Ref 1: Illustration från EASA (https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/urban-air-mobility)

Placering av Vertiports – Persontrafik och Gods

Integrering av drönare och eVTOL för persontransporter och gods vid flygplatser, i städer och på landsbygd.

En handbok framtagen av Swedavia och IBG.

Finansierad av Trafikverket, Swedavia och IBG.

Jan-Olof Ehk, IBG samt Mats Åberg Swedavia, december 2023

Sammanfattning

Att hitta platser för vertiports är inte enkelt, framförallt inte i stadsmiljö.
Viktigt är dock att platsen naturligt blir en sömlös del av hela resekedjan för passageraren och/eller godset och bidrar till att förstärka mobilitet inom Sverige. Landningsplatser kan till exempel placeras på parkeringshusets tak, på taket på en järnvägsstation, vid flygplatser eller vid befintliga helikopterplattor. Av denna anledning bör stadsplanering och övriga nyckelintressenter, exempelvis flygplatser etc, överväga hur framtida landningsplatser för drönare kan beaktas vid utformningen av nya byggnader och stadsdelar redan nu.

Ett annat mycket viktigt kriterium är buller. Stora drönare, såsom drönartaxi, orsakar buller om än mindre än helikoptrar. En annan viktig aspekt för planerandet av vertiports är vindförhållanden. Slutligen är tillgången till strömförsörjning under laddning vid en vertiport en förutsättning. Till sist måste det finnas möjlighet att flyga till och från vertiports som minimerar påverkan på annan luftfart men också skapar minsta möjliga störning för omkringboende samt för eventuellt tysta områden så som parker och naturreservat. Utgångspunkten för allt planerande ska naturligtvis vara säkerheten för andra luftrumsbrukare samt för människor och egendom på marken.

Det finns en hel del regelverk redan idag från till exempel EASA samt PTS-VPT-DSN, Prototype Technical Specifications for the Design of VFR Vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft Certified in the Enhanced Category, EASA, 2022, Engineering Brief #105, Vertiport Design, FAA, 2022, Standard specification for vertiport design, ASTM International, 2022, ISO 5215-2, Unmanned aircraft systems, Part 2: Operation of vertiports for vertical take-off and landing (VTOL) unmanned aircraft (UA), 2022.

Trots detta kan det också konstateras att lagar och regler även till stor del saknas inom området idag. Detta måste växa fram allteftersom flygningarna blir mer frekventa. Detta gäller gränsvärden för buller, fysisk säkerhet runt vertiports, regler för laddning av batterier i närheten av passagerare men också tillgång till flygtrafikledning.

Nyckelord:
eVTOL, drönare, flygplatser, vertiports, buller, U-space, mobilitet, frakt

Abstract

Finding places for vertiports is not easy, especially not in an urban environment.
It is important, however, that the location naturally becomes a seamless part of the entire travel chain for the passenger and/or the goods. Landing sites can, for example, be placed on the roof of the parking garage, on the roof of a railway station or at existing helipads. For this reason, urban planning should consider how future landing sites for drones can be taken into account in the design of new buildings and neighborhoods already now.

Another very important criterion is noise. Large drones, such as drone taxis, cause noise although less than helicopters. Another important aspect for the planning of vertiports is wind conditions. Finally, the availability of power supply during charging at a vertiport is a prerequisite. Finally, there must be airways to and from the vertiport that minimize the impact on other aviation but also create the least possible disturbance for surrounding residents and possibly quiet areas such as parks and nature reserves. The starting point for all planning must of course be the safety of other airspace users as well as for people and property on the ground.

There are a lot of regulations already today, e.g. from EASA and PTS-VPT-DSN, Prototype Technical Specifications for the Design of VFR Vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft Certified in the Enhanced Category, EASA, 2022, Engineering Brief #105, Vertiport Design, FAA, 2022, Standard specification for vertiport design, ASTM International, 2022, ISO 5215-2, Unmanned aircraft systems, Part 2: Operation of vertiports for vertical take-off and landing (VTOL) unmanned aircraft (UA), 2022.

It can be stated that laws and regulations are largely lacking in the area today. This must grow as the flights become more frequent. This applies to limit values for noise, physical security around vertiports, rules for charging batteries near passengers but also access to air traffic control.

Keywords:
eVTOL, drones, airports, vertiports, noise, U-space, mobility, cargo

Förord

Författarna vill rikta ett stort tack till Katarina Wigler på Trafikverket.

Vi vill också tacka alla som har tagit sig tiden och ställt upp på intervjuerna.

Terminologi, definitioner och förkortningar

AAM	Advanced Air Mobility
ACI	Airports Council International
Airside	Inhägnat område på flygplatsen, dvs. driftområde, stationsplatta, fältet och flygledningsbyggnaden, ankomsthall, lokaler för hantering av bagage, utrikes och inrikes avgångshallar, där passagerare uppehåller sig efter säkerhetskontroll.
ATS	Air Traffic Services, flygtrafikledningstjänst
CISP	Leverantörer av gemensamma informationstjänster
CSFL	Continued Safe Flight and Landing
Drönare	Luftfarkost utan passagerare, obemannad, Samma som UAV
Drönartaxi	Ett vidare begrepp av VTOL som lyfter passagerare. eVTOL och VTOL kan vara en delmängd av detta
EASA	European Aviation Safety Agency, europeiska byrån för luftfartssäkerhet.
eVTOL	Electric Vertical Take-Off and Landing, eldriven VTOL
FATO	Final Approach and TakeOff area, start- och landningsområde för helikoptrar
Heliport	Helikopterflygplats
IAM	Innovative Air Mobility
IATA	International Air Transportation Association. Internationell organisation för flygbolag
ICAO	International Civil Aviation Organization, är FN:s självständiga fackorgan för internationellt flyg skapat genom konventionen om internationell civil luftfart 1944 (Chicagokonventionen)
ITS	Intelligent Transport Systems
Landside	Område på flygplatsen där det inte krävs särskild behörighet eller säkerhetskontroll för tillträde
Mobilitetshus	En effektiv transportnod, de ska samla och samnyttja olika transportmedel i en och samma anläggning
OSO	Operational Safety Objectives
PBL	Plan- och bygglagen
SAIL	Specific Assurance and Integrity Level
SORA	Specific Operation Risk Assessment
UAM	Urban Air Mobility
UAS	Unmanned Aircraft Systems, omfattar själva farkosten samt dess kringutrustning som är nödvändig för att starta, flyga och landa det obemannade luftfartyget
UAV	Unmanned Aerial Vehicle, obemannad flygfarkost, drönare
U-Space	Ett U-space-luftrum är en geografisk UAS-zon med U-space-tjänster som tillhandahålls av tjänsteleverantörer (U-space Service Provider, USSP)
USSP	U-Space Service Provider, Leverantör av U-space tjänster
UTM	Unmanned Traffic Management
Undre luftrummet	Under 2 900 meters höjd

Vertihub	En vertihub består av flera vertiports. Vertihubs tillhandahåller flygtrafikledningstjänster (d.v.s. realtidskontroll av VTOL-rörelser) mellan de olika vertiportsen
Vertiport	Start- och landningsplatser för flera UAM-operationer. I allmänhet består en vertiport av en eller flera start- och landningsområden inklusive laddnings- och underhållsplatser.
Vertistop	En mindre station med endast en platta som används för upphämtning och avlämning av resenärer
VFR	Visual Flight Rules, visuellaflygregler. Innebär att piloten flyger med marksikt och med särskilda bestämmelser för bland annat flyghöjder
VTOL	Vertical Take-Off and Landing
ÖPL	Översiktsplan

Innehållsförteckning

1 INLEDNING 8

1.1 BAKGRUND 9
1.2 SYFTE 11
1.3 MÅL 11
1.4 AVGRÄNSNINGAR 11

2 METOD OCH TEORI 12

3 RAMVERK OCH FÖRUTSÄTTNINGAR 13

3.1 OMVÄRLD 16
3.2 TILLSYNSMYNDIGHET 16
3.3 ÖVERVÄGANDEN 17
3.3.1 Markinfrastruktur 20
3.3.2 Planeringsnivåer 23
3.3.3 Transportsystemplanering som inkluderar det undre luftrummet 26
3.3.4 Ett system av system 27
3.4 PLANERINGSPROCESSENS DELAR ENLIGT PLAN- OCH BYGGLAGEN 28

4 REGELVERK 28

4.1 ALLMÄNT OM DRÖNARE EASA 29
4.2 EASA'S DEFINITION AV VTOL OCH VERTIPORTS 34

5 ÖVERSIKTSPLANEN (ÖP) 35

5.1 ÖP:S UTFORMNING OCH DELAR 36
5.2 DETALJPLANER OCH OMRÅDESBESTÄMMELSER 37
5.3 VERTIKAL AVGRÄNSNING 38

6 ÖVERSIKTS- OCH DETALJPLANERING - PLANERING PÅ EN STRATEGISK NIVÅ 40

6.1 DEN KOMMUNALA ÖVERSIKTSPLANEN 41
6.2 REGELVERK LUFTRUMMET 42
6.3 VAD ÄR DET GEMENSAMMA EUROPEISKA REGELVERKET U-SPACE? 43
6.4 VAD ÄR ETT R-OMRÅDE? 44
6.5 VAD ÄR ETT D-OMRÅDE? 45
6.6 EASAS REGELVERK 45
6.7 VERTIPORTS PÅ TAK 50
6.8 FLYGPLATSINTEGRERING 51
6.9 PASSAGERNAS ÖNSKEMÅL 52
6.10 VERTIPORTS OCH VIND 52

7 EXEMPEL PÅ AKTÖRER SOM ARBETAR MED UTVECKLING AV VERTIPORTS? 53

7.1 VOLOPORT 53
7.2 FERROVIAL VERTIPORTS 55
7.3 URBAN-AIR PORT 56
7.4 ELIS (ELEKTRISK LUFTTRANSPORT I SKELLEFTEÅ) 56
7.5 EEMSHAVEN 57
7.6 DRONEPORT ROTTERDAM 57

8 MILJÖKONSEKVENSER 58

8.1 BULLER 59
8.2 VISUELLT BRUS 68

9 ANALYS, DISKUSSION OCH RESULTAT 69
9.1 INTERVJUER 71
9.2 RESENÄRSUPPLEVELSE OCH PASSAGERARFLÖDEN MELLAN OLIKA TRANSPORTSLAG 71
9.3 MARKFÖRUTSÄTTNINGAR 71
9.4 LUFTRUMSFÖRUTSÄTTNINGAR 72
9.5 HÅLLBARHET, MILJÖMÄSSIGA FÖRUTSÄTTNING 72
9.6 AFFÄRSMÄSSIGA FÖRUTSÄTTNINGAR 72
9.7 SCENARIOS FLYGPLATSINTEGRERING 73
9.7.1 Airside 73
9.7.2 Landside 74
9.7.3 Landside remote 74
9.7.4 Airside VIP 74
9.8 HUR KAN FLYGPLATSERNAS ROLL KOMMA ATT UTVECKLAS? 75
10 SLUTSATS 77
11 KÄLLFÖRTECKNING 78

1 Inledning

Drönartaxi, så kallade eVTOLs samt godstransporter med drönare tros spela en viktig roll som en del i ett effektivt multimodalt transportsystem. Landningsplatser för drönare bör därför utformas så att de ligger nära andra transportsätt så att till exempel drönarrtaxi kan bli en sömlös del av hela resekedjan.

