



# **FÅ DINE KOMMUNALE OPGAVER OP I FLYVEHØJDE**

- en droneguide til din kommune

# INDHOLD

Introduktion til droner	4
Hvordan kan droner skabe <a href="#">samfundsværdi</a> ?	5
Hvad <a href="#">er</a> en drone?	6
Hvad <a href="#">må</a> jeg så?	8
Hvordan får jeg lov til <a href="#">mere</a> ?	10
Hvad skal jeg være <a href="#">opmærksom</a> på?	12
Urban Air Mobility - <a href="#">Fremtidens mobilitet</a> i luften	14
Kommunens <a href="#">roller</a>	16
Hvilken organisation <a href="#">kræves</a> for at skabe et droneprojekt?	18
Droner i det <a href="#">virkelige liv</a>	20
<a href="#">Asfaltovervågning</a>	22
<a href="#">Transport</a> af intravenøs behandling	26
Kend dine <a href="#">prioriteringer</a>	30

# Droneguide som en del af Klar Parat til 5G-projektet

Denne guide er udviklet som en del af projektet Klar Parat til 5G. Projektet har til formål at understøtte udrulningen af 5G ved at sætte fokus på kommunernes udfordringer og identificere testcases, som kan fremskynde udrulningen af 5G. Målet er at styrke grundlaget for en hurtigere digital omstilling i hele Greater Copenhagen.

Fremtidens autonome drone har brug for 5G-netværket, eller andet netværk med stor båndbredde, høj sikkerhed og lav svartid. Når vi i fremtiden sender en drone afsted uden, at en droneoperatør styrer den fra landjorden, har vi brug for at have opkobling i realtid til at sende data fra dronerne om for eksempel position, vindforhold, vibration og batteridrift. Vi har også brug for en sikker og stabil forbindelse mellem den autonome drone og en kommandoenhed nede på jorden.

<b>Udgiver</b>	HOLO og Gate 21
<b>Udgivet</b>	2021
<b>Udgave</b>	1. udgave
<b>Forfattere</b>	Mathias Vinter, Holo Mikkel Haugaard, Holo Karolina Huss, Gate 21 Anne Søndergaard Forsbøl, Gate 21
<b>Fotos</b>	Unsplash.com og Holo
<b>Layout</b>	Kasper Laulund Kjeldsmark



holo

GREATER  
CoPENHAGEN



# INTRODUKTION TIL DRONER

## Kan kommunens opgaver og services få flyvehøjde med moderne droneteknologi?

I efteråret 2021 har Gate 21 i samarbejde med virksomhederne Holo og Robots.Expert samt en række kommuner undersøgt hvilke kommunale behov, der fremover vil kunne løses med droneteknologi.

Droner bliver i dag brugt til blandt andet logistik- og inspektionsopgaver, men udviklingen af droneteknologien forventes at gå rigtig stærkt de næste år. Det åbner for en lang række nye muligheder for den kommunale service, og droner kommer blandt andet til at kunne løse nogle af de transportudfordringer, et land som Danmark har.

Droner kan ses som et nyt værktøj for kommunerne, som vil kunne erstatte ellers tidskrævende opgaver og give bedre data i de kommende år. En drone kan udstyres med et kamera og bruges til at inspicere hegn, veje eller tagkonstruktioner. Samtidig kan man ved hjælp af droner blive bedre til at udnytte den kapacitet, der er tilgængelig i luften til logistikopgaver. Det gør, at vi kan mindske trafik og trængsel på jorden og samtidig imødekomme mobilitetsbehovene i yderområderne.

Derfor er det vigtigt, at droneteknologien allerede nu bliver indtænkt i den kommunale planlægning. Fremtidens mobilitetsplanlægning bliver tredimensionel, og det kræver, at der er 'asfalteret' korrekt i luften, så droner og normal luftfart kan flyve sikkert side om side.

Dette er en miniguide til dig, der sidder med opgaver i kommunen, som droner fremover vil kunne bidrage til at løse. Den kan hjælpe dig med at afdække dine behov og vejlede dig i, hvad du som kommune skal være bevidst om, når det gælder godkendelser og byplanlægning.



# HVORDAN KAN DRONER SKABE SAMFUND SVÆRDI?

I 2006 ændrede markedet for droner sig markant fra at være en teknologi forbeholdt militæret til at være et værktøj, alle kunne benytte til både kommercielle og private formål. I dag kan brugen af droner i kommunale sammenhænge være med til at skabe værdi i forhold til både den grønne omstilling, økonomi og mobilitet.

## Et bæredygtigt løft

I Danmark står transport i dag for omkring en tredjedel af den samlede udledning af drivhusgasser. Derfor er det vigtigt, at nye transportmidler er miljøvenlige og bæredygtige. Da droner benytter elektricitet til at flyve, udleder de kun den mængde CO<sub>2</sub>, der udledes ved elproduktionen. Droner kan derudover også sikre ressourcebesparelser ved overvågning af infrastruktur samt rettidige investeringer i drift og underhold. Overflyvninger i svært tilgængelige områder giver nye muligheder for natur- og miljøpleje, landbrug og klimatilpasningsløsninger.

## Mulighed for at sende en drone afsted uden droneobservatør

Droner hører under betegnelsen "Unmanned Aerial Vehicles (UAV)", altså et ubemandet luftfartøj. Indtil for nylig har alle aktiviteter med droner været afhængige af, at en medarbejder kunne se og styre dronen fra landjorden. Ny teknologi og lovgivning giver dog mulighed for at sende en drone afsted uden den sædvanlige droneobservatør, og det åbner op for helt nye måder at løse kommunale opgaver på. Droner er nu i stand til at flyve efter fastlagte ruter udenfor pilotens synsvidde, og i hele verden bliver der i dag fløjet med fuldt automatiske droner.

## Mindre trængsel på vejene og økonomiske besparelser

Et godt eksempel fra Danmark er Holo, som lige nu er i gang med at teste, hvordan man ved hjælp af droner kan flytte blodprøver mellem Ærø og Svendborg. Man regner med, at droner, som kan fragte blodprøver og medicinsk udstyr, kommer til at kunne spare sundhedsvæsnen for mange penge i fremtiden. Projektet er et af de mest avancerede droneoperationer i Europa til dato, blandt andet fordi dronen skal kunne interagere med redningsfartøjer i luftrummet. Ved at flytte logistikopgaver til luftrummet, mindskes trængsel på vejene.

# HVAD ER EN DRONE?

Der findes som udgangspunkt tre forskellige typer droner, som hver især kan variere i både størrelse og udstyr:

## Multicopter

## Fastvinge

## Hybrid

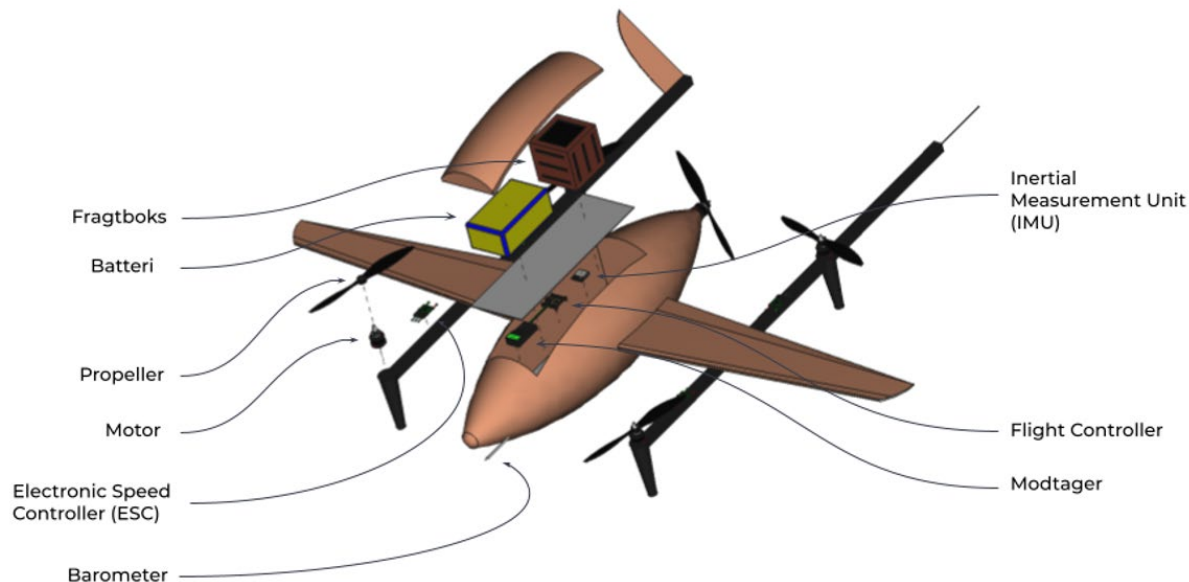
## Hybriddroner

Hybriddroner er, hvad navnet antyder: en hybrid af en multicopter og en fastvinge. Hybriddronen er lavet for at give den fastvingede drone de samme fordele som multicopteren, særligt vertikal landing og take-off.

En hybrid vil ofte være en fastvinget drone bygget på carbon ramme med fire motorer. Disse fire motorer gør hybriden i stand til at lette vertikalt og benytte den bagerste fremdriftsmotor til at skabe fremdrift. Når hybriden har opnået en vis højde/hastighed, slukkes de fire opdriftsmotorer, og hybriden flyver nu som en fastvinget drone.

Grundet ovenstående fordele vil hybriddronen ofte benyttes frem for den fastvingede drone.

Hybriden er dog mere følsom over for vind og vejr, da hybriddroner har samme form som en fastvinget samtidig med, at de er meget bredere end en multicopter. Derudover forkorter de fire opdriftsmotorer distancen væsentligt sammenlignet med en fastvinget drone.

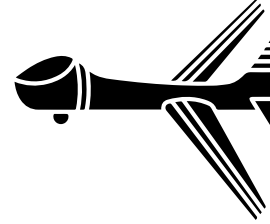




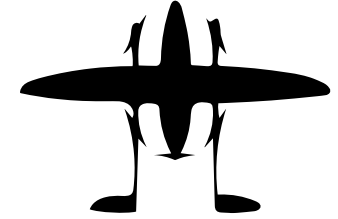
## Multicopter



## Fastvinge



## Hybrid



Lande og lette	✓ Vertikalt	✗ Horisontalt	✓ Vertikalt
Stationær svævning	✓ Ja	✗ Nej	✓ Ja
Vejrbestandig	✓ Ja	✗ Nej	✗ Nej
Batteriforbrug	✗ Ineffektiv	✓ Effektiv	✓ Effektiv
Distance	✗ Kort	✓ Lang	✓ Lang
Hastighed	✗ Langsom	✓ Hurtig	✓ Hurtig
Last	✓ Tung	✗ Let	✗ Let

# HVAD MÅ JEG SÅ?

## Tre kategorier inden for droneflyvning

Lovgivningen er opdelt i tre forskellige kategorier inden for droneflyvning: den åbne kategori, den specifikke kategori og den certificerede kategori.

De fleste brugscenarier for droner hører under den åbne kategori og er droneflyvninger, som vurderes at have en minimal risiko. Den åbne kategori dækker over droneaktiviteter som:

- Fotografi
- Overvågning eller inspektion af områder
- Rekreativ flyvning

Den åbne kategori er endvidere opdelt i kategorierne A1, A2 og A3, der besluttes ud fra størrelsen på dronen, og hvor du ønsker at foretage din flyvning. Til hver af disse kategorier kræves der et kompetencebevis, som kan fås hos Trafikstyrelsen.

Passer operationen ikke til den åbne kategori, befinder operationen sig automatisk i den specifikke kategori.



# A - ÅBEN KATEGORI

## Minimal Risiko

### Begrænsninger:

- Flyvehøjde (120 m)
- Afstand og overflyvning af menneskemængder
- Afstand og overflyvning af beboelses-, erhvervs- og industrijendomme
- Tekniske krav til dronen
- Vægt på dronen (25 kg)
- Dronen skal befinde sig inden for synsvidde under hele flyvningen

### Typisk:

- Hobbydroner
- Foto droner

Overholdes disse regler kræves der IKKE myndighedstilladelse, dog kræves et europæisk dronekompetencebevis der kan erhverves hos Trafikstyrelsen.

## A1 - De letteste droner

### Kendetegn:

- Dronen må ikke veje over 900 g
- Må ikke flyves over individer

## A2 - Aldrig over, men ved siden af

### Kendetegn:

- Dronen må ikke veje over 4 kg
- Må ikke flyves over ikke-involverede personer
- Der skal holdes en afstand på 30 meter til større forsamlinger

## A3 - De tungeste droner i Åben Kategori

### Kendetegn:

- Dronen må ikke veje over 25 kg
- Må ikke flyves over ikke-involverede personer

# HVORDAN FÅR JEG LOV TIL MERE?

At flyve en drone er forbundet med risici, både for dem der befinder sig på jorden og i luften.

Hvis man vil flyve på andre måder, end det er muligt i den åbne kategori, flyver man i den specifikke kategori, og man er derfor nødt til at tage stilling til risici forbundet med operationen. Dette vil typisk være operationer med fragt, operationer over områder, hvor mennesker færdes regelmæssigt, og/eller flyvninger uden for synsvidde – Beyond Visual Line of Sight (BVLOS). Dette er muligt, men det er nødvendigt at skrive en SORA, som redegør for de risici, der er forbundet med den pågældende operation. Denne skal godkendes af Trafikstyrelsen.

## SORA

En SORA (Specific Operations Risk Assessment) er en operationsmanual, der skal godkendes af Trafikstyrelsen for at operere under den specifikke kategori.

Processen ender ud i en SAIL-værdi (Specific Assurance Integrity Level), som fortæller hvilke sikkerhedsmæssige foranstaltninger, der skal overvejes, når operationen udføres. SAIL-værdien bliver bestemt ud fra to områder; risikoen på jorden (Ground Risk Class) og risikoen i luften (Air Risk Class).

## ÅBEN

### Minimal risiko

#### Begrænsninger

- Max 25 kg
- VLOS
- Maks flyvehøjde
- No drone zones

#### Typisk

- Hobbydroner
- Fotodroner

## SPECIFIK

### Øget risiko

#### Tilladelser

- Risikovurdering baseret på SORA

#### Typisk

- BVLOS operationer
- Operationer med gods
- Højrisiko operationer

## CERTIFICERET

### Høj risiko

#### Samme vilkår som normal luftfart

- Risikovurdering

#### Typisk:

- Operationer med passagerer

## Ground Risk Class (GRC)

Ground Risk Class er defineret ud fra flere forskellige aspekter:

- Dronens størrelse
- Om området dronen skal flyve i, er kontrolleret af operatøren
- Antallet af personer i området
- Om dronen vil flyve direkte over en menneskemængde
- Om dronen vil flyve uden for synsvidde

Baseret på ovenstående kriterier bestemmes en GRC-værdi indledningsvist. Denne score kan så reduceres (en lavere værdi er bedre) ved at mindske de risici, der er forbundet med ovenstående kriterier. Eksempler kan være:

- Implementering af faldskærm på dronen
- At have en plan for hvordan uheld håndteres
- Om operatøren af dronen er valideret

Ved at have klare metoder til at reducere risici for skade på mennesker, dyr og miljø, kan den indledningsvise GRC-værdi reduceres, og en afsluttende GRC-værdi kan bestemmes. Det er nødvendigt at have en GRC-værdi under 7 for at kunne fortsætte. Hvis GRC er 7 eller over, vil operationen ikke være mulig at få godkendt.

## Air Risk Class (ARC):

Da dronen flyver i luften, er det nødvendigt også at have fokus på de risici, der er forbundet med at befinde sig i luftrummet. ARC-scoren bestemmes ud fra det luftrum, dronen vil befinde sig i. ARC-scoren spænder fra ARC-a, hvilket er meget lav risiko, til ARC-d, som svarer til at flyve i og omkring en lufthavn med væsentlig lufttrafik.

Baseret på GRC og ARC bestemmes en SAIL-score.

Dette viser, at det er yderst vigtigt at have et klart overblik over det område og/eller den rute, dronen skal operere i. De værdier man får i sin GRC og ARC, er i sidste ende med til at bestemme om operationen kan blive godkendt. Den hurtigste rute er ikke altid mulig.

# HVAD SKAL JEG VÆRE OPMÆRKSOM PÅ?

## Natura2000

Natura2000 er betegnelsen for et netværk af beskyttede naturområder i EU. I Danmark er der udpeget 257 Natura2000-områder. Områderne har til hensigt at beskytte truede, sjældne eller karakteristiske dyre- og plantearter.

Som operatør betyder det, at der ikke må flyves i støjfølsomme naturområder. Man kan opnå dispensation til dette af Trafikstyrelsen.

## Operatøren er ansvarlig

Som droneoperatør er du hovedansvarlig for at foretage en sikker operation under de gældende regler. Det er dit ansvar at sørge for, at din drone er fuldt funktionsdygtig, blandt andet at propellerne er strammet, og at batteriet er opladt. Det er vigtigt, at du er udhvilet og ikke er påvirket af alkohol eller stoffer.

Derudover skal du som operatør være opmærksom på at beskytte privatlivets fred. Det vil sige, at der ikke må flyves over bygninger eller anden beboelse.

Hvis din drone på nogen måde udgør en risiko eller fare for mennesker, dyr eller miljøet, skal du straks afbryde din flyvning på en så kontrolleret og sikker måde som muligt.

## U-space muliggør droner side om side med normal luftfart

U-space er en række services og specifikke procedurer designet til kunne levere en ramme for sikker og effektiv droneoperation. Den vigtigste funktion for U-space er at afvikle normal luftfart og droneoperationer side om side på en sikker og forsvarlig måde. Det er det Europæiske Luftfartsagentur (EASA), som har udviklet konceptet, og det er vedtaget, at U-space skal være fuldt implementeret i alle EU-landene med udgangen 2030.

## Danmarks luftrumsforvalter Navair kontrollerer drone

U-space er et internationalt fænomen, men herhjemme er det hovedsageligt omkring Fyn, at U-space afprøves. Som udgangspunkt kan private firmaer godt levere U-space service, men det er meget afhængigt af det pågældende land, hvordan de håndterer det. I Danmark er det den danske luftrumsforvalter Navair der er U-space udbyder. Det kræver en godkendelse fra Trafikstyrelsen at flyve i U-space områder, da det er i områder med meget lufttrafik, og da der kan stilles specifikke krav til dronerne, der flyver i disse områder. Eksempelvis kan der stilles krav om, at dronerne kan ses af flyvelederne i København.

## Dronernes luftrum

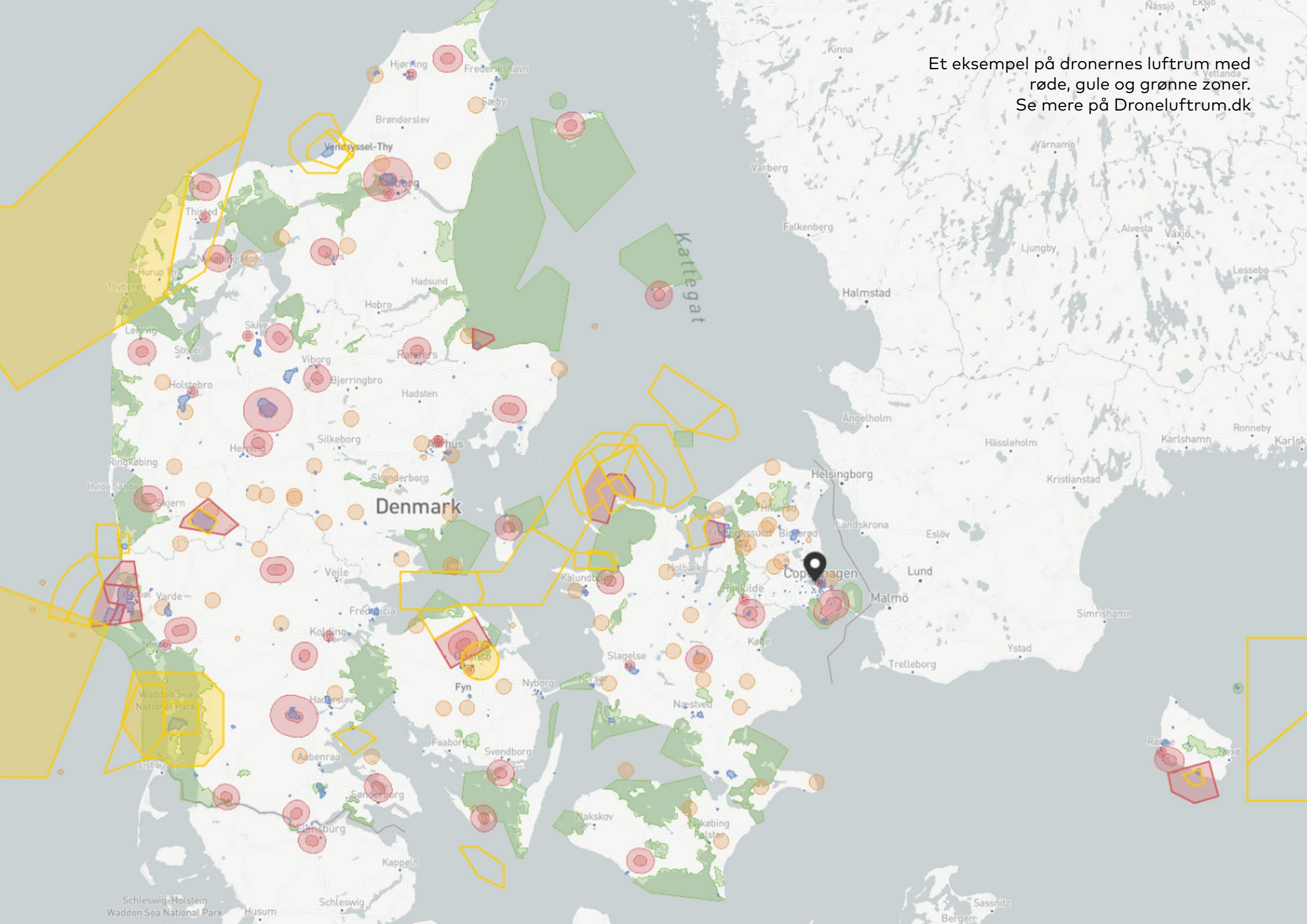
Når en dronflyvning planlægges, er det nødvendigt at være fortrolig med luftrummet. Før hver flyvning skal der dannes et overblik over det område, der ønskes at flyve i. Er det frit? Eller er der eventuelle begrænsninger på jorden og/eller i luften? Tjek altid [www.droneluftrum.dk](http://www.droneluftrum.dk).

Der kan være begrænsninger såsom kontrolzoner, luftrum omkring lufthavne eller helikopterlufthavne omkring hospitaler.

## Geo-hegn – et et virtuelt hegn i luftrummet

Nogle områder har et geo-hegn der omkranser de begrænsede områder. Et geo-hegn fungerer som et virtuelt hegn i luftrummet, der gør, at droner ikke er i stand til at krydse dem. Disse hegn er opsat af Trafikstyrelsen for at sikre luftrummet. Mange droner har også mulighed for at opsætte et geo-bur, som sikrer, at dronen ikke kan flyve uden for det område, som er angivet af operatøren.

Et eksempel på dronernes luftrum med røde, gule og grønne zoner. Se mere på [Droneluftrum.dk](http://Droneluftrum.dk)





# URBAN AIR MOBILITY - FREMTIDENS MOBILITET I LUFTEN

## Hvad er Urban Air Mobility?

Urban Air Mobility (UAM) er ideen om at skabe en infrastruktur og et transportsystem, der kan fragte gods og flytte mennesker ved brug af droner. Den hastige udvikling i teknologien inden for droner og autonomi gør, at fremtiden for UAM ser lovende ud.

## Kan vi flytte mennesker med droner?

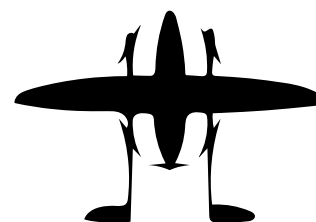
De første droner, der er i stand til at transportere mennesker, er undervejs. Transport af mennesker i droner kræver, at der udvikles en ny infrastruktur, hvis vi skal nå til et punkt, hvor der kan tilbydes persontransport med droner i større skala.

## Krav til infrastrukturen

Eftersom Urban Air Mobility bygger på ideen om at have et tre-dimensionelt transportsystem, skal der opføres såkaldte "dronehavne", der skal fungere som stationer for persondroner. Disse dronehavne kan bygges på allerede eksisterende infrastruktur såsom tage på skyskrabere eller på den øverste etage af parkeringshuse.

I London, Los Angeles og Singapore har den førende virksomhed inden for persondroner, Volocopter, opført dronehavne. De går under navnet Voloports og er bygget i samarbejde med skyports. De benyttes til at teste infrastrukturløsninger til persondroner. I Danmark er vi ikke så langt endnu, men Odense Kommune har meldt offentligt ud om interessen for en dronelandsplads i centrum af Odense.

## Typer af droner



**Fragtdroner** vil være en essentiel komponent i Urban Air Mobility som redskab til at fragte pakker, medicin og andet gods mellem mennesker hurtigt og nemt. Fragtdroner vil eksempelvis kunne levere medicin hurtigere end med de nuværende muligheder, hvor køretøjerne risikerer at blive fanget i tæt trafik.



**Persondroner** er hovedideen bag Urban Air Mobility. Introduktionen af droner som transportmiddel af mennesker vil lette presset på vejene og den offentlige transport.

Det betyder mindre trafik på landjorden, og det vil give mulighed for, at byer kan skabe nye rekreative områder i stedet for veje.

## Fordele

UAM skal ses som et alternativ til tog, bus og bil. Jo længere en distance, der er fløjet, jo større vil besparelsen være både tids- og prismæssigt. Derfor vil UAM i første omgang give mening på de længere strækninger. UAM vil på sigt kunne tilbyde hurtigere og billigere transport mellem landsdelene. Med øget infrastruktur og udbud vil prisen også falde signifikant, og derfor vil det fremover være muligt for alle at benytte UAM til at komme frem mellem forskellige byer uafhængig af bus- og togruter.

## Udfordringer



**Public acceptance** er en udfordring, som kan løses ved at indføre UAM et skridt af gangen. Befolkningen skal vænne sig til og acceptere at benytte droner som transportmiddel og se dem bevæge sig rundt på himlen.



**Lydforurening** vil være en udfordring især ved landing og take-off. Løsningen kan være at placere dronehavnene smart. Samtidig vil udfordringen imødekommes i takt med, at teknologien udvikler sig.



**Integrering til eksisterende bymiljø og infrastruktur** vil blive en stor investering som hver enkelt by og region skal tage stilling til, hvordan man vil håndtere. På den lange bane vil fordelene langt overgå omkostningerne.

## Hvor langt er vi?

Der hentes erfaring fra talrige eksperimenter med brug af helikoptere, for at se hvilke problematikker der følger med implementeringen.

De første droner, der er i stand til at transportere mennesker, er undervejs, og brugen af droner til fragt over længere afstande er under hastig udvikling.

## Hvordan kommer vi derhen?

For at opnå et velfungerende Urban Air Mobility-miljø er der flere udfordringer, der skal gøres op med:

**Certificeringsprocessen:** Passagerdronerne skal leve op til de mange krav, som stilles af internationale luftfartsmyndigheder, eksempelvis EASA. Processen med at få godkendt nye fly er generelt en langsommelig proces, som kun kan forventes at blive længere i takt med teknologiens fremfærd.

**Batteri:** Eftersom passagerdronerne vil benytte elektrisk energi til at flyve, sætter det store krav til batterier og til dronernes størrelse. På nuværende tidspunkt er batteriteknologien ikke moden til at løfte denne opgave.

**Sikkerhed:** Det skal som minimum være lige så sikkert at sætte sig ind i en drone som i en bil.

**Lydforurening:** Lyden fra flere store propeller, der roterer, vil være til gene for borgere, som er bosat nær landings- og take-off-pladser.

**Pris:** Persondroner skal være billigere før, at det vil være relevant at implementere Urban Air Mobility. En persondrone koster det samme som en lille helikopter, men forventningen er, at de vil blive meget billigere i fremtiden.

**Infrastruktur for dronehavne:** Der skal bygges dronehavne rundt omkring i landet.

**Pilottræning:** Når ovenstående barrierer er tacklet, og Urban Air Mobility er klar til at blive brugt til hverdag, vil der blive lagt stort pres på uddannelse af personale og piloter for at sikre Urban Air Mobility som transportmiddel.



# KOMMUNENS ROLLER

## Det kommunale dronekompas

Det kommunale dronekompas viser, hvilke roller kommunen kan indtage, når det kommer til brugen af droner. Der er tre overordnede roller, som er henholdsvis forvalter af lovgivning, udlicitering af projekter og at bruge droner som et redskab.

Redskab skal forstås som et værktøj i den kommunale drift. Droner bliver allerede brugt i miljø- og teknik opgaver. Det er ofte opgaver som optælling af dyr, inspektioner af tage og termografering.

Udlicitering viser eksempler på, hvilke komplekse opgaver kommunen kan benytte droner til. Disse opgaver kræver ofte en større organisation til at søge tilladelse og implementere servicen. Dette kan være en professionel operatør eller anden specialist uden for kommunens rammer. Kommunens rolle vil ofte være en facilitator- og projektledelsesrolle.

Som forvalter af lovgivning bestemmer kommunen under hvilke forhold, der må flyves droner på deres områder i. Kommunen bestemmer ikke over den luft der flyves i, men kan bestemme over de områder, hvorfra dronen letter eller lander.

## Droner som et redskab

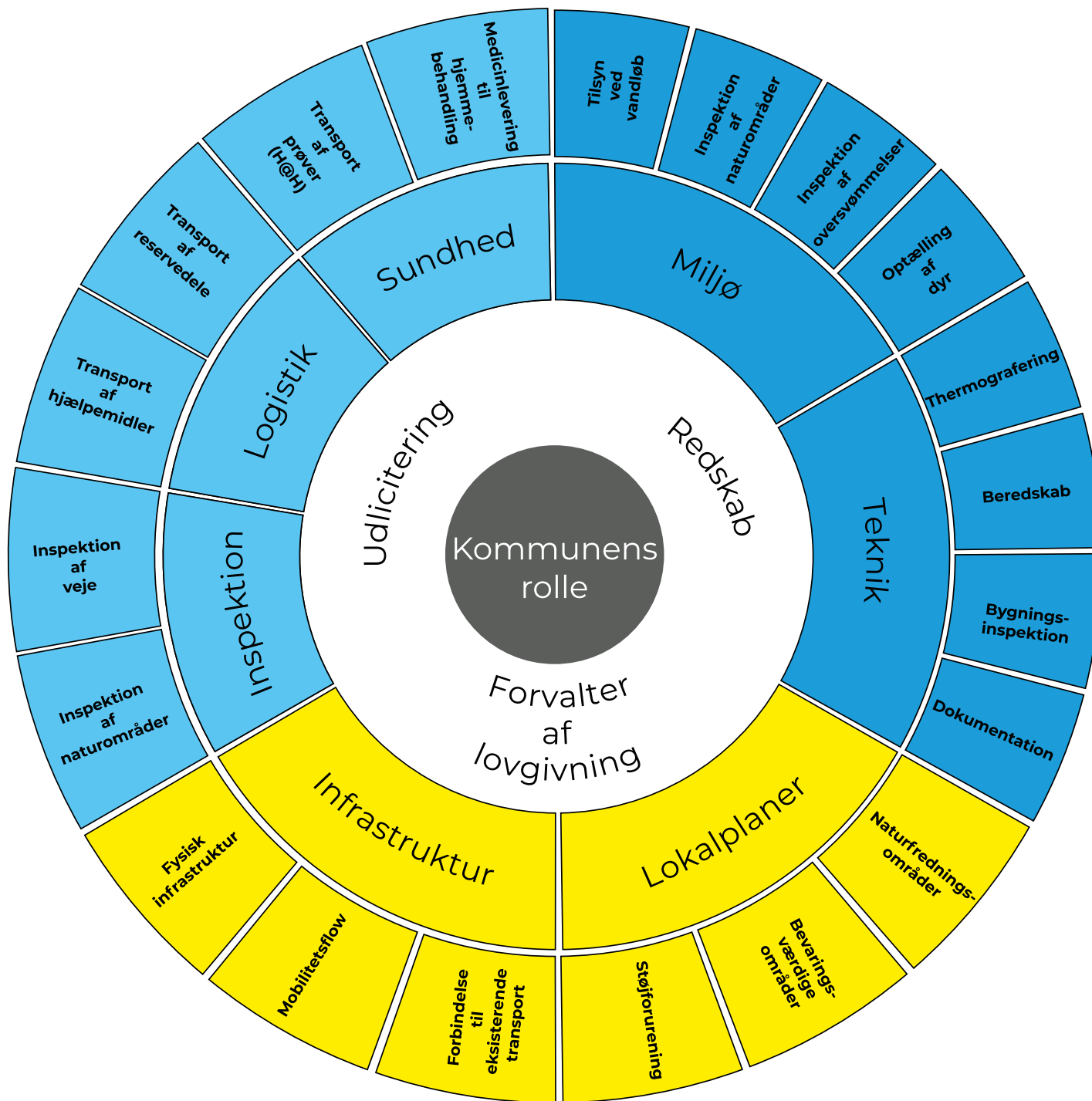
Kommuner i Danmark bruger allerede droner i deres arbejde. I øjeblikket bliver mange droner brugt til inspektion af eksempelvis bygninger og vådområder. Kommunen kan benytte droner som redskab uden en speciel form for organisation, så længe operationen befinder sig i den åbne kategori. Operationen kan derfor håndteres internt i kommunen.

## Udlicitering af projekter

Ved hjælp af droneteknologi kan kommunens ansatte i fremtiden få hjælp til mange forskellige opgaver. Eksempelvis kører hjemmesygeplejersken rundt og besøger kommunens borgere. I fremtiden vil denne kunne sende blodprøver til analyse med en drone eller modtage speciel medicin til en borger.

## Forvalter af lovgivning

I fremtiden vil byplanlæggere i større grad blive involveret i droneprojekter. Der skal i højere grad tages stilling til, hvordan byrummet bliver designet, hvor høj støjforurening der er, og hvordan mobiliteten skal flyde gennem byen.



# HVILKEN ORGANISATION KRÆVES FOR AT SKABE ET DRONEPROJEKT?

Når kommuner vælger at udlicitere projekter, er det ofte nødvendigt at inddrage flere mennesker og muligvis også andre organisationer.

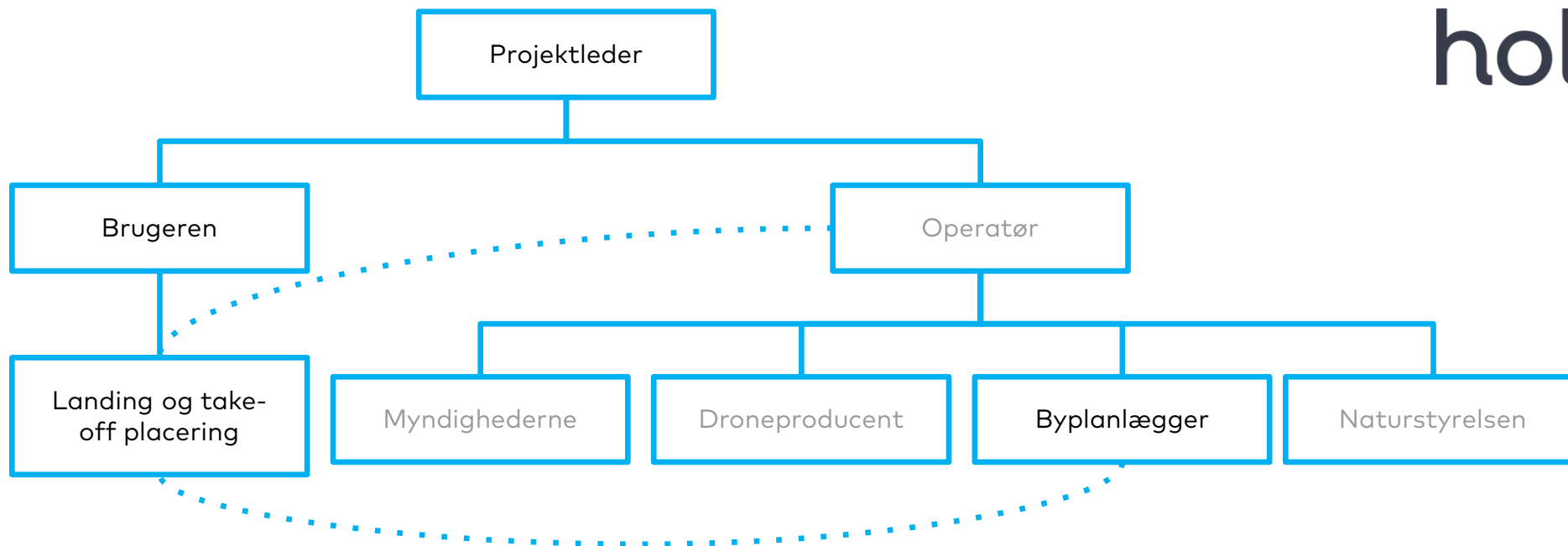
Først og fremmest er det vigtigt, at projektet bliver forankret i den kommunale afdeling, som kommer til at være bruger af den service, dronerne leverer. Her vil der ofte blive udpeget en projektleder, som kommer til at bistå kontakten eksternt, men også internt.

Det er vigtigt, at alle de afdelinger, som kommer til at arbejde med dronerne, bliver aktiveret som aktør tidligt i processen.

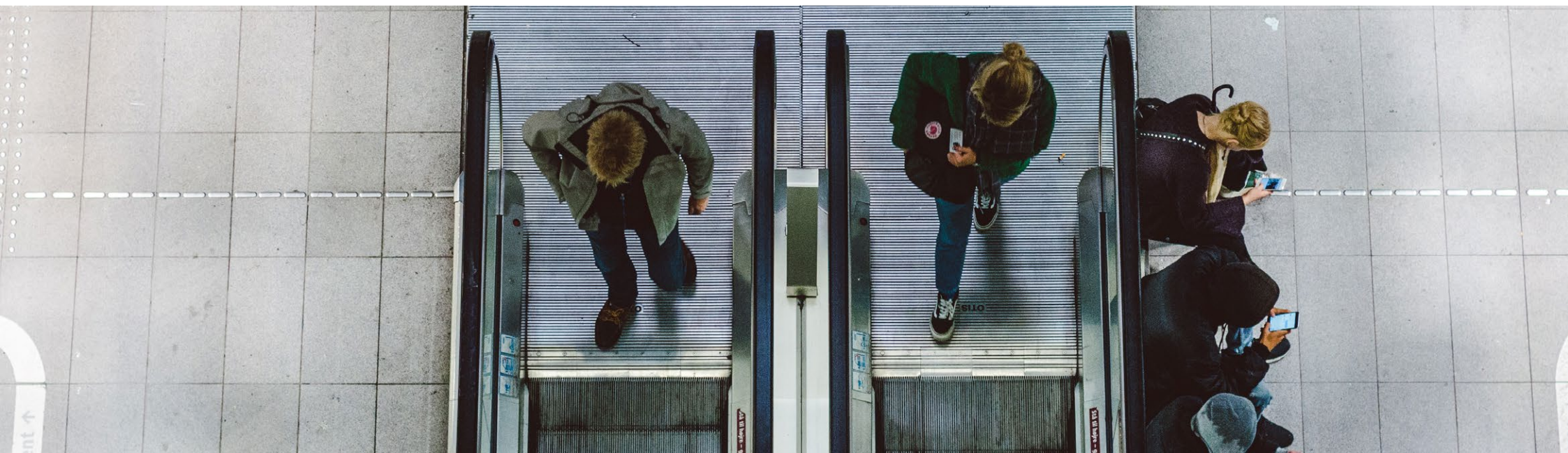
Typisk vil en kommune udpege en projektleder, der faciliterer projektet fra start til slut. Det vil være den kommunale projektleder, som vil være den primære kontakt til de eksterne aktører. Derudover er det vigtigt, at kommunen også inddrager slutbrugeren i projekterne. Eksempelvis kunne man forestille sig, at der bliver transporteret medicin fra et apotek ud til en hjemmesygeplejerske. Her er det vigtigt, at hjemmesygeplejersken er med i implementeringsprocessen, hvis man gerne vil lykkes med projektet.

Kommunen også en vigtig rolle i projektet, når det handler om den lokation, hvor dronen kan lette og lande. Ofte flyver dronen

uden for synsvidde, og derfor kræver det også, at de lokationer, der bruges til at lette og lande fra er sikre, at folk i nærheden ikke bliver generet af lyden, og at folk rundt omkring dronen føler sig trygge ved, at den er der. I mange situationer vil en byplanlægger inddrages i projektet for at sikre, at støjgener og andet passer til den aktuelle lokalplan. Byplanlæggeren vil være i tæt dialog med operatøren omkring den drone, der skal bruges, men byplanlæggeren vil også have tæt kommunikation på tværs internt i kommunen for at sikre de korrekte fysiske forhold for dronen.



*Den sorte tekst viser kommunens roller i et komplekst projekt, og den grå viser rollerne, som varetages af eksterne.*



# DRONER I DET VIRKELIGE LIV

**To eksempler på kommunale opgaver droner kan løse i fremtiden**

## Kommunale ydelser kan blive flyvende med moderne droneteknologi

I det følgende kan du læse om to konkrete use-cases, som er eksempler på, hvordan kommunerne kan bruge fremtidens droner til at løse opgaver inden for flere forskellige områder.

De to eksempler viser, hvordan dronerne kan bruges til henholdsvis inspektions- og logistikopgaver.

## 1. INSPEKTION

### Asfaltovervågning med droner

Det får du ud af det:

Driftoptimering	Mindre co2 udledning	Sparet medarbejdertid
Bedre oversigt over kommunens infrastruktur		

### Partnere



## 2. LOGISTIK

### Transport af intravenøs behandling med droner

Det får du ud af det:

Mobil IV-Behandling	Fragt af medicin og udstyr	Bedre behandlingsoplevelser
Sparet transport for patienter		

### Partnere





SDU UAS CENTER  
UNIVERSITY OF SOUTHERN DENMARK.DK

SDU

holo  
DRONE PILOT





# DRONER I DET VIRKELIGE LIV - ASFALT-OVERVÅGNING

I Danmark har kommunerne ansvar for vejnettet, og overvågning af vejenes tilstand er en vigtig del af kommunernes vedligeholdelsesopgaver. Hvis huller og revner opdages tidligt, endda før de bliver synlige, kan kommunen spare tid og penge ved at gribe tidligt ind. Samtidig kan man ved at holde styr på skæve kantsten og huller undgå ulykker. At vejnettet holder en god standard er også et vigtigt kvalitetsstempel for kommunen.

## Nuværende inspektion

I mange kommuner overvåges vejene ved en såkaldt okulær besigtigelse, hvilket indebærer, at en eller to medarbejdere kører rundt og observerer vejen. Flere af landets større kommuner har flere tusinde kilometer vej og arbejdet kan derfor være tidskrævende, og der kan gå lang tid mellem eftersynene.

Eksempel på overvågningsopgaver;

- Løbende tilsyn med asfalt
- Tilsyn med opgravninger/reetableringer
- Tilsyn på baggrund af borgerhenvendelser
- Forebyggende vedligeholdelse: asfalttykkelser, slidniveau og skader i vejunderlaget

## Potentialet ved droner

Asfaltinspektioner ved autonome droner udstyret med kamera eller laser kan give hyppigere data over et større areal. Kommunen kan øge datakvaliteten og skabe en bedre oversigt over kommunens infrastruktur samtidig med, at man kan spare på medarbejdertimer til overvågning og reducere CO<sub>2</sub> gennem færre kørte kilometer i bil. Dronerne vil også gøre det muligt at sætte driftsressourcer ind tidligere, da der kan skabes mere viden om asfaltens kvalitet. Laserteknologier som lidar har vist sig at være effektive i forhold til at identificere slidlag, der ikke er synlige med blotte øje.

Den mest tidskrævende del af asfaltovervågning er at analysere billederne. Indsamling af data via drone vil kun give mening, hvis kommunerne har automatiseret databehandling til rådighed. I flere kommuner har man lavet forsøg med kamera og billedgenkendelse til at udpege huller og andre vejskader.

## Det får du ud af det:

**Driftoptimering**

**Mindre CO<sub>2</sub> udledning**

**Sparet medarbejdertid**

**Bedre oversigt over kommunens infrastruktur**







# ASFALTOVERVÅGNING MED DRONE – SYV TRIN TIL AT KOMME I GANG

1

## Hvad skal undersøges?

Asfaltovervågning med avanceret databehandling kræver at du er specifik i forhold til, hvad du kigger efter. Vælg derfor kun et område der skal undersøges. Eksempelvis:

- Slidlag
- Vejbrønde
- Fortovsfliser
- Islag og vand
- Afstribninger
- Revner og slaghuller

2

## Hvordan ser området ud?

Det lokale miljø i området er afgørende for valget af teknologi.

Hvordan er topografi, befolkningstæthed, bebyggelse, størrelsen på arealet som skal overflyves, vejrforhold, beplantning og dyreliv, typer af veje, trafik og så videre?

3

## Hvad er dine databehov? Hvilket niveau og type af data har du brug for?

- Behov for hyppighed og tidsinterval af data
- Skal data opbevares, eller kunne sendes under flyvningen via netværksforbindelse?
- Billedkvalitet – eksempelvis GSD - Ground sampling distance versus behov for opløsning

4

#### Hvilken sensor skal sættes på dronen?

- Eksempel på hardware:
  - Kamera
  - Lidar (radar)
  - GPR – ground penetration radar
  - Termisk kamera
- Payload: Hvor meget vejer udstyret?

6

#### Databehandling: Hvordan skal din data behandles for at få det ønskede output?

- PCI – Pavement condition index
- Digital twin
- Billedgenkendelse, Machine-learning

5

#### Hvilken type drone skal du bruge?

- Afstand og areal: hvor langt skal dronen kunne flyve?
- Flyveegenskaber: skal dronen være lydløs, stabil eller hurtig?

7

#### Resultater og handling

Hvad viser resultaterne fra databehandlingen, og hvilke aktiviteter skal sættes i gang?

# DRONER I DET VIRKELIGE LIV - TRANSPORT AF INTRAVENØS BEHANDLING

Understøttelse af behandling af patienter i eget hjem eller på lokale institutioner (Hospital@Home) skaber nye logistik- og transportbehov og ses som et af de primære områder, hvor fremtidens droner kan skabe samfundsværdi. At flytte behandling fra hospitalet til borgerens hjem kan give højere livskvalitet, bedre kvalitet på sundhedspleje, og mindske omkostninger .

En af flere områder hvor Hospital@Home kan blive en realitet den næste styk tid er intravenøs behandling. I dag kan patienter der modtager langsigtet IV-antibiotikabehandling, eksempelvis kronisk knoglebetændelse, hjerteklapsbetændelse eller som er inficeret med bakterier, enten være indlagte eller møde dagligt på et hospital. IV-behandlingspateinter er ofte selvhjulpne og vil kunne få en markant øget livskvalitet ved at blive behandlet i kommunale sygeplejeklinikker eller i egne hjem. I dag er der op til 24 ambulante patienter om måneden tilknyttet Nordsjællands Hospital der modtager daglig IV-behandling i mere end fem dage.

## Nuværende logistik

Intravenøs (IV) medicin fra Rigshospitalet sendes ud til medicindepoter på Nordsjællands Hospital Hillerød (NOH). Når IV-patienterne udskrives fra hospitalet, får de medicinen med til hele behandlingsforløbet. Skal behandlingen forlænges eller medicinen udskiftes, skal patienten selv hente det, eller det kan blive bragt ud med taxa.

## Dronens potentiale

Daglig droneflyvning af IV-medicin fra et fast sted nær patienten vil kunne spare patienten for transporten, mindske omkostninger for regionen, og skabe sundhedsmæssige /medicinske bedre løsninger. Dernæst vil det også mindske ubehag og skabe øget livskvalitet og lige behandlingsmuligheder for borgere. Borgeren kan måske ikke mærke forskellen direkte, men det kan gøre hospitalets og hjemmeplejens logistik nemmere.

Transport af IV-medicin til sygeplejeklinikker kan evt. kombineres med transport af medicin og afsendelse af blodprøver fra patienten med retur til hospitalet. Da flere transportopgaver kan sammensættes, vil der være en stor besparelse for hospitalet og kommunen.

Effekterne af dette kan være:

- Bedre behandlingsoplevelse for patienten (undgår indlæggelse og/eller transport til hospitalet)
- Mere effektiv diagnosticering
- Reduktion af transportudgifter (kørsel af patienter)



## Det får du ud af det:

**Mobil  
IV-Behandling**

**Fragt af  
medicin og  
udstyr**

**Sparet  
transport for  
patienter**

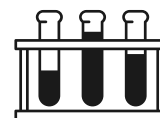
**Bedre  
behandlings-  
oplevelser**

# DRONER I DET VIRKELIGE LIV - TRANSPORT AF INTRAVENØS BEHANDLING



## Use case

En fast rute mellem det kommunale hjemmesygepleje og Nordsjællands Hospital Hillerød (NOH)



## Payload

- IV-antibiotika
- IV-væske
- Anden medicin med kort holdbarhed



## RigiTech Eiger

Til denne operation vil en Eiger drone fra RigiTech benyttes. Rigittech Eiger dronen kan bære op til 2.5 kg over 100 km, og medicinen vil kunne isoleres, så den fragtes ved den rigtige temperatur.

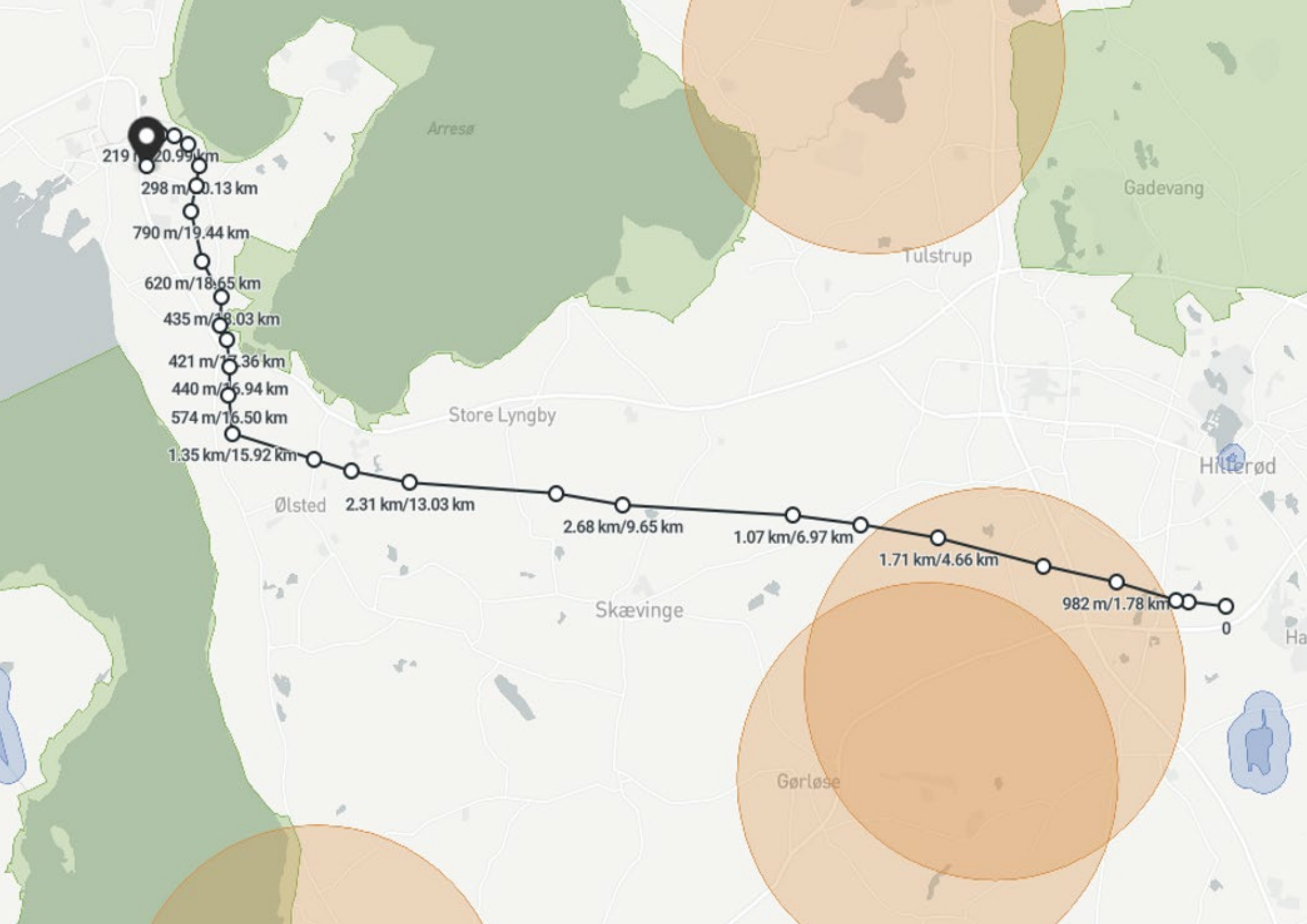


## Partnere

Kommunen og NOH vil indgå et samarbejde, hvor NOH sørger for at blande medicin, og den kommunale hjemmesygepleje modtager og udleverer medicinen til patienten.

Sygeplejeklinikken kan derefter sende prøver retur til NOH.







# KEND DINE PRIORITERINGER

Når du går i gang med at arbejde med droner, er det vigtigt, at du kender dine prioriteringer. Behovet for dataets nøjagtighed, lastens størrelse (payload) og den strækning, der skal flyves (flyvetiden), påvirker prisen. Og pris, lovgivning og effektivitet har betydning for, om du kan få skalerbarhed i dine operationer. Skalerbarhed refererer til evnen til at implementere løsningen i stor skala på tværs af store byer eller mellem flere byer.

Uanset om du skal transportere IV-medicin eller inspicere bygninger, naturområder eller asfalt, er det vigtigt at have in mente, at nøjagtighed, payload, pris og flyvetid er gensidigt afhængige. Hvis du eksempelvis skal have høj nøjagtighed i dine data og lave en 3D-model med et avanceret kamera, vil flyvetiden blive langsommere, og prisen per fløjet kilometer blive højere. Hvis du skal flyve over beboede områder, og dronen derfor også skal udstyres med en faldskærm, vil din payload øges, hvilket potentielt vil påvirke prisen og dataets nøjagtighed.

