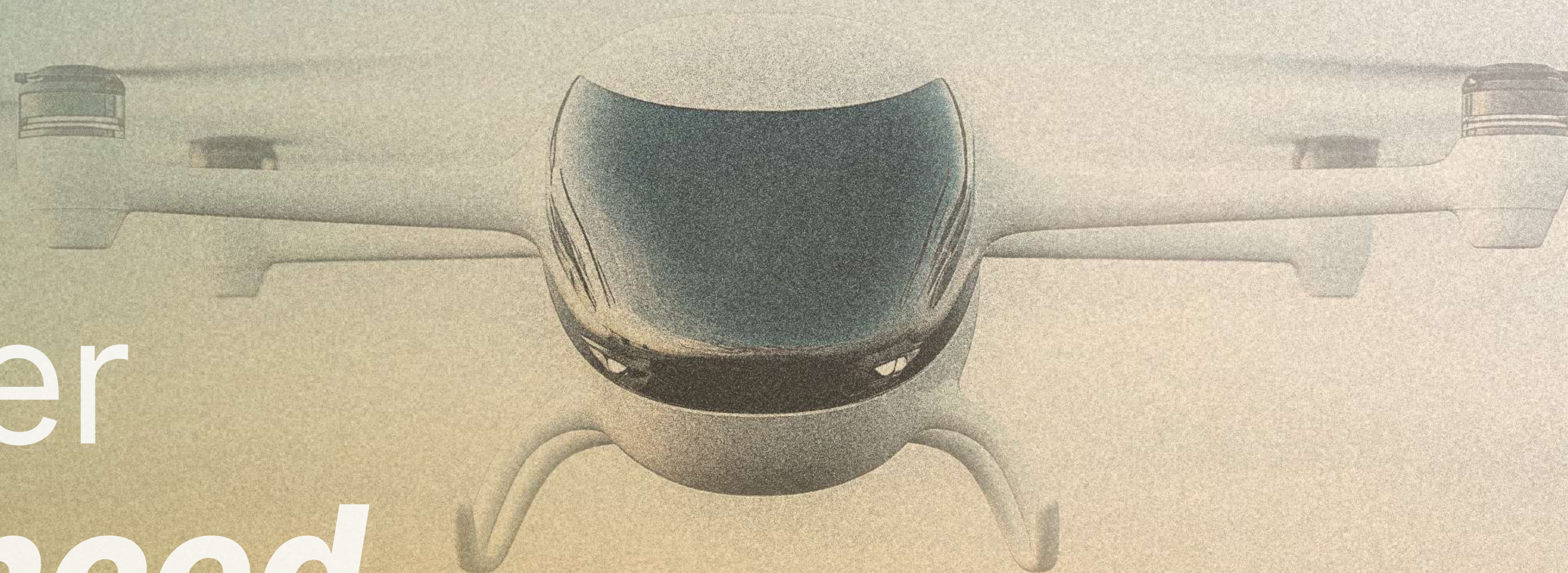




Hvad er ***Advanced Air Mobility?***

En case om højautomatiserede eldrevne fly i Danmark

Velkommen til white paper serien *Luftforbindelser*

Dette er første udgave af en serie af white papers, som undersøger potentialet i at introducere højautomatiserede eldrevne fly, som en bæredygtig transportform på det danske marked. Infrastrukturen omkring de eldrevne fly går ofte under fællesbetegnelsen ”advanced air mobility” (AAM), og omfatter små fly, som er personbetjente eller ubemandede, til transport af passagerer eller gods.

ZESO Architects ser et stort potentiale i at benytte AAM til at skabe større sammenhængskraft i Danmark, især i regionale områder med begrænset adgang til offentlig transport. Ved at integrere nye bæredygtige mobilitetsteknologier i vores infrastrukturplanlægning, kan vi være med til at bygge bro og skabe forbindelser, der hvor det kan gøre en forskel.

Vi er gået sammen med Aalborg Universitet, UAS Denmark Test Center og Grøn Luftfart i et konsortium om at finde ud af hvad AAM betyder i dansk kontekst og hvem, som vil kunne få gavn af det.

Sammen skaber og visualiserer vi et realiserbart koncept for AAM i Danmark med konkrete eksempler på hvordan det kunne blive en integreret del af den kollektive trafik.

Initiativtager & Redaktør

Christina Okai Mejborn
Head of Aviation Planning
Arkitekt MAA / ZESO Architects

Illustrationer & Visualiseringer

Ulrik Sludekilde Rasmussen
Head of Design / Arkitekt MAA
ZESO Architects

Irma Nelson
Arkitekt MAA / ZESO Architects

Tran Thanh Hai
Arkitekt M. Arch / ZESO Architects

Bidragydere

Claus Lassen
Associate Professor of Mobilities
and Urban Planning
Director Danish Aeromobilities
Academy / Aalborg Universitet

Lars Illum Jørgensen
Business Developer
UAS Denmark Test Center

Martin Winther Andersen
CEO / Pilot / Grøn Luftfart

Kelly Andrew Nelson
Partner / Director of Aviation
Arkitekt MAA / ZESO Architects

Forbehold
Beskrivelserne i white paperet er vejledende og udtryk for en løbende undersøgelse om advanced air mobilitys potentiale i dansk kontekst. Med mindre andet er nævnt, er illustrationsmateriale udarbejdet af ZESO Architects.

Indhold

Temaet for dette white paper er at forstå motiverne for at rejse og undersøge hvad Advanced Air Mobility (AAM) består af.

Hvert kapitel er dedikeret til én af de fire bidragydere fra konsortiet, som beskriver deres specifikke ekspertområde.



01 Rejsebehovet

Hvilken potentiel betydning kan AAM have for nærhedsbehov i regioner udenfor storbyerne?

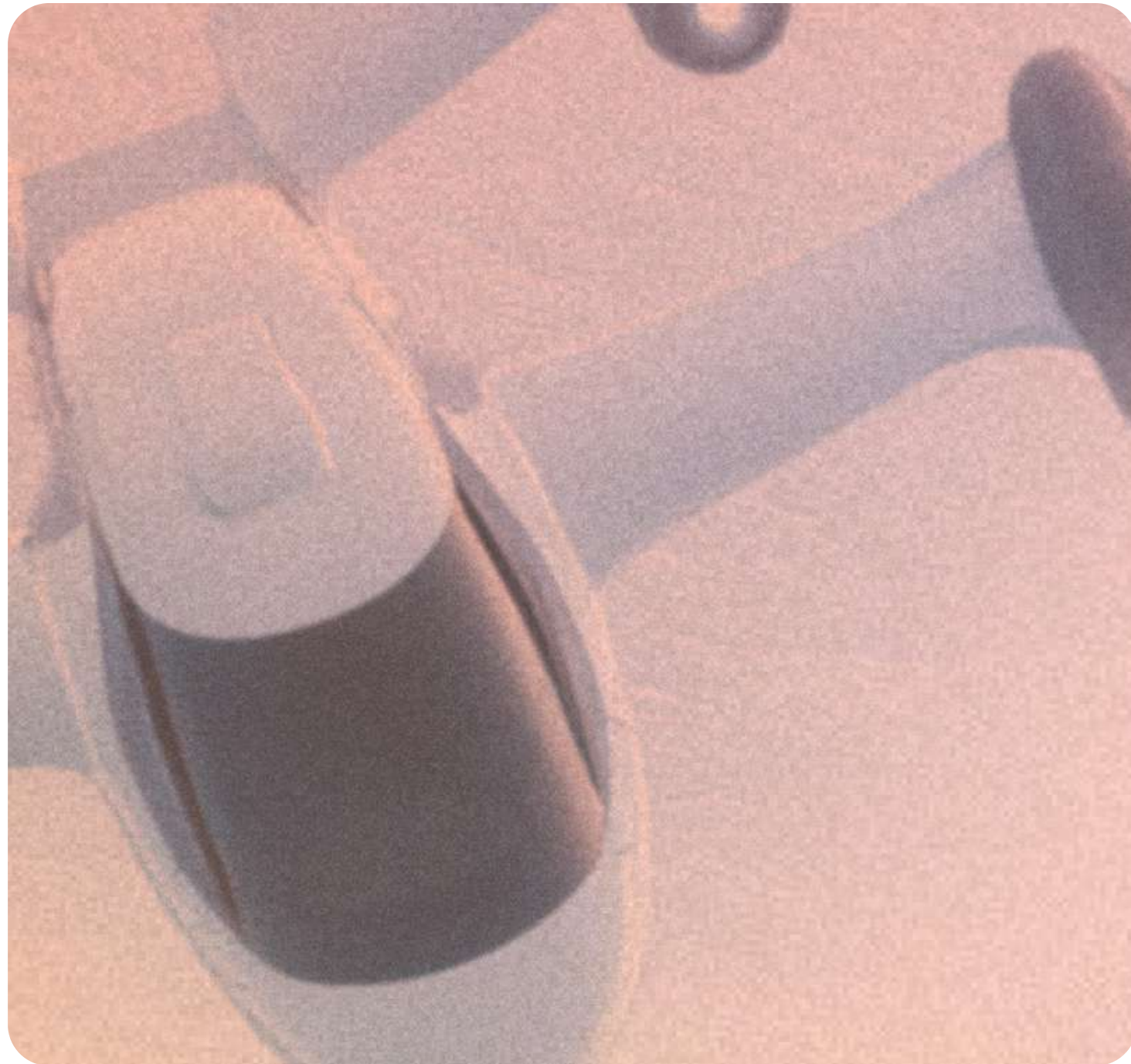
Side 4



02 Luftrummet

Hvilke luftlag befinder AAM sig i og hvordan forholder det sig til øvrige transportformer i luften?

Side 8



03 Flytyperne

Hvilke flytyper skal landingsplatformen dimensioneres efter?

Side 12



04 Passagerområdet

Hvilke byggeklodser skal der til for at etablere et AAM passagerområde?

Side 16



01 Rejsebehovet

Hvilken potentiel betydning kan AAM have for nærhedsbehov i regioner udenfor storbyerne?

“

Man kan skele mod den engelske sociolog, John Urry.
Han er optaget af hvorfor det egentlig er vi bevæger os.
Hvad er vores sociale motiver eller årsager til at skulle fra A til B.



Claus Lassen

Ass. Professor of Mobilities and Urban Planning
Director Danish Aeromobilities Academy
Aalborg Universitet

Bio

Claus er lektor og forskningsleder ved Aalborg Universitet med speciale i luftfartens samfundsmæssige påvirkning, herunder på forretningsrejser, beslutningsprocesser, lufthavnsplanlægning og luftfartens historiske udvikling. Han er en førende forsker inden for aeromobilitet med fokus på luftfartens rolle i samfundet. Han ledte Grand Solution-projektet, Airport City Future, og vejledte fem erhvervs-ph.d.'er i projektet. Claus har udgivet adskillige internationalt anerkendte bøger og artikler og gennemført executive programmer på Harvard Business School.

Grundlæggende giver det kollektive trafiksystem i Danmark et økonomisk underskud. Det er en samfundsmæssig prioritering, der gør at vi ikke alle kører rundt i vores egen bil. Den socioøkonomiske fordel for samfundet er større end underskuddet.

Vi skal erkende at AAM i en forsøgsordning eller et permanent system vil koste samfundskroner og vi skal finde ud af hvad det vil koste. Hvor meget ville man kunne flyve for, hvis man fik samme tilskud som busser, og hvordan ville det matche de sociale behov? Ville det gøre en forskel?

Myndighedsmæssigt giver det mening at starte med AAM faciliteter på eksisterende flyvepladser, hvor der i forvejen er indflyvningstilladelser. Her kan man tilknytte shuttlebusser for at komme videre ind til byen. Alternativt, bør AAM landingsområder placeres steder, hvor der i forvejen er en høj mobilitet. Eventuelt ved et Park & Ride anlæg med adgang til en delebilordning.

Det er vigtigt at man har en forudsigelighed i AAM systemet. At man ved der er nogle frekvenser og afgang. Man kunne have et vist antal faste afgang og derudover nogle ‘on demand’ afgang, som er skemalagt, men kun flyver hvis der er nogen der har booket sig ind.

Turisten



Søger det anderledes og ekstraordinære for at bryde med hverdagen

Mobilitet som nødvendighed



Sociale og økonomiske forpligtelser tvinger folk til at bevæge sig fysisk (arbejde, uddannelse, sundhed, relationer osv.)

Systemisk mobilitet



Fysisk, virtuel og imaginær mobilitet påvirker hvordan og hvorfor vi bevæger os

Mobilitetsparadigme



Fokus på flow, netværk og deltagelse i samfundsmæssige bevægelser

Eksempler på menneskers motiver for at flytte sig

Vi kan ikke kun tale om mobilitet i ental. Vi må se mobilitet i flertal, når vi skal finde ud af hvorfor folk bevæger sig.

Som eksempel på et afsidesliggende område udenfor storbyerne kan man betragte en ø brobetjent ø. Ser man på det generelt, kan man spørge hvad, der er den positive diskurs om at bo på en ø. En ø kan give en nærhed, en følelse af fællesskab, en styrket lokal identitet, tæt på naturen, et slow living koncept.

Samtidig er der nogle udfordringer i forhold til hverdagslivet, og det at bo på en ø kan betyde, at du har færre muligheder for at finde et job. Arbejdsmarkedet er mere begrænset, og noget af det arbejde, du kan få, foregår måske online. Der er også større barrierer for at tage en uddannelse, hvilket kan gøre det mere besværligt og mindre tilgængeligt. Det kan være med til at reducere din økonomiske mobilitet. Særligt blandt unge i områder med geografiske udfordringer, hvor adgang til uddannelse ikke er en selvfølge, er der et behov for et bredere og mere mangfoldigt udbud af uddannelser, der afspejler samfundets udvikling og unges individuelle ambitioner.

Der kan være begrænsninger i tilgængelighed til kulturelle aktiviteter og tilbud og fritidsaktiviteter. Der kan være mangel på læger, sygehusfaciliteter, uddannelse og dagligvarer.

Derfor er man afhængig af adgangen til infrastruktur på en ø. Hidtil har det været en-dimensionelt, hvor man kunne gå, cykle eller køre ombord på en færge.

Øget mobilitet vil have en kæmpe betydning for den måde en øboer lever sit liv på. Mobilitet er hverdagsliv, det er ikke noget der kommer ud af hverdagslivet.



Indsigter fra Claus Lassen, Aalborg University

Lassens indsigter understreger vigtigheden af strategisk planlægning og offentlige investeringer i udformningen af fremtidens mobilitet i Danmark og i at tilpasse udviklingen af AAM infrastruktur med samfundsmæssige behov.



02 Luftrummet

Hvilke luftlag befinder AAM sig i og hvordan forholder det sig til øvrige transportformer i luften?

“

Når man taler om AAM skal der være
3 fuldt holistisk integrerede elementer:
emissionsfrie fly, automatiseret luftrum og multiporte



Lars Illum Jørgensen
Business Developer, UAS Denmark

Bio

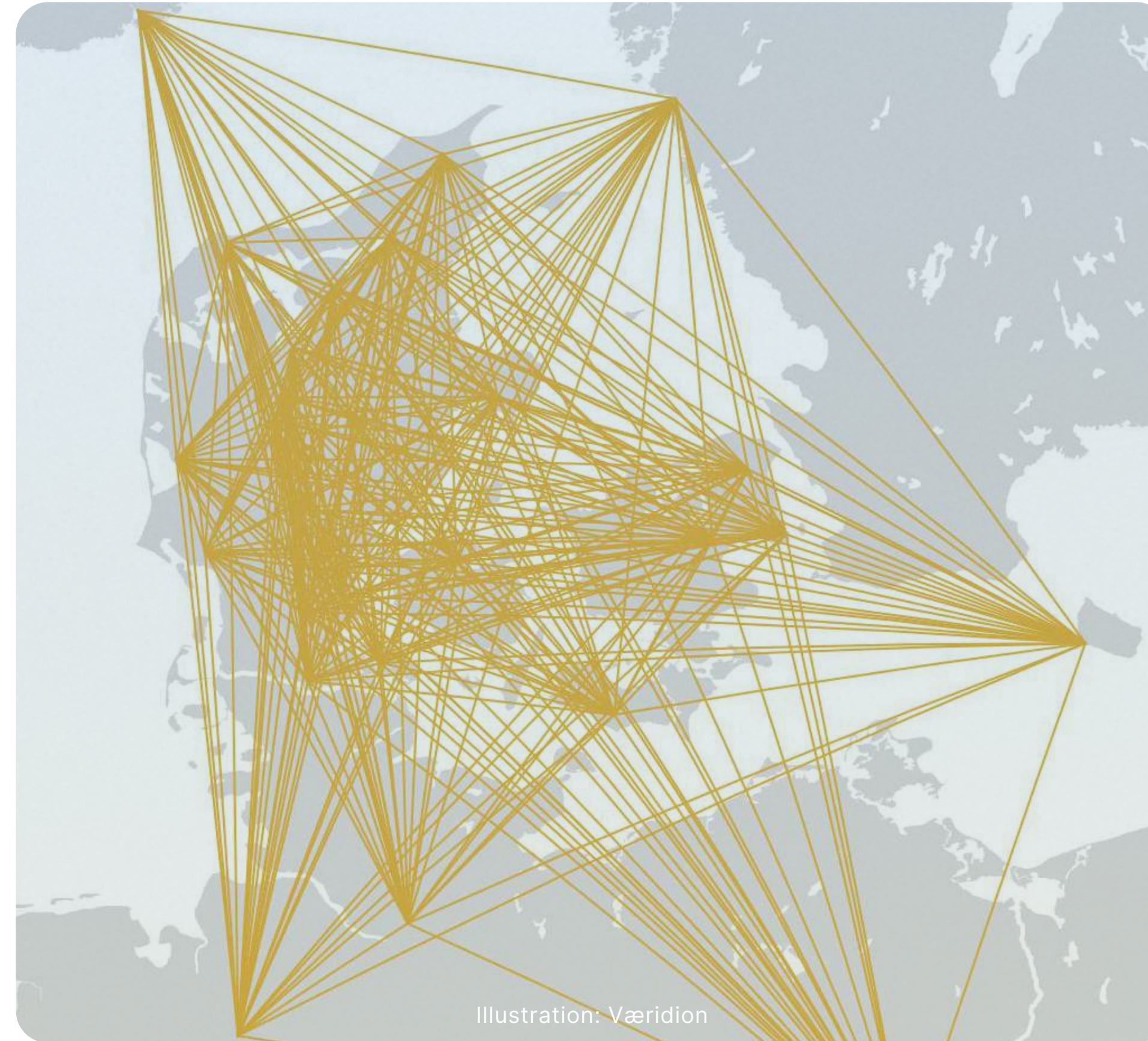
Lars leder UAS Denmark International Test Centres aktiviteter inden for avanceret luftmobilitet, herunder udvikling af lufthavnsinfrastruktur og testluftrum til autonome fartøjer. Han har tidligere arbejdet i 20 år hos Fairchild Dornier og Airbus som systemingeniør, flyvetester, forretningsudvikler, teknisk leder og chefindeniør.

Tre holistisk integrerede elementer (fly, luftrum og multiport) og de nuværende forventninger til et fremtidigt AAM rutenetværk.



Fly - Emissionsfrie & automatiserede

AAM flyene er emissionsfrie og de vil have en høj grad af automatisering – halvvejs autonome og halvvejs automatiske. Man forventer at trafikmængden med AAM fly vil øge trafikken i luften til et signifikant højere niveau. Således vil flere AAM fly være synlige samtidig, og i byområder vil der på ethvert tidspunkt være mellem fem og ti af dem i luften.



Luftrum - Flyenes netværk i luften

Flyene skal være i stand til at kunne se hinanden (UTM - unmanned traffic management). Det overordnede begreb over UTM-konceptet kaldes U-space, hvor automatiske programmer sørger for ruteplanlægningen. Enten har dronerne selv noget teknologi ombord, som gør at de kan se de andre, eller også er der et signal, som fortæller andre om deres position.



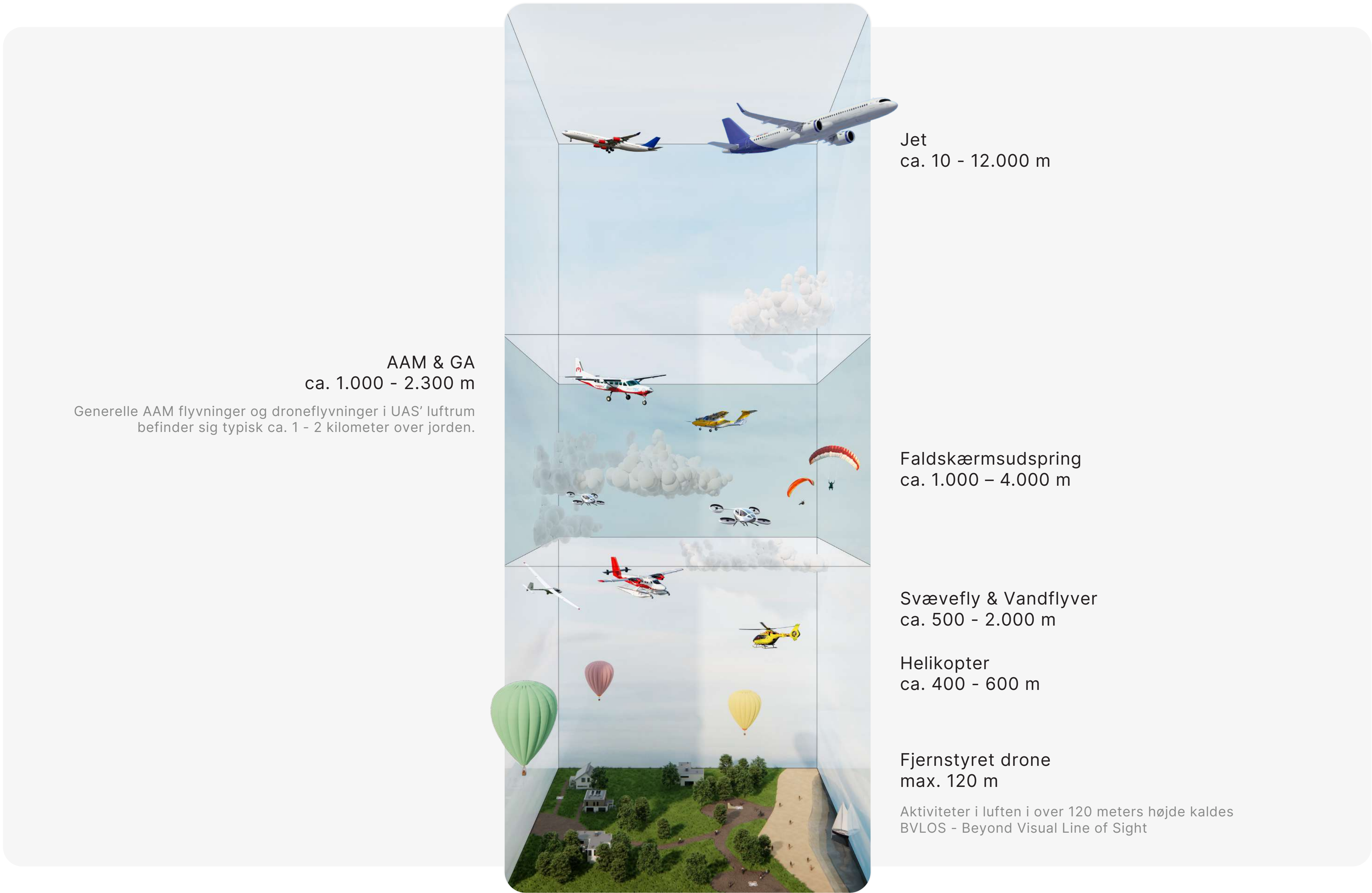
Multiport - Landingsområdet

Multiporten er stedet hvor flyet lander og letter fra. Som landingsområder kan man eksempelvis benytte allerede eksisterende flyvepladser, udkanten af industrikvarterer eller udkanten af parcelhuskvarterer.



Indsigter fra Lars Illum Jørgensen, UAS Denmark

Jørgensen fremhæver betydningen af regulering, teknologi og strategisk planlægning for at forme en sikker og effektiv fremtid for luftmobilitet.



For at undgå kollisioner bruges begreber som 'See & Avoid' (involverer et menneske som operatør), 'Detect & Avoid' og 'Sense & Avoid'.

Figuren viser en kortlægning over hvor i luftrummet AAM fly befinder sig, set i relation til andre lufttransportformer. Andre deltagere i luftrummet inkluderer blandt andet svævefly, drageflyvere og faldskærmsudspringere.

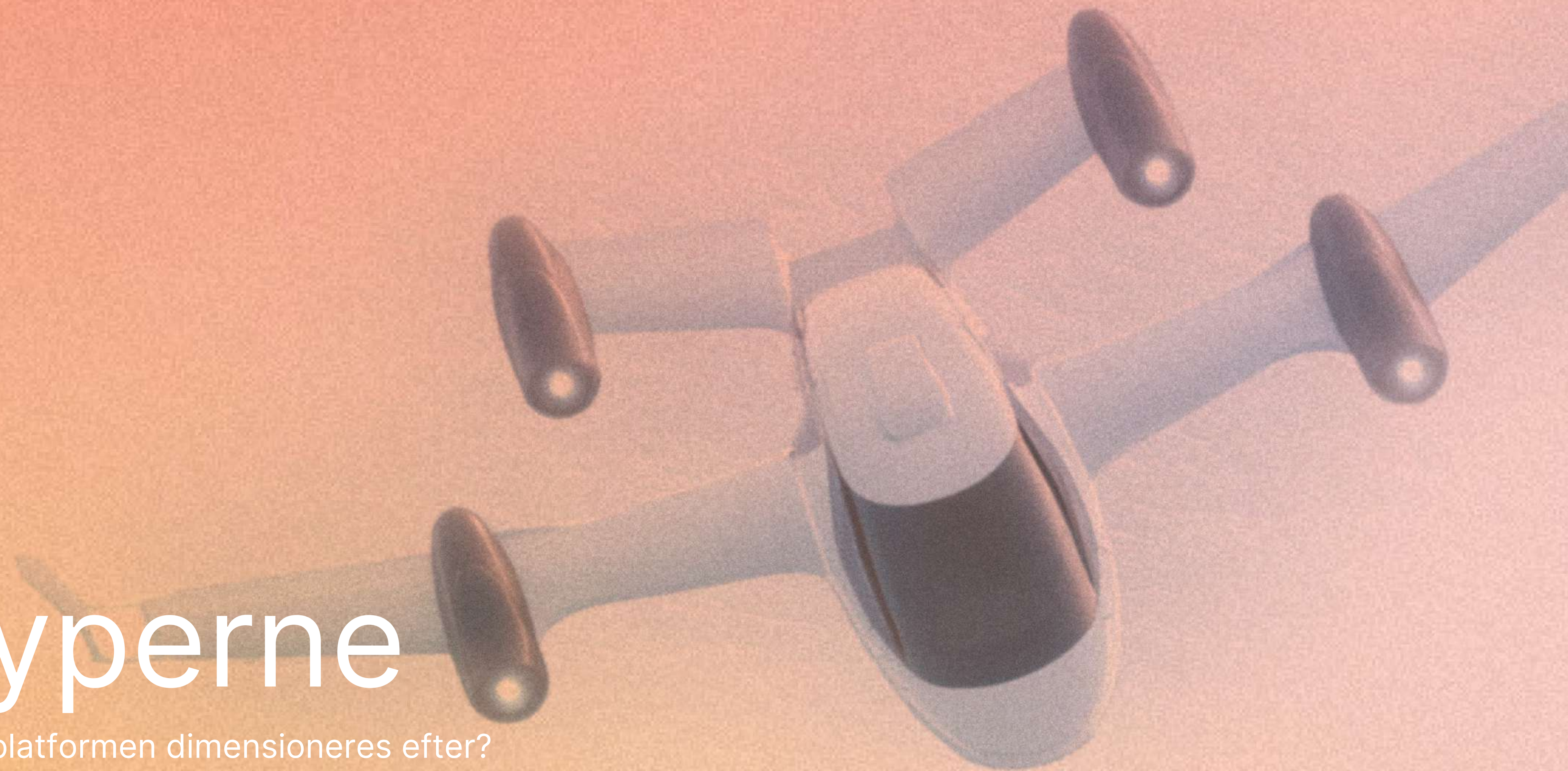
AAM flyvninger foregår i det mellemlave luftlag, hvor almen luftfart (GA) også typisk befinder sig og hvor fly er særligt påvirkede af vejrforhold.

Mens der stilles krav til at AAM fly skal kunne se hinanden og fortælle andre om deres position gennem teknologi, stilles der p.t. ikke samme krav til eksisterende GA fly. Gældende for alt trafik inklusiv GA fly er det et krav at kontakte eksempelvis lufthavne, der har kontrolleret luftrum omkring deres lufthavn og oplyse at man gerne vil lande hos dem.

I resten af landets luftrum er det god kutyme at kontakte den landsdækkende flyveinformationstjeneste, men ikke et krav. Ud fra nuværende forhold vil det derfor være risikobetonet når GA fly, uden den ombordværende nødvendige teknologi, flyver ind i det komplekse AAM luftrum, kaldet U-space. Særligt i et scenarie hvor automatiserede aktiviteter i luftrummet øges.

03 Flytyperne

Hvilke flytyper skal landingsplatformen dimensioneres efter?



“

Jeg forventer at eSTOL & eCTOL er de første der bliver introduceret på det danske marked. Vi skal sandsynligvis forbi år 2030, før vi reelt vil se om eVTOL fartøjer bliver aktuelle - dvs. certificeret og produceret.



Martin W. Andersen
Co-Founder & CEO Grøn Luftfart

Bio

Siden 2015 har Martin studeret udviklingen af luftfartens elektrificering og samlet et omfattende kompendium med over 1.000 AAM-udviklere, hvilket har etableret ham som Danmarks førende ekspert på området. Han har skrevet adskillige artikler om emnet og er helikopterpilot med dybdegående ekspertise inden for luftfart og aerodynamik. Han repræsenterer Danmark ved det globale AAM Institute og fungerer som administrerende direktør for Grøn Luftfart og Copenhagen Helicopter.

Tre flytyper er aktuelle i AAM.



eVTOL

Electric vertical take-off and landing

Det der karakteriserer en eVTOL er at den letter og lander vertikalt. Der findes flere forskellige typer designs af eVTOLs, hvoraf flere har meget DNA fra tidligere tiders militære projekter i 60-80'erne. eVTOL er opstået sammen med den mulige elektrificering af transport og et ønske om at kunne lette og lande hvor end man er ligesom helikoptere, men hvor helikoptere for de fleste henholdsvis er for dyre og for larmende.



eSTOL

Electric short take-off and landing

En eSTOL er et konventionelt designet fly, gentænkt med en batteri-elektrisk eller hybrid-elektrisk motor og optimerede vingeprofiler til korte baner. eSTOL'er kan i mange tilfælde levere en helikopterlignende ydeevne, men til en billigere kostpris svarende til et fly.



eCTOL

Electric conventional take-off and landing

En eCTOL er et konventionelt designet fly, gentænkt med en batteri-elektrisk eller hybrid-elektrisk motor. Flere designs inkorporerer lange, svævefly-lignende vinger for at maksimere den aerodynamiske effektivitet og minimere energiforbruget. Med et landingsbanelængdebehov identisk med konventionelle fly i samme størrelse, tilbyder eCTOL en bæredygtig videreudvikling af traditionel luftfart, uden behov for helt ny infrastruktur.



Indsigter fra Martin Winther Andersen, Grøn Luftfart

Andersen viser et klart billede af de teknologiske dynamikker, der former fremtidens luftmobilitet og understreger betydningen af internationalt samarbejde og lovmæssige rammer til AAM.

Auro Aero, Beta, Electra og Væridion er længst fremme i forhold til at blive introduceret på det danske marked.

USA er globalt førende indenfor udviklingen af AAM teknologier.

I Europa – herunder Danmark – er reguleringen særligt kompleks på grund af mange små luftrum både indenrigs og på tværs af landegrænser. Samtidig er byerne tættere og har flere støjfølsomme zoner, hvilket gør implementeringen mere udfordrende end i for eksempel USA.

Det er særligt Tyskland og England, som driver udviklingen på europæisk niveau.

Ehang er, som de første blevet certificeret til at operere kommercielt i Kina med førerløse passagerfly, hvilket markerer en milepæl i den globale udbredelse af AAM.



Udvalgte flyproducenter	Oprindelsesland	Flytype	Fremhævede partnerskaber	Annonceret kommerciel idriftsættelse	Rækkevidde	Opladningstid (0 - 100 %)	Landingslængde	Antal passagerer
Airbus	EU	eVTOL	Avincis + München Lufthavn	Ikke fastsat (program på pause)	80 km	30 - 60 min	0 m	3 + 1 pilot
Archer	USA	eVTOL	United Airlines + Stellantis	2026 - Abu Dhabi + 2028 - LA Olympiade	80 km	< 15 min	0 m	4 + 1 pilot
Auro Aero (Era)	Frankrig	eSTOL	Occitanie Region + BPI + Innovacom	Før 2030 - Frankrig	1.600 km	30 min	800 m	19 + 2 piloter
Beta (Alia)	USA	eCTOL	UPS + Bristow	2025 - Norge (kun test - ikke drift)	600 km	30 min	670 m	5 + 1 pilot
EHang	Kina	Førerløs eVTOL	Aena	2025 - Kina (i drift i begrænset omfang)	35 km	2 timer	0 m	2 + 0 pilot
Electra (Ultra Short)	USA	Hybrid/eSTOL	Lockheed Martin + Honeywell + NASA	2029 - Flere lande inkl. Danmark	2.000 km	Opladning i flyet (Hybrid)	46 m	9 + 2 piloter
Eve	Brasilien	eVTOL	Aero Solutions + Globalvia	2026 - Brasilien	100 km	< 30 min	0 m	4 + 1 pilot
Hyundai / Supernal	Syd Korea / USA	eVTOL	Korean Air + Blade	Ikke fastsat (program på pause)	64 km	n/a	0 m	4 + 1 pilot
Joby	USA	eVTOL	Toyota + Uber + Delta	2026 - Dubai	160 km	< 15 min	0 m	4 + 1 pilot
Robinson (eR66)	USA	eHelicopter	magniX	2029 - USA	185 km	< 60 min	0 m	4 + 1 pilot
Vertical Aerospace	Storbritannien	eVTOL	Honeywell	2028 - Storbritannien	160 km	< 15 min	0 m	4 + 1 pilot
Volocopter	Tyskland	eVTOL	Jet Systems Hélicoptères	2024 - OL Frankrig (kun test - ikke i drift)	65 km	40 min	0 m	1 + 1 pilot
Væridion (Microliner)	Tyskland	eSTOL	Bosch + Copenhagen Helicopters	2030 - Danmark	400 km	45 min	8-1.000 m	9 + 2 piloter



04 Passengerområdet

Hvilke byggeklodser skal der til for at etablere et AAM passagerområde?

“

I kraft af AAM-flyenes mindre pladsbehov og det at de larmer mindre end konventionelle fly, åbnes der nogle muligheder for **at placere AAM-terminalen, der hvor folk i forvejen samles eller der hvor befolkningen er tættest uden de gener** som gør at vi altid placerer en heliport eller lignende lidt længere væk.

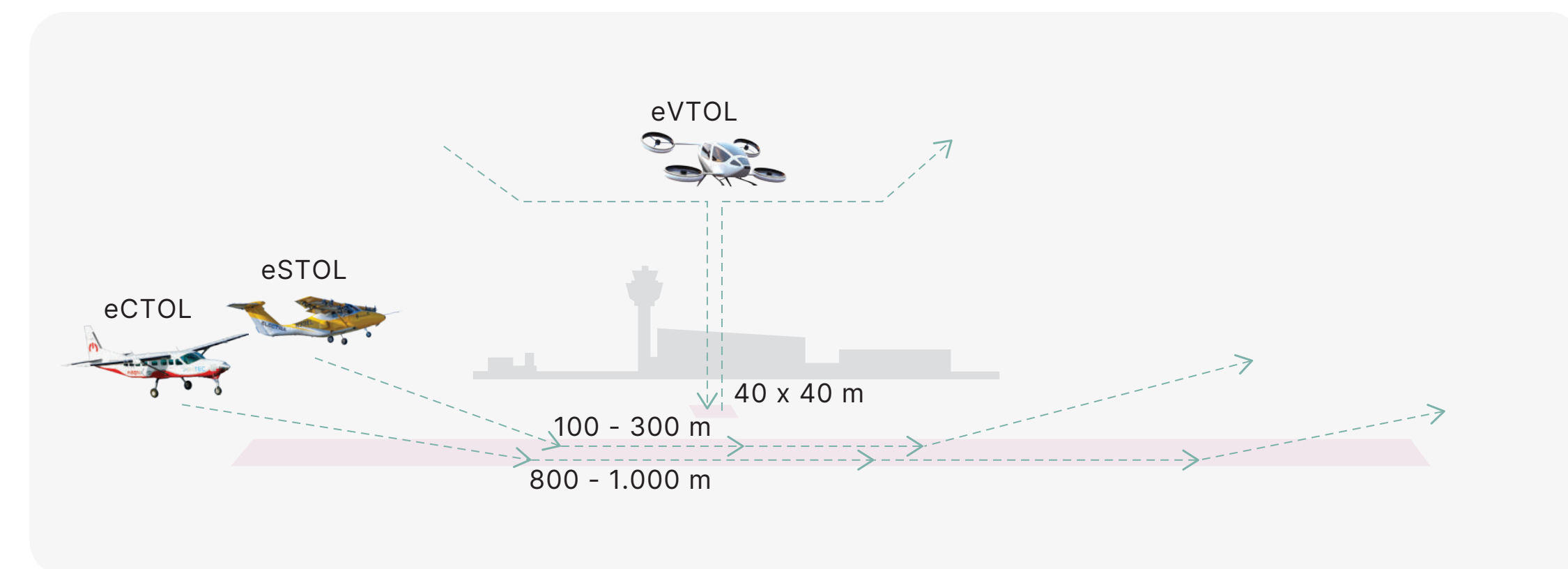


Kelly Andrew Nelson
Arkitekt MAA & Partner
ZESO Architects

Bio

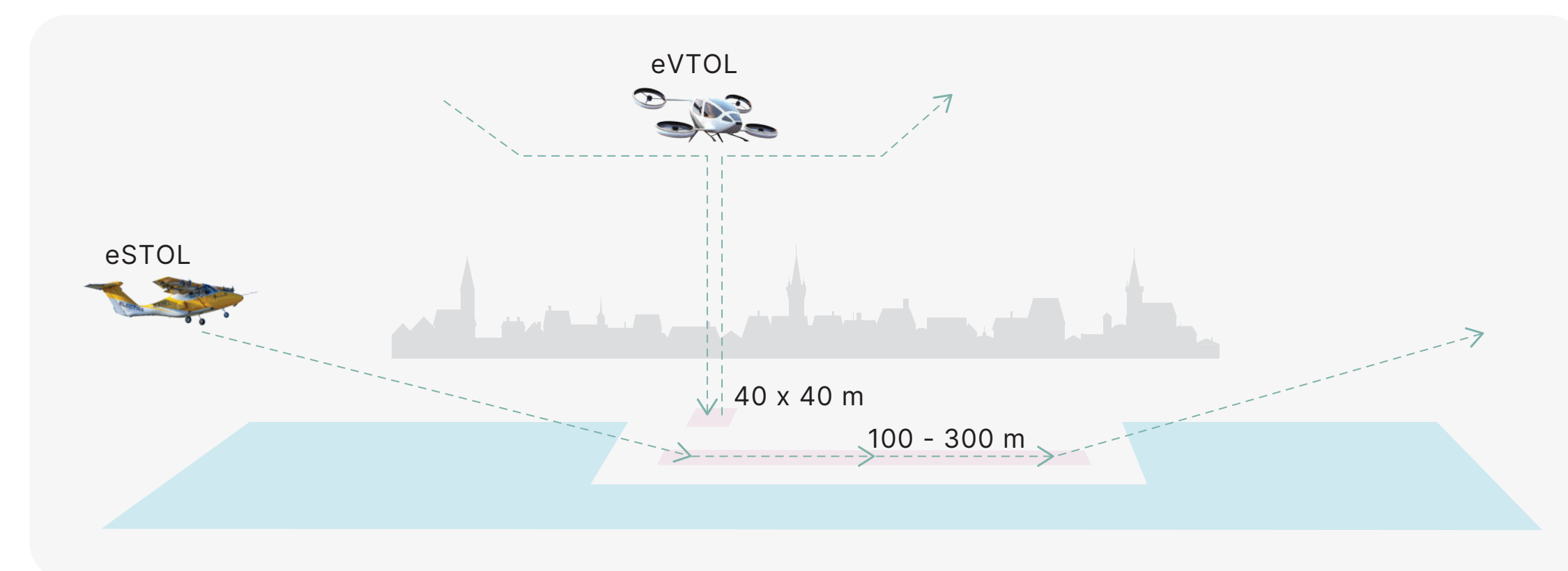
Kelly er partner og arkitekt hos ZESO Architects og leder kontorets luftfartsarkitektur. Han har betydelig erfaring med større, komplekse projekter og har særlig ekspertise inden for design af lufthavne. Han oversætter komplekse systemer til meningsfulde miljøer for mennesker og har stor erfaring med kommunikation mellem de mange interne og eksterne parter, der kendetegner projekter som lufthavne. Kelly har en international baggrund med erfaring som arkitekt i Nordamerika, Asien og Europa. Han har været bosat i København i mange år og er dermed solidt forankret i Skandinavien.

Placeringen af landingspladsen og typen af AAM fly er afgørende faktorer for tilgængelighed, funktioner og karakteristika ved passagerområdet.



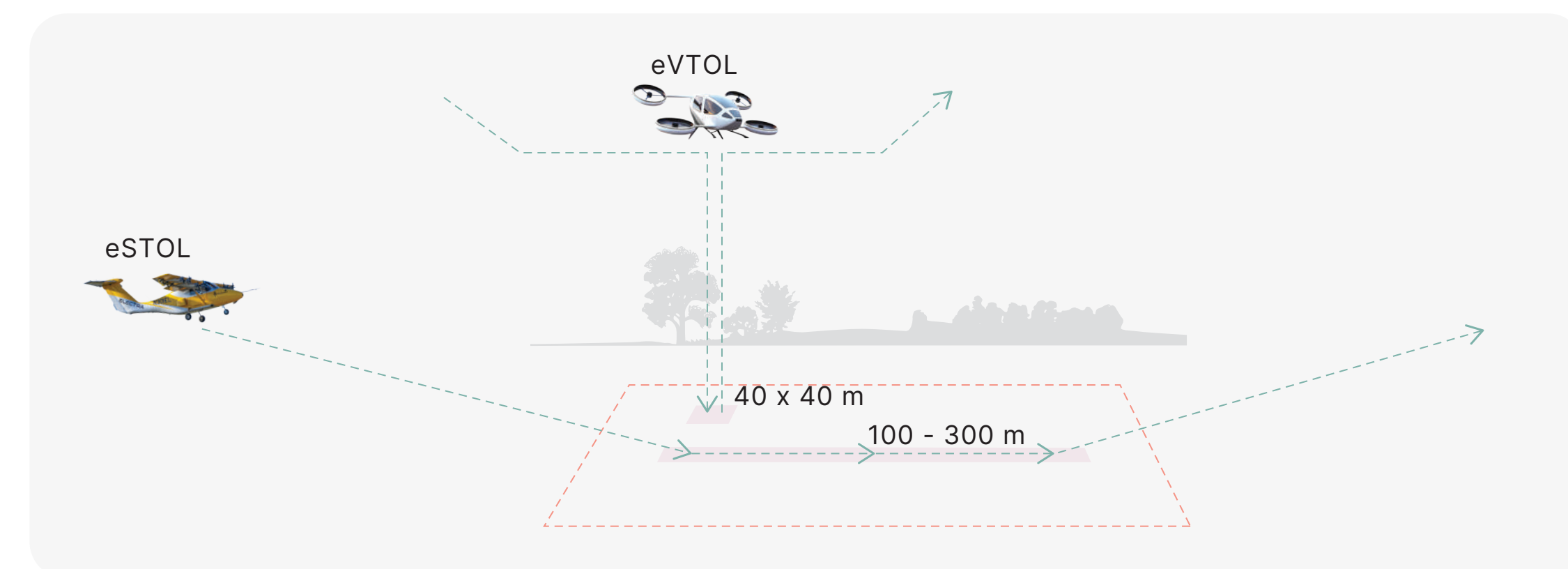
Eksisterende flyveplads

Fordelen ved eksisterende flyvepladser er at man kan benytte sig af den eksisterende infrastruktur, mens ulempen er at flyvepladserne ofte er beliggende udenfor tæt befolkede områder.



Bymæssig kontekst eller havnefront

Indflyvningskurverne for eSTOLs og i særlig grad eVTOLs gør det muligt at integrere AAM-flyenes landingsområder i byer eller i den nære periferi af byer.



Landlig kontekst

Et sidste alternativ er at placere landingsområdet på nye og til formålet dedikerede landlige områder.



Indsigter fra Kelly Andrew Nelson, ZESO Architects

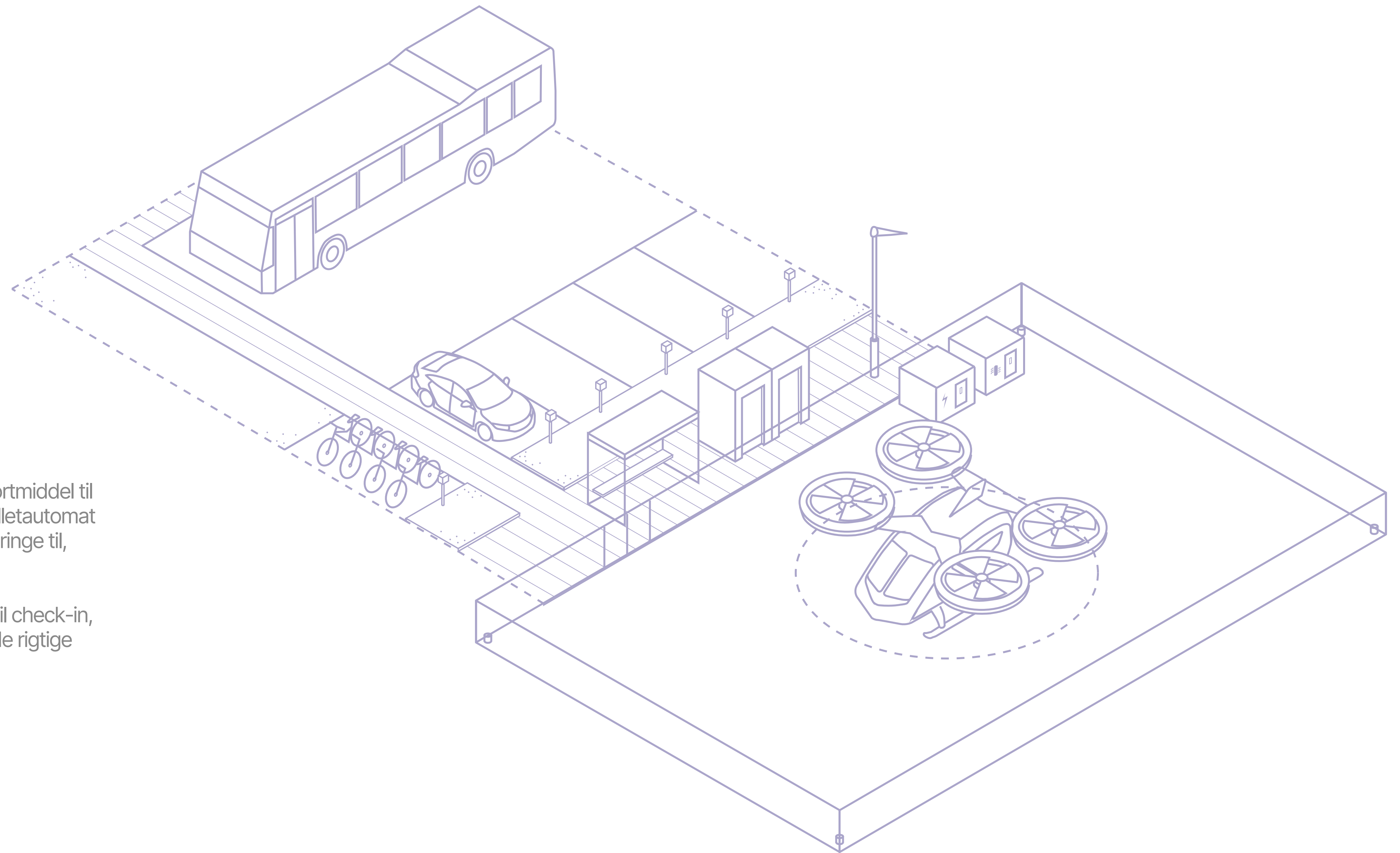
Nelson viser vigtigheden af gennemtænkt design og alternative strategiske placeringer af AAM for at gøre transportformen tilgængelig, sikker og brugervenlig for passagererne.

Den optimale placering af en terminal og layoutet for et passagerområde vil variere fra sted til sted i forhold til hvad der er af eksisterende infrastruktur og der findes nok ikke en "one size fits all".

Minimumskomponenterne til et passagerområde baserer sig på et ubemandet, kameraovervåget areal, svarende til et større busstoppested.

Der skal være en form for overgang fra passagerens ankomsttransportmiddel til flyet. Det kan bestå af en mindre overdækning, et sted at sidde, en billetautomat og en informationstavle, som forklarer proceduren og hvem man kan ringe til, hvis man er i tvivl om noget.

Der er sandsynligvis noget sikkerhed omkring flyet med en QR kode til check-in, som lukker porten op, sørger for personsikkerhed og sikrer at det er de rigtige folk, der har booket, som kommer ombord på flyet.



Næste udgave

Øsamfund i bevægelse: Rejsemønstre og potentialet for luftmobilitet på danske øer.

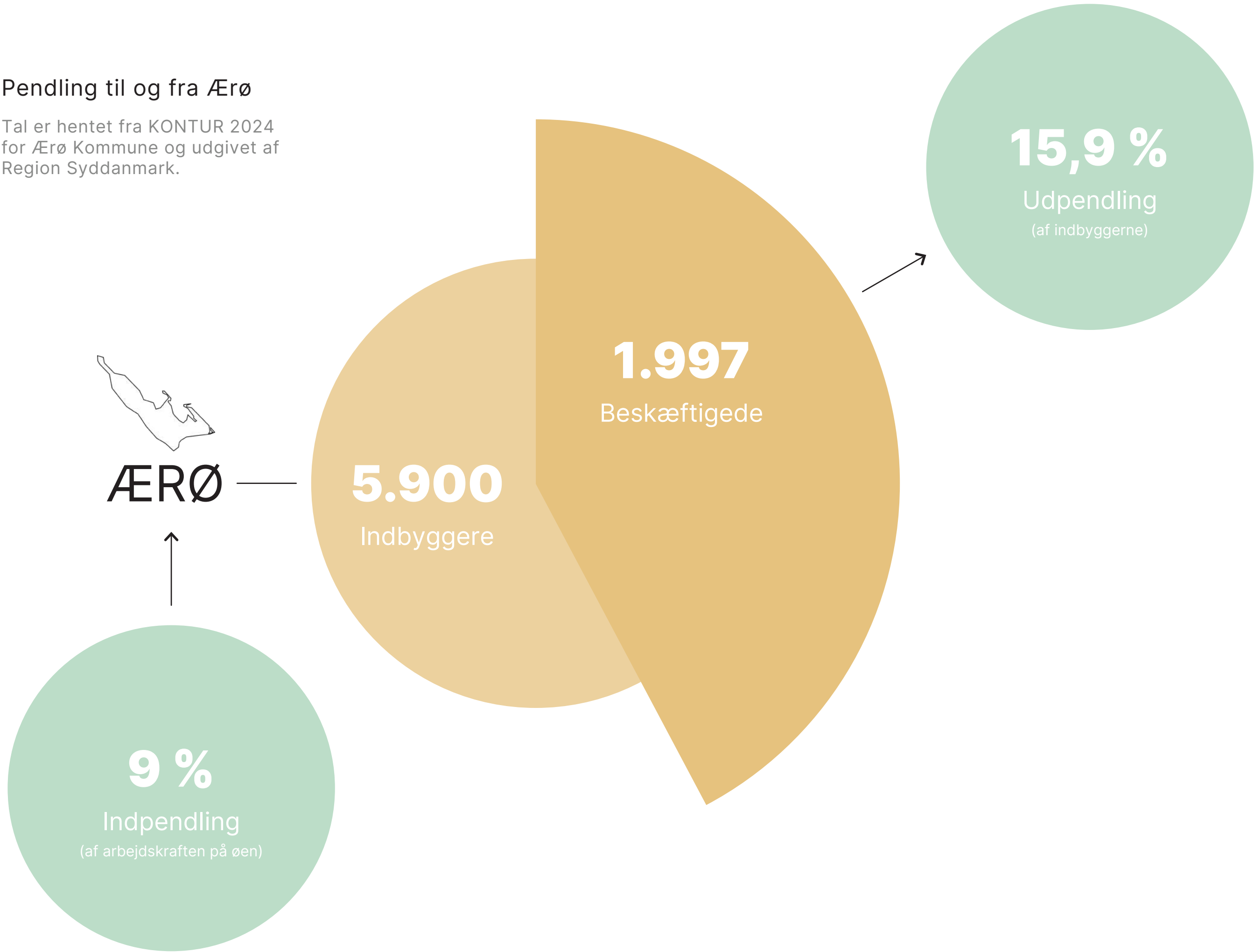
I Danmark er der omkring 30 beboede øer uden broforbindelse. En fælles problemstilling for øerne er at de ligger langt fra landets travleste transportkorridorer og mange af dem har kun få daglige færgeafgange som bindeled til resten af landet. Øboerne er således særligt udfordret af betydelige transportomkostninger i tid og penge.

Mens denne udgave af Flyforbindelser studerede hvad et AAM flysystem består af, vil vi i næste udgave analysere øboeres rejsebehov og skildre en konceptuel optegning af transportnetværket med udgangspunkt i Ærø. Formålet er at forstå hvilken betydning AAM kan have for rejsemulighederne og livskvaliteten i et lokalt øsamfund.

Figuren til højre viser pendlingsstrømme til og fra Ærø. Pendling er blot én ud af flere kategorier af anledninger til at rejse til og fra Ærø, som vil blive afsøgt nærmere.

Pendling til og fra Ærø

Tal er hentet fra KONTUR 2024 for Ærø Kommune og udgivet af Region Syddanmark.



Referencer

Indsigter i dette dokument stammer primært fra løbende samtaler i Regional Air Mobility-konsortiet, der har strakt sig fra august 2024 til november 2025.

Få referencer er fremhævet her til yderligere læsning.

Den Danske Regering (2023) *'Vejen til grøn luftfart, Udspil om grøn luftfart'*. Danmark.
Kan findes på: www.regeringen.dk (Tilgået: November 2025).

D-fine (2020) *'Urban Air Mobility, Optimisation of Skyport Locations and Fleet Sizes'*. Tyskland.
Kan findes på: www.d-fine.com (Tilgået: November 2025).

Federal Ministry for Digital and Transport (2024) *'Advanced Air Mobility Strategy for the Federal Ministry for Digital and Transport'*. Tyskland.
Kan findes på: www.bmdv.bund.de (Tilgået: November 2025).

Lufthansa Innovation Hub og Osinto (2021) *'Mapping the Advanced Air Mobility (AAM) ecosystem'*. Tyskland.
Kan findes på: www.tnmt.com (Tilgået: November 2025).

Sheller, M. and Urry, J. (2006) *'The new mobilities paradigm'*. Environment and Planning A 2006, volumen 38, side 207 - 226. Storbritannien.
Kan findes på: www.researchgate.net (Tilgået: November 2025).

UK Research and Innovation (2022) *'UK Advanced Air Mobility (AAM) Market Assessment'*. Storbritannien.
Kan findes på: www.ukri.org (Tilgået: November 2025).

Jensen, K., Præst Knudsen, M., Harbo Frederiksen, M. and Pagh Schultz Lundquist, U. (2023) *'Luft under vingerne til droner i Danmark - Eller ej?'*. Danmark.
Kan findes på: www.sdu.dk (Tilgået: November 2025).