Landningsplatser för drönartaxi och godsdrönare kallas vertiports. Det är troligt att det skapas rutter och logistiksystem med drönare mellan olika geografiska punkter, till exempel mellan en flygplats och ett köpcentrum, var och en med en egen vertiport. När drönartaxi har blivit vanligare kommer vertiports också att bli vanligare. Även om vertiports fortfarande ligger relativt långt in i framtiden finns det flera företag i världen som redan utformar och testar vertiports. Exempel på vertiports finns, men vanligen för just testverksamhet eller projekt, som i Paris inför Sommar-OS 2024.

Det viktigaste kriteriet för att hitta en landningsplats är att landningsplatserna blir en sömlös del av hela resekedjan. Landningsplatser kan till exempel placeras på parkeringshusets tak, på taket på en järnvägsstation, vid flygplatser eller vid befintliga helikopterplattor. Av denna anledning bör stadsplanerare, Trafikverket och andra nationella intressenter överväga hur framtida landningsplatser för drönare kan beaktas vid utformningen av nya byggnader och stadsdelar redan nu. LFV har idag en drönarkarta som visar var det är förbjudet att flyga med drönare. På samma sätt skulle stadsplanerna i framtiden kunna definiera i vilka luftområden där flygningar bör undvikas alternativt där det är lämpligt att flyga med drönare.

Ett annat mycket viktigt kriterium är buller. Stora drönare, såsom drönartaxi, orsakar relativt sett mer buller än små drönare och därför är tillkomsten av ett regelverk kring buller särskilt viktigt runt en vertiport med många starter och landningar.

En annan viktig aspekt för planerandet av vertiports är vindförhållanden. Vertiports kan också öka robustheten i ett logistiksystem och därmed vara av nationellt intresse vid en krissituation. Slutligen är tillgången till strömförsörjning under laddning en viktig aspekt.

1.1 Bakgrund

Swedavia är ett statligt ägt bolag vars uppdrag är att äga, utveckla och driva det nationella basutbudet av flygplatser. Swedavia ska även inom ramen för affärsmässighet aktivt medverka i utvecklingen av transportsektorn och bidra till att de av riksdagens beslutade transportpolitiska målen uppnås.

IBG, Independent Business Group, är en privat aktör inom infrastruktur för både övre och undre luftrummet.

Trafikverket är mottagare av denna rapport och har huvudsakligen följande ansvar i det svenska luftrummet:

- Svarar för långsiktig infrastrukturplanering
- Pekar ut och preciserar anläggningar av riksintresse för väg-, järnvägs-, sjö- och flygtrafik
- Följer och finansierar forskning och innovation (luftfartsportföljen)
- Säkerställer att det finns ett nationellt nät av beredskapsflygplatser för samhällsviktiga transporter
- Beslutar om allmän trafikplikt och ingår och ansvarar för statens avtal om upphandlad flygtrafik
- Ansvarar för driftstöd till regionala flygplatser
- Ansvarar för att ta fram och tillhandahålla aktuella trafikprognoser
- Vad gäller TEN-T och Fonden för ett sammanlänkat Europa (CEF) ska bl.a. bistå regeringen i arbetet med ansökningar och projekt respektive europeiska korridorer

Flygplatserna är viktiga multimodala nav där olika transportslag möts. I en nära framtid kommer eVTOL vara en del av transportsystemet, utvecklingen går snabbt och redan idag finns flygande prototyper. Detta kommer komplettera möjligheten till smidig, hållbar och effektiv mobilitet till och från flygplatser från andra vertiports runt om i Sverige, vid resecenter och mobilitetshus. För att möjliggöra detta behöver vertiports skapas där eVTOL-resenärer på ett smidigt och effektivt sätt kan byta till andra transportslag vilket skapar nya möjligheter att stärka den regionala tillgängligheten.

Utifrån en initial förstudie (IDLA - Integration of Drones at Larger Airports, ref 2) ser Swedavia att eVTOL troligtvis kommer att förstärka angöringsmöjligheterna på flygplatserna på landside. Det finns flera potentiella platser att placera vertiports på landside på flygplatser, men det är komplexa avvägningar som behöver göras för att besluta om optimal placering. Förstudien ska ta fram ett ramverk för att analysera och tydliggöra var det är möjligt och vilka förutsättningar som behövs för att på så vis identifiera de platser för vertiports som är optimala för att på ett effektivt och värdeskapande sätt integrera eVTOL som del i det multimodala transportsystemet.

Ramverket ska ta hänsyn till de aspekter som krävs för att få en tydlig rekommendation för placering av vertiports och utformas som en guide som flygplatser och andra mobilitetsnav kan få stöd av i planering av vertiports. Nedan ett förslag på fem kritiska områden (arbetspaket) som kan komma att behövas i ett sådant ramverk:

- Resenärsupplevelse och passagerarflöden mellan olika transportslag: Hur skapar vi en smidig, bra och effektiv resa mellan eVTOL och tåg, buss, flyg, bil m.fl.
- Markförutsättningar: Existerande infrastruktur inkl. hållfastheten, brandskydd, el-infrastruktur mm. Krav och utökade kostnader på ny infrastruktur för att möjliggöra vertiports på tak och mark
- Förutsättningar i luften: Flygsäkerhet och luftfartsskydd, eVTOL och vertiports regelverk, standarder och rekommendationer ex. från EASA
- Hållbarhet och miljömässiga förutsättningar: Påverkan på hållbarhet, klimat och miljötillstånd
- Affärsmässiga förutsättningar: Affärsmodeller och påverkansfaktorer för investeringar

Målsättningen med förstudien är att ta fram en guide som möjliggör etablering av vertiports i nära anslutning till flygplatser, men guiden kan även vara applicerbar för andra nav som resecenter och mobilitetshus. Guiden ska ge förutsättningar att utvärdera potentiell placering av vertiports.

1.2 Syfte

Handboken och dess ramverk ska ligga till grund för en guide som ska tas fram. Syftet med guiden är att den ska kunna användas vid utvärdering av potentiella platser för att upprätta en vertiport samt ge vägledning till vilka steg och aktiviteter som bör genomföras inför och i samband med projektering av vertiports. Vertiports kan exempelvis placeras på parkeringshusens tak, på taket på en järnvägsstation, vid flygplatser eller vid befintliga helikopterplattor. Guiden ska stötta flygplatser och andra intressenter att utvärdera vilka platser som har potential samt i vilka förutsättningar som krävs för att vertiports ska kunna realiseras på flygplatser av olika storlek eller andra möjliga platser. Detta kommer vara ett stöd för fortsatta etableringar av vertiports inom Sverige.

1.3 Mål

Målet för handboken är främst att besvara frågan kring hur den nya trafiken kommer att påverka samhälle och miljö samt vilka lagar och regler som finns eller behöver utvecklas för att underlätta etablering av vertiports. När handboken/förstudien är godkänd och klar ska den ligga till grund för den guide som ska tas fram.

Guiden kommer vara uppbyggd enligt följande och är tänkt att vägleda i den process som gås igenom vid planering, projektering och etablering av en vertiport.

- Regelverk och ramverk
- Översiktsplan
- Aktörers roller och ansvar
- Konsekvenser

1.4 Avgränsningar

Handboken har avgränsningar i form av att den inte innehåller ekonomiska aspekter.

2 Metod och teori

Arbetet har skett genom att använda sig av informationsinsamling, analys och skapande av förslag till möjliga lösningar. För att analysera hur man kan placera vertiports har dels ett antal intervjuer hållits med olika representanter av tänkta intressenter, dels har andra riktlinjer och nu gällande lagar gåtts igenom.

Projektet har genomförts i fem arbetspaket enligt nedan:

- **AP1:** Resenärsupplevelse och passagerarflöden mellan olika transportslag: Hur skapar vi en för passageraren sömlös resa med byten mellan VTOL och tåg, buss, flyg, bil mfl?
- **AP2:** Markförutsättningar: Existerande infrastruktur inkl. bäring, brandskydd, elinfrastruktur mm. Krav och utökade kostnader på ny infrastruktur för att möjliggöra vertiports på tak och mark
- **AP3:** Förutsättningar i luften: Flygsäkerhet och luftfartsskydd, eVTOL och vertiports regelverk, standards och rekommendationer ex. från EASA
- **AP4:** Hållbarhet, miljömässiga förutsättningar: Påverkan på hållbarhet, klimat och miljötillstånd
- **AP5:** Affärsmässiga förutsättningar: Affärsmodeller och påverkansfaktorer för investeringar

Respektive arbetspaket inkluderar följande aktiviteter:
- Intervjuer med experter och arbete i referensgrupper
- Analys av existerande regelverk, standarder etc
- Tekniska, miljömässiga och ekonomiska analyser
- Identifiera och sammanställa komponenter till ramverk

Följande organisationer eller företag har intervjuats under arbetet med handboken:

- Sveriges Kommuner och Regioner, SKR
- BRA, Braathen Regional Airlines AB
- KookieJar Sweden AB
- Luftfartsverket
- Swedavia
- Trafikverket
- Boverket
- Göteborgs Stad
- Norrköpings Airport
- Skellefteå Airport

- Polisen
- Jernhusen
- Gävle Parkeringsservice
- Transportföretagen
- Örebro Airport
- Region Stockholm

Förstudien ska applicera och förbättra ramverket genom att analysera potentiella platser för anläggande av vertiports med utgångspunkt från Göteborg Landvetter Airport.

- Integrera vertiport på taket av existerande eller nya parkerings/mobilitetshus
- Bygga en vertiport på marken i nära anslutning till flygplatsen

Uppdatera ramverk för respektive arbetspaket utifrån insikter och sammanställa och skapa en användarvänlig guide som kan användas vid utvärdering av placering.

3 Ramverk och förutsättningar

En vertiport är en specialiserad infrastruktur utformad för att stödja driften av Vertical Takeoff and Landing (VTOL) drönare, såsom elektriska flygtaxibilar och drönare. Dessa vertiports är analoga med traditionella flygplatser, men de är skräddarsydda för behoven hos fordon som kan lyfta och landa vertikalt, som helikoptrar.

Vertiports har vanligtvis faciliteter och tjänster för att möjliggöra effektiv och säker drift av eVTOL. Detta inkluderar element som landnings- och startplattor, laddnings- eller tankstationer, passagerarterminaler, säkerhetsåtgärder och underhållsanläggningar. Utvecklingen av vertiports ses som en avgörande komponent i den framväxande urbana luftmobilitetsinfrastrukturen (UAM), som syftar till att tillhandahålla on-demand, låg höjd och miljövänliga transportalternativ i stadsområden.

Flyget står inför ett paradigmskifte i och med introduktionen av drönare.

Bild: Trafikverket, Jean-Marie Skoglund

I detta paradigmskifte kan eVTOL bidra till att uppfylla de transportpolitiska målen. För att uppnå Parisavtalet krävs en mycket stor samhällsomvandling. Vi står inför ett fundamentalt paradigmskifte som kommer att påverka vår livsstil de kommande årtiondena, då ett 150-årigt kolberoende ska brytas. Covid-19-pandemin påverkade flygbranschen dramatiskt. Det för tankarna till Joseph Schumpeters nästan 100 år gamla idé om kreativ förstörelse från 1942 som innebär att ekonomisk innovation följer när teknologiska landvinningar slår ut existerande branscher. Klimatkrisen och återhämtningen efter pandemin kan utgöra sådana paradigmskiften som öppnar för fossilfria transporter i det undre luftrummet.

Bild: Trafikverket, Jean-Marie Skoglund

EU:s gröna giv är en möjlig hävstång mot det fossilfria luftburna samhället

EU vill bli världens första klimatneutrala union senast 2050. European Green Deal (EU:s grönas giv) innebär ett paket på en tredjedel av investeringarna på 1,8 miljarder Euro tas från återhämtningsplanen Next Generation EU. EU:s gröna giv handlar om att anpassa EU:s klimat-, energi-, transport- och skattepolitik. Målet att minska nettoutsläppen av växthusgaser med minst 55 procent till 2030 jämfört med 1990 års nivåer. EU:s gröna giv är stödstrukturen för att ställa om till en modern, resurseffektiv och konkurrenskraftig ekonomi där:

1) Det inte finns några nettoutsläpp av växthusgaser år 2050
2) Den ekonomiska tillväxten har frikopplats från resursförbrukningen
3) Inga människor eller platser lämnas utanför

Klimatomställningens två ansikten: fossilfri ekonomi och klimatanpassning

EU:s grönas giv tydliggör att klimatkrisen inte bara handlar om att nå Parisavtalets mål. I den gröna given ingår även en ny satsning på klimatanpassning:

“The new strategy sets out how the European Union can adapt to the unavoidable impacts of climate change and become climate resilient by 2050.”

Klimatomställningen har alltså två stora utmaningar. Den ena utmaningen handlar främst om att begränsa klimatförändringarna (genom till exempel utfasning av fossil energi och

effektiviseringar inom resursanvändning), den andra om att bygga resiliens. Resiliens handlar i det här fallet om att vi måste anpassa samhället till de redan ostoppbara effekter som vi får leva med som en följd av den globala uppvärmningen. På engelska kallas de strategier som relaterar till den första utmaningen för climate mitigation och strategier som relaterar till den andra för climate adaptation. Arbetet behöver växlas upp rörande klimatomställningens båda utmaningar. Till dessa kan ytterligare en tredje betydande utmaning läggas. Den tredje utmaningen, som kan fördröja omställningen till en fossilfri transportekonomi, är att varken relevanta myndigheter, kommuner eller luftfartsindustri har hunnit bygga kunskap, resurser eller processer för att möta kommuners och regioners kommande behov av implementering av det undre luftrummet som en ny transportväg.

3.1 Omvärld

Det finns inga vertiports för kommersiell trafik någonstans i världen. Däremot finns det ett antal vertiports för tester.

3.2 Tillsynsmyndighet

Transportstyrelsen har utsetts till nationell tillsynsmyndighet i enlighet med Europaparlamentets och rådets förordningar om det gemensamma europeiska luftrummet.

Transportstyrelsen har i enlighet med luftfartsförordningen rätt att utfärda föreskrifter för

- flygtrafiktjänst i samråd med Försvarsmakten
- flygvädertjänst i samråd med Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI)
- flygräddningstjänst efter samråd med Sjöfartsverket.

Tillsynsmyndigheterna utövar tillsyn över att verksamhetsutövare följer säkerhetsskyddslagstiftningen. Tillsynsmyndigheterna utför också andra uppgifter enligt säkerhetsskyddslagen; ger vägledning inom säkerhetsskydd, meddelar beslut om placering i säkerhetsklass och fungerar som samrådsinstans vid upphandlingar och överlåtelser.

Detta beror på att Europeiska unionens byrå för luftfartssäkerhet (EASA) ännu inte har slutfört och publicerat de detaljerade anläggnings- och myndighetskrav som behövs.

Enligt EASAs nuvarande ståndpunkt är deras vägledning främst avsedd att erbjuda teknisk rådgivning och förmedla bästa praxis, snarare än att fungera som bindande åtaganden eller garantier. Därmed är det viktigt att betona att dessa rekommendationer inte bör ses som juridiskt bindande uttalanden från EASA.

För tillfället rekommenderar Transportstyrelsen att relevanta parter följer de befintliga rutinerna och förfarandena som specificeras i de sätt att uppfylla kraven (AMC) och certifieringsspecifikationerna (CS) enligt (EU) 139/2014. Detta är grundläggande för att säkerställa skyddet av flygplasternas influensområden och för att upprätthålla en hög säkerhetsstandard inom svensk luftfart.

Parallellt med detta bör framhållas att Transportstyrelsen har tilldelats ett uppdrag av Regeringen att analysera och utveckla användandet av drönare i Sverige. Uppdraget kommer att ge värdefull insikt och kunskap som kan bidra till framsteg inom området. Resultaten av uppdraget kommer att redovisas till Regeringskansliet senast den 30 augusti 2024.

3.3 Överväganden

När man bygger en vertiport finns det flera viktiga överväganden att ta hänsyn till för att säkerställa dess funktionalitet, säkerhet och efterlevnad av föreskrifter. Utifrån intervjuerna har följande områden identifierats med koppling till de olika arbetspaketen:

1. **Plats:** Att välja lämpliga platser som är tillgängliga och strategiskt placerade för den avsedda drönaroperationen. Detta kan inkluder faktorer som närhet till centrum, infrastruktur samt begränsningar i tillgängligheten i luftrummet.

2. **Zonindelning och föreskrifter:** Att säkerställa efterlevnad av lokala, regionala och nationella bestämmelser som styr både drönardrift och konstruktion. Lagar och regler inom luftfart men även planering av mark, miljölagar mm.

3. **Infrastruktur:** Att designa och bygga den nödvändiga infrastrukturen, inklusive landnings- och startplattor, laddnings- eller tankstationer och hangarer eller förvaringsutrymmen för drönare. Dessa bör dessutom konstrueras för att stödja olika drönarstorlekar och typer.

4. **Fysisk säkerhet:** Att implementera robusta säkerhetsåtgärder för att förhindra obehörig åtkomst till vertiporten. Detta inkluderar stängsel, övervakningssystem och åtkomstkontroller för att skydda drönarna och känslig data.

5. **Flygsäkerhet:** Såklart prioritera säkerhetsåtgärder för att skydda både drönaroperatörer och allmänheten. Utveckla protokoll för nödsituationer och rutiner för hantering av tekniska fel och olyckor.

6. **Miljöpåverkan:** Bedöma och mildra miljöpåverkan från drönarverksamhet och infrastruktur. Detta kan inkludera buller, utsläpp från laddstationer och andra potentiella problem.

7. **El och energi:** Säkerställa pålitlig strömförsörjning för laddning eller tankning av drönare. Beroende på vilken typ av drönare som används kan det röra sig om elektrisk infrastruktur eller andra energikällor som vätgas i framtiden.

8. **Dataanslutning:** Att kunna upprätta en stark och pålitlig dataanslutning för att kontrollera och övervaka drönaroperationer. Detta är avgörande för spårning, kommunikation och säkerhet i realtid.

9. **Underhållsanläggningar:** Att inkludera faciliteter för underhåll, reparation och inspektion av drönare och vertiports.

10. **Personal och utbildning:** Möjligheten att kunna anställa och utbilda personal för att driva och underhålla vertiporten. Se till att de är kunniga om drönaroperationer och säkerhetsprotokoll.

11. **Integration med flygledning:** Samordna med relevanta myndigheter och organisationer för att integrera vertiporten i det befintliga luftrummet, särskilt om det är i närheten av andra flyganläggningar.

12. **Samhällsengagemang:** Att engagera sig med och i det lokala samhället för att ta itu med problem, ge information och bygga positiva relationer. Att vara en god granne är avgörande för långsiktig framgång.

13. **Skalbarhet:** Att planera för framtida tillväxt och expansion. Tänk på den potentiella ökningen av drönartrafik och hur vertiporten kan anpassa sig för att möta dessa behov.

14. **Försäkring och ansvar:** Vilket ansvar föreligger och vilka försäkringsskydd finns för att skydda mot potentiella skyldigheter i samband med drönaroperationer.

Det är viktigt att arbeta nära både myndigheter och intressenter för att säkerställa att den valda platsen överensstämmer med lokala regler och med de avsedda verksamhetsmålen. Dessutom kan närhet till transport- och logistiska nätverk vara en kritisk faktor för att bestämma lämpligheten för en vertiports placering.

De platser som diskuterades i intervjuerna för denna handbok är följande:

1. **Stadsområden:** I tätbefolkade stadsområden kan vertiports vara strategiskt placerade på hustak, parkeringsgarage eller andra upphöjda strukturer för att stödja tjänster som urban luftmobilitet (UAM) och drönarleveranser.

2. **Landsbygdsområden:** På landsbygden kan vertiports placeras vid jordbruksanläggningar, gårdar eller fjärrlager, vilket underlättar aktiviteter som övervakning av grödor och precisionsjordbruk.

3. **Industriområden:** Vertiports kan placeras inom industrizoner för att tjäna industri- och logistikändamål. Dessa kan användas för uppgifter som lagerhantering och industriinspektioner.

4. **Transportnav:** Vid transportnav, såsom flygplatser, hamnar eller tågstationer, kan vertiports integreras för att stödja olika logistik- och fraktoperationer.

Ett antal krav har i tillägg identifierats av Salehi och Wang när man designar vertiports för större skala [1].

1. **Infrastruktur:** Platsen där vertiports ska placeras ska ingå i befintlig infrastruktur så att den är tillgänglig för passagerare för att uppnå tillräckligt hög genomströmning.
2. **Kapacitetsoptimering baserad på placering:** För att maximera nyttan för samhället ska vertiports placeras på ställen där den minskar belastningen på trafiken.
3. **Utrymmet som krävs för start och landning:** Utrymmet för att starta och landa, kliva på och av drönaren, dels uppfylla kraven som ställs av regelverken.
4. **Acceptans och säkerhet:** Säkerhet är den största faktorn för samhällsmässig acceptans av den nya trafiken och detta gäller särskilt när man bygger vertiports i tätbefolkade områden. Man ska även visa att proceduren att gå ombord och kliva av sker på ett säkert sätt och att det finns en stor tidsbesparing när man använder eVTOL på vertiports.
5. **Buller:** Man måste beakta hur buller uppfattas av allmänheten, särskilt om man bygger större knutpunkter i urbana miljöer.
6. **Väder:** Det är viktigt med realtidsövervakning av väder som kan påverka flyget. Lokal information om vind, synbarhet, nederbörd, blixtnedslag och andra väderfenomen måste finnas tillgänglig i realtid.

3.3.1 Markinfrastruktur

Det handlar om att skapa förutsättningar i den fysiska planeringen, huvudsakligen på kommunal och regional nivå, för att kunna etablera den infrastruktur som krävs för att det undre luftrummet ska kunna nyttjas på ett optimalt och säkert sätt för framtidens fossilfria, effektiva transportsystem med drönare för gods och människor, det vill säga AAM (Advanced Air Mobility). Att analysera hur regelverket för etablering av transporter i det undre luftrummet kan se ut för att ta till vara de möjligheter som AAM öppnar för framtiden bör göras. Det handlar om att kartlägga olika myndigheters roller och ansvar. Ett antal olika aktörer berörs: Transportstyrelsen, Trafikverket, Boverket, Lantmäteri, Länsstyrelserna, regionerna samt inte minst kommunerna som har ett avgörande ansvar för den fysiska planeringen genom sitt planmonopol. Planerings- och tillståndsprocesser tar tid och införandet av U-space måste förberedas. Luftfartsverkets roll blir viktig. LFV har fått regeringsdirektiv inför 2022 att ”etablera system och tjänster för obemannad luftfart (så kallad UTM) på ett samhällsekonomiskt effektivt sätt och enligt regelverket för U-space där det är tillämpligt”. (ref 12) Industrigrenen Advanced Air Mobility (AAM), som omfattar drönarflyg, är på stark

tillväxt. Denna industri är en ny och omvälvande utveckling som sker i mötet mellan bil- och flygindustri. Stora förändringar kommer att ske inom både gods- och personbärande flygtrafik. AAM innebär en infrastruktur och ett nätverk för fossilfri, snabb, miljövänlig och kostnadseffektiv transport av både gods och människor på regelbunden basis i stor skala, som inkluderar både städer och landsbygd. Inte minst för avlägsna områden med bristfälligt vägnätverk kan AAM innebära en helt ny utvecklingsmöjlighet. Ett framtida scenario med frakt- och passagerardrönare är ett expanderat transportnätverk med start- och landningsplatser av olika storlek på distriktsnivå eller motsvarande. Nätverket visualiseras som transportkorridorer med både lätt gods, tyngre gods och persontransporter inom det undre luftrummet, där trafiken är reglerad, kontrollerad och övervakad. Naturliga noder blir såklart flygplatserna. Här kommer, utöver vertiports, även positioneringssystem att behöva införas, liksom möjlighet för laddning.

Planeringen måste inkludera såväl hur luftrummet ska användas som en markbaserad infrastruktur med välplacerade start- och landningsplatser som utgör en del av transportnätverket, liksom andra stödfunktioner för kommunikation, tankning, service och underhåll etc. Även miljö- och riskanalyser är en naturlig del av detta.
Värt att notera är Mark- och miljödomstolens, i Nacka, beslut i mål nr P 2196-21 att helikopterplatta inte kräver bygglov som parkeringsplats enligt Plan- och byggförordningen 6 kap. 1 § 8 p. Domstolen noterar i sina domskäl att en parkeringsplats är ett område som är anvisat för parkering, det vill säga uppställning av fordon. Helikopter räknades inte som ett fordon då en sådan inte är inrättad för färd på marken. En helikopterplatta kan i mycket liknas vid en vertiport. (ref 13). Analogt kan dock inte slutsatsen dras att inte heller vertiports för drönare skulle kräva bygglov. Placeringen av vertiports med en hög koncentration av drönartrafik och åtföljande trafikrörelser på marken förefaller vara lämplig att hanteras som en kommunal planerings- och tillståndsfråga. Det behöver därför övervägas, om vertiports ska läggas till i plan- och byggförordningens (2011:338) uppräkning av bygglovspliktiga anläggningar, alternativt tillståndsprövas enligt miljöbalken (1998:808) för användning av mark, byggnader eller anläggningar på ett sätt som kan medföra olägenhet för omgivningen genom buller m.m. Det bör i vilketdera fallet även undersökas vilket slags fordon som i så fall omfattas för att förtydliga behovet av reglering i markinfrastrukturen.

Att tänka på vid planerandet av en vertiport:

- Känsliga områden som bör undvikas att flygas i närheten av eller direkt över, exempelvis energianläggningar, skolor, sjukhus, vårdinrättningar, rekreationsområden, biologiskt känsliga eller skyddade områden etc.
- Ska dessa vara restriktiva geografiska UAS-zoner? Del av dygn? Enligt schema? Ständigt (H24)?
- Hur ser detaljplaner och byggplaner ut inom respektive kommun?
- Det måste dessutom finnas ett samspel mellan U-space-koordinatorn, luftrumsriskbedömningsprocessen och Transportstyrelsen

En väl fungerande digitaliserad miljö för U-space kräver processer, informationsdelning med stöd av infrastruktur för både luftrum samt CNS (Communication Navigation and Surveillance). Om inte de nya aktörerna såsom kommunikation- och tjänsteleverantörer, USSP, CISP, Vertiport-operatörer samt eVTOL/drönaroperatörer kan verka med predikterbarhet i start- och landningstider samt eventuell holding (det vill säga väntetid för landning) kommer strukturella flödesproblem att uppstå. Om den nya luftfarten med drönare implementerar helt nya definitioner och processer kommer interoperabilitet med den konventionella luftfarten att bli mycket utmanande.

För att utnyttja potentialen med fossilfritt flyg är forskning och utveckling inom följande områden viktigt: Batteriernas utformning behöver förbättras för att stödja en hållbar transformation. Även om det redan idag finns vätgasdrivna flygplan och drönare så behövs det mer stöd för forskning kring produktion av vätgas. Bränsleceller behöver vidareutvecklas med platina som huvudkatalys. Eftersom platina är ett kritiskt material kan det ta slut. Drönarna behöver vidareutvecklas för att kunna flyga längre och samtidigt bära större laster. Luftvägar med låg påverkan genom vilka dessa drönare kan resa behöver studeras. Slutligen behöver hela systemet med säkerhet, flygtrafikledning, certifiering av nya designer av eVTOLs, riskanalyser och dylikt utvecklas.

Det nya flyget kräver en ny typ av markinfrastruktur. Vertiports är större knutpunkter med plats för flera farkoster och en större mängd trafik medans vertistops mer liknar hållplatser med kapacitet för endast en drönare, där denna farkost endast ska landa för att släppa av och på passagerare och sedan lyfta igen. För att få en tillräckligt stor genomströmning av passagerare vid de ordinarie flygplatserna så behövs större vertihubs som kan hantera flera

farkoster som lyfter och landar, säkerhetskontroller och annan passagerarinfrastruktur samt underhåll och laddningsplatser. Studien som Uber har gjort visar på flera olika koncept av vertiports och vertistops där man anpassar nuvarande markinfrastruktur eller använder sig av platser där billig mark eller vatten finns tillgängligt.

I slutet av Mars 2022 släppte EASA Prototype Technical Design Specifications for Vertiports (PTS-VPT-DSN, ref 3). Dokumentet ska ses som ett utkast men ger vägledning i vad aktörer på marknaden ska beakta när man designar vertiports. Dokumentet på 186 sidor är baserat på regler kring helikopterstationer och flygplatser. Bland annat specificeras dels hur in- och utflygning ska ske i luftrummet kring vertiports. En bild visar en tratt som beskriver den hinderfria volymen kring en vertiport. D-värdet beskriver den minsta diametern till cirkeln som omsluter farkosten i ett horisontellt plan när farkosten är i start- eller landningskonfiguration[27].

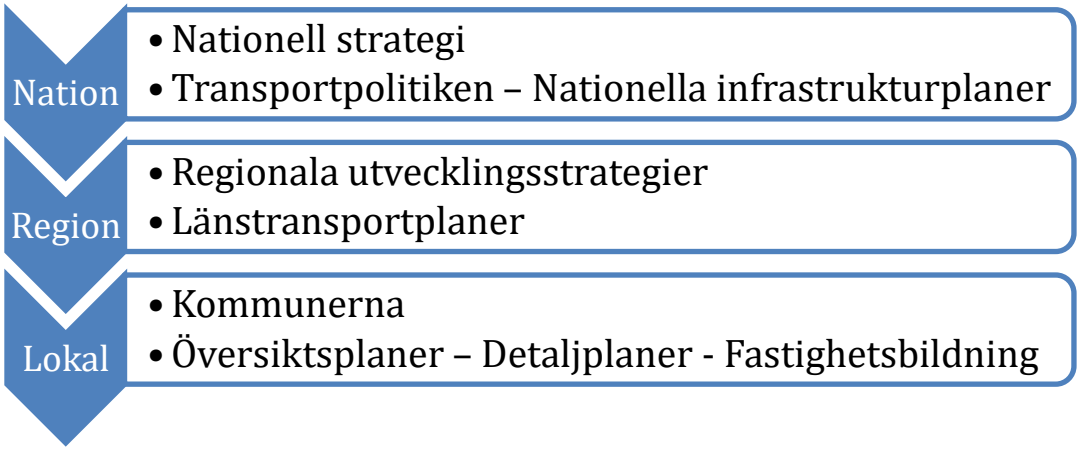
3.3.2 Planeringsnivåer

En viktig del i flygets utveckling, till skillnad från exempelvis järnvägen, har varit att man tidigt i utvecklingen av flygindustrin lyckades skapa internationella standarder.

Bild: Trafikverket, Jean-Marie Skoglund

Vid etablerandet av drönare och eVTOLs i det undre luftrummet blir det därför centralt att internationella standarder för detta etableras inte bara för flygsäkerheten. Detta inkluderar standarder för vertiports, laddning, positioneringssystem samt planeringsmässiga förutsättningar och ACI´s (Airports Council International) policy angående integrering av AAM i flygplatsmiljön. [Policy Brief – Advanced Air Mobility: Integration into the Airport Environment - Store | ACI World]

För etablering av ett transportsystem i det undre luftrummet behöver utformningen och nyttjandet av det undre luftrummet för AAM lyftas in i samtliga planeringsnivåer som berör transportsystemen och den infrastruktur som behövs för detta. Från nationell till lokal nivå.



Planeringssteg för strategisk planering av det undre luftrummet för gods- och persontrafik – AAM

Nedan skisseras de olika planeringsnivåer och steg som behöver inbegripa det undre luftrummet i framtiden.

Steg	Innehåll - frågeställningar	Kommentar	Förslag
Nationell nivå	Systemperspektiv på nationell nivå	Saknas	Tillsätt särskild statlig utredning Kansli för utveckling
	Reglering av myndighetsansvar	Oklart – Luftfartsverket, Transportstyrelsen, Trafikverket, Boverket?	
	Översyn av lagstiftning och författningar som reglerar förutsättningar, tillstånd, genomförandemöjligheter	Behöver initieras	
	Transportpolitiken Näringslivspolitiken Klimatpolitiken	Behöver inrymma undre luftrummet och drönare	
	Investeringar och bidrag från staten	Som ovan	
Regional nivå	Regionala utvecklingsplaner	Idag i regel endast markbunden infrastruktur	
	Länstransportplaner	Som ovan	
	U-spacefunktion – regional/kommunal?		Utredning om inrättande
Kommunal nivå	Översiktsplaneringen behöver inrymma även det undre luftrummet med tillhörande markinfrastruktur, kopplingar till övrig markanvändning och kommunal utveckling – transporter, boende, näringsliv, miljöpåverkan etc.	Idag i regel endast markbunden infrastruktur	
	Detaljplaner	Reglering av luftleder och infrastruktur	
	Fastighetsbildning	Genomförande – anläggningar, rättigheter, ersättningar etc.	
Operatörsnivå	Drift – utgörande av transporter	Affärsmodeller?	

3.3.3 Transportsystemplanering som inkluderar det undre luftrummet

Fas- nivå	Metod - innehåll	Intressenter/sakägare	Instrument-regelverk	Anm.
Nationell transportinfrastruktur	Övergripande systemanalys	Samhället i stort Näringsliv - Miljö	Trafikpolitiken	Inkludera det undre luftrummet! Ny syn på planeringen! Krävs ny kunskap och samverkan
Framtida transportbehov Scenario av framtida transportsystem och infrastruktur	Analys av transportbehov idag och i framtiden Utvecklingsbehov och potential	Näringsliv Kommun Region Trafikverket	Regional utvecklingsplan Trafikverkets planer Länstransport-plan	Inkludera det undre luftrummet! Ny syn på planeringen! Krävs ny kunskap och samverkan
Bild av och förutsättningar för framtida markanvändning och utveckling- bebyggelse, näringsliv, transportsystem	Scenarioplanering Kommunal utveckling Politisk inriktning och ambition Luftrummets nyttjande	Kommun Verksamhetsutövare Fastighetsägare Boende m.fl.	Översiktsplan – PBL U-space-funktion	Luftrumsutformning och ianspråktagande av luftrummet måste in i bilden.
Reglering av markanvändning. bebyggelse, infrastruktur etc.	Styrning och säkerställande av förutsättningar för genomförande, byggnation mm.	Kommun Verksamhetsutövare Fastighetsägare Boende m.fl.	Detaljplaner - PBL Områdesbestämmelser-PBL Luftfartsregler – tillstånd U-space funktion	Vertikala avgränsningar i dpl Simuleringar, SORA Digitala tvillingar Visualisering Tillstånd från Transportstyrelsen?
Etablering av infrastruktur, bebyggelse, säkerställande av rättigheter etc.	Genomförande - byggande	Kommun Verksamhetsutövare Fastighetsägare, Boende m. fl.	Bygglov - PBL Fastighetsbildning, förrättningar- FBL, AL, LL m.m.	Utveckling av lagar och regel-system så att luftleder kan säkras Ledningsrättslagen?
Drift och förvaltning. Fortsatt utveckling	Fortlöpande drift	Kommun Verksamhetsutövare Fastighetsägare Boende m.fl.	Lednings- och övervakningssystem? U-space?	Affärsmodeller?

3.3.4 Ett system av system

Inrättandet av en infrastruktur innebär ett beroende av flertalet aktörer och hänsynstagande för att få helheten att fungera optimalt. Boverket beskriver det som ett system av system uppdelat i följande kluster och områden.

Infrastruktur

- Vertiports, start- och landningsplatser
- Transportnoder, distributions- och omlastningspunkter
- Laddningsstationer, el- och drivmedelsförsörjning
- Telekommunikationsnät (digital infrastruktur)
- Luftrumskorridorer (luftrumsdesign)
- Nytt kommunalt planområde

Certifiering/Planering

- Farkostverifiering
- Riskanalyser
- Digitala tvillingar
- Simuleringsverktyg
- Planeringsverktyg

Regional utveckling

- Regional tolkning av lagar och regelverk
- Affärsmodeller
- Kunskapsuppbyggnad
- Innovation och forskning

3.4 Planeringsprocessens delar enligt plan- och bygglagen

I den kommunala och regionala planeringen måste alla steg i leveranskedjan tänkas igenom. Transporternas olika behov behöver adresseras i olika delar av planeringsprocessen. I tabellen nedan ges exempel på förutsättningar som måste klaras av i respektive planeringssteg. Ett bra exempel på detta är Boverkets anvisningar vad gäller frågor som behöver beaktas vid planering av godstransporter. Se tabell nedan. Det kan konstateras att de frågor som här listas gällande markbundna godstransporter torde vara lika applicerbart på luftburna transporter och att det också krävs en koordinering och samverkan mellan dessa system gällande dessa frågor.

Fråga	Regional nivå	Översiktsplan	Detaljplan
Godstransport-strategi	Regional	Kommunal	
Tillgänglighet till terminaler och hamnar	Länstransportplan	Kommunal	
Samlastning	Strategisk lokalisering	Strategisk lokalisering	Detaljutformning
Omlastning	Strategisk lokalisering	Strategisk lokalisering	Säkerställ yta för omlastningspunkter
Uppställningsplatser	Regional	Kommunal	Detaljutformning
Logistikutredning			Vilka krav ställs på fastigheten?
Utrymme i stadsmiljön		Lämplig lokalisering av verksamheter	Gatu- och platsutformning
Angöring			Antal och utformning av lastplatser
Godsmottagning			Utformning av ytor, krav på paketboxar
Bygg- och anläggningslogistik		Plats för upplag etc	Ytor för uppställningsplatser

Boverkets anvisningar gällande frågor vid planering av godstransporter

(Ref 15, Källa: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/godstransporter-i-fysisk-planering/godstransporter-i-planeringsprocessen/planeringsprocessens-delar/)

4 Regelverk

Det finns olika standarder till exempel både ISO och EUROCAE standarder som tagits fram av industrin. I detta kapitel berörs EASAs regelverk.

4.1 Allmänt om drönare EASA

I publikationen ”Prototype Technical Design Specifications for Vertiports” (ref 3) erbjuder EASA en vägledning till stadsplanerare och för lokala beslutsfattare samt industrin för att möjliggöra säker design av vertiports. Publikationen har utvecklats av EASA, i samarbete med vertiport-företag och eVTOL-tillverkare samt med stöd av experter från europeiska medlemsstater. (se ref 4 https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/prototype-technical-design-specifications-vertiports)

Konceptet bygger på ett trattformat område ovanför vertiporten, betecknat som en "hinderfri volym". Detta koncept är skräddarsytt för VTOLs operativa förmåga, som kan utföra start och landning med ett mer vertikalt segment än till exempel en helikopter.

Nästa steg från EASA är att utveckla hela spektrumet av regulatoriska krav för att säkerställa säker vertiport-verksamhet. Dessa kommer att inkludera inte bara detaljerade designspecifikationer, utan också krav på myndigheter att övervaka vertiportverksamheten samt organisatoriska och operativa krav för vertiportoperatörer. Detta är ännu inte på plats. (ref 5 https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/prototype-technical-design-specifications-vertiports)

EASAs studie om urban mobilitet (ref 6 https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/urban-air-mobility) visade att det finns ett brett stöd bland EU:s medborgare för användningsområden som flygtaxi och medicinska flygleveranser, och det är troligen dessa lösningar som kommer att implementeras först.

I EASAs artikel ” vertical-take-and-landing-vtol” (ref 7 https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/vertical-take-and-landing-vtol) definierades konceptet med luftfartyg som startar och landar i stadsmiljöer. Men exakt var kommer start och landning ske för VTOL och andra farkosterenligt EASA? Några grundläggande principer har EASA redan presenterat för att skapa förutsättningar inom området.
En vertikalflygplats är enligt dess tekniska beskrivning
ett landområde/vattenområde eller ett byggnadsverk som används eller avses att användas för start och landning av VTOL.
(ref 8 https://www.easa.europa.eu/sv/light/topics/vertiports-urban-environment)

Detta innebär att vertiports är särskilda områden med den infrastruktur som behövs för säkra resor med VTOL vid kommersiell lufttransport av passagerare och varor. För att man ska kunna utnyttja den fulla potentialen som urban luftmobilitet har, måste vertikalflygplatser vara lättillgängliga samt ha goda anslutningar till vägar, järnvägsstationer, bussar osv. De kan antingen vara belägna på gatunivå eller uppe på byggnader.
En VTOL kan per definition starta och landa vertikalt, men det vertikala segmentet kan vara begränsat till precis i början av starten, och den resterande delen av färdlinjen kan vara mer eller mindre horisontell.
Det är därför viktigt att man tar hänsyn till flygbanan.

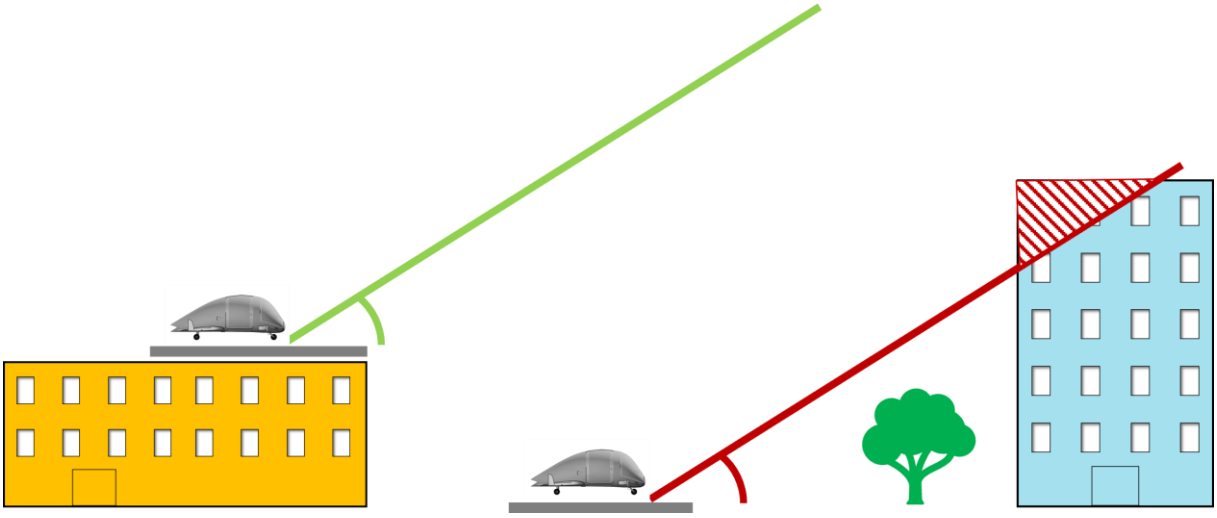


Illustration från EASA (https://www.easa.europa.eu)

Den vänstra bilden visar en vertiport på ett hustak med en hinderfri grön flygbana, vilket innebär att ett VTOL kan starta från den här vertiporten utan hinder. Den högra bilden visar en vertiport på gatunivå där man ser att samma VTOL inte skulle kunna starta därifrån eftersom dess flygbana skulle vara alltför horisontell och därmed innehålla hinder. På grund av luftfartygets lägre prestanda kan det därför inte starta från den här vertiporten.

EASA strävar efter att få till stånd så generella krav som möjligt för att se till att urban luftmobilitet kan anpassas för att stödja olika stadsmiljöer och typer av VTOL. Vi ska nu se närmare på tre olika modeller för start:

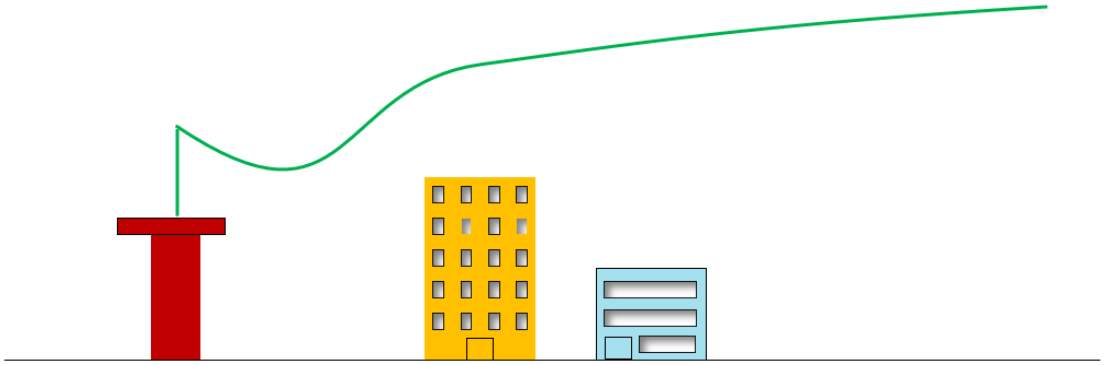


Illustration från EASA (https://www.easa.europa.eu)

Konventionell start från upphöjd plats:

VTOL startar från en upphöjd punkt i en stad (till exempel uppe på taket på en hög byggnad), vilket även gör att en eventuell flyghöjdsförlust under flygbanan är möjlig om vissa fel skulle uppstå.

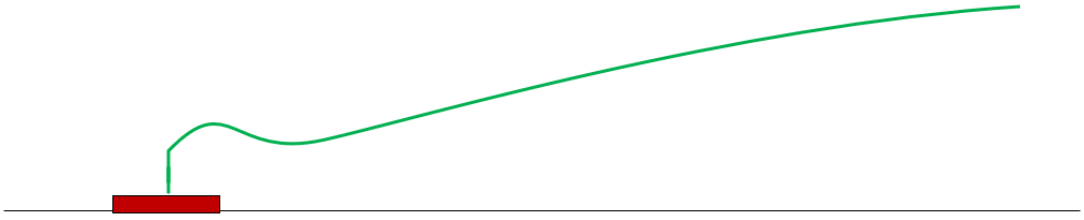


Illustration från EASA (https://www.easa.europa.eu)

Vertiporten skulle även kunna ha en mindre startbana för att möjliggöra en rullande start, vilket skulle öka energieffektiviteten för vissa typer av och uppdrag för VTOL.
Även här är en eventuell flyghöjdsförlust under flygbanan möjlig, vilket är avgörande om vissa fel skulle uppstå.

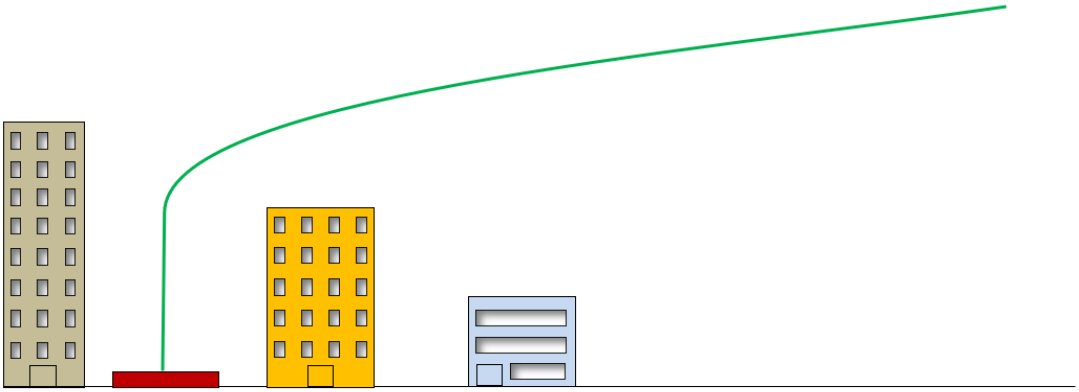


Illustration från EASA (https://www.easa.europa.eu)

Säkerhetsmål (ref 9, https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/easa-issues-worlds-first-design-specifications-vertiports)

En drönare kan certifieras enligt två olika kategorier: grundläggande eller förstärkt.
De mest omfattande säkerhetsmålen gäller i kategorin för förstärkt certifiering. Detta inkluderar flygningar i trafikerade städer/urbana luftrum, eller för kommersiella lufttransporter av passagerare.

Kategorin för grundläggande certifiering har säkerhetsmål som inte är lika omfattande och som för att vara proportionerliga beror på antalet passagerare (0–1, 2–6 eller 7–9) som transporteras med VTOL. Denna kategori gäller för icke-kommersiella lufttransporter av passagerare på landsbygden.

Prestandamål
För varje kategori fastställs det inom ramen för dessa mål den kapacitet som VTOL måste ha för säker drift, i händelse av till exempel motorbortfall.

Kategori för förstärkt certifiering

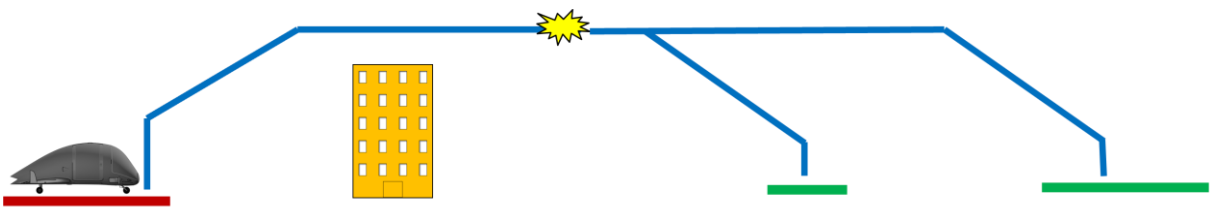


Illustration från EASA (https://www.easa.europa.eu)

För VTOL i städer, krävs det att VTOL ska kunna genomföra en fortsatt säker flygning och landning, eftersom en nödlandning kanske inte är möjlig i en stad utanför en vertiport.

Illustration från EASA (https://www.easa.europa.eu)

VTOL som flyger i glesbygd har däremot normalt fler möjligheter att göra en kontrollerad nödlandning. Jämför exempelvis med regelverket för helikoptrar.

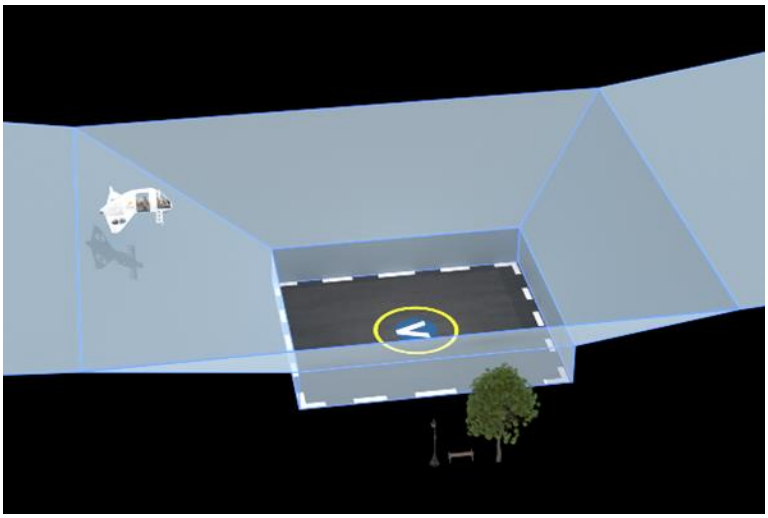


Illustration från EASA (https://www.easa.europa.eu)

En trattformad lösning för start- och landning utan hinder publicerades den 24 mars 2022 av EASA, då presenterades ett koncept för att säkerställa start och landning utan hinder. (https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/easa-issues-worlds-first-design-specifications-vertiports)
Ett trattformat område ovanför vertiporten, en så kallad hinderfri zon, säkerställer att VTOL kan starta och landa med ett tydligt vertikalt segment.
På den av EASA publicerade videon på Youtube, visas hur detta kan se ut. Se länk:
(ref 10 https://www.youtube.com/watch?v=MqgRoJQw238)

Markinfrastruktur

Drönare som landar och startar vertikalt kräver en egen infrastruktur. Så kallade vertiports eller vertistops liknande helikopterplattformar. Vertiporten måste innehålla start- och landningsplattformar, laddningsstationer och passagerarinfrastruktur. Man kan tänkas ha dessa på byggnadstak, som fristående byggnader, flytande på pråmar eller integrerade med existerande trafikinfrastruktur.

I dagsläget finns få färdiga koncept, men flera aktörer arbetar med att ta fram den här kritiska delen till det nya drönarflyget.

4.2 EASA's definition av VTOL och Vertiports

Nedan följer utdrag ur EASAs definition av VTOL samt Vertiport, vilket utgör grunden för resonemanget i denna rapport.

Special Condition for small-category VTOL aircraft

SUBPART A – GENERAL

VTOL.2000 Applicability and definitions

a) This Special Condition prescribes airworthiness standards for the issuance of the type certificate, and changes to this type certificate, for a person-carrying vertical take-off and landing (VTOL) heavier-than-air aircraft in the small category. This Special Condition is applicable to aircraft with lift/thrust units used to generate powered lift and control and with more than two lift/thrust units used to provide lift during vertical take-off or landing.
b) For the purposes of this Special Condition, the following definition applies:

    1) 'commercial air transport' means an aircraft operation to transport passengers, cargo or mail for remuneration or other valuable consideration;
    2) 'congested area' means in relation to a city, town or settlement, any area which is substantially used for residential, commercial or recreational purposes;
    3) 'continued safe flight and landing' means an aircraft is capable of continued controlled flight and landing at a vertiport, possibly using emergency procedures, without requiring exceptional piloting skill or strength;
    4) 'controlled emergency landing' means an aircraft is capable of performing a controlled landing, possibly using emergency procedures, without requiring exceptional piloting skill or strength. Upon landing, some aircraft damage may occur;
    5) 'normal flight envelope' means the flight envelope associated with routine operational and/or prescribed conditions;
    6) 'operational flight envelope' means the flight envelope associated with warning onset;
    7) 'limit flight envelope' means the flight envelope associated with aircraft design limits or protection limits;
    8) 'vertiport' means an area of land, water, or structure used or intended to be used for the landing and take-off of VTOL aircraft.

c) This Special Condition applies to aircraft that are not pressurised.
d) This Special Condition applies to aircraft with a V_{NO} or $V_{MO} \leq 250$ knots calibrated airspeed (KCAS) or a $M_{MO} \leq 0.6$.

VTOL.2005 Certification of small-category VTOL aircraft

a) Certification with this small category Special Condition applies to an aircraft with a passenger seating configuration of 9 or less and a maximum certified take-off mass of 3 175 kg (7 000 lbs) or less.
b) The aircraft must be certified in one or both of the following categories:

    1) Category Enhanced: the aircraft is capable of continued safe flight and landing and meets all applicable requirements. Aircraft intended for operations over congested areas or for Commercial Air Transport operations of passengers must be certified in this category;
    2) Category Basic: the aircraft is capable of a controlled emergency landing and meets all applicable requirements.

VTOL.2010 Accepted means of compliance

a) An applicant must comply with this Special Condition using means of compliance accepted by EASA, which may include consensus standards.
b) An applicant requesting EASA to accept a means of compliance must provide the means of compliance to EASA in an acceptable form and manner.

5 Översiktsplanen (ÖP)

Varje kommun ska ha en aktuell översiktsplan, som omfattar hela kommunen. Den ska spegla den politiska majoritetens uppfattning och beslutas av kommunfullmäktige. Översiktsplanen är inte bindande men ska ge vägledning för beslut om hur mark- och vattenområden ska användas och hur den byggda miljön ska användas, utvecklas och bevaras. Översiktsplanen har en central roll i kommunernas arbete att formulera strategier för en långsiktigt hållbar utveckling. En översiktsplan ska ange såväl en långsiktig och övergripande utvecklingsstrategi som grunddragen i den avsedda användningen av mark- och vattenområden. Översiktsplanen ska visa hur kommunen tänker ta hänsyn till allmänna intressen samt hur riksintressen ska tillgodoses och hur miljökvalitetsnormer ska följas.

Process för översiktsplanering och strategisk miljöbedömning

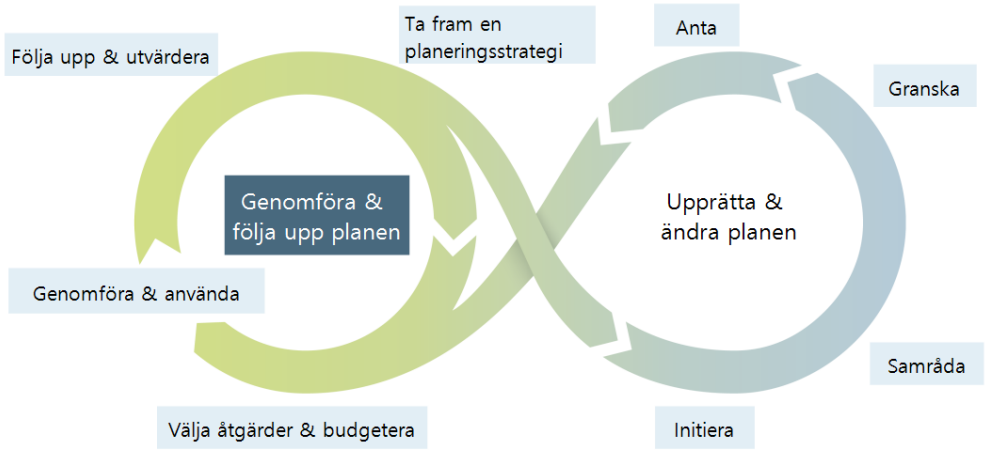


Illustration av process för översiktsplanering och strategisk miljöbedömning
Ref 16 : https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/processen-for-oversiktsplanering/

5.1 ÖP:s utformning och delar

En översiktsplan ska kunna förstås och användas av många olika aktörer, både av professionella användare och av privatpersoner. Kommunens ställningstaganden ska tydligt framgå av planen för att underlätta tillämpningen av planen och öka förståelsen för kommunens bedömningar. I översiktsplanen ska kommunen redovisa planens väsentliga konsekvenser. Planen får för en viss del av kommunen redovisas med en annan detaljeringsgrad än för kommunen i övrigt, trots att det inte är fråga om en ändring av översiktsplanen.

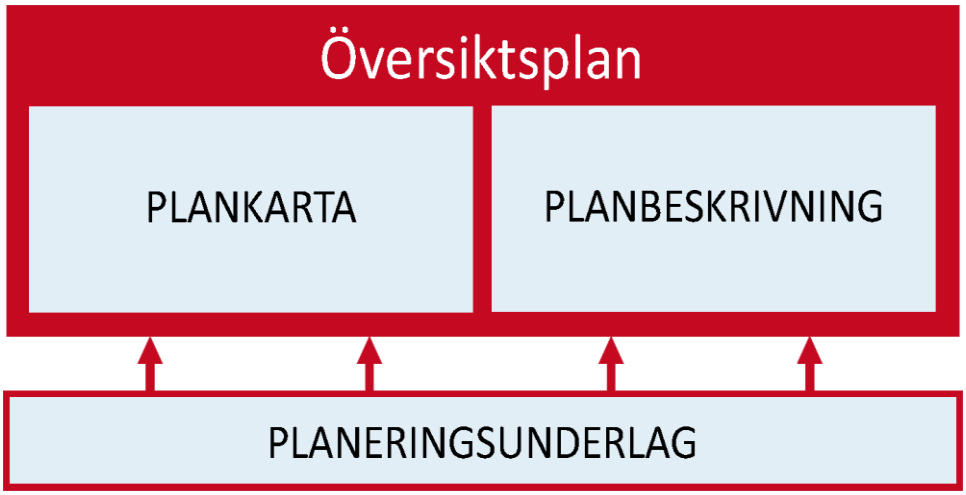


Illustration på översiktsplan källa: Boverket

Planeringsunderlagen stödjer ställningstaganden i översiktsplanen, men är inte en del av planen.
Om planen innehåller det lagen kräver och dess innebörd och konsekvenser tydligt går att utläsa har kommunen friheten att utforma sin översiktsplan utifrån de behov kommunen har. Det är dock viktigt att sträva efter att förenkla översiktsplanen och tydligt skilja på själva planen och underlaget till den för att översiktsplanen inte ska upplevas som alltför omfattande och överlastad med information och redovisningsdokument. Annars finns det risk för att planen blir otydlig för politiker, allmänhet och de myndigheter som ska använda den. (jfr prop. 2009/10:170 sid. 177)
Översiktsplanen behöver bestå av flera delar för att vara tydlig för användare och översiktsplanens delar är planbeskrivning, plankarta och länsstyrelsens granskningsyttrande, se illustration nedan. I förvaltningsbeslutet vid antagandet av en översiktsplan ingår även; samrådsredogörelse, särskilt utlåtande samt protokollsutdraget med beslutet om antagandet.

I översiktsplanen ska kommunen redovisa grunddragen om den avsedda användningen av mark- och vattenområden för hela kommunen. Redovisningen ska ske på en karta. Det hindrar dock inte att redovisningen kan delas upp på flera kartor. (jfr prop. 2019/20:52 sid. 78)
Boverket har tagit fram en modell för hur plankartan kan utformas. Modellen uppfyller de krav som ställs i plan- och bygglagen och är inledningsvis frivillig att använda som stöd i översiktsplaneringen. Det kommer att bli nödvändigt att utgå ifrån en gemensam modell när kravet införs i plan- och bygglagen, PBL, med tillämpningsföreskrifter att informationen i översiktsplaner och regionplaner måste kunna behandlas digitalt. Detsamma gäller för att i framtiden kunna hantera informationen i en gemensam nationell plattform för geodata.

5.2 Detaljplaner och områdesbestämmelser

Inom kommunen kan användningen av mark- och vattenområden samt bebyggelse och byggnadsverk regleras med detaljplaner eller områdesbestämmelser. Både detaljplaner och områdesbestämmelser får rättsverkan. Den bedömning som görs i en detaljplan ger ramarna för prövningen av framtida bygglovsärenden. Därmed blir lovhanteringen enklare.
Syftet med detaljplanering är att reglera och fastställa en lämplig användning av mark- och vattenområden. Användningen regleras med planbestämmelser. Alla planbestämmelser ska ha stöd i plan- och bygglagens fjärde kapitel och följa Boverkets föreskrifter om detaljplan.

Detaljplan ska användas vid reglering av större förändringar i användningen av mark- och vattenområden eller vid sådana förnyelse- och bevarandeåtgärder som behöver regleras i ett sammanhang. I fjärde kapitlet i plan- och bygglagen, PBL, anges uttömmande vilka möjligheter kommunen har att styra dessa förändringar och åtgärder.

Utifrån förutsättningarna på platsen bestämmer kommunen vilken reglering som behövs för en lämplig markanvändning och att uppnå detaljplanens syfte. Detaljplanen ska redovisa hur mark- och vattenområden inom planområdet får användas. Kommunen ska också bestämma och ange gränserna för vad som är allmän plats, kvartersmark och vattenområde. Utöver allt som en detaljplan ska innehålla finns i lagen bestämmelser om vad detaljplanen dessutom får reglera. Det kan till exempel handla om placering och utformning av bebyggelsen eller möjligheten att genomföra detaljplanen.
Varje planbestämmelse som används ska ha stöd i någon paragraf i fjärde kapitlet PBL och syftet med planbestämmelsen ska vara förenligt med de syften som anges i andra kapitlet PBL. Vid val av planbestämmelser är det också viktigt att ta hänsyn till de följder bestämmelserna kommer att få.

Från kommunal sida skulle möjliga lokaliseringar av vertiports kunna indikeras i översiktsplanen. Samtidigt behöver det övervägas hur kommuner och regioner ska kunna ges ett medinflytande på drönartrafiken i luftrummet, själva flygbanan. Den kommunala och regionala planeringens roll och förhållande till framtidens drönartrafik kräver djupare begrundan, vilket bland annat sker inom ramen för det uppdrag (RK II 2 LI 2023-02917) regeringen ställt till Transportstyrelsen med anmodan om dess nära dialog med Luftfartsverket och Boverket.

5.3 Vertikal avgränsning

Planområdet och planbestämmelserna ska avgränsas horisontellt och får även avgränsas vertikalt. Avgränsningen måste gå att redovisa på ett tydligt sätt.
Det är möjligt att avgränsa planområdet även i höjdled, alltså vertikalt. Om ingen vertikal avgränsning görs gäller planområdet i princip obegränsat i höjdled, uppåt och nedåt. Vertikal avgränsning innebär att det exempelvis är möjligt att ha flera detaljplaner som gäller ovanför varandra, men som är avgränsade från varandra vertikalt. Det kan vara lämpligt exempelvis vid planering av underjordisk trafik, som väg-, järnvägs- eller spårvägstunnlar.

Även en planbestämmelse får avgränsas vertikalt, det gäller alla användnings- och egenskapsbestämmelser oberoende om det är kvartersmark, allmän plats eller vattenområde. Det kan göras för en eller flera planbestämmelser efter behov. Planbestämmelser blir avgränsade och digitalt lägesbestämda med hjälp av en programvara som följer Boverkets föreskrifter för detaljplan.

Om en detaljplan innehåller användningsbestämmelser som är avgränsade från varandra i höjdled från olika användningskategorier, till exempel allmän plats och kvartersmark, kräver genomförandet av planen att en tredimensionell fastighetsbildning görs. Förutsättningarna för tredimensionell fastighetsbildning behöver därför beaktas vid planläggningen. Vid genomförandet kommer en av användningarna att bilda en traditionell fastighet som urholkas av en eller flera tredimensionella fastigheter som rymmer andra användningar. Det är därför viktigt att tydligt avgränsa de användningar som ska höra till en urholkad fastighet. Detta innebär att en detaljplan, som inte är vertikalt avgränsad och kräver tredimensionell fastighetsbildning, inte kan ha två användningar på samma yta i plan där den ena sträcker sig obegränsat uppåt och den andra sträcker sig obegränsat nedåt.

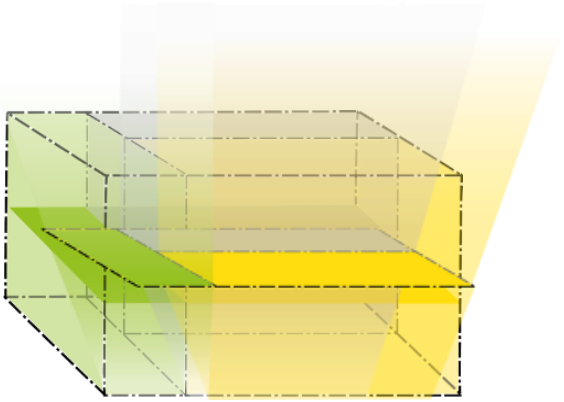


Illustration på planområde som är avgränsat vertikalt både uppåt och nedåt. Illustration: Jenny Lilja /Boverket

Avgränsningen måste kunna redovisas

Den digitala tekniken innebär nya möjligheter att avgränsa planområdet och planbestämmelser. Det är dock viktigt att avgränsningarna kan redovisas på ett tydligt sätt. Framför allt vid vertikal avgränsning behöver detta uppmärksammas. Kommunen får alltså inte göra avgränsningar som inte kan redovisas tydligt.
Det finns inga bindande regler för hur en detaljplans reglering ska redovisas på en plankarta. Det är därför möjligt att med den digitala teknikens hjälp ta fram nya sätt att redovisa planbestämmelser. Tydlighetskravet i plan- och bygglagen, PBL, är i sig teknikneutralt och kan uppfyllas på flera olika sätt.

Det allmänna rådet bygger på tidigare praxis för redovisning av reglering i detaljplan. I det allmänna rådet finns ett antal olika sätt att redovisa en vertikal avgränsning, som kan tillämpas och anpassas efter behov så länge redovisningen blir tydlig. I mer komplicerade situationer kan dock dessa sätt att redovisa vara otillräckliga och det kan vara nödvändigt att ta fram andra sätt. Om kommunen tar fram ett eget sätt att redovisa är det lämpligt att detta förklaras i planbeskrivningen.

6 Översikts- och detaljplanering - planering på en strategisk nivå

På nationell nivå sker utifrån de trafikpolitiska målen och de direktiv och ramar som regering och riksdag ger framtagande av nationella långsiktiga infrastrukturplaner genom statliga myndigheters som Trafikverkets, Sjöfartsverket och Luftfartsverkets försorg. Dessa har inte hittills inbegripit det undre luftrummet och drönarburna transporter av gods och människor.
På regional nivå tar regionerna fram regionala utvecklingsstrategier och länstransportplaner. Dessa har inte hittills inbegripit det undre luftrummet och drönarburna transporter av gods och människor.
Översiktsplanen, ÖPL, har enligt Plan- och bygglagen, PBL, en central roll i kommunernas arbete att formulera strategier för en långsiktigt hållbar utveckling. En översiktsplan ska ange såväl en långsiktig och övergripande utvecklingsstrategi som grunddragen i den avsedda användningen av mark- och vattenområden. I detta ingår naturligtvis också transportinfrastrukturplanering som måste koordineras mot trafikverkens planering och den regionala nivån. Inte heller ÖPL har hittills inbegripit det undre luftrummet och drönarburna transporter av gods och människor.

6.1 Den kommunala översiktsplanen

Inom kommunen kan användningen av mark- och vattenområden samt bebyggelse och byggnadsverk regleras med detaljplaner eller områdesbestämmelser. Både detaljplaner och områdesbestämmelser får rättsverkan. Den bedömning som görs i en detaljplan ger ramarna för prövningen av framtida bygglovsärenden. Bildande av fastigheter och inrättande av rättigheter i enlighet med detaljplan och områdesbestämmelser sker genom fastighetsbildningsförrättningar i enlighet med fastighetsbildningslagen, ledningsrättslagen med flera lagar.

Det undre luftrummet och drönarbaserade transporter borde framöver tas med i alla planeringsnivåer. Det finns starka argument för att planeringen av det undre luftrummet i praktiken bör vara kopplad till den kommunala översikts- och detaljplaneringen för att säkerställa en väl sammanhängande helