023)

Dronebekendtgørelsen er den danske gennemførelsesbekendtgørelse, som supplerer EU-forordningerne 2019/945 og 2019/947 og fastlægger nationale regler for brug af droner i Danmark. Bekendtgørelsen regulerer bl.a. geografiske restriktioner, danske særkrav, myndighedsroller, sanktioner samt forhold vedrørende sikkerhed, privatliv og samspil med anden lufttrafik.

For faglærte betyder bekendtgørelsen, at teknisk arbejde med droner også skal ske med forståelse for danske særregler. Det gælder især ved test, flyvning, klargøring og service, hvor forhold som luftrum, afstandskrav, geozoner, anmeldelsespligt og myndighedstilladelser kan være afgørende. Faglærte skal derfor kunne navigere i både EU-regler og nationale bestemmelser.

SORA (Specific Operations Risk Assessment)

SORA er EASA's metode til risikovurdering af droneoperationer i den specifikke kategori. Metoden anvendes, når en flyvning ikke kan gennemføres under standardreglerne i den åbne kategori, og skal dokumentere, at en konkret operation kan gennemføres sikkerhedsmæssigt forsvarligt. SORA vurderer risikoen for mennesker på jorden og i luftrummet og fastlægger de tekniske, operationelle og organisatoriske afbødende foranstaltninger, der er nødvendige.

For faglærte betyder SORA, at tekniske valg har direkte betydning for den operationelle risiko. Valg af platform, sensorer, redundans, failsafe-funktioner, softwarekonfiguration og vedligehold indgår i risikovurderingen og kan være afgørende for, om en flyvning kan godkendes. Dokumentation, test og korrekt konfiguration bliver dermed en integreret del af det tekniske arbejde.

Udvikling og perspektiv

Den teknologiske udvikling muliggør i stigende grad flyvning uden for synsvidde (BVLOS) og anvendelse af droner, der funktionelt nærmer sig fjernstyrede helikoptere og luftfartøjer. Lovgivningen på dette område er fortsat under udvikling. For større droner, droner med farlig last eller potentielt mennesketransporterende systemer forventes reguleringen på sigt at bevæge sig i retning af klassisk luftfartsregulering, herunder krav svarende til CAMO- og Part-145-regimer. Dette vil yderligere skærpe kravene til dokumentation, vedligehold og faglærtes kompetencer.

59. Øvrige droner

UGV – Kørende droner (Unmanned Ground Vehicles)

Hvis UGV'en anvendes på offentlig vej i Danmark, gælder Færdselsloven. Her kræves særlige tilladelser, og der er begrænsninger for, hvordan ubemandede køretøjer må bevæge sig i trafikken.

Da mange UGV'er er udstyret med kameraer og mikrofoner, skal operatører overholde GDPR-regler for overvågning i offentligt rum. Det betyder bl.a. krav til databeskyttelse, information til borgere og begrænsninger for lagring af optagelser.

Ved industrielt brug kan der gælde særlige standarder, f.eks. ATEX-klassificering for eksplosionsfarlige miljøer og IP-klassificering for støv- og vandtæthed. Disse certificeringer er afgørende for driftssikkerhed i krævende omgivelser.

USV – Sejlende droner (Unmanned Surface Vehicles)

Sejlende droner (USV'er) er underlagt de samme maritime rammer som bemandede fartøjer. Grundlaget findes i Søloven og de internationale søvejsregler (COLREG), der fastsætter regler for undgåelse af kollision, signalering og ansvar ved sejlads.

I Danmark er det Søfartsstyrelsen, der stiller krav om registrering. Det kan omfatte tildeling af MMSI-nummer, installation af AIS-system samt brug af radarreflektor, så USV'er kan indgå sikkert i den øvrige skibstrafik.

Derudover gælder relevant miljølovgivning, herunder regler for støj, udslip og krav om tæthedskontrol for at undgå forurening ved uheld eller driftsfejl. For autonome fartøjer gælder særlige krav om, at de skal overvåges fra land eller fra et ledsagende fartøj, så sikkerhed og lovpligtige procedurer kan opretholdes under operationen.

AUV/ROV – Undervandsdroner (Autonomous/Remotely Operated Vehicles)

Undervandsdroner (AUV/ROV) er omfattet af både maritime, tekniske og arbejdsmiljømæssige regler.

Søfartsstyrelsen stiller krav til godkendelser, når undervandsudstyr anvendes i havne, vindmølleparker og andre følsomme områder, hvor sikkerhed og koordinering med øvrig trafik er kritisk.

Derudover gælder arbejdsmiljøregler for undervandsarbejde, som fastsætter rammer for sikkerhedszoner, korrekt markering med bøjler samt procedurer for dykkere og fjernstyrede systemer, der arbejder side om side.

På det tekniske område er der krav om dokumenteret tætheds- og trykprøvning af udstyr. Kabelføring og strømforsyning skal opfylde standarder for isolation og fejlstrømsbeskyttelse for at undgå ulykker under vand.

Endelig er der væsentlige miljøhensyn, som bl.a. vedrører håndtering af biofouling, brug af kemikalier og generel påvirkning af havmiljøet ved længerevarende operationer.

MCA-standarderne (International Marine Contractors Association) er et internationalt regelsæt, der bruges i offshore-industrien til at sikre kvalitet, sikkerhed og dokumentation af arbejde udført under vand – herunder med ROV'er (Remotely Operated Vehicles) og AUV'er (Autonomous Underwater Vehicles).

Kort fortalt definerer IMCA:

- Tekniske standarder og procedurer for konstruktion, vedligehold og operation af undervandsudstyr.
- Krav til operatørernes kompetencer – både teknikere og piloter – fx træning, erfaring og certificering.
- Sikkerhedsprotokoller for dykker- og ROV-operationer (fx nødprocedurer, risikovurdering, kommunikation og vedligeholdelseslog).
- Rapporterings- og dokumentationskrav for inspektions- og reparationsarbejde under vand.

- Kvalitetsstyring – hvordan virksomheder skal dokumentere, at udstyr og operationer lever op til branchens krav.

IMCA-standarderne bruges bredt af offshore-entreprenører, energiselskaber og servicefirmaer som et fælles referencegrundlag på linje med ISO-standarder.

I praksis fungerer de som “best practice” for offshore-droneteknik – især inden for inspektion, survey, kabel- og rørledningsopgaver, samt reparationer på fx havvindmøllefundamenter, olie/gas-installationer og havbundsinfrastruktur.

60. Relevante regulerings- og lovgivningskompetencer for faglærte

En faglært, der arbejder med droner og autonome systemer, skal have praktisk anvendelsesorienteret regelkendskab. Centralt er forståelsen af, hvornår tekniske valg får regulatoriske konsekvenser.

For flyvende droner (UAV) skal faglærte kunne:

- Forstå forskellen mellem produktkrav (EU 2019/945) og driftskrav (EU 2019/947)
- Kende betydningen af CE-mærkning, klassificering (C0–C6) og producentkrav
- Forstå, hvordan ændringer i hardware, software, sensorer og konfiguration kan påvirke lovlig drift
- Have grundlæggende indsigt i SORA, og hvordan tekniske løsninger indgår i en risikovurdering
- Navigere i danske særregler (dronebekendtgørelsen), herunder geozoner, testflyvning og myndighedstilladelser

For øvrige dronetyper (UGV, USV, AUV/ROV) skal faglærte kunne:

- Identificere, hvilket regelsæt der gælder (færdselslov, sølov, COLREG, arbejdsmiljø, miljølovgivning)
- Forstå betydningen af GDPR, når sensorer indsamler data i offentlige rum
- Kende krav til certificeringer og standarder (fx ATEX, IP-klassificering, IMCA)
- Arbejde efter krav til dokumentation, sporbarhed, risikovurdering og sikkerhedsprocedurer

Samlet set er den vigtigste kompetence, at faglærte kan koble teknik og regulering i praksis: vide, hvornår en teknisk opgave også er en regulatorisk opgave – og handle korrekt derefter.

I det omfang den faglærte arbejder med test og afprøvning af flyvende droner, vil det være hensigtsmæssigt at den pågældende kan erhverve sig det relevante dronecertifikat som AMU-kursus.

Afsnit 4 Analyse af nuværende uddannelsesdækning

Nedenfor er en oversigt over danske kursus- og uddannelses tilbud inden for droneområdet, særligt rettet mod faglærte (fx elektronik-, automatik- og flyteknikere) med fokus på:

- Service, vedligehold, integration og forståelse af dronesystemer, sensorer og tekniske komponenter
- Produktion og montage
- Teknologisk infrastruktur, test og kvalitetssikring

Kurser, der udelukkende handler om droneflyvning, certifikater, fototeknik, eller udvikling af software og AI, er ikke medtaget.

61. Flyvende droner

AMU-kurser (Arbejdsmarkedsuuddannelser)

Droneteknologi: Systemforståelse – 2 dages kursus (AMU fagnr. 48077).

Dette kursus giver en bred forståelse af dronesystemers opbygning og virkemåde for teknikere. Deltagerne lærer om forskellige dronetyper og deres aerodynamiske grundprincipper, dronens komponenter og systemintegration, typiske sikkerhedsmekanismer (failsafes), navigationssystemer (f.eks. GPS) samt sensortyper, der indgår i droner. Desuden gennemgås interface-muligheder, metoder til at hente data fra dronen og eksempler på standardsoftware til data-behandling. Kurset kommer også ind på korrekt håndtering af reparationer af droner og gældende lovgivning ift. Flyvning.

Varighed: 2 dage. Udbydes som fremmøde-kursus (praktiske øvelser indgår).

Kurset er af ældre dato og vil med fordel kunne opdateres i forhold til den nyeste teknologiske udvikling.

Droneteknologi: Sensorteknologier til droner – 3 dages kursus (AMU fagnr. 48079).

Fokus er på de forskellige sensorløsninger i droner eller monteret på droner, og hvordan de integreres i systemet. Deltagerne får viden om sensorer til dronens drift og sikkerhed (gyroskop, magnetometer, accelerometer, barometer m.v.) samt anvendelsesorienterede sensorer til opgaver som dronen udfører (kamera, infrarødt termokamera, multispektralt kamera, LiDAR, RADAR osv.). Man lærer også om vægt- og balanceforhold ved montering af ekstra udstyr, dataopsamling (herunder live-streaming og cloud-løsninger) og standard software til mapping, fotogrammetri og analyse af drone-data. Sikkerhedsforanstaltninger ved test/opbygning af dronesystemer med sensorer berøres ligeledes, samt relevant lovgivning ifm. Dronesystemers opbygning.

Varighed: 3 dage. Afholdelse: fysisk (praktiske sensor-øvelser).

Anvendelse af droner i bygge- og anlægsbranchen – 4 dages kursus (AMU fagnr. 22297).

Et brancherettet kursus der kombinerer drone-teknik med praksis inden for byggeri/anlæg. Deltagerne opnår kendskab til gældende dansk/EU-lovgivning om droner og forberedes til teori-prøven (A1/A3-kategori).

Teknisk fokus ligger på sikker håndtering og manøvrering af droner, kendskab til dronens komponenter, sensorteknologier og udførelse af mindre reparationer. Man lærer fx om vægt- og balance ved montering af ekstra sensorer og påvirkninger fra aerodynamik, dronens enkeltdele og styresystemer, samt sensorer og interface-muligheder på droner. Også dataopsamling fra droner og brug af software til f.eks. fotogrammetri, kortlægning og analyse indgår. Format: Fremmøde (praktisk kursus).

Brug af drone – anlægsgartnere/greenkeepere – 5 dages kursus (AMU fagnr. 21958).

Praktisk kursus målrettet grøn sektor, der dog indeholder generelle tekniske kompetencer. Deltagerne lærer at indstille, programmere og manøvrere droner til arbejdsopgaver samt at overholde gældende lovgivning ifm. Droneflyvning.

Kurset fokuserer på at kunne analysere hvornår drone-teknologi er fordelagtig til en opgave (f.eks. inspektion, dokumentation) og giver et teoretisk fundament til Trafikstyrelsens certifikat (A1/A3 og A2) Teknikere lærer at programmere missionsflyvninger, justere dronens indstillinger til opgaven, samt at downloade og behandle de indsamlede drone-data (inkl. billed- og videoredigering) (AMU-pris).

Varighed: 5 dage. Udbydes typisk som fysisk hold (kræver praktisk flyvetræning; udbydes bl.a. via Roskilde Tekniske Skole, AMU Syd.

62. GTS-institutter (Godkendte Teknologiske Serviceinstitutter)

GTS-institutter som Teknologisk Institut og FORCE Technology tilbyder i begrænset omfang drone-relaterede kurser. Fokus hos GTS har primært været på operatøruddannelse og certificering snarere end hardware-eftersuddannelse. Nedennævnte kursus illustrerer det fokus, GTS har.

Teknologisk Institut – “Kompetencecertifikat til droneflyvning” (teori og praktik)
TI udbyder et todages teorikursus (A1/A3 + A2-stof) samt et todages praktisk kursus med flyvetræning. Disse kurser retter sig mod professionelle, der skal bruge droner erhvervsmæssigt til fx inspektion, kortlægning, PR m.m. Teoridelen klæder deltagerne på til at bestå den krævede prøve og gennemgår bl.a. regler/procedurer, mens praktikdelen indeholder hands-on flyvning, case-arbejde, kamera-teknik og introduktion til bl.a. inspektions- og mapping-opgaver. Varighed/pris: Hver modul 2 dage; teorikursus.

<https://www.teknologisk.dk/kurser/kompetencecertifikat-til-droneflyvning-teori/k90318#:~:text=Kompetencecertifikat%20til%20droneflyvning%20,mapping%2C%20marketing%20og%20PR>

63. Andre offentlige uddannelsesudbydere (akademi- og universitetskurser)

En række erhvervsakademier og tekniske uddannelsesinstitutioner har integreret drone-teknologi i deres efteruddannelsesportefølje. Disse forløb er typisk på akademineiveau (5 ECTS-moduler) eller som led i videregående uddannelser, og de kombinerer teori med praksis.

Akademimodul "Drone til inspektion" (5 ECTS)

Udbydes bl.a. under akademiuddannelsen i Energiteknologi hos Erhvervsakademi Dania og IBA Erhvervsakademi Kolding. Dette valgfag løber typisk over ca. 1 uge (svarende til 5 ECTS) og kan tages enkeltstående.

Indhold: Uddannelsen giver kompetencer til at anvende droner professionelt til inspektionsopgaver. Deltagerne lærer om rammer, regler og lovgivning for dronetrykning og forberedes til Trafikstyrelsens online-prøver til A1/A3 og A2 dronercertifikater. Der lægges vægt på planlægning, sikker drift og dokumentation af dronetrykninger i praksis. Man lærer også at vurdere dronens stand/udstyr, sikkerhedsmargener, nødprocedurer samt kommunikere med relevante myndigheder danida.dk. Ud over det regulatoriske indeholder modulet tekniske emner: fx termografering med dronekamera (infrarød scanning af bygninger og anlæg), fotogrammetri og videodokumentation, kendskab til dronens komponenter, software/apps samt datahåndtering fra inspektioner. Efter gennemførelse bliver man i stand til sikkert og lovligt at udføre droneinspektioner, herunder at bestå teori til både A1/A3 og A2-certifikater.

Varighed: typisk 6 undervisningsdage + eksamen.

Afholdelse: Primært fysisk fremmøde (inkl. praktiske flyvetræning/øvelser i felten).

iba.dk

Syddansk Universitet (SDU) DroneCenter

Syddansk Universitet (SDU) lanceret en *4-semester kandidat-overbygning i droner og autonome systemer*, dedikeret til droneteknologi i tæt samarbejde med forskningsmiljøer. Denne type specialisering er en fuldtidsuddannelse (ingeniørniveau), hvor man dykker ned i design, produktion, integration og test af dronesystemer på et videregående niveau.

sdu.dk

SDU DroneCenter arrangerer lejlighedsvis korte sommerskoler eller workshops (fx har der været et 2-ugers kursus i "Applied Composite Drone Manufacturing" i 2020), men disse er ikke faste tilbagevendende tilbud. Generelt må teknikere søge mod de nævnte akademi- eller AMU-forløb for kortere efteruddannelse, da universitetskurser primært er integreret i fuldtidsstudier.

portal.findresearcher.sdu.dk

64. Private kursusudbydere og leverandører

Flere private virksomheder og droneskoler tilbyder specialkurser.

Scandinavian Drone Systems (ScandiDrones) – fokuserer på avanceret træning og rådgivning. De tilbyder fx kursus i YellowScan bathymetrisk LiDAR for droneapplikationer, hvor teknikere kan blive uddannet i at opsætte og operere en Green LiDAR-scanner til sø- og vandopmåling.

scandinaviandrone.com.

MyDroneAcademy, WeFly m.fl. – Disse private aktører tilbyder primært pilotcertifikatkurser (A2 osv.), men kan også skræddersy tekniske kurser ved efterspørgsel. Fx har nogle firmaer erfaring med dronevedligehold og kan træne virksomheders teknikere i rutinetjek, kalibrering og mindre reparationer af egne droneflåder (typisk som firmakursus).

Mange droneproducenter/sensorproducenter afholder brugerworkshops – f.eks. DJI Enterprise webinars, FLIR termografi-certificering med drone, YellowScan LiDAR-certificering (jf. ovenfor). Disse kan ses som private kurser, ofte online eller i udlandet.

65. Kurser inden for undervands-, land- og maritime droner (ROV/UGV/USV)

Efteruddannelsesstilbud, der specifikt omhandler undervandsdroner (ROV/AUV), jordkørende droner (UGV) eller maritime overflade-droner (USV), er pt. meget begrænsede i Danmark. Der findes ingen kendte AMU-kurser eller akademimoduler målrettet disse droneplatforme særskilt – fokus har indtil nu ligget på UAV.

For undervandsdroner (ROV) gælder, at kompetenceudvikling typisk sker gennem internationale certifikater og producentkurser. Offshore-branchen har interne træningsprogrammer til ROV-piloter/teknikere ofte i regi af IMCA-standarder ((International Marine Contractors Association), men disse udbydes sjældent offentligt herhjemme.

For UGV (landbaserede droner) og USV (sejlende droner) er der ligeledes et hul i kursusudbuddet. Teknologierne er stadig nicheprægede. Dog kan mange af de generiske kompetencer fra ovennævnte kurser overføres: fx sensorintegration, inertial navigation (IMU'er), failsafe-systemer og radiokommunikation er lige så relevante for en bæltegående robot eller en autonom båd. Enkelte uddannelsesprojekter på erhvervsskoler/universiteter har eksperimenteret med UGV/USV – fx lod Erhvervsakademi Dania i 2023 deres IT-teknolog-studerende bygge sejlende droner i et projektforbud.

På GTS- og privatfronten ser man begyndende fokus på maritime droner: FORCE Technology har f.eks. i deres maritime træningsprogrammer simulator-baseret uddannelse (skibsfartøjer, nødbugsering m.m.), som potentielt kan udvides til USV'er, men intet konkret kursus er meldt ud endnu. Private leverandører som førnævnte Scandinavian Drone har med deres Green LiDAR-kurser indirekte berørt det maritime, hvilket henvender sig til både USV- og UAV-brugere i kystnære miljøer. Det må forventes, at efterhånden som brugen af vand- og landbaserede droner vokser, vil efteruddannelsesstilbud følge trop – muligvis i form af specialiserede tillægskurser til de eksisterende droneuddannelser.

En faglært tekniker, der ønsker viden om ROV/UGV/USV, må indtil videre drage fordel af beslægtede kurser (elektronik, robotteknologi, sensorteknik) og opsøge producenternes træning eller udenlandske kursusudbydere. De fundamentale emner – fx motorstyring under vandet, inertial navigation (DVL/INS-kombination for ROV'er), tryk tætte sensorer, hydrodynamik vs. aerodynamik – dækkes ikke specifikt i dansk regi.

Sammenfatning

Der findes introducerende kurser til flyvende droner UAV, de er dog af ældre dato og vil med fordel kunne opdateres i forhold til den nyeste teknologiske udvikling.

Der findes ikke egnede kurser for faglærte i forhold til inden for undervands-, land- og maritime droner (ROV/UGV/USV).

Afsnit 5 Ekspertinterviews

66. Gennemførte ekspertinterviews

Navn	Virksomhed	Faglighed
Preben Mogensen	Professor Aalborg Universitet.	Ekspert i brugen af droner i forsvars- og beredskabsøjemed, beskyttelse af kritisk infrastruktur (militær og civil) mod droner. Leder bl.a. projekt med 4 danske dronevirksomheder om udvikling af selvstyrende droner. https://www.innovationsfonden.dk/da/nyhed/fremtiden-s-droner-skal-vaere-made
Jussi Hermansen Test Center Manager	SDU UAS Center	Senior Specialist, Test Center Manager. Siden 2017 leder af SDU flightlab, hvor der både gennemføres undervisning og udviklingsprojekter. SDU dronecenter forsker i et bredt udvalg af emner inden for droneteknologi. https://www.sdu.dk/en/forskning/sduuascenter/researchareas
Keld Jensen <i>Associate Professor, Vice Head of SDU UAS Center</i>	<i>SDU UAS Center</i>	Interviewet blev gennemført af TEC Aviation i anden sammenhæng med fokus på flyteknikeruddannelsen, men vurderes relevant for denne analyse.
Lars Hansen Fuldmægtig / Head of Section Kontor for Luftfart 1 – Droneteamet / UAS	Trafikstyrelsen	Er fuldmægtig i dronetemaet i Trafikstyrelsen og behandler alt inden for den civile luftfart. Har arbejdet branchen som bruger og konsulent. Uddannet hos DJI i vedligeholdelse af droner. Selv drone bruger og praktiker. Skrev special på CBS om autonome køretøjer.
Vagn Larsen Boeskov Luftfartsinspektør / Chief Inspector Part-66/147/FSTD.	Trafikstyrelsen	National ekspert i flysikkerhed og myndighedskrav inden for flyteknik. Navnlig relevant i forhold til grænsedragning mellem fly og droner.

67. Interviewguide eksperter

Det enkelte interview har taget udgangspunkt i ekspertens felt, og er derfor ikke gennemført som et struktureret interview. I dialogen skal der være fokus på konsekvenserne for de faglærte og nedenstående temaer har dannet udgangspunkt for dialogen.

1. Hvilke teknologiske trends er de mest afgørende i den kommende udvikling af droner?
2. Hvilke brancher eller sektorer ser du som de hurtigst voksende anvendelsesområder for droner i Danmark og internationalt?
3. Hvordan forventer du, at integration mellem UAV, UGV, USV og AUV/ROV vil udvikle sig – fx i forsvar, beredskab eller industri?
4. Hvordan ser du på udviklingen inden for detektion og nedtagning af droner?
5. Hvordan vurderer du, at EU/EASA-reglerne vil udvikle sig de næste år, og hvilke konsekvenser får det for danske virksomheder og operatører?
6. Hvis du skal pege på ét område, hvor Danmark har mulighed for at blive internationalt førende på droneområdet, hvilket ville det være – og hvorfor?
7. Hvilke virksomheder kan du anbefale at vi inddrager i projektet – og hvorfor?
8. Hvad skal de faglærte medarbejdere kunne, som står for udvikling, produktion, vedligehold og reparation af droner?
9. Er der særegne ting, der kendetegner det tekniske arbejde med droner?
10. Er der nye eller ændrede kompetencer som den faglærte bør have?
11. Er der noget, som vi ikke har fået talt om endnu – noget du undrer dig over, at jeg ikke har spurgt ind til – andet jeg bør vide ift. efteruddannelse af teknikere?

68. Preben E. Mogensen, Aalborg Universitet

Institut for Elektroniske Systemer
Gennemført: 28. januar 2026

Baggrund og fokus

Preben E. Mogensen er professor ved Aalborg Universitet og arbejder fuldtid med forskning relateret til forsvar, beredskab og avancerede dronesystemer. Hans primære fokus er Counter-UAS (C-UAS), styring af mange droner samtidigt (multi-drone systems) samt robuste kommunikationsløsninger, hvor droner kan operere autonomt og under kraftigt forstyrrede forhold. Han har tidligere arbejdet med kommunikationssystemer hos Nokia og overfører i dag erfaringer fra mobilnetværk og space-projekter til droneområdet.

Interviewet har haft særligt fokus på, hvordan den teknologiske udvikling påvirker kompetencebehovet hos faglærte, der arbejder med udvikling, produktion, vedligehold og reparation af droner.

Centrale teknologiske trends

Ifølge Preben Mogensen er det ikke selve platformen (stel, motorer, batterier), der er den store gamechanger – det er intelligensen. Mange af de mekaniske og elektriske grundelementer er velkendte faglærte discipliner, mens udviklingen i stigende grad drives af software, netværk og sensorer.

En afgørende forudsætning for at udnytte droners fulde potentiale er BVLOS-flyvning (Beyond Visual Line of Sight). Civilt går udviklingen langsomt, primært på grund af meget restriktive regler. Militært er situationen en anden: her udvikles droner hurtigt, billigt og i store mængder. Mange militære droner betragtes reelt som forbrugsmateriel ("ammunition"), ofte fløjet via First Person View (FPV), men i stigende grad også som forprogrammerede og delvist autonome systemer.

Autonome droner bearbejder selv data, reagerer lokalt og kan operere uden GPS ved hjælp af AI-baseret navigation. Det gør dem sværere at jamme og detektere (LPI/LPD – low probability of intercept/detection). Samtidig udvikles systemer, hvor én operatør kan styre flere droner, og hvor flere operatører kan dele adgang til data og kontrol.

Arkitekturen minder om kendte IT-systemer: en controller kobler sig på en broker, som dronerne også er forbundet til – funktionelt sammenligneligt med, hvordan man skifter roller og deler visning i fx Teams. Der arbejdes desuden med mesh-netværk, hvor droner kommunikerer indbyrdes som i et mobilnetværk, og hvor nogle droner er operative, mens andre lader eller er på vej til udskiftning.

Counter-UAS og nye modforanstaltninger

Inden for C-UAS peger Mogensen på, at mange eksisterende systemer – fx dem der detekterer radiosignaler fra droner – mister effekt, når droner enten flyver autonomt eller styres via fiberkabel. Fiberstyrede droner kan operere 40–50 km væk, udveksle store datamængder og i visse konfigurationer også forsynes med strøm. Hvis forbindelsen afbrydes, kan dronen programmeres til automatisk at returnere.

Aalborg Universitet forsker desuden i brugen af billige bilradarer til detektion af droner på kort afstand (op til ca. 200 m). Ved at koble mange radarer i netværk kan der opbygges effektive nærforsvarssystemer med meget kort responstid, som også kan kobles direkte til fysiske nedtagningsløsninger.

Integration mellem UAV, UGV, USV og AUV

Set fra et teknisk perspektiv er der stor lighed mellem flyvende, kørende, sejlede og undervandsdroner. Elektronik, software og styresystemer er i vid udstrækning de samme. Et konkret eksempel er brugen af standardiserede embedded udviklingskits, som kan fungere som styreenhed på tværs af dronetyper.

Udviklingen går i retning af:

- Fælles controllere på tværs af platforme
- Maksimal standardisering
- Brug af almindelige tablets og smartphones som operatørinterface

Det stiller krav om bred systemforståelse frem for platformspecifik viden.

Regulering og marked

Ifølge Mogensen er EU- og EASA-reglerne i dag så restriktive, at de hæmmer kommerciel udvikling. BVLOS-operationer kræver lange godkendelsesprocesser, hvilket gør det svært at opbygge nye virksomheder. Skal det civile marked udvikle sig, kræver det ændrede regler. Det hurtigste teknologiske fremskridt sker derfor aktuelt i militære og dual-use-projekter. Samtidig vil forsyningssikkerhed og geopolitik presse udviklingen i retning af mere national produktion. Det kan øge behovet for faglærte – ikke mindst inden for service, reparation, tilpasning og løbende opgradering af systemer.

Konsekvenser for faglærte kompetencer

Preben Mogensen peger på, at faglærtes rolle bliver mere central, efterhånden som droner produceres, anvendes og vedligeholdes tættere på operativ drift.

Perspektiv: dansk styrkeposition

Mogensen vurderer, at Danmark har et særligt potentiale inden for:

- Sikker kommunikation
- Autonome og semi-autonome dronesystemer
- Multi-drone styring
- C-UAS og nærforsvar

Dette underbygges af projekter som *Drones 4 Defence*, hvor Aalborg Universitet sammen med danske virksomheder udvikler en danskproduceret droneplatform til forsvar, politi og beredskab – med fokus på robusthed mod jamming, autonom missionseksekvering og høj forsyningssikkerhed.

De 5 vigtigste AMU-relevante kompetencer (afledt af interviewet)

1. Systemforståelse for dronesystemer (hardware, software og netværk)

Den faglærte skal kunne arbejde med dronen som et samlet teknisk system. Det betyder at kunne forbinde flight controller, sensorer, kommunikation og software i praksis – og forstå, hvordan ændringer ét sted påvirker resten.

Her er brug af embedded platforme som NVIDIA Jetson Nano central: teknikeren skal kunne opsætte, tilslutte og teste onboard computere, der håndterer data, computer vision og autonomi lokalt (edge computing). Fokus er opsætning, test og fejlfinding, ikke programmering på ingeniørniveau.

2. Komponentforståelse og modulopbygning

Droner er opbygget af udskiftelige moduler. Den faglærte skal kunne identificere, udskifte og konfigurere centrale komponenter som motorer, ESC'er, sensorer, kommunikationsmoduler og payload.

3. Reparation og udskiftning af dele i felten

Den faglærte skal kunne holde droner operative uden værkstedsfaciliteter. Det indebærer praktisk fejlsøgning, reparation og udskiftning under tidspres.

4. Lokal fremstilling og tilpasning af reservedele

Forsyningsikkerhed kræver, at reservedele kan fremstilles eller tilpasses lokalt. Den faglærte skal kunne bruge 3D-print og simple kompositreparationer til fx beslag, kapslinger og beskyttelse af sensorer.

5. Radiokommunikation, frekvensstyring og C-UAS (bilradar)

Den faglærte skal kunne opsætte og teste radiolinks, antenner og netværk samt forstå grundprincipperne i jamming og robust kommunikation.

Særligt vigtigt er kendskab til C-UAS-løsninger baseret på bilradar, hvor billige radarer bruges til detektion af droner på kort afstand og kan kobles i netværk.

NVIDIA Jetson Nano	<p>NVIDIA Jetson Nano er en kompakt embedded AI-computer udviklet til edge computing.</p> <p>Den anvendes typisk som onboard-computer i droner, robotter og autonome systemer.</p> <p>Jetson Nano kan køre computer vision og AI-modeller lokalt uden cloud-forbindelse.</p> <p>Platformen kører Linux (Ubuntu/JetPack) og understøtter kameraer, sensorer og standard-interfaces.</p> <p>Den bruges bredt til prototyper, test og undervisning inden for UAS, automation og autonome systemer.</p>
---------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

69. Jussi Hermansen, Test Center Manager, Syddansk Universitet (SDU Flight Lab)

Jussi Hermansen har siden 2017 været leder af SDU Flight Lab, hvor der arbejdes med både uddannelse, test og større forsknings- og udviklingsprojekter inden for droner. Uddannelse er den primære aktivitet, men udviklingsprojekter udgør en betydelig del, ligesom SDU også leverer konsulentytelser og huser startup-virksomheder inden for droneområdet. SDU ser et tydeligt og stigende behov for faglærte medarbejdere, der kan supplere ingeniørerne i praktisk udviklingsarbejde, prototypebygning, test, drift og vedligehold af dronesystemer.

Teknologisk er droneområdet fortsat stærkt domineret af kinesiske producenter, men der ses en klar europæisk opblomstring, drevet af forsyningssikkerhed og sikkerhedspolitiske hensyn. Det forventes at skabe øget efterspørgsel efter faglærte med mekaniske, elektroniske og komposittekniske kompetencer.

Samtidig bliver droner anvendt i mere kritiske opgaver, hvilket stiller større krav til systemforståelse, redundans og vurdering af konsekvenser ved fejl. Acceptabelt sikkerhedsniveau afhænger i stigende grad af missionens karakter, hvilket forudsætter, at teknikere forstår både teknologi og risikoprofil.

Anvendelsen af droner vokser markant inden for forsvar, landbrug, infrastruktur- og bygningsinspektion, vindmøller og offshore, sundhedslogistik samt energi- og forsyningssektoren. Eksempler som medicinleverancer, termografi i fjernvarmenet og geodætiske målinger peger på et stort civilt potentiale, hvor droner i flere tilfælde kan erstatte helikoptere og bemandede platforme. Samtidig forventes integrationen mellem luft-, jord- og søgående droner at stige, idet den underliggende teknologi i høj grad er den samme, hvilket øger behovet for tværgående systemforståelse hos de faglærte.

Regulatorisk bevæger udviklingen sig mod certificerede kategorier, der i højere grad kommer til at ligne bemanded civil luftfart, herunder krav om certificering, dokumentation og systematisk vedligehold. SORA, operationsmanualer, serviceprogrammer og tekniske beskrivelser bliver centrale arbejdsopgaver, også for faglærte. Jussi peger på, at der allerede i dag er mangel på medarbejdere, som kan kombinere teknisk indsigt med dokumentations- og designarbejde.

Endelig fremhæves behovet for en stærk aviation-kultur, hvor løbende efteruddannelse, human factors, selvrapportering og åben håndtering af fejl er en forudsætning for sikker drift. Teknologier, materialer og software udvikler sig konstant, og faglærte skal derfor kunne tilpasse sig og videreuddanne sig kontinuerligt.

De 5 vigtigste AMU-relevante kompetencer (afledt af interviewet)

1. Mekanisk, komposit- og strukturarbejde til droner

Praktisk mekanisk arbejde, herunder komposit og lettere strukturer, med paralleller til flyteknik. Kompetencen er central i prototypebygning, test, reparation og vedligehold – også på større og mere avancerede droner.

2. Elektronik, kontrolsystemer og radiokommunikation

Funktionel forståelse for kontrolsystemer i dronen og hos operatøren, herunder flight control, fjernkontrol, RF-teknik, telemetri, forstyrrelser af radiosignaler og alternative kommunikationsformer (fx fiber). Fokus er på drift, test og fejlfinding – men ikke softwareudvikling på ingeniørniveau.

3. Dronesystemforståelse og redundans

Helhedsforståelse af dronesystemet, herunder identifikation af “weakest link”, vurdering af konsekvenser ved fejl, krav til redundans og acceptabelt sikkerhedsniveau afhængigt af missionens karakter.

4. Regulering, SORA og teknisk dokumentation

Praktisk arbejde med EASA-rammer, SORA, BVLOS-operationer, operationsmanualer, serviceprogrammer og tekniske beskrivelser. Der er et tydeligt behov for faglærte, der kan omsætte teknisk praksis til dokumentation, som kan godkendes og efterleves.

5. Drift, vedligehold og aviation-kultur (Human Factors)

Kompetencer i systematisk drift og vedligehold kombineret med aviation-kultur: selvrapportering, åbenhed om fejl, risikovurdering og forståelse for human factors. Kontinuerlig efteruddannelse skal være en integreret del af arbejdslivet.

70. Keld Jensen, Associate Professor, Vice Head of SDU UAS Center

Interview gennemført af Jannik Holbech Rasmussen, Uddannelsesleder/Training Manager, Part-147 Flyteknikeruddannelsen.

Interviewet har fokus på de faglærte kompetencer, der er nødvendige for drift, vedligeholdelse og videreudvikling af dronesystemer – særligt i et uddannelses- og avionics-perspektiv.

Ifølge Kjeld Jensen spænder kompetencebehovet bredt og kombinerer operative færdigheder, klassisk el- og elektronikforståelse samt mere specialiserede drone- og avionicskompetencer.

På det operationelle niveau peges der på, at faglærte i stigende grad skal kunne indgå aktivt i droneoperationer. Det omfatter grundlæggende dronepilotkompetencer, kendskab til sikkerhed, førstehjælp og brandbekæmpelse samt forståelse for batteriteknologi og el-sikkerhed, herunder L-AUS. Drift af droner forudsætter, at teknikeren forstår både det tekniske system og den operationelle kontekst, som dronen anvendes i.

Inden for vedligeholdelse fremhæves klassiske el- og elektronikkompetencer som fundament, suppleret med specialiseret viden om droneavionics og sensorer. Det gælder bl.a. GPS, pitot-statiksystemer samt forståelse for radioteori, telemetri, command-and-control (C2) og kamera-/datastreams.

Faglærte skal kunne arbejde systematisk med fejlfinding og komponentforståelse i både flyvende og jordbaserede systemer.

Interviewet peger desuden på en række udvidede og valgfrie kompetenceområder, som forventes at få stigende betydning. Det gælder bl.a. programmering (fx Python), GNSS/GNSS-relaterede systemer, ADS-B, mobilnetværk (5G), FLARM, komposit- og sheetmetalarbejde, propeller, aerodynamik, docking stations samt lodde- og krympekompetencer.

Human factors fremhæves som et vigtigt tværgående element, inspireret af luftfarten, hvor sikkerhed, menneskelige fejl og korrekt adfærd spiller en central rolle.

Samlet set understreger interviewet behovet for faglærte med bred systemforståelse, der kan kombinere praktiske håndværksmæssige færdigheder med viden om avionics, kommunikation, software og sikker drift. Kompetencerne skal kunne opbygges modulært og løbende opdateres gennem efteruddannelse, hvilket gør AMU til et oplagt redskab.

De 5 væsentligste AMU-relevante kompetencer (udledt af interviewet)

Operationel dronesikkerhed og -drift

Grundlæggende dronepilotforståelse kombineret med førstehjælp, elementær

brandbekæmpelse, batterisikkerhed og el-sikkerhed (L-AUS), rettet mod sikker og stabil drift af dronesystemer.

Grundlæggende el, elektronik og droneavionics

Klassisk el- og elektronikforståelse suppleret med viden om droneavionics, herunder styresystemer, strømforsyning og samspil mellem hardware og software.

Sensorer, navigation og målesystemer

Praktisk arbejde med og forståelse for sensorer som GPS og pitot-statik samt deres betydning for navigation, stabilitet og datakvalitet.

Kommunikation, telemetri og datalink

Radioteori, C2-forbindelser, telemetri, kamerafeed samt introduktion til ADS-B, FLARM og mobilnetværk (fx 5G) anvendt i dronesystemer.

Tværgående systemforståelse og human factors

Forståelse for dronen som samlet system kombineret med human factors, aerodynamik og korrekt teknisk adfærd, inspireret af luftfartsstandarder og sikkerhedskultur.

71. Lars Hansen, Trafikstyrelsen

Gennemført 12. december 2025

Lars Hansen er fuldmægtig i dronetemaet i Trafikstyrelsen og behandler alt inden for den civile luftfart. Har arbejdet i branchen som bruger og konsulent. Han er uddannet hos DJI (en af verdens førende dronefirmaer) i vedligeholdelse af droner. Lars er selv drone bruger og praktiker. Lars har skrevet kandidatspeciale på CBS i autonome køretøjer.

Lars Hansen peger på, at den helt centrale udvikling på droneområdet – både i Danmark og i EU – er bevægelsen mod flyvning uden for synsvidde (BVLOS). Det er her, hele systemet i øjeblikket er under pres, fordi teknologien udvikler sig langt hurtigere end juraen. Udgangspunktet i den nuværende regulering er fortsat, at dronepiloten skal have direkte visuel kontakt med dronen, men det matcher ikke de anvendelser, som markedet bevæger sig imod.

BVLOS er ifølge Lars Hansen især relevant for større droner, f.eks. til leverancer offshore, inspektion af vindmøller og infrastruktur. Samtidig ser han et opgør med princippet om, at én pilot kun kan flyve én drone ad gangen. Teknologisk er det allerede muligt, at én operatør overvåger og styrer flere droner samtidigt. Begge udviklinger flytter en stor del af ansvaret væk fra den enkelte pilot og over i tekniske systemer, automatisering og luftrumsstyring (U-space).

Konsekvensen er, at der fremover vil blive stillet væsentligt højere krav til den tekniske sikkerhed i selve dronesystemerne. I dag er det primært piloten, der sikrer adskillelse til mennesker på jorden og anden lufttrafik. Ved BVLOS og flådeflyvning skal denne adskillelse i

langt højere grad håndteres af systemer, sensorer, software og procedurer. Det ændrer direkte på, hvilke tekniske kompetencer der bliver efterspurgt.

Lars Hansen vurderer, at bemanded eVTOL-flyvning fortsat ligger længere ude i fremtiden, mens selvflyvende og autonome droner er væsentligt tættere på praktisk anvendelse. Her er tempoet i den teknologiske udvikling meget højt.

Han fremhæver samtidig, at skellet mellem private og professionelle droner er ved at blive udvisket. Kvaliteten af moderne forbrugerdroner er så høj, at de teknisk set sagtens kan anvendes professionelt. Forskellen ligger i stigende grad i kravene til sensorer, nyttelast, og anvendelse. Det betyder, at der er et betydeligt oplysningsbehov – både i branchen og blandt brugere – om, hvornår en drone reelt skal betragtes som et professionelt luftfartøj.

Når Lars Hansen ser på anvendelsesområderne, peger han på landbruget som et af de hurtigst voksende felter. Særligt sprøjtedroner og præcisionslandbrug fylder meget, herunder brugen af multispektrale kameraer til kortlægning af afgrøders tilstand og gødningsbehov. Samtidig er byggeri, arkitektur, ingeniørvirksomhed og facility management i kraftig udvikling. Ifølge ham vil droner i princippet kunne anvendes i alle brancher, hvor man i dag bruger lift, stillads eller kran.

På tværs af flyvende, kørende og maritime droner vurderer Lars Hansen, at de grundlæggende tekniske principper er de samme. Arbejdet handler primært om elektronik og mekanik, mens forskellene i høj grad ligger i software og i producenternes kontrol med systemadgang. Netop de lukkede systemer gør det vanskeligt at etablere helt generiske uddannelsesløsninger. Samtidig peger han på, at Forsvaret ofte stiller krav om, at de selv kan reparere og vedligeholde udstyret, hvilket stiller særlige krav til dokumentation og teknisk indsigt.

Inden for detektion og nedtagning af droner vurderer Lars Hansen, at Danmark står stærkt på detektionssiden. Civilt er mulighederne for modforanstaltninger imidlertid stærkt begrænsede. Brug af jamming og spoofing er som udgangspunkt ikke tilladt på grund af risikoen for følgeskader, og nedskydning giver åbenlyse sikkerhedsproblemer – især i forhold til hvor dronen falder ned. Luftfart handler i sidste ende om beskyttelse af menneskeliv, og det sætter klare rammer for tekniske løsninger.

Regulatorisk understreger Lars Hansen, at EU-reglerne udvikler sig løbende under ledelse af EASA, ofte som reaktion på teknologiske fremskridt. For faglærte er det centralt at forstå, at dronereglerne alene gælder udendørs flyvning – indendørs test og brug er som udgangspunkt ikke reguleret.

Han fremhæver især Produktforordning (EU) 2019/945, kendskab til dronernes regelkategorier og SORA (Specific Operations Risk Assessment) som centrale elementer. Ved meget høj risiko eller mennesketransport kan reguleringen bevæge sig over i den certificerede kategori, hvor kravene nærmer sig bemanded luftfart, herunder CAMO- og Part-145-lignende strukturer. På sigt kan dette åbne for nye roller for faglærte – f.eks. som flyteknikere på "helikopter uden pilot".

Teknisk peger Lars Hansen på, at arbejdet med mindre droner i høj grad er præget af boksløsninger. De kan sjældent repareres på komponentniveau, og producenter som DJI centraliserer service og sanktionerer uautoriserede reparationer. For større og tungere droner er billedet et andet: her findes reparationsvejledninger og adgang til reservedele, og fordi transport til udlandet er dyr, opstår der et reelt behov for lokale service- og vedligeholdelseskompetencer.

Samlet set understreger Lars Hansen, at professionelle droner skal forstås som luftfartøjer – ikke som forbrugerelektronik. Det er afgørende, at faglærte forstår både de tekniske og regulatoriske konsekvenser af deres arbejde og kan vejlede andre i de grundlæggende regler.

Relevante AMU-kompetencer (baseret på Lars Hansens pointer)

1. Dronesystemforståelse

- Opbygning af professionelle dronesystemer
- Forskellen mellem hobbydroner og luftfartøjer

2. Regler og regulering

- Grundlæggende EU-regler for droner (åben, specifik og certificeret kategori)
- Produktforordning (EU) 2019/945 og C-mærkning (C0–C6)
- Forståelse af SORA og risikobaseret regulering

3. Service, vedligehold og dokumentation

- Service efter fabrikantens anvisninger
- Brug af godkendte reservedele
- Logning, sporbarhed og teknisk dokumentation
- Grundlæggende forståelse af CAMO-tankegang

4. Fejlsøgning og kalibrering

- Elektronisk fejlsøgning på dronesystemer
- Kalibrering af sensorer og systemer efter indgreb
- Funktionstest og frigivelse efter service

5. Tværgående teknisk forståelse

- Samspil mellem mekanik, elektronik og software
- Systemovervågning og sikkerhed ved BVLOS og flådeflyvning

72. Vagn Larsen Boeskov Luftfartsinspektør / Chief Inspector Part-66/147/FSTD, Trafikstyrelsen

Interviewdato: 21. november 2025

Reglerne for droner (UAV) i Europa er fastsat af EASA. Det er regler, der primært handler om brugen af droner: hvad operatøren må, hvilke risici der skal håndteres, og hvilke certifikater droneføreren skal have. EASA-reglerne retter sig altså mod operationen – ikke mod dem, der bygger, servicerer eller reparerer dronerne. På det område er der ingen krav til

faglighed, og det er der ikke udsigt til, så længe der er tale om droner, der ikke transporterer mennesker.

Når et nyt luftfartøj skal godkendes, er det fabrikanten, der fastsætter kravene til vedligeholdelse og reparation. Det sker gennem det såkaldte *Operational Suitability Data* (OSD). Det gælder også for droner: Producenten definerer selv, hvad der skal til for at opretholde luftdygtighed og sikker drift.

Vagn peger på, at der på mange måder er en parallel til det bemandede luftfartsområde: Kravene til vedligeholdelse og kompetence er gradueret. På den ene side har man kommerciel passagertrafik med meget høje krav. I den anden ende af spektret er ultralette fly og hangglidere, hvor der stort set ikke er krav. Droner uden mennesker ombord ligger i den ende, hvor myndighederne ikke regulerer teknikerkompetencer – simpelthen fordi den værste konsekvens typisk er tab af dronen, ikke tab af menneskeliv.

Derfor fokuserer reglerne i dag på operatøren og flyvningen, ikke teknikken. I takt med at dronens vægt stiger, og risikoen for personskade øges, skærpes kravene til operatøren – fx hvor der må flyves, og hvilke certifikater der kræves. Formålet er at undgå personskade via begrænsninger i brugen, frem for at stille tekniske krav til dronens konstruktion eller vedligeholdelse.

Små droner har i dag ikke transponder. Det betyder, at Trafikstyrelsen ikke kan spore dem eller sanktionere ulovlig flyvning – medmindre operatøren fx selv lægger video på nettet. Manglen på sporbarhed kan føre til, et krav om transponder kommer på dagsordenen i fremtiden.

Vagn peger på en relevant parallel til droneområdet: flysimulatorer. De er reguleret af Trafikstyrelsen og underlagt tilsyn, men der findes ingen formelle uddannelseskrav til teknikerne, der servicerer dem. Virksomhederne ansætter typisk folk med baggrund som fx datateknikker- eller elektronikfagtekniker og giver efterfølgende oplæring i hydraulik, software og systemer. Den logik – “ansæt kompetent teknikerprofil og byg ovenpå internt” – vurderer han også vil være den mest realistiske model for droneområdet.

I takt med at dronerne bruges til tungere og dyrere opgaver, fx filmproduktion eller teknisk inspektion, kan operatørerne selv få større behov for driftssikkerhed. Det kan skabe efterspørgsel på mere uddannet teknisk personale – men det vil komme fra markedet, ikke fra myndighederne. Operatørernes krav vil vokse før myndighedernes.

Vagn anbefaler at tale med store danske dronebrugere som DR, TV2 eller COWI. De flyver med meget dyrt kamera- og sensorgrej og opererer ofte på steder med mange mennesker. Deres praksis og krav til teknisk support kan give indblik i, hvor branchen reelt bevæger sig hen.

Afsnit 6 Interviews af virksomheder

73. Udvalgte virksomheder

Virksomhederne er udvalgt efter følgende kriterier:

- Repræsentation for de 4 typer droner og antidronesystemer.
- Antal medarbejdere/virksomhedsstørrelse
- Godkendt som oplæringsvirksomhed
- Dække forskellige anvendelsesområder/brancher (herunder Forsvarsindustri)
- DI-medlem

Detektering af droner

Der er ikke identificeret virksomheder, der producerer udstyr til nedtagning af droner.

Bekæmpelse af droner

Virksomhed og medlemskab	Beskrivelse	Antal Ansatte	Godkendt Læreplads
Terma A/S (Lystrup, Grenå) DI-medlem	<p>www.terma.com</p> <p>Forsvars- og rumfartsvirksomhed. Udvikler sensorer, kommunikation og integration til UAV'er.</p> <p>Antidrone-systemer: Terma har udviklet integrerede systemer med radarer og kameraer til at opdage, identificere og beskytte mod fremmede droner.</p> <p>Radarsystemer: De producerer avancerede radarer (f.eks. SCANTER 6002), der kan detektere, spore og klassificere små droner.</p> <p>Komponenter til droner: Selvom de ikke fremstiller hele droner, leverer de komponenter, som kan integreres i droner, f.eks. radarer og selvbeskyttelsessystemer</p>	1124	Elektronik-fagteknikere Industri tekniker

UAV – Flyvende droner (Unmanned Aerial Vehicles)

Virksomhed & medlemskab	Beskrivelse	Antal Ansatte	Godkendt Læreplads
<p>Sky-Watch A/S (Støvring)</p> <p>DI medlem</p>	<p>www.sky-watch.com</p> <p>Udvikler og producerer taktiske UAV'er til militær og beredskab. Heidrun-serien er det primære produkt og er et fastvinget mini-UAS-system til efterretning, overvågning og rekognoscering (ISR).</p>	<p>130</p> <p>Jf. ChatGPT ansættes flg. medarbejderprofile r:</p> <p>Flyteknikere Elektronikfagteknikere</p>	<p>Lager- og logistikoperatør</p>
<p>Thunderstrike Aviation (Odense)</p> <p>DI-medlem</p>	<p>thunderstrikeaviation.com</p> <p>Producere store og tunge droner (fastvingede)droner i til militære overvågningsformål.</p> <p>Virksomheden åbnede i august 2025 en ny dronfabrik i Danmark, hvorfra de betjener det europæiske marked med en kapacitet på 200 droner.</p>	<p>7</p> <p>Der er en ambition om at skabe op til 240 nye arbejdspladser i Odense.</p> <p>Jf. ChatGPT ansættes flg. medarbejderprofile r:</p> <p>Flytekniker Elektronikfagteknikere</p>	<p>Ingen</p>

UGV – Kørende droner (Unmanned Ground Vehicles)

Virksomhed og medlemskab	Beskrivelse	Antal Ansatte	Godkendt til oplæring af:
Capra Robotics (Aarhus) DI-medlem	https://capra.ooo Specialiseret i modulære UGV-platforme til logistik, inspektion og overvågning. Platformene kan tilpasses med kameraer, sensorer og robotarme. Er til både indendørs og udendørs brug	57	Automatiktækniker Elektronikfagtekniker

USV – Sejlende droner (Unmanned Surface Vehicles)

Virksomhed og medlemskab	Beskrivelse	Antal Ansatte	Godkendt Læreplads
Tuco Marine Group (Faaborg) DI-medlem	Kendt for ProZero-serien af både. Udvikler USV'er til forsvar, redning og offshore-inspektion.	47	Bådemekaniker Bådebygger Skibsmontør Teknisk Designer

AUV/ROV – Undervandsdroner (Autonomous/Remotely Operated Vehicles)

Der er ikke identificeret danske virksomheder der producerer komplette undervandsdroner (AUV'er og ROV'er)

Virksomhed og medlemskab	Beskrivelse	Antal Ansatte	Godkendt Læreplads
Almexa A/S DI-medlem	www.almexa.dk Virksomhedens avancerede aluminiumsløsninger anvendes på en bred vifte af forsvarsområder – f.eks. i fly, radarer, telekommunikations- og sensorsystemer, flåde fartøjer, ubåde og militære køretøjer.	26	Industritekniker

74. Spørgeguide virksomheder

Formålet med interviewet er at afdække, hvilke kompetencebehov dronevirksomheder ser for faglærte som elektronikfagteknikere, flyteknikere, automatikteknikere og andre beslægtede faggrupper.

Interviewet er opdelt efter dronernes hovedbestanddele, gældende regler og bestemmelser samt emnet "Detektering og nedtagning af droner". Svarene skal bruges som grundlag for udvikling af AMU-kurser.

Ikke alle spørgsmål vil være relevant for netop din virksomhed, så dem går vi let hen over.

Alle virksomheder

Indledende spørgsmål om virksomheden

- Hvilke typer faglærte har I ansat, og hvor mange?
- Hvilke typer droner arbejder I med?
- Hvad er deres opgaver?
 - Vedligeholdelse
 - Reparation
 - Udvikling/prototyper/test etc.
 - Produktion – fremstilling af droner
- Hvilke andre faggrupper end faglærte arbejder med droner og hvordan er deres samarbejde/arbejdsdeling ift. de faglærte?

Indledende spørgsmål om brug af efteruddannelse

- Interesse og behov for at få jeres faglærte efteruddannet? Inden for hvad?
- Bruger I efteruddannelse i dag og i givet fald inden for hvilke områder og hvem står for det?

Dronevirksomheder

Stel og mekanik

- Hvilke kompetencer ser I som vigtigst for faglærte i forhold til arbejde med rammer, skrog og kompositmaterialer (fx reparation af kulfiber, aluminium eller kompositdele)?
- Hvilke typer vedligeholdelses- og reparationsopgaver møder I oftest på dronerne, og hvilke håndværksmæssige færdigheder kræver det?
- I hvilket omfang gennemfører I komponentudskiftning og i hvilket omfang reparerer I komponenterne?
- Hvor ser I behov for efteruddannelse? Hos hvilke faglærte/medarbejdere?

Fremdrift og energi

- Hvilke kompetencer har faglærte brug for, når de arbejder med motorer, gear og propeller/hjul/bælter, alt efter dronetypen?
- Ser I et behov for mere viden om batteriteknologi, brændselsceller eller energistyring hos faglærte?
- I hvilket omfang gennemfører I komponentudskiftning og i hvilket omfang reparerer I komponenterne?

- Hvor ser I behov for efteruddannelse? Hos hvilke faglærte?

Elektronik og styring

- Hvilke kompetencer kræves i forhold til flight controllere, styrecomputere og strømfordelingssystemer?
- I hvilket omfang gennemfører I komponentudskiftning og i hvilket omfang reparerer I komponenterne?
- Hvilken viden har I brug for, at faglærte har om radio, telemetri, 4G/5G og satellitforbindelser?
- Hvilke tekniske kompetencer kræves for at forstå og vedligeholde failsafe-funktioner som Return-to-Home, geofencing eller nødstop?
- Hvor ser I behov for efteruddannelse? Hos hvilke faglærte?

Nyttelast og sensorer

- Hvilke typer sensorer, kameraer, manipulatorarme eller specialværktøj bruger I mest?
- Hvilke praktiske kompetencer kræver det hos faglærte? ("hvad skal de kunne")
- Hvilken rolle ser I faglærte have i forhold til opsætning, kalibrering og drift af datalogning, edge-computing eller sensorintegration?
- Er der andre kompetencer I efterspørger inden for nyttelast af sensorer?
- Hvor ser I behov for efteruddannelse? Hos hvilke faglærte?

Software

- Hvilken rolle ser I faglærte have i forhold til konfigurering, fejlfinding eller udvikling af software i dronesystemer?
- Opdatering af software?
- Hvor ser I behov for efteruddannelse? Hos hvilke faglærte?

Virksomheder der arbejder med detektering og nedtagning af droner

Teknologi og udvikling

- Hvilke teknologier og sensorsystemer indgår i jeres nuværende C-UAV-løsninger, og hvordan forventer I, at disse udvikler sig over de næste 3-5 år?
- Hvordan arbejder I med integration mellem forskellige sensortyper, og hvilke faglige kompetencer er vigtigst i denne proces?
- Hvilken rolle spiller AI og software i jeres detektions- og beslutningssystemer, og er der opgaver, hvor faglærte med teknisk baggrund kan bidrage aktivt?

Produktion og drift

- Hvilke faglærte kompetencer (fx elektronik, montage, test) efterspørger I i forbindelse med produktion, kalibrering og kvalitetssikring af C-UAV systemer?
- Hvor stor en del af jeres systemer kræver onsite-installation, opsætning og løbende vedligeholdelse – og hvilke faggrupper indgår typisk i det arbejde?
- Hvilke nye kompetencer ser I behov for i takt med udbredelsen af mobile eller deployerbare C-UAV-løsninger?

Test og validering

- Hvordan arbejder I med test, kalibrering og validering af radar- og sensorsystemer, og hvilke tekniske kompetencer er nødvendige i den proces?
- Indgår faglærte medarbejdere i udviklings- eller testopstillinger, fx ved systemintegration, prototypebygning eller feltmålinger?

Alle virksomheder

Regler og bestemmelser

- Hvilke kompetencer mener I faglærte skal have for at kunne navigere i de reguleringer og standarder, der gælder for jeres område (fx CE, EASA, Søfartsstyrelsen, arbejdsmiljøregler)? Hos hvilke faglærte?
- Er der særlige kvalitets- og dokumentationskrav som skal opfyldes?

Kompetencebehov inden for droner

- Kan I rekruttere de faglærte, I har brug for, til arbejdsopgaver inden for droner?
- Hvilke kompetencer mangler de, når de bliver ansat?
- Hvordan arbejder I med at oplære/efteruddanne faglærte?
- Kan du sige noget om, hvorvidt de kompetencer, som I har brug for her i virksomheden, er anderledes end i andre dronevirksomheder? Uddyb gerne.
- Hvordan ser du udviklingen i behovet for faglærte teknikere inden for droneområdet de næste par år og på længere sigt (de næste 5 år)?
- Findes der nogle særlige dronekompetencer, som adskiller sig fra de kompetencer en faglært grundlæggende kommer med?

Afsluttende spørgsmål

- Er der noget, som vi ikke har fået talt om endnu – noget du undrer dig over, at jeg ikke har spurgt ind til?
- Andet jeg bør vide ift. efteruddannelse af teknikere, der arbejder med fremstilling, reparation og service på droner?
- Er du og/eller en kollega interesseret i at deltage i projektets uddannelsesworkshop d. 4. marts 2026

Interviews

75. Sky-Watch

<https://sky-watch.com>

Sky-Watch er en dansk dronevirksomhed med base i Støvring, der udvikler og producerer professionelle og militært anvendelige UAV-systemer. Virksomheden har særligt fokus på robuste, taktiske droner til forsvar, beredskab og offentlige myndigheder, hvor kravene til driftssikkerhed, dokumentation og operationel anvendelighed er høje.

Sky-Watch dækker hele værdikæden fra design og systemintegration til test, produktion og support og arbejder tæt sammen med brugere for at sikre, at systemerne fungerer under realistiske operative forhold.



RQ-35 HEIDRUN er en taktisk mini-UAV udviklet til overvågning, rekognoscering og situationsforståelse i krævende miljøer. Dronen er elektrisk drevet, håndstartet og designet til hurtig deployering og mobil anvendelse. HEIDRUN kan operere i vanskelige vejrforhold og bære forskellige typer nyttelast, herunder optiske og termiske kameraer. Systemet består af drone, nyttelast, kommunikationslink og ground control station og er udviklet med fokus på enkel betjening, høj driftssikkerhed og lav logistisk belastning.



Interview Sky-Watch Vice President (Det fulde interview findes i rapportens bilag)

Sky-Watch er en internationalt orienteret dansk dronevirksomhed, der både fungerer som udviklings- og produktionsvirksomhed med stærkt fokus på militære anvendelser. Virksomheden er blandt de største i omsætning på området og har siden 2022 leveret et betydeligt antal taktiske droner til Ukraine samt til NATO og andre internationale kunder. Sky-Watch er AS/EN 9100-certificeret og arbejder systematisk med kvalitet, risikostyring og dokumentation, hvilket i stigende grad præger både udvikling og produktion. Virksomhedens hovedprodukt,

RQ-35 HEIDRUN, er en fuldt moduleret taktisk mini-UAV, hvor drift, vedligehold og logistik i høj grad baseres på moduludskiftning frem for komponentreparation. Systemet er teknologisk avanceret og kendetegnet ved høj robusthed over for GPS-udfald og jamming, bl.a. gennem alternativ navigation, dynamisk frekvensvalg, edge computing og AI-baseret databehandling ombord.

Store dele af systemets kompleksitet ligger i radio, antenner, software og signalbehandling, snarere end i klassisk mekanik.

De faglærte spiller en central rolle i produktion, test, softwareopsætning, flyvetest og vedligehold, og teknikerne gennemfører selv flyvetest efter samling. Sky-Watch udvikler hovedparten af softwaren in-house og tilpasser både brugerinterfaces og funktionalitet til kundespecifikke behov. Udviklingen går mod mere autonomi, større databehandling ombord og stadig højere krav til robusthed, dokumentation og systemforståelse.

Interviewet peger samlet på et kompetencebehov hos faglærte, der kombinerer klassisk elektronik og mekanik med radio/RF, softwareforståelse, systemtest og operationel forståelse.

AMU-relevante kompetencer (udledt af interviewet)

Dronesystemforståelse og modulbaseret vedligehold

Forståelse for dronen som samlet system, herunder modulopbygning, moduludskiftning, systemintegration og sammenhæng mellem luftfartøj, nyttelast, datalink og ground station.

Elektronik, radio og antennesystemer (RF)

Praktisk arbejde med radio, frekvensstyring, antenner (omnidirektionelle og patch), signalstyrke, støjforhold (dB) og robust kommunikation i miljøer med forstyrrelser og jamming.

Softwareopsætning, konfiguration og opdatering

Installation og konfiguration af software i både drone og ground station, kundetilpasning af brugerinterfaces samt håndtering af softwareopdateringer og versionsstyring.

Test, flyvetest og systemvalidering

Planlægning og gennemførelse af funktionstest og flyvetest efter samling, herunder verifikation af sensorer, navigation, datalink, failsafe-funktioner og samlet systemydelse.

Dokumentation, kvalitet og certificeringsforståelse

Arbejde efter strukturerede kvalitets- og dokumentationskrav (fx AS/EN 9100), herunder manualer, sporbarhed, ændringshåndtering og produktionsdisciplin i en reguleret, militær kontekst.

Komposit, CNC og 3D print

Arbejde med støbning af mindre emner i komposit, efterbearbejdning i CNC-maskiner og 3D print af mindre dele.

76. Thunderstrike

Om Thunderstrike

<https://thunderstrikeaviation.com/>

Thunderstrike Aviation er en amerikansk forsknings- og udviklingsvirksomhed etableret i 2021 med fokus på udvikling og kommercialisering af dronesystemer baseret på en egenudviklet og producentkontrolleret motorplatform.

Virksomhedens teknologiske udgangspunkt er en forbrændingsmotor (TSA-40), der adskiller sig fra konventionelle UAV-motorer ved at kunne anvende flere brændstoftyper, herunder biobrændstoffer, hydrogen og traditionelle flydende brændstoffer, inden for samme motorkonfiguration.



Thunderstrike har etableret europæisk hovedsæde og produktionsaktiviteter i Danmark ved Hans Christian Andersen Airport i Odense. De danske aktiviteter omfatter udvikling, test og serieproduktion af UAV-platforme.

Virksomhedens primære platform, Fantom MK2, findes i både fastvinge- og VTOL-konfigurationer og er udviklet til langvarige operationer med høj nyttelastkapacitet.

Produktionen er planlagt til et årligt output på omkring 200 systemer med mulighed for hurtig opskalering.

Thunderstrikes teknologi retter sig primært mod anvendelser som overvågning, inspektion og monitorering, hvor lang udholdenhed og driftsfleksibilitet er centrale tekniske krav.



Faktaboks Fantom MK2 (UAV)

Dimensioner:

- **Type:** Fastvinget UAV med VTOL
- **Vingefang:** ca. 5,0 m
- **Længde:** ca. 2,5 m
- **Højde:** ca. 1,0 m
- **Maks. startvægt (MTOW):** ca. 150 kg
- **Nyttelast:** op til ca. 45 kg

Fremdrift

- **Hovedmotor:** TSA-40 (ca. 40 hk, multi-fuel)
- **VTOL-system:** 4 × elektriske motorer

Ydeevne

- **Maks. hastighed:** ca. 220 km/t
- **Marchhastighed:** ca. 120 km/t
- **Maks. flyvehøjde:** ca. 12.000 ft
- **Flyvetid:** > 30 timer
- **Rækkevidde:** > 3.000 km

Interview Thunderstrike produktion (Det fulde interview findes i rapportens bilag):

Interviewet med Thunderstrike peger på, at faglærte får en central rolle i produktion, samling, test og klargøring af store droner, men inden for tydeligt definerede og producentstyrede rammer. Arbejdet organiseres i tværfaglige teams, der håndterer hele processen fra modtagelse af komponenter til slut test og levering, hvilket stiller krav om helhedsforståelse, dokumentation og kvalitetstækning.

For faglærte er de vigtigste kompetencer ikke specialiseret udvikling, men systematisk montage, integration og test af komplekse tekniske systemer. Det gælder især elektrisk samling, korrekt montering af hovedkomponenter, håndtering af boksløsninger samt forståelse for, hvornår komponenter udskiftes frem for reparerer. Fejlsøgning på systemniveau, forståelse af fejlkoder og deltagelse i slut test er centrale opgaver.

Der er behov for AMU-kompetencer inden for kvalitetssikring, sporbarhed og dokumentation, inspireret af luftfartsstandarder som AS/EN 9100. Kendskab til Lean, 5S, systematisk problemløsning (fx A3/CAPA) samt lager- og materialehåndtering er væsentligt, da produktionen adskiller sig fra klassisk produktionsindustri ved lav volumen og høj kompleksitet.

Inden for mekanik og materialer efterspørges basale færdigheder i komposit og epoxy, herunder arbejdsmiljø og sikkerhed. På IT- og dronesiden er der behov for kompetencer i softwareinstallation, konfiguration og kalibrering, men ikke egentlig softwareudvikling. Endelig vægtes arbejdssikkerhed, brandhåndtering og flysikkerhed på jorden højt, da arbejdet foregår i lufthavnsmiljø.

Sammenfatning:

De mest centrale for faglærte, der arbejder med samling, test og klargøring af større droner:

- 1. Systematisk montage og integration af komplekse tekniske systemer**
Evnen til at samle mekanik, elektronik og delsystemer efter detaljerede samlemanualer i en *end-to-end proces*, herunder korrekt montering, justering og funktionstest.
- 2. Kvalitetssikring, dokumentation og sporbarhed**
Kompetencer i at arbejde struktureret med dokumentation, logning, traceability og kvalitetstjek – inspireret af luftfartsstandarder (fx AS/EN 9100) og krav i militære leverancer.
- 3. Elektrisk samling, fejlsøgning og systemtest**
Praktisk kunnen i samling og udskiftning af elektriske komponenter, forståelse af fejlkoder samt deltagelse i slut test og klargøring før flyvetest – uden komponentreparation på lavt niveau.
- 4. Lean, 5S og systematisk problemløsning**
Arbejde efter Lean-principper i lavvolumen/høj-kompleks produktion, herunder 5S,

struktur i arbejdsprocesser samt metoder som A3 eller CAPA til fejlhåndtering og løbende forbedringer.

5. **Arbejdssikkerhed og flysikkerhed på jorden**

Kendskab til sikkerhed i lufthavnsmiljø, herunder brandhåndtering, førstehjælp, håndtering af energisystemer samt grundlæggende forståelse for flysikkerhed under test og klargøring.

Interview Thunderstrike Chief Pilot (Det fulde interview findes i rapportens bilag)

Thunderstrike er en nystartet dronevirksomhed med amerikansk ejer og ambition om at opbygge produktion og udvikling af større, benzindrevne UAV'er i Danmark. Virksomheden råder over 5.000 m² hangarfaciliteter og har pt. 7 ansatte, men forventer at vokse til ca. 80 medarbejdere. Dronerne vejer op til ca. 150 kg og udvikles fra prototype til test og produktion, understøttet af avancerede ground stations.

De faglærte – i dag primært flymekanikere – indgår tæt i montage, test, drift og senere service. Arbejdsopgaverne spænder fra komposit- og kulfiberarbejde over elektronik, lodning og systemtest til softwarekonfigurering og fejlfinding. Der er stigende behov for kompetencer inden for benzinmotorer, luftfartsinspireret vedligehold, RF- og antennteknik samt integration af sensorer som kameraer og LIDAR.

Udviklingen går mod mere autonomi og AI, herunder avancerede failsafe-funktioner og databehandling ombord på dronen.

Regulatorisk fylder SORA-dokumentation, kvalitet og sikkerhed meget, og der mangler teknisk stærke medarbejdere til dokumentation og systembeskrivelser. Rekruttering er en udfordring, og virksomheden rekrutterer allerede internationalt. Efteruddannelse bruges i dag begrænset, men forventes at blive et centralt behov i takt med skalering.

Kompetencebehov:

1. **Dronesystem- og systemintegrationsforståelse**

Faglærte skal kunne forstå dronen som et samlet system: samspillet mellem stel, fremdrift, elektronik, sensorer, software og ground station. Det gælder både under montage, test, fejlfinding og drift.

2. **Elektronik, kabling og systemtest på luftfartsniveau**

Klassisk elektronikarbejde kombineret med skærpede krav til lodning, kabel-/harness-opbygning, test af delsystemer og samlet system samt kvalitetssikring. Arbejdet ligger tæt på luftfartsstandarder og kræver systematik og dokumentation.

3. **Komposit- og mekanisk arbejde efter luftfartsstandarder**

Samling, reparation og mekanisk integration af kulfiber- og kompositdele. Forståelse for flysikkerhed, tolerancer og kvalitetskrav.

4. **Fremdrift, motorforståelse og vedligehold**

Viden om moderne benzinmotorer, deres drift, opdatering, renovering og service – inspireret af fly- og motorindustrien. På sigt også forståelse for nye motortyper, herunder jetmotorer.

5. **Dokumentation, regulering og sikkerhed (SORA)**

Evnen til at arbejde med teknisk dokumentation, systembeskrivelser, ændringsstyring og løbende overholdelse af SORA-krav. Kompetencen er kritisk både i forhold til myndigheder, militære kunder og kundernes egen efterlevelse – og der er i dag mangel på faglærte med denne profil.

77. Capra Robotics

Om Capra Robotics

<https://capra.ooo>

Capra Robotics er en dansk robotteknologivirksomhed fra Aarhus, som udvikler autonome mobile robotter til udendørs og industrielle miljøer. Virksomhedens robotplatforme kombinerer mekanik, elektriske drivlinjer, avancerede sensorer og autonom navigationssoftware, hvilket placerer dem i grænsefeltet mellem mobile robotter og UAS-teknologi.

Capras løsninger anvendes bl.a. til overvågning, inspektion, logistik og kritisk infrastruktur – opgaver der traditionelt ligger tæt på UAS-baserede funktioner. For faglærte teknikere betyder dette, at kompetencer inden for sensorintegration, databehandling, kalibrering, elektriske systemer og fejlfinding på autonome platforme bliver stadig mere efterspurgt.

Virksomheden arbejder med både LiDAR, radar, kameraer og GNSS-løsninger, som kræver samme systemforståelse som mange UAS-nyttelaster. Capra Robotics er dermed et relevant eksempel på, hvordan mobile robotter og UAS-teknologi konvergerer, og hvilke nye tværfaglige kompetencekrav der opstår for fremtidens teknikere.



Interview CAPRA (Det fulde interview er findes i rapportens bilag):

Capra Robotics peger på, at fremtidens faglærte i drone- og robotindustrien skal mestre tværfaglighed: evnen til at arbejde i krydsfeltet mellem mekanik, elektronik og software.

Batteriteknologi og energistyring er et af de største kompetencegabs, fordi der mangler kurser i BMS, sikkerhed og fejlfinding.

Mekanisk prototyping – især 3D-print, CNC og præcisionsmontage – er centralt i en udviklingsvirksomhed med højt tempo.

På elektroniksiden efterspørges kompetencer i printdesign, lodning, test og systematisk fejlfinding, herunder brug af diagnostiske værktøjer og grundlæggende Linux.

Faglærte skal kunne forstå og anvende API/SDK, konfigurere software og analysere logs fra komplekse systemer. Sensorintegration, kalibrering og basisforståelse af edge computing bliver stadig vigtigere.

Virksomheden ser et markant behov for medarbejdere, der kan teste og validere samspillet mellem mekanik, elektronik og software, da produkter bliver mere autonome.

Regler, kvalitet og dokumentation er en udfordring for mindre virksomheder, og faglærte med forståelse for CE, sikkerhed og procedurer efterspørges.

Samlet bevæger kompetencebehovet sig opad, og Danmark kan differentiere sig gennem specialiseret, tværfaglig teknisk arbejdskraft.

Faktaboks: BMS – Battery Management System

Battery Management System (BMS) er den elektronik, der styrer og overvåger en Li-ion/LiPo-batteripakke. Et BMS varetager følgende funktioner:

Cellebalancering: Holder spændingen ens mellem cellerne for at undgå overbelastning og for tidlig degradering.

Sikkerhedskredsløb: Beskytter mod over-/underspænding, overstrøm, kortslutning og overtemperatur.

Lade-/afladekontrol: Regulerer strøm og spænding for at sikre korrekt og sikker opladning.

Statusmåling: Beregner *State of Charge (SOC)* og *State of Health (SOH)* for at give realistisk information om kapacitet og levetid.

Nødfrakobling: Afkobler batteriet, hvis der registreres kritiske forhold.

Hvorfor det er vigtigt i droner:

Et stabilt BMS forlænger levetiden, øger sikkerheden og reducerer risikoen for brand, spændingsfald og pludseligt strømtab under drift – alle kritiske forhold i både UAV'er og UGV'er.

Faktaboks: API og SDK

API (Application Programming Interface)

Et API er et sæt kommandoer og regler, der giver software adgang til at styre og læse data fra et system – fx en drone, sensor eller nyttelast.

API'er bruges til at:

- hente telemetri (GPS, højde, batteri, fejl)
- sende styringskommandoer
- ændre opsætning og parametre
- integrere eksternt udstyr i dronens styresystem

API'et åbner døren ind til dronens funktioner.

SDK (Software Development Kit)

Et SDK er en udviklingsværktøjskasse, der gør det nemmere at bygge software oven på et dronesystem.

Et SDK indeholder typisk:

- biblioteker og færdige kodefunktioner
- testværktøjer og emulatorer
- dokumentation og eksempler
- direkte adgang til API'et

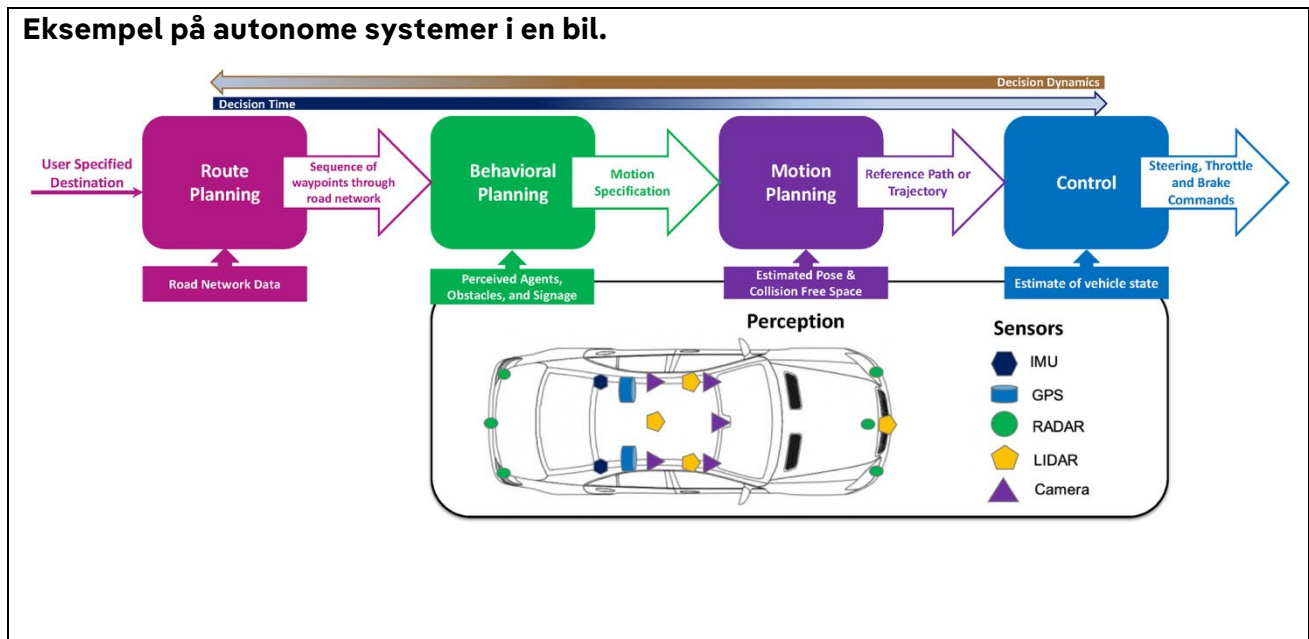
SDK'et gør det hurtigt at udvikle apps, mission planning, sensorintegration og autonomifunktioner.

Faktaboks: Autonome systemer

Et autonomt system er et system, der selv kan opfatte, beslutte og handle uden løbende menneskelig styring. I drone- og robotteknologi betyder det, at systemet kan:

- Navigere efter en planlagt rute
- Undgå forhindringer via kamera, LIDAR eller radar
- Justere hastighed og bevægelse efter omgivelserne
- Udføre nødprocedurer (failsafe, nødstop, nødlanding)
- Optimere opgaven undervejs, fx kun gemme relevante data
- Autonomi kræver samspil mellem sensorer, software/AI, regler/failsafes og drivlinje/styring.

De fleste droner og UGV'er i dag er delvist autonome – de kan løse opgaver selv, men kræver overvågning af en operatør.



Kompetencebehov:

1. Tværgående systemforståelse

Faglærte skal kunne arbejde med og fejlfinde samspillet mellem mekanik, elektronik og software i integrerede robotsystemer, særligt i prototype- og testmiljøer.

2. Batteriteknologi og energistyring

Kompetencer i Li-ion-sikkerhed, BMS, energistyring, kapacitetsvurdering samt test og lodning af batteripakker er et udtalt kompetencebehov.

3. Elektrisk montage og systemtest

Praktisk kunnen i elektrisk opbygning, komponentudskiftning, fejlfinding og systematisk test af komplekse systemer.

4. Sensorintegration og kalibrering

Faglærte skal kunne integrere, montere og kalibrere sensorer samt have en basal forståelse for datalogning og sensoroutput.

5. Softwarekonfiguration og diagnostik

Evnen til at installere og opdatere firmware, konfigurere systemsoftware og anvende logfiler og diagnostiske værktøjer, herunder grundlæggende forståelse af Linux-baserede embedded systemer.

78. Terma

Om Terma

<https://www.terma.com>

Terma er en dansk højteknologisk virksomhed med speciale i forsvars-, rum- og luftfartsteknologi. Virksomheden udvikler og producerer avancerede systemer inden for radar, sensorer, selvbeskyttelse, kommando- og kontrolsystemer samt mission kritisk elektronik. Terma har en stærk position inden for både militære og dual-use løsninger og leverer teknologi til internationale kunder, herunder NATO-lande, flyproducenter og systemintegratorer.

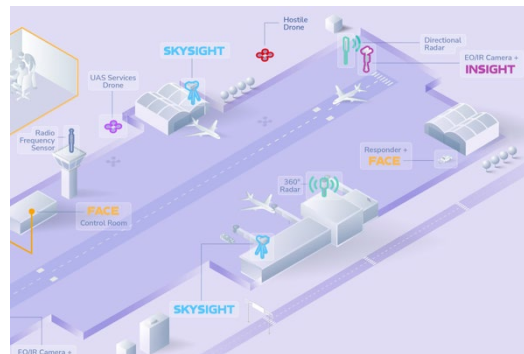
På droneområdet arbejder Terma bl.a. med sensorer, radar, systemintegration og Counter-UAS-relaterede teknologier, hvor der stilles høje krav til sikkerhed, dokumentation og driftssikkerhed. Virksomheden beskæftiger en bred vifte af faglærte, teknikere og ingeniører og arbejder efter luftfarts- og forsvarsstandarder med fokus på kvalitet, certificering og lang levetid.



OSL C-UAS er et avanceret, modulært Counter-UAS-system udviklet og leveret i samarbejde med OSL Technology, som er systemets teknologiske ophav og specialiserede C-UAS-leverandør. OSL C-UAS er designet til detektering, klassifikation, sporing og håndtering af uautoriserede droner gennem en flerlaget sensorsammensætning.

Systemet kombinerer radar, RF-detektion (radiofrekvens), elektro-optiske/IR-sensorer samt avanceret kommando- og kontrolsoftware (C2) i ét integreret system med fuld sensorfusion. Løsningen er skalerbar og kan konfigureres til både stationære, mobile og deployerbare installationer afhængigt af trusselsbillede og beskyttelsesbehov. Fokus er på ikke-kinetiske og proportionale modforanstaltninger, hvilket gør systemet velegnet til både militær og civil anvendelse i fredstid.

OSL C-UAS anvendes typisk til beskyttelse af kritisk infrastruktur, militære installationer,



<p>lufthavne, havne, energianlæg og større events, hvor krav til sikkerhed, lovmedholdelighed og dokumentation er høje. Terma bidrager med systemintegration, militær standardisering, dokumentation og levetidsunderstøttelse, mens OSL Technology leverer den underliggende C-UAS-kerne, herunder sensorteknologi, trusselsklassifikation og beslutningsstøtte.</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Interview Terma (Det fulde interview er findes i rapportens bilag):

Terma er en veletableret dansk forsvars- og rumteknologisk virksomhed, som i de seneste år har udviklet sig fra en primært ingeniørtung test- og udviklingsorganisation til også at være en egentlig produktionsvirksomhed.

Virksomheden beskæftiger i dag et betydeligt antal faglærte, primært elektronikfagteknikere, som indgår centralt i både produktion, test, kvalitetssikring og i samarbejde med ingeniører om produktudvikling. Terma uddanner selv lærlinge og peger på, at denne indsats er afgørende for at kunne dække virksomhedens nuværende og fremtidige kompetencebehov.

På drone- og C-UAS-området arbejder Terma med udvikling af avancerede dronedetektionsradarer, herunder 3D-radar, rettet mod mange, små og lavtflyvende mål. Udviklingen drives i høj grad af behovet for bedre signalbehandling, sensorintegration og brug af AI til klassifikation og prioritering af trusler. Selve radarhardwaren er relativt velkendt, mens den teknologiske kompleksitet i stigende grad ligger i højfrekvent elektronik, data- og signalbehandling samt software.

Terma arbejder ikke med fysisk nedtagning af droner, men deres systemer kan integreres med kameraer og eksterne midler til nedtagning.

De faglærte anvendes på et teknisk højt niveau og deltager aktivt i test, kalibrering, validering og fejlsøgning af radar- og sensorsystemer – ofte i tæt samarbejde med ingeniører. Der er en markant mangel på kompetencer inden for højfrekvens- og mikrobølgeteknik (HF/RF), herunder instrumentkendskab over 9 GHz, hvilket allerede i dag udgør en flaskehals for udvikling og produktion. Samtidig stiller forsvarsleverancer høje krav til sikkerhedsgodkendelse, ESD-disciplin, dokumentation og sporbarhed.

Terma peger på et stigende behov for faglærte med bredere, tværgående kompetencer – såkaldte hybridprofiler – der kan arbejde på tværs af elektronik, systemforståelse, softwareopsætning og test. Udviklingen mod mobile og deployerbare C-UAS-løsninger forventes yderligere at øge behovet for faglærte med stærke praktiske og analytiske kompetencer, som kan omsætte avanceret teknologi til stabil drift og kvalitetssikret produktion.

De 5 væsentligste AMU-relevante kompetencer (udledt af interviewet)

1. **Højfrekvent elektronik og radarteologi (HF/RF)**

Praktisk arbejde med højfrekvente kredsløb, mikrobølge- og radarsystemer, herunder fejlsøgning, måleteknik, spektrumanalyse og sikker håndtering af RF-udstyr. Dette område udgør et dokumenteret kompetencegab.

2. **Test, kalibrering og kvalitetssikring af komplekse elektroniske systemer**

Kompetencer i systematisk test og validering af radar- og sensorsystemer, både på delkomponent- og systemniveau, med fokus på sporbarhed, dokumentation og samarbejde med ingeniører.

3. **Systemforståelse og sensorintegration**

Helhedsforståelse af C-UAS- og dronesystemer, herunder samspil mellem radar, sensorer, software og operatørsystemer. Evne til at forstå systemarkitektur og identificere fejl og begrænsninger.

4. **Softwareopsætning og signalbehandling i tekniske systemer**

Installation og konfiguration af software i udstyr og testmiljøer, forståelse for sammenhængen mellem hardware, software og signalbehandling samt arbejde med mere avancerede, programmerbare komponenter.

5. **Regler, sikkerhed og produktionsdisciplin i forsvars- og luftfartsnære systemer**

Kendskab til sikkerhedsgodkendelse, ESD-krav, relevante standarder (fx loddestandarder), dokumentationskrav og arbejdsgange i en reguleret og sikkerhedskritisk kontekst.

ESD (Electrostatic Discharge) er ukontrolleret afladning af statisk elektricitet, som kan beskadige eller svække elektroniske komponenter. Skaderne er ofte usynlige og kan først vise sig som fejl senere i driften. ESD forebygges gennem korrekt jordforbindelse af personer, ESD-sikrede arbejdspladser og korrekt håndtering af komponenter. ESD-disciplin handler om konsekvent adfærd, procedurer og orden i arbejdsmiljøet. ESD er særligt kritisk i luftfart, forsvar, radar- og dronesystemer, hvor selv små fejl kan få alvorlige konsekvenser.

79. TUCO Group

Om TUCO Group

Virksomheden TUCO Yard

TUCO Yard er værfts- og produktionsdelen af TUCO Marine Group og specialiserer sig i design og bygning af højhastighedsfartøjer i avancerede kompositmaterialer. Virksomheden producerer primært professionelle arbejds- og patruljebåde til



<p>blandt andet offshore-industrien, redningstjenester, forsvar og myndigheder. Et centralt kendetegn ved TUCOs fartøjer er brugen af letvægtskonstruktioner i fiberforstærkede kompositmaterialer, hvilket giver en kombination af lav vægt, høj styrke og gode sejladse- og accelerations-egenskaber.</p> <p>Produktionen foregår i Danmark og omfatter både design, konstruktion, prototypebygning og serieproduktion. TUCO arbejder typisk i projekter, hvor fartøjer udvikles i tæt samarbejde med kunderne, så skrog, fremdrift og udstyr kan tilpasses konkrete operationelle behov.</p> <p>Virksomheden har gennem en årrække opbygget kompetencer inden for hurtig udvikling og industrialisering af specialfartøjer, herunder integration af avanceret navigation, kommunikation og sensorudstyr.</p>	
<p>ProZero er et hurtigtgående arbejdsfartøj udviklet og produceret af TUCO Yard. Fartøjet er opbygget i fiberforstærkede kompositmaterialer, hvilket giver en kombination af lav vægt, høj strukturel styrke og god korrosionsbestandighed. Skroget er designet til stabile sejlegenskaber ved høj fart og til operationer i krævende maritime miljøer.</p> <p>Den lette kompositkonstruktion bidrager samtidig til høj energieffektivitet og gode manøvreegenskaber. Platformen er modulært opbygget, hvilket gør det muligt at tilpasse fartøjets layout og installationer til forskellige operationelle behov.</p> <p>Fremdriften sker typisk ved hjælp af højtydende dieselmotorer koblet til vandjet- eller propelbaserede fremdriftssystemer. Denne kombination giver høj acceleration, høj topfart og stor manøvreedygtighed. Energisystemet omfatter</p>	

<p>brændstofs-systemer samt elektriske installationer til drift af fartøjets navigationsudstyr, sensorer og øvrige tekniske systemer.</p> <p>ProZero kan udstyres med moderne navigations- og kontrolsystemer, herunder GPS-baseret navigation, autopilot, radar og AIS. Systemerne kan integreres med fjernstyring eller autonome funktioner, hvilket gør det muligt at operere fartøjet fra en landbaseret kontrolstation eller lade det følge forud programmerede ruter.</p> <p>Platformen er desuden designet til at kunne bære forskellige typer nyttelast afhængigt af opgaven. Det kan f.eks. være elektrooptiske kameraer, radar, sonar eller andre sensorer til overvågning, inspektion og dataindsamling. Den modulære konstruktion gør det muligt at konfigurere fartøjet til forskellige maritime missioner og tekniske installationer.</p>	
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Interview TUCO (Det fulde interview er findes i rapportens bilag):

Tuco Group arbejder med udvikling og produktion af fartøjer, herunder også ubemandede systemer. Virksomheden beskæftiger en række faglærte og tekniske specialister, herunder bådebyggere, kompositoperatører, mediegrafikere, skibsteknikere og tekniske designere.

Ifølge virksomheden dækker den nuværende medarbejderstab i vid udstrækning de kompetencebehov, der er i relation til udvikling og produktion af ubemandede fartøjer. De faglærte medarbejdere arbejder primært med de samme teknologier og materialer, som også anvendes i bemandede fartøjer, særligt inden for komposit, konstruktion og skibsrelaterede systemer. På dette område vurderes der derfor ikke at være væsentlige nye kompetencebehov specifikt knyttet til ubemandede systemer.

Den væsentligste forskel mellem bemandede og ubemandede fartøjer ligger ifølge virksomheden i integrationen af fjernstyring i systemer, der traditionelt er designet til manuel betjening. Denne opgave knytter sig primært til softwareudvikling og programmering og vurderes ikke at ligge på faglært niveau.

Virksomheden peger dog på, at der i visse tilfælde kan være behov for mere specialiserede automatikkompetencer på et højt niveau. Derudover fremhæves et generelt potentiale for bedre brobygning mellem den maritime industri og robotområdet, særligt i relation til udviklingen af ubemandede systemer.

Samlet set vurderer Tuco Group, at de eksisterende faglærte kompetencer i høj grad kan anvendes direkte i arbejdet med ubemandede fartøjer, og at de væsentligste nye kompetencebehov primært ligger inden for software og avanceret systemintegration, som ikke udføres af faglærte.

80. Almexa

Om Almexa

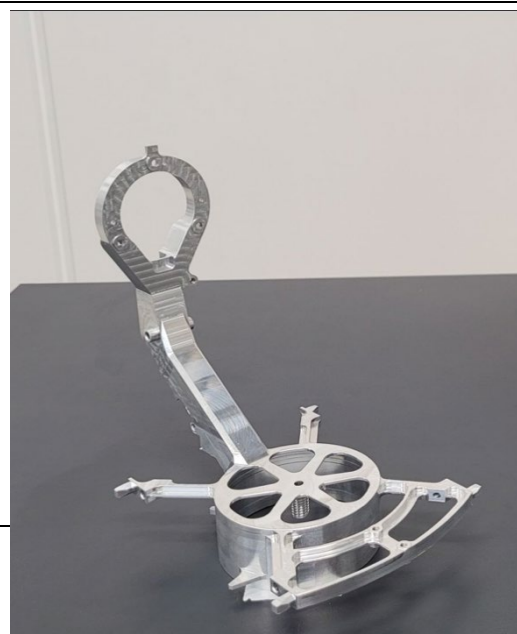
Virksomheden Almexa

Almexa A/S er en dansk produktionsvirksomhed med speciale i præcisionsbearbejdning af aluminiumskomponenter til højteknologiske industrier. Virksomheden leverer komponenter til blandt andet rumfarts-, forsvars-, robot- og undervandsindustrien, hvor der stilles meget høje krav til præcision, kvalitet og dokumentation. Produktionen er baseret på avanceret CNC-bearbejdning, hvor Almexa har specialiseret sig i komplekse komponenter med snævre tolerancer.

Virksomheden fungerer primært som teknologisk underleverandør i større industrielle værdikæder, hvor komponenterne indgår i avancerede systemer, herunder autonome og ubemandede platforme. Almexa har base i Ryslinge på Fyn og beskæftiger omkring 25-30 medarbejdere.

Almexa producerer avancerede aluminiumskomponenter, der indgår som strukturelle og mekaniske dele i højteknologiske systemer. Produkterne fremstilles primært ved præcisions-CNC-bearbejdning og kan omfatte komplekse emner til f.eks. satellitter, robotter, forsvarssystemer og undervandsteknologi.

Komponenterne er kendetegnet ved meget snævre tolerancer, høj overfladekvalitet og omfattende kvalitetskontrol. Produktionen spænder fra prototyper og mindre serier til specialiserede komponenter til industrielle



<p>systemer. Almexa arbejder udelukkende med aluminium og har derfor opbygget en særlig specialisering i materialets egenskaber, bearbejdning og efterbehandling.</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Interview Almexa (Det fulde interview er findes i rapportens bilag):

Interviewet med Almexa viser en virksomhed, der opererer i den højteknologiske del af værdikæden omkring autonome systemer, herunder komponenter til undervandsdroner og tilhørende udstyr. Virksomheden leverer primært præcisionsbearbejdede aluminiumskomponenter til blandt andet forsvars-, satellit- og undervandsindustrien.

Produktionen er kendetegnet ved meget høje krav til kvalitet, sporbarhed og dokumentation. Almexas konkurrenceevne ligger især i evnen til at levere mekaniske komponenter med meget snævre tolerancer og dokumenteret proceskvalitet.

Virksomheden er i kraftig vækst og har i dag omkring 30 medarbejdere, hvoraf hovedparten af de faglærte er industriteknikere. En stor del af kvalitetssikringen varetages i dag af ufaglærte medarbejdere, hvilket kræver betydelig intern oplæring. Almexa arbejder derfor målrettet med at opbygge interne systemer til kompetencestyring og dokumentation af medarbejdernes kvalifikationer.

Produktionen er baseret på avanceret CNC-bearbejdning, herunder 5-aksede maskiner, industrirobotter og CAM-programmering. Virksomheden anvender blandt andet CAM-systemet ESPRIT til programmering og simulering af bearbejdningsprocesser. Dette system indgår typisk ikke i undervisningen på erhvervsskolerne, hvilket skaber et kompetencegab mellem uddannelserne og virksomhedens behov.

Interviewet peger samtidig på stigende krav til standardisering, processtyring og dokumentation, især i samarbejdet med kunder inden for forsvars- og rumindustrien. Arbejdet kræver derfor ikke alene tekniske kompetencer inden for bearbejdning, men også en systematisk tilgang til kvalitet, sporbarhed og procedurer.

Virksomheden oplever generelt mangel på dygtige industriteknikere med erfaring i avanceret CNC-bearbejdning og CAM-programmering. Samtidig arbejder Almexa med øget automatisering for at kunne øge produktionskapaciteten og imødekomme efterspørgslen fra kunder i de højteknologiske industrier.

De 5 væsentligste AMU-relevante kompetencer (udledt af interviewet)

1. Avanceret CNC-bearbejdning (særligt 5-akset fræsning)

Faglærte skal kunne arbejde med præcisionsbearbejdning af aluminiumskomponenter med meget snævre tolerancer.

2. **CAM-programmering og procesoptimering (fx ESPRIT)**

Kompetencer i avancerede CAM-systemer til programmering, simulering og optimering af CNC-processer.

3. **Tegningsforståelse og produktionsteknisk forståelse**

Evne til at læse og omsætte tekniske tegninger til produktion samt forstå materialer, tolerancer og bearbejdningsstrategier.

4. **Kvalitetsstyring, dokumentation og sporbarhed**

Kompetencer i systematisk kvalitetsarbejde, procesbeskrivelser, måleteknik og dokumentation, som kræves i forsvars- og rumindustrien.

5. **Automatisering og integration af robotteknologi i produktionen**

Forståelse for brug af industrirobotter og automatiserede produktionsprocesser i forbindelse med CNC-bearbejdning.

Afsnit 7 Beskæftigelse i droneindustrien

81. Virksomheder

Droneindustrien dækker både over virksomheder der alene arbejder med droner og virksomheder der leverer komponenter til droneindustrien, herunder det udstyr i form af sensorerne, radar og kameraer, som dronerne transportere. Droneindustrien er organiseret i robotindustrien, hvor der i alt er 605 virksomheder i Danmark. 25% af virksomhederne er etableret siden 2020.

82. Medarbejdere

Droneområdet er i dag en umoden branche, der på mange måder minder om de tidlige faser i it-industrien, hvor langt hovedparten af opgaver – også de praktisk orienterede – udføres af ingeniører og ph.d.-uddannede. I takt med at teknologien modnes, og udviklingen bevæger sig fra prototype og projektfase til egentlig produktion og drift, forventes en stigende efterspørgsel på faglærte teknikere, som kan varetage service, montage, vedligehold og systemintegration. Denne udvikling forventes yderligere accelereret af den aktuelle sikkerhedspolitiske situation, hvor behovet for både civil og militær dronekapacitet vokser hurtigt. Der foreligger ikke specifikke tal for antal ansatte i droneindustrien, men der 19.500 ansat i robotindustrien.

Afsnit 8. Erhvervsskolernes forudsætninger

Der har på Uddannelsesseminaret 4. marts været gennemført en drøftelse med ZBC om mulighederne for at udbyde AMU-kurser inden for droneområdet, drøftelserne har været fuldt op på et møde med ZBC 13. marts, hvor det er aftalt at forsætte drøftelserne om et bredere samarbejde. Formålet har været at vurdere skolernes lærerkompetencer, erfaring, udstyr og potentiale for at kunne varetage uddannelsesdækningen.

ZBC kan god løfte opgaven i forhold til de identificerede kurser. Der vil dog være et behov for udvikling af undervisningsmaterialer og kompetenceudvikling af lærerne. På uddannelsesseminaret blev mulighederne for at få undervisningsmaterialer fra virksomhederne drøftet og Sky-Watch ville gerne drøfte muligheder. Se yderligere nedenfor.

ZBC, der har godkendelsen til FKB 2252 Elektronik- og svagstrømstekniske området. Men det er blevet besluttet at der skal laves et bundet 1,5 uges Dronefag til elektronikfagteknikeruddannelsen. Så alle 4 skoler der er godkendt til erhvervsuddannelsen, er relevante i forhold til et fremtidigt samarbejde.

Skole	Uddannelsesleder
ZBC	Mikkel Steenberg, områdeleder Tlf. 4172 1382 mste@zbc.dk
AARHUS TECH	Morten Steen Møller Jensen, uddannelsesleder Tlf. 6198 7366 mmj@aarhustech.dk
Mercantec	Mette Elisabeth Gaml Sørensen, uddannelsesleder Tlf. 2090 0484 meso@mercantec.dk
EUC Syd	Lilly Friis Nielsen Uddannelsesleder lfn@eucsyd.dk 51314829/74124364

Resultaterne fra fase 2 dokumenteres i et statusnotat, som indeholder en udbygget beskrivelse af branchens efteruddannelsesbehov, opdelt i arbejdsfunktioner og relaterede arbejdsprocesser. Notatet skal desuden indeholde udkast til nye AMU-kurser (arbejdstitel, varighed, målpinde og målgruppebeskrivelse) samt et kvalificeret estimat over størrelsen af målgruppen for drone-efteruddannelse via AMU.

Afsnit 9 Uddannelsesdag om droneteknologi og efteruddannelse

83. Uddannelsesdag afholdt på Syddansk Erhvervsskole i Odense, 4. marts 2026

Som led i analysen af efteruddannelsesbehov inden for droneområdet blev der den 4. marts 2026 afholdt en uddannelsesdag på Syddansk Erhvervsskole i Odense. Dagen samlede repræsentanter fra droneindustrien, Forsvaret, erhvervsskoler samt organisationer tilknyttet Metalindustriens Uddannelsesudvalg.

Formålet med dagen var at kvalificere resultaterne fra den igangværende droneanalyse og samtidig "trykteste" udkast til nye AMU-kurser. Ambitionen var at få direkte feedback fra de personer, der til daglig arbejder med droner i undervisning, udvikling, drift og vedligehold, og dermed sikre at de foreslåede uddannelsesstilbud rammer branchens reelle kompetencebehov.

Dagen indledtes med en præsentation af hovedresultaterne fra droneanalysen, herunder udviklingstendenser i branchen, teknologiske drivere samt de faglærte funktioner, der forventes at få stigende betydning i takt med at droneanvendelsen vokser i både civile og militære sammenhænge. Derefter blev der præsenteret et udkast til en række nye efteruddannelseskurser målrettet faglærte teknikere.

Efter oplæggene arbejdede deltagerne i grupper med at vurdere læringsmål, indhold, undervisningsformer og prøveformer i de foreslåede kurser. Drøftelserne tog udgangspunkt i konkrete erfaringer fra virksomheder, Forsvaret og undervisningsmiljøerne og havde særligt fokus på, hvordan undervisningen kan gøres praksisnær og relevant for teknikere, der arbejder med drift, service og fejlfinding på dronesystemer.

Uddannelsesdagen blev afsluttet med en præsentation og dialog om et nyt obligatorisk dronemodul på elektronikfagteknikeruddannelsen samt en fælles opsamling på de vigtigste pointer fra dagen.

I alt deltog 34 personer i arrangementet, og 26 deltagere besvarede efterfølgende en evaluering. Uddannelsesdagen som helhed blev vurderet til 4,2 på en skala fra 1 til 5, hvilket indikerer en generelt høj tilfredshed blandt deltagerne. Evalueringen viser samtidig, at deltagerne vurderede både præsentationen af analysens resultater og arbejdet med de nye kursusforslag positivt.

En væsentlig effekt af dagen var desuden, at der blev etableret dialog og netværk på tværs af Forsvaret, virksomheder og uddannelsesinstitutioner. Dette vurderes som et vigtigt fundament for det videre arbejde med udvikling og implementering af efteruddannelse på droneområdet.

84. Centrale opmærksomhedspunkter fra seminaret

På baggrund af oplæg, gruppedrøftelser og efterfølgende evalueringer kan følgende centrale opmærksomhedspunkter identificeres:

1. Kurserne skal være praksisnære

Der var bred enighed om, at undervisningen skal være værkstedsnær og hands-on. Deltagerne fremhævede betydningen af, at kursister arbejder direkte med udstyr, komponenter og fejlscenarier frem for primært teoretisk undervisning.

3. Varighed og niveau

Flere deltagere pegede på, at kurserne bør have en varighed på omkring 5 dage for at give tilstrækkelig teknisk dybde. Samtidig blev det foreslået at opbygge kurserne i niveau 1 og niveau 2, så der både kan tilbydes introducerende og mere avancerede forløb.

4. Kompetencer til vedligehold i felten

Forsvarets repræsentanter fremhævede behovet for, at brugere og teknikere kan udføre basisvedligehold og komponentudskiftning i felten, fx udskiftning af printkort, motorer og andre centrale komponenter.

5. Sammenhæng mellem Forsvar og industri

Der blev peget på en potentiel gevinst ved at samle kursister fra både Forsvaret og industrien på samme hold. Dette kan styrke erfaringsudveksling og videndeling mellem de to miljøer.

6. Adgang til udstyr

Et gennemgående tema var behovet for adgang til relevant droneudstyr til undervisningen. Der blev peget på muligheder for donation eller udlån af udstyr fra virksomheder og Forsvaret samt mulighed for at gennemføre undervisning i værksteder hos industrien.

7. Opdatering af kursusindhold

Droneteknologien udvikler sig hurtigt, og der var derfor enighed om, at kursusindholdet skal opdateres løbende, både teknisk og regulatorisk.

8. Konkrete faglige emner til kurserne

Deltagerne pegede blandt andet på følgende tekniske emner som relevante:

- Fejlfinding på BMS-systemer (Battery Management Systems)
- EMC og elektromagnetisk støj
- Droners drift i krævende miljøer (salt, sand, tryk, partikler)
- Alternative fremdriftsformer som fx raketter
- Systemforståelse og integration af sensorer og nyttelast

9. Lærerkompetencer

Flere skoler vurderede, at de i princippet kan udbyde kurserne, men at der er behov for opkvalificering af undervisere samt etablering af faglige netværk mellem skoler og industrien.

10. Samspil med erhvervsuddannelserne

Der blev peget på et potentiale i at koble efteruddannelsen tættere til erhvervsuddannelserne – særligt elektronikfagtekniker- og automatikteknikeruddannelserne – fx gennem valgfag eller specialiserede moduler.

11. Samarbejde om undervisningsmaterialer

Sky-Watch var villig til at drøfte mulighederne for at skolerne kunne få eller købe dronedele hos dem.

85. Program



Uddannelsesdag for Droneindustrien

Tid: 4. marts 2026 kl. 09.30 – 15.00

Sted: Syddansk Erhvervsskole, Petersmindevej 1F, 5000 Odense C, i auditoriet ved hovedindgangen i bygning 1F (spørg evt. om vej i receptionen)

Formålet med dagen er at kvalificere resultaterne fra vores igangværende droneanalyse samt trykteste vores skitser til nye kurser i form af en fleksibel Droneteknikeruddannelse – sammen med jer, der til daglig står med teknikken i hænderne og lærlingene i værkstederne.

Program

09.30 – 10.00	Morgenkaffe og rundstykker
10.00 – 10.10	Velkomst (v/ Morten Møldrup, Industriens Uddannelser)
10.00 – 11.00	Præsentation af droneanalysen (v/ Lars Kunov, KunovConsult)
11.00 – 11.30	Præsentation af nye efteruddannelseskurser og vores bud på en "Droneteknikeruddannelse" (v/ Morten Møldrup, Industriens Uddannelser) Gruppetrøftelser: <ul style="list-style-type: none">• Rammer læringsmålene og indholdet rigtigt?• Har vi overset centrale kompetencebehov?• Undervisningsform – hvordan sikrer vi, at undervisningen bliver praktisk og værkstedsnær?• Prøveformer – hvordan bør kursister bedømmes?
12.30 – 13.15	Frokost
13.15 – 14.00	Fortsat drøftelse og fælles opsamling
14.00 – 15.00	Præsentation og dialog om nyt obligatorisk dronefag i uddannelsen til elektronikfagtekniker (v/ Henrik Deleuran, Industriens Uddannelser).
15.00	Tak for i dag

Tilmelding senest 2. marts til uddannelseskonsulent Morten Møldrup på mail: mom@iu.dk eller mobil: 20894815.

Side

Du er meget velkommen til at invitere en kollega med – fx en der til daglig arbejder med uddannelse, træning og oplæring af teknikere og lærlinge.

86. Deltagerliste til uddannelsesdag d. 4 marts2026

Navn	Virksomhed/organisation/skole	Titel og jobfunktion
Jesper Stilling Julius	Terma A/S	Technician, Electronics, Test Production
Martin Uno Mogensen	SkyWatch	
Jan Harm Boer	Weibel Radars	XENTA Demo Manager
Johnny Dalgaard	ViSikrer	Partner
Johnny Lundtoft	BOSTON	Business Unit Director
Magnus Kaufmann Ahasverusen	BOSTON	
Oscar Holm Thomsen	Odense Robotics	Project Manager
Claes Wollesen	Odense Robotics	Business Development Manager UAS & C-UAS
Nicolai Martinu	Forsvarets Dronecenter	Chef for Uddannelsesafdelingen, Forsvarets Dronecenter
Stine Petersen	Forsvaret, Bemandings- og Planlægningssektionen	Ansættelses- og lærlingekoordinator
Bjarne Fries Jensen	Forsvaret	Major, Chef for Uddannelses- og Programsektionen
Ib Wittenhoff Haubo	Forsvarets Vedligeholdelsestjeneste Drift, Uddannelses- og Programsektionen	Uddannelseskoordinator
Johnny Skoven	FVT	Seniorsergent, Assisterende Værkstedsleder
Thommy Thøgersen	FVT	
Thomas Michael Jensen	4. Eskadre, Center for våben	Leder AAW VBC.
Christoffer Rasmussen	FVT	
Marianne Ørup	Forsvaret, Personelkommandoen, Center for Tiltrækning og Uddannelse	Afdelingsleder-4, Uddannelseskonsulent, Uddannelsessektionen
Tina Sloth	Forsvaret, Assisterende Værkstedsleder Sensor- & Optronikværkstedet	FVT, Vedligeholdelsesområde Frederikshavn, Byg.66
Jacob Petersen	Forsvaret, Assisterende Værkstedsleder Sensor- & Optronikværkstedet	FVT, Vedligeholdelsesområde Frederikshavn, Byg.67
Jacob Holm Henriksen (afbud)	Forsvarets Dronecenter, Uddannelsesafdelingen	Orlogskaptajn, Næstkommanderende Uddannelsesafdelingen
Johan Gad (afbud)	FMI, Forsvarsministeriets Materiel- og Indkøbsstyrelse	Chef for UAS i den luftmilitære division i FMI
Troels Lund	Forsvaret, FMI	

Michael Pedersen (afbud)	FMI, Forsvarsministeriets Materiel- og Indkøbsstyrelse, Division for luftsystemer	Ansvar for driften, teknikken og logistikken for forsvarets militært anvendte droner.
René Damm	EUC Syd	Faglærer
Nazar El-Zoukhairi	EUC Syd	Faglærer
Martin Kruse Vestergaard	Mercantec	Faglærer
Morten Bejstrup	Aarhus Tech	Faglærer
Kim Spanggård Troelsen	Aarhus Tech	Faglærer
Mikkel Steenberg	ZBC	Områdeleder
Jan Bagge	ZBC	Udviklingsdirektør
Morten Hansen Suhr	ZBC	Uddannelsesleder
Steve Jørgensen	ZBC	Teamleder
Line Goul Stoffer	Videnscenter for Automation og Teknologi	Videncenterchef
Michael Boas Pedersen (afbud)	DI, Erhvervs- og arbejdsmarkedsuddannelser	Chefkonsulent
Erling Jensen	Dansk Metal, Uddannelses- og IKT-Sekretariatet	Faglig Sekretær
Patrick Alexander Liebgott	DI Droner – en del af Dansk Industri	Sekretariatschef
Torben Andresen Lindhardt	Dansk Metal, Uddannelses- og IKT-Sekretariatet	Faglig Sekretær
Morten Møldrup	Industriens Uddannelser (IU)	Uddannelseskonsulent
Henrik Deleuran	Industriens Uddannelser (IU)	Uddannelseskonsulent
Lars Kunov	Kunov Consult	Indehaver

Præsentationerne fra seminaret er vedlagt som bilag.

Afsnit 10. Sammenfatning, konklusioner og anbefalinger

87. Sammenfatning af kompetencebehov inden for de enkelte faggrupper

På baggrund af desk research og interviews med virksomheder og eksperter er nedenstående faglærte kompetencer udledt. Kompetencerne er udledt i forhold til relevante faglige uddannelser inden for metalindustrien. I droneindustrien arbejder mange forskellige fagligheder og faggrænserne er flydende.

De udledte kompetencer er **ikke** udtryk for en vurdering af, hvor der er et kompetencegab i forhold til de nuværende uddannelser. Der er heller ikke taget stilling til i hvilket omfang, de allerede er dækket af kurser.

Oversigten skal ses i sammenhæng med forslaget til nye AMU-kurser, hvor de væsentligste kompetencer er samlet i et kursusudbud, der er målrettet elektronikfagteknikere, men kan bruges bredt af faglærte i droneindustrien.

Eletronikfagtekniker	<p>Strøm og energisystemer</p> <ul style="list-style-type: none">• Håndtere og servicere batteripakker (Li-ion / LiPo), herunder Battery Management System-diagnostik (BMS), cellebalancering og sikker opladning.• Vedligeholde og teste strømforsyninger, højvolts-systemer og redundante strømforsyningsløsninger.• Fejlsøge og udskifte PDB'er (power distribution boards), batterikabler og strømrelaterede forbindelser.• Udføre batteritest og forebyggende strømrelateret vedligehold. <p>Elektronik og indlejret systemudvikling (embedded)</p> <ul style="list-style-type: none">• Fejlsøge, reparere og udskifte printkort; lodde/om lodde komponenter og vurdere komponentvalg og layout.• Indlæse, validere og rulle firmware/bootloader-opdateringer ud med versionsstyring og rollback-procedurer.• Sikre ESD-sikker håndtering (ElectroStatic Discharge), dokumentation og moduludskiftninger efter gældende procedurer. <p>Motorstyring, fremdrift og effektstyring</p> <ul style="list-style-type: none">• Fejlsøge og reparere ESC'er (electronic speed controllers) og relaterede fremdriftskomponenter.• Monitorere og analysere realtidsdata fra fremdriftssystemer for performance og fejlindikatorer.
----------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Kommunikation, databusser og interfaces

- Arbejde med relevante databusser og protokoller fx: CAN, UART, I²C, SPI, Ethernet/IP og USB.
- Integrere, konfigurere og fejlfinde kommunikationsmoduler (Wi-Fi, 5/6 GHz radio, telemetri) og sikre robust streaming af video/telemetri.
- Teste failsafe-funktioner (Return-to-Home, geofencing) og sikre korrekt funktion af redundante kommunikationsveje.

RF / HF og elektronisk krigsførelse

- Teste og vedligeholde RF-komponenter: antenner, filtre, forstærkere og impedansmatch.
- Udføre spektrumanalyse og målinger med spektrumanalysator, VNA (vektornetværksanalysator) og oscilloskop; implementere EMC-afskærmning og korrekt jordingspraksis.
- Grundlæggende forståelse af jamming/spoofing-principper, risici og sikkerhedsbegrænsninger (anvendelseshensyn).

Sensortechnologi og datakvalitet

- Installere, kalibrere og verificere EO/IR-kameraer, termiske sensorer og LIDAR-enheder samt sikre korrekt dataoutput.
- Implementere og teste radar-frontends (mikro-Doppler) og RF-detektorer samt udføre støjfiltrering og signalvalidering.
- Opsætte og kalibrere akustiske mikrofon-arrays og sikre korrekt triangulering/pejling.

Fiberoptik, kabling og mekaniske forbindelser

- Installere og teste fiberoptiske forbindelser samt sikre korrekt terminering og måling.
- Håndtere kabelføring, forseglede/vejrtætte forbindelser (IP-tætninger) og udføre kabelvedligehold.
- Montere og justere stativer, gimbals og mekaniske beslag med korrekt nivellering.

Netværk, datahåndtering og systemintegration

- Opsætte IP-kameraer, tidskrav og kvalitetskrav der stilles til datakommunikationen og sikre streaming-stabilitet.
- Implementere logning, lagring af video/telemetri og versioneret deployment af software/AI-modeller.
- Sikre rollebaseret adgang, patch-rutiner og sikker firmware-indlæsning.

	<p>Kalibrering, test og kvalitetssikring</p> <ul style="list-style-type: none"> • Udføre funktions- og accepttest efter installation: kalibrering, TX/RX-kontrol (transmit og receive) og validering af målesystemer. • Sikre korrekt dokumentation af service-intervaller, testprotokoller og ændringsstyring. <p>Vedligehold, fejlfinding og systemforståelse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anvende tværfaglige fejlsøgningsmetoder (elektrisk, mekanisk, software) og bruge diagnoseværktøjer systematisk. • Planlægge og gennemføre forebyggende vedligehold, føre driftshistorik og identificere fejlårsager baseret på logdata. <p>Tværfaglige kompetencer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forstå hvordan mekanik, elektronik, sensorer og software påvirker hinanden – og kunne identificere fejl i grænsefladerne mellem systemerne. • Læse og validere logfiler, sensor-data, telemetri og systemmålinger. • Anvende tværfaglig viden til at fejlsøge og optimere systemintegration, performance og sikkerhed. • Samarbejde effektivt på tværs af fagområder ved installation, test og idriftsættelse i felten.
Automatiktekniker	<p>Mekanisk montage og justering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Udføre montage af mekaniske og elektriske komponenter i chassis, herunder motorer, sensorer, kabler og beskyttelselementer. • Justere og teste landingsstel, sensorbærere og gimbal-mounts for stabilitet og korrekt balance. • Installere og tilpasse nyttelastsystemer (payloads) med hensyn til vægtfordeling, vibration og kobling til strøm/data. • Udføre mekanisk tilpasning og nivellering af radar- og sensorenheder for præcis retningsangivelse. <p>Fremdrift, motorstyring og regulering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programmere og justere motorstyring, ESC'er (Electronic Control System) og regulatorer (PID) for optimal fremdrift og stabilitet. • Integrere fremdriftssystemer med styringssoftware og fjernbetjening, herunder kalibrering af input/output-signaler.

- Opsætte strømstyring, energidistribution og failsafe-funktioner, så systemet reagerer sikkert ved fejl eller signaltab.
- Gennemføre test og dokumentation af motorrespons, thrust og energiforbrug i samspil med kontrolsoftware.

Styring, automatik og bevægelse

- Konfigurere og justere autopilot-systemer, herunder navigation, failsafe-procedurer og kommunikation via RF, satellit eller tether (lyslederkabel).
- Opsætte og vedligeholde PLC-, servo- og drive-systemer til radarrotatorer, PTZ-kameraer, gimbals, aktuatorer og mekaniske interlocks.
- Teste og finjustere bevægelsessekvenser, herunder start-, stop- og sikringslogik for bevægelige komponenter.
- Implementere sikkerhedsfunktioner som nødstop, låsning af styreskabe og LOTO-procedurer før test og idriftsættelse.

Sensorintegration og kalibrering

- Installere, kalibrere og konfigurere sensorer som fx radar, LIDAR, DVL (Doppler Velocity Log), INS (Inertial Navigation System) og EO/IR-kameraer.
- Tilpasse sensorers output og protokoller til dronens software, kommunikationssystemer og kontrolplatform.
- Opsætte gimbal-systemer med korrekt styringsretning, respons og stabiliseringsparametre.
- Teste og dokumentere sensordata for korrekt måling, dataintegration og signalstøj.

Softwareintegration og programmering

- Integrere styringssoftware med hardware-komponenter, sensorer og kontrolsystemer.
- Teste og indjustere regulatorer, autopilotparametre og AI-funktioner, på baggrund af på input fra operatøren.
- Implementere og validere softwareopdateringer, inkl. rollback og ændringsstyring under drift.
- Integrere AI- og maskinlæringsfunktioner i sensorkæden til klassifikation, objekt-detektion og beslutningsstøtte. UDGÅR

Dataopsamling, overvågning og vedligehold

- Opsætte og idriftsætte SCADA- eller netværksbaseret overvågning til logning af driftstider, temperaturer, vibrationer og systemstatus.

	<ul style="list-style-type: none"> • Analysere logdata for tilstandsbaseret vedligehold og tidlig fejldetektion. • Udføre software- og firmwarevedligehold med sikker datahåndtering, versionsstyring og dokumenteret ændringshistorik. <p>Tværgående systemforståelse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forstå samspillet mellem mekaniske, elektriske og softwarebaserede komponenter i komplekse UAV- og C-UAS-systemer. • Anvende tværfaglig viden til at fejlsøge og optimere systemintegration, performance og sikkerhed. • Samarbejde effektivt på tværs af fagområder ved installation, test og idriftsættelse i felten.
Smed	<p>Fremstilling og samling af konstruktioner</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fremstille og samle metalrammer, beslag og stativer efter tekniske tegninger og tolerancer. • Udføre præcis boring, tilpasning og nivellering af master, afstivninger, gaffelplader og fundamenter i forhold til sigtelinjer og installationsretning. • Samle konstruktioner med bolte, nitter og svejsning, så de opfylder krav til styrke, stivhed og vibrationsmodstand. • Udføre montage og tilpasning af mekaniske dele til avionikmoduler, sensorer og fremdriftssystemer. <p>Svejsning og metalbearbejdning</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anvende TIG- og MIG-svejsning til konstruktioner i aluminium, rustfrit stål og kompositbeslag. • Svejse højtemperaturbestandige materialer til brug ved jet- og højeffektmotorer. • Klargøre og efterbehandle svejsninger med fokus på tæthed, styrke og korrosionsbestandighed. • Reparere og tilpasse metaldele under drift, herunder udskiftning af slidte eller deformerede komponenter. <p>Kabinetter, kapslinger og tætninger</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skære, bukke og samle pladeemner til udendørs kabinetter og sensorhuse. • Montere pakflader og tætninger, så konstruktionen opfylder IP- og EMC-krav.

	<ul style="list-style-type: none"> • Kendskab til korrekt montage af afskærmede materialer og udligningsforbindelser for at reducere elektromagnetisk interferens. <p>Vedligehold, inspektion og reparation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Udføre service og reparation onsite, herunder efterspænding af bolte, kontrol for revner, korrosion og slitage. • Genoprette eller forstærke svejsninger og samlinger efter driftspåvirkning. • Gennemføre planlagt inspektion af strukturelle dele for at sikre fortsat styrke og funktionalitet. <p>Tværgående konstruktionsteknisk forståelse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forstå samspillet mellem mekaniske, elektriske og sensoriske komponenter i dronetekniske installationer. • Samarbejde med elektronik- og automatik teknikere om korrekt montage og placering af følsomt udstyr. • Arbejde ud fra kvalitetssikringsprocedurer og dokumentere ændringer og reparationer i systemets vedligeholdelseslog.
Industri tekniker	<p>Fremstilling og bearbejdning af præcisionsdele</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fremstille forme, beslag og præcisionsdele i aluminium, plast og kompositmaterialer efter tekniske tegninger og 3D-modeller. • Udføre CNC-fræsning og -drejning, herunder opspænding, værktøjsvalg og optimering af skæreparametre. • Programmere CNC-maskiner ud fra CAM- eller 3D-filer og tilpasse programmer ved prototyping og småserieproduktion. • Fremstille sensorholdere, radarbeslag og beskyttelselementer med fokus på stivhed, vægt og vibrationsdæmpning. <p>Sammensætning og montage</p> <ul style="list-style-type: none"> • Samle moduler og delkomponenter til færdige enheder, inkl. pasning af huller, justering og efterbearbejdning. • Udføre visuel kontrol af overflader, samlinger og fastgørelser for at sikre korrekt funktion og æstetik. • Dokumentere produktionsforløb og registrere måleresultater som led i kvalitetssikringen. <p>Måleteknik og kvalitetskontrol</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Anvende præcisionsmåleværktøjer (mikrometerskrue, måleur, 3D-koordinatmålemaskine) til kontrol af tolerancer og geometri. • Udføre opmåling og afvigelsesanalyse på CNC-bearbejdede og printede dele. • Dokumentere måleresultater og bidrage til procesforbedringer baseret på afvigelsesdata. <p>Tværgående produktionsforståelse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forstå materialernes egenskaber (aluminium, plast, komposit) og deres påvirkning på bearbejdning, vægt og styrke. • Samarbejde med konstruktører og montører om tilpasning af dele til avionik (flyelektronik) - og sensorinstallationer. • Arbejde efter kvalitetssystemer og sikkerhedsprocedurer ved fremstilling af komponenter til luftfart og forsvarsteknologi.
<p>Mekaniker (personvogn/lastvogn)</p>	<p>Motor- og fremdriftssystemer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Udføre service, fejlfinding og vedligehold på forbrændings- og jetmotorer, herunder brændstofsysteem, tænding, kompression og køling. • Kontrollere og justere hybridtelev og gearsystemer, herunder koblinger og mekanisk kraftoverførsel. • Udføre test, smøring og udmåling af motorens kritiske komponenter for optimal drift og sikkerhed. • Sikre korrekt montering og afbalancering af propeller, herunder måling af vibrationer og kontrol af lejer og aksler. <p>Drivlinjer, kabling og mekanisk montering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montere og servicere kabelsystemer, motorophæng og mekaniske drivsystemer med fokus på korrekt pasning, fastgørelse og belastning. • Udføre tætning og korrosionsbeskyttelse, herunder håndtering af undervandskabler, pakninger og IP-klassificerede forbindelser. • Installere og justere pedestaler, beslag, kabinetter og sensormounts med fokus på balance, strukturel styrke og præcis positionering. • Gennemføre kontrol og justering af lejer, remme og gear samt diagnosticere ubalance og vibration. <p>Bevægelige systemer og mekaniske moduler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montere og kalibrere gimbals, manipulatorarme og sprøjteudstyr samt sikre korrekt funktion og balancering.

	<ul style="list-style-type: none"> • Justere servo- og aktuatorbaserede bevægelige enheder, så de følger specificerede bevægelsesbaner uden overbelastning. • Udføre sikkerhedstests og kontrol af mekaniske interlocks- og stoppositioner før idriftsættelse. <p>Kinetiske og specialmekaniske systemer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betjene og vedligeholde mekaniske nedkæmpelsesmidler som net kanoner, kastere og lignende kinetiske systemer. • Håndtere rekyl, magasiner og ladningssystemer sikkert samt udføre funktionsprøver under kontrollerede forhold. • Overholde sikkerhedsregler for eksplosiv- eller trykbåret mekanik og dokumentere testforløb. <p>Vedligehold</p> <ul style="list-style-type: none"> • Udføre inspektion, smøring og vedligehold på mekaniske systemer udsat for udendørs drift, herunder fugt, salt og vibrationer. • Arbejde med materialer og samlinger efter IP-standarder for tæthed og korrosionsbeskyttelse. • Dokumentere og planlægge serviceintervaller for roterende enheder og miljøudsatte komponenter. <p>Fejlfinding og tværfaglig systemforståelse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificere og løse mekaniske fejl, herunder fejl der har elektriske eller softwaremæssige symptomer. • Samarbejde med elektronik- og automatikteknikere ved kompleks fejlsøgning på integrerede systemer. • Forstå samspillet mellem motorstyring, sensorer og software for at kunne lokalisere og afhjælpe fejl effektivt.
Datateknikker/It-supporter	<p>Netværk og kommunikation (C2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konfigurere og vedligeholde netværk til Command-and-Control (C2) med korrekt VLAN-opdeling, QoS-styring og trafikprioritering til radar-, EO- og sensor-streams. • Opsætte og administrere redundante eller High-Availability (HA)-løsninger for kontinuerlig drift af C-UAS-netværk. • Implementere netværksharding, firewall-regler og segmentering for at beskytte mod uautoriseret adgang og cyberangreb. • Udføre fejlsøgning på kommunikationsforbindelser og overvåge netværksbelastning ved hjælp af relevante analyseværktøjer. <p>Server- og systemadministration</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Opsætte og drifte servere til logning, datalagring og streaming af video- og telemetridata. • Administrere bruger- og rolle-styring, adgangsrettigheder og sikkerheds-policy på servere og klienter. • Gennemføre patch- og opdateringsrutiner systematisk og dokumenteret, herunder test og rollback-procedurer. • Overvåge systemydelse og sikre dataintegritet i drifts- og backupmiljøer. <p>Data- og billedbehandling</p> <ul style="list-style-type: none"> • Installere og anvende standardsoftware til kortlægning, 3D-modellering og billedanalyse (f.eks. Pix4D, DroneDeploy eller tilsvarende). • Administrere dataflows fra sensorer til analyse, inklusive filstruktur, konvertering og deling i sikre cloudmiljøer. • Udføre kvalitetssikring af billed- og telemetridata gennem kontrol af metadata, georeferencer og målenøjagtighed. <p>Analyse- og klassifikationssoftware</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anvende VMS- (Video Management System) og analyseplatforme til detektion og klassifikation af droner. • Kvalitetssikre AI- eller ML-modeller gennem validering af resultater og korrekt etikettering af træningsdata. • Justere systemparametre for at reducere falske positive og optimere detektionsnøjagtighed. <p>Sensorfusion og operatørforståelse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forstå og anvende grundprincipperne i sensorfusion – hvordan radarspor, RF-signaler og optiske data kombineres i operatørbilledet. • Analysere og fejlsøge årsager til falske alarmer eller manglende detektion på tværs af sensorkilder. • Samarbejde med teknikere fra radar-, EO- og RF-områder for at kalibrere og validere de samlede sensorinputs.
Flytekniker	<p>Motor- og fremdriftssystemer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Udføre service, fejlfinding og vedligehold på forbrændings- og jetmotorer, herunder kontrol af brændstofs-system, kompression, smøring og køling. • Arbejde med hybride fremdriftssystemer og mekanisk kraftoverførsel, herunder gear, koblinger og aksler.

- Justere og kalibrere motorstyring og sikkerhedssystemer for at sikre stabil drift og korrekt ydelse.
- Gennemføre test af fremdriftssystemers performance, vibration og temperatur under realistiske driftsforhold.
- Raketassisterede fremdriftssystemer.

Propeller, lejer og vibrationskontrol

- Udføre udskiftning, inspektion og afbalancering af propeller og rotor.
- Kontrollere og smøre lejer samt identificere vibrationer og ubalance i roterende systemer.
- Dokumentere og registrere justeringer og måleresultater i driftslog og vedligeholdelsessystemer.

Montering og mekaniske strukturer

- Montere og servicere motorophæng, kabelsystemer og mekaniske drivlinjer med korrekt pasning, fastgørelse og tætning.
- Montere og justere gimbals, manipulatorarme og sprøjteudstyr samt sikre korrekt placering, balance og funktionsdygtighed.
- Udføre kontrolmålinger og visuel inspektion af strukturelle samlinger og fastgørelsespunkter.

Avionik og systemvedligehold

- Kalibrere avioniksystemer, antenner og sensorer samt verificere failsafe- og kontrolfunktioner.
- Udføre test og dokumentation i henhold til luftfartsstandarder og producentkrav.
- Sikre luftdygtighed og komponentsporbarhed ved brug af godkendte dele, frigivelse til flyvning og ajourføring af logbøger.

Kvalitet, dokumentation og sporbarhed

- Overholde gældende luftfarts- og kvalitetsstandarder ved vedligehold, montage og frigivelse til drift.
- Dokumentere alle indgreb i systemets vedligeholdelseslog og sikre fuld sporbarhed af anvendte dele og materialer.
- Forstå og anvende kvalitetssikringsprocedurer for mekaniske og avioniske komponenter i UAV'er og eVTOL-fartøjer.

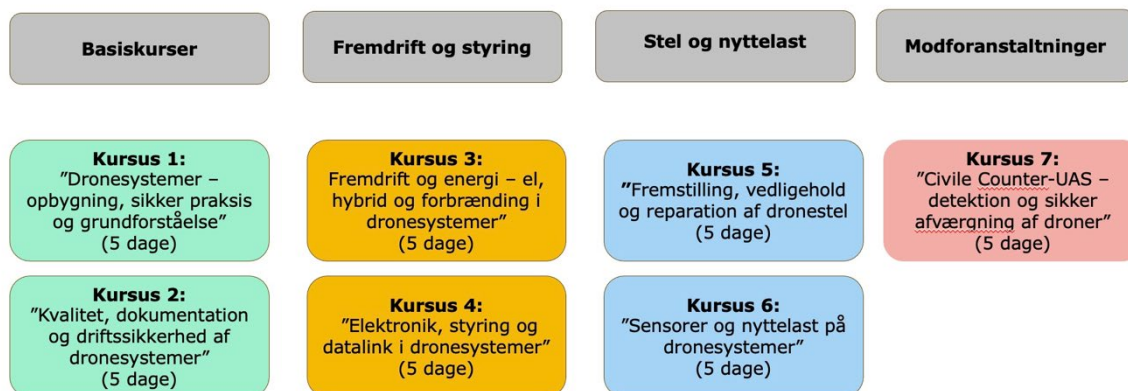
Tværgående teknisk forståelse

	<ul style="list-style-type: none"> • Forstå samspillet mellem mekaniske, elektriske og avioniske systemer i luftbårne platforme. • Samarbejde med elektronik- og automatikteknikere for at diagnosticere og afhjælpe fejl på tværs af systemgrænser. • Arbejde metodisk efter sikkerhedsprocedurer og checklister for at opretholde driftssikkerhed og luftdygtighed.
Skibsmontør	<p>Fremdrift og motorteknik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Udføre service og vedligehold på dieselmotorer, propelaksler og pumper i USV-systemer, herunder kontrol af smøring, køling og tætninger. • Fejlsøge og udskifte slidte eller beskadigede komponenter i fremdrifts- og kraftoverførselssystemer. • Justere og teste motor- og propelsystemer for optimal ydeevne, brændstoffektivitet og vibrationsfri drift. • Arbejde med maritimt relevante motorstyringer og hjælpeaggregater som pumper, køleanlæg og generatorer. <p>Montering og mekanisk integration</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montere og tilpasse fremdriftssystemer og motorbeslag i trange maritime miljøer med fokus på pladsudnyttelse, balance og serviceadgang. • Installere og justere lejer, koblinger og aksler med præcision for at undgå vibrationer og mekaniske spændinger. • Sikre korrekt fastgørelse og strukturel styrke af motor- og drivkomponenter under maritime belastningsforhold. <p>Kabelføring og tætninger</p> <ul style="list-style-type: none"> • Installere og vedligeholde kabelsystemer og undervandskabler, herunder korrekt udførelse af tætnings- og pakningsarbejde. • Anvende korrosionsbeskyttende metoder og materialer (maling, anodisering, fedt, forseglingsmidler) tilpasset maritime miljøer. • Gennemføre tests af elektriske og mekaniske forbindelser for tæthed, IP-klassifikation og elektrisk isolering. <p>Bevægelige enheder og nyttelastsystemer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montere og justere gimbals, manipulatorarme, sprøjte- eller indsamlingsudstyr på maritime platforme. • Kalibrere bevægelsesmekanismer og sikre korrekt placering i forhold til balance og funktion under skiftende søforhold. • Kontrollere interaktion mellem mekaniske, elektriske og hydrauliske systemer for stabil drift.

	<p>Miljørobusthed og maritimt vedligehold</p> <ul style="list-style-type: none"> • Udføre rutinemæssig inspektion for korrosion, utætheder og materialetæthed i maritime komponenter. • Gennemføre forebyggende vedligehold baseret på driftstimer, belastning og miljøpåvirkning. • Dokumentere servicearbejde, reservedelsforbrug og komponentstatus i vedligeholdelseslog eller flådestyringsystem. <p>Tværgående teknisk forståelse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forstå samspillet mellem mekanik, elektronik og styring i maritime dronesystemer. • Samarbejde med elektronik- og automatikteknikere om integration af sensorer, fremdrift og kommunikationsudstyr. • Arbejde efter maritime standarder for sikkerhed, tæthed og korrosionsbeskyttelse ved installation og service.
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

88. Forslag til AMU-kurser

Analysen viser at en række forskellige faggrupper arbejder med droner og at man ofte arbejder tværfagligt og med emner der ligger uden for den enkeltes kernefag. Vægten ligger på elektronik, automatik og B2 flyteknik. Nedenfor er beskrevet et forslag til en række AMU-



kurser.

89. og anbefaling

Analysen viser, at droneområdet er i overgang fra udvikling og prototype til drift, service og serieproduktion. Det ændrer kompetencebehovet. Hvor opgaverne tidligere primært lå hos ingeniører, opstår der nu et stigende behov for faglærte, som kan arbejde med produktion, drift, vedligehold, fejlsøgning og integration af dronesystemer.

Dronesystemer er teknisk komplekse og består af en tæt integration mellem mekanik, elektronik, software, sensorer og kommunikation. Det betyder, at arbejdet i praksis er tværfagligt, og at faglærte ikke kan arbejde i klassiske fagsiloer. Der er i stedet behov for stærk systemforståelse og evne til at arbejde på tværs af teknologier.

Virksomhedsinterviewene peger entydigt på, at faglærte fremover skal kunne arbejde med hele systemet – fra opbygning og integration til test, fejlfinding og dokumentation. Samtidig stiger kravene til kvalitetssikring, sporbarhed og regulering, i takt med at droner anvendes i kritiske og certificerede sammenhænge.

Analysen viser også, at flere faglærte grupper er relevante for området – især elektronikfagteknikere, automatikteknikere, industriteknikere og flyteknikere – men at ingen af de eksisterende uddannelser i dag dækker området fuldt ud. Der er derfor et gab mellem branchens behov og den nuværende uddannelsesdækning, som i dag i høj grad består af korte, private eller virksomhedsinterne kurser.

Analysen peger samlet set på et behov for at udvikle nye AMU-kurser, der kan løfte faglærte ind i droneområdet. Behovet retter sig ikke mod én specifik faggruppe, men går på tværs af flere eksisterende uddannelser – særligt elektronikfagteknikere og automatikteknikere – og skal derfor tænkes som fleksible og modulopbyggede forløb, der kan anvendes bredt.

Det anbefales at samle kurserne i en sammenhængende række af AMU-kurser, som kan give en tydelig faglig retning inden for service, vedligehold og integration af dronesystemer, uden at der etableres en ny selvstændig uddannelse. Indholdet skal tage afsæt i den tværfaglige systemforståelse, som virksomhederne efterspørger, og afspejle, at arbejdet med droner foregår på tværs af mekanik, elektronik og software.

Udviklingen af efteruddannelses tilbuddene bør ske i tæt samarbejde med branchen og med fokus på praksisnære forløb, hvor der arbejdes med konkrete systemer og anvendelser. Samtidig er der behov for at understøtte området med relevante undervisningsmaterialer og opbygning af lærerkompetencer, så skolerne reelt kan løfte opgaven.

Samlet set peger analysen på, at der er et godt grundlag for at udvikle et målrettet og fleksibelt AMU-setup, som kan dække branchens behov og understøtte den fortsatte udvikling af droneområdet i Danmark.

Kilder

SDU Dronecenters dronebygnings-guide.

https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://www.sdu.dk/-/media/files/om_sdu/centre/c_uas/byg-en-drone/droners%20opbygning-rev2018.pdf&ved=2ahUKEwjtz43X2eWQAxXjJhAIHbw_AEcQFnoECBgQAQ&usq=AOvVaw2_PR_UnnUdiXMru489fTiG

Odense Robotics (2025): Insight Report – Denmark’s Robotics, Automation and Drone Industry <https://www.odenserobotics.dk/publications-and-reports-and-analyses/>

Danske Maritime (2025): Hemmelig dansk drone afsløret på våbenmesse

<https://www.maritimedanmark.dk/hemmelig-dansk-drone-afsloret-pa-vabenmesse>

Fly Eye: Drone Materials & Design

https://www.flyeye.io/drone-technology-materials-design/?utm_source=chatgpt.com

FlyEye – Drone Propulsion Systems Explained

<https://www.flyeye.io/drone-technology-propulsion/>

Unmanned Systems Technology – Drone Propulsion & Power Systems

<https://www.unmannedsystemstechnology.com/expo/propulsion-power/>

Grepow – “Drone Flight Controllers: A Comprehensive Guide”

<https://www.grepow.com/blog/what-is-a-drone-flight-controller.html>

Nortek Group – “A Complete Guide to Underwater Navigation”

<https://www.nortekgroup.com/knowledge-center/wiki/new-to-subsea-navigation>

Drone Dojo – “What Is a Flight Controller?”

<https://dojofordrones.com/what-is-a-flight-controller/>

DeepTrekker – “Understanding Underwater Positioning: ROV Navigation 101”

<https://www.deeptrekker.com/resources/underwater-positioning-101-navigating-the-depths-with-rovs>

Voliro – “Guide to Drone Payloads: Types, Use Cases, Best Recommendations”

<https://voliro.com/blog/drone-payloads/>

GrePow – “Understanding Drone Payload: A Comprehensive Guide”

<https://www.grepow.com/blog/understanding-drone-payload-a-comprehensive-guide.html>

FEDS Group – “Advanced Drone Payloads for Improved Data Collection in Remote Areas”

<https://feds.group/advanced-drone-payloads-for-improved-data-collection-in-remote-areas/>

Maritime Robotics – “Mariner X USV: An Unmanned Vessel of True Opportunity”

<https://www.maritimerobotics.com/news/mariner-x-usv-true-opportunity>

ADF Magazine – “The Growing Use of USVs in Maritime Operations”

<https://adf-magazine.com/2025/05/emerging-technology-the-growing-use-of-usvs-in-maritime-operations/>

Types of Autonomous Underwater Vehicles, Remotely Operated Vehicles, and Uncrewed Surface Vehicles.

<https://www.bluerobotics.com/types-of-autonomous-underwater-vehicles-remotely-operated-vehicles-and-uncrewed-surface-vehicles/>

10 Types of Counter-drone Technology to Detect and Stop Drones Today

<https://www.robinradar.com/resources/10-counter-drone-technologies-to-detect-and-stop-drones-today>

Danske droner har appetit på Forsvarets vækst - DI

<https://www.danskindustri.dk/di-business/arkiv/nyheder/2025/6/danske-droner-har-appetit-pa-forsvarets-vakst/>

Droner og anti-droner

<https://www.forsvaret.dk/da/publikationer/honnoer/honnoer-nr.-5-november-2022/flyvende-robotter/>

White paper: Counter-Drone: The Comprehensive Guide to Counter-UAS/C-UAS/CUAS

<https://www.dedrone.com/white-papers/counter-uas>

Denmark Deploys Terma’s Integrated Counter-UAS-solution Across Strategic Sites

<https://www.terma.com/news-events/news/latest-news/denmark-deploys-terma-s-integrated-counter-uas-solution-across-strategic-sites/>

Denmark deploys Terma’s C-UAS technology across strategic sites – Unmanned airspace

<https://www.unmannedairspace.info/counter-uas-systems-and-policies/denmark-deploys-termas-c-uas-technology-across-strategic-sites/>

En række lande bidrager med antidrone-kapaciteter til det kommende EU-topmøde i København

<https://www.fmn.dk/da/nyheder/2025/en-rakke-lande-bidrager-med-antidrone-kapaciteter-til-det-kommende-eu-topmode-i-kobenhavn/>

MinByHobro - Strammere regler skal beskytte militærområder mod ulovlige droner

<https://minbyhobro.dk/?artikel=19499>

Proven Counter-Drone Solutions: Securing Airports & High-Profile Events

<https://mydefence.com/the-proven-solution-to-drone-threats/>

UAS Denmark Test Center buys Wiebel radar to enhance UTM-and counter-UAS capabilities
– Unmanned airspace

<https://www.unmannedairspace.info/uncategorized/uas-denmark-test-center-buys-wiebel-radar-to-enhance-utm-and-counter-uas-capabilities/>

AeroVironment partners with UAS Denmark to support European ...

<https://militaryembedded.com/unmanned/test/aerovironment-partners-with-uas-denmark-to-support-european-drone-testing-and-training>

Droner - Aalborg Universitet

<https://www.aau.dk/nyheder/ekspertlister/droner>

Fremtidens droner skal være "Made in Denmark" -

<https://www.es.aau.dk/fremtidens-droner-skal-vaere-made-in-denmark-n150042>

Exploring C-UAS Job Opportunities and Events - cuashub.com

<https://cuashub.com/en/content/exploring-c-uas-job-opportunities-and-events/>

Exploring the Drone Monitoring System from Robin Radar | OnLogic

<https://www.onlogic.com/blog/exploring-the-drone-monitoring-system-from-robin-radar/>

Overblik over droner.docx

<file:///file-Q8T8f8JkEqBPJc6htAFhPG>

Dutch radar firm Robin turns bird-spotting skills into drone defense

<https://www.defensenews.com/global/europe/2025/09/24/dutch-radar-firm-robin-turns-bird-spotting-skills-into-drone-defense/>

NATO Set to Adopt British MOD Standard for Counter-Drone ...

<https://www.flyingmag.com/nato-set-to-adopt-british-mod-standard-for-counter-drone-technology/>

Indra demonstrates Crow C-UAS at NATO exercise

<https://www.unmannedairspace.info/counter-uas-systems-and-policies/indra-demonstrates-crow-c-uas-at-nato-exercise/>

AMU-kursusoversigten amukurs.dk amukurs.dk,

ZBC's kursuskatalog for droneteknologi kurser.zbc.dk kurser.zbc.dk,

IBA Koldings præsentation af akademifaget Drone til inspektion iba.dk,

Teknologisk Instituts kursusinfo teknologisk.dk

Droner.dk droner.dk droner.dk

ABC Flight Academy abcflightacademy.dk abcflightacademy.dk

Scandinavian Drone scandinaviadrone.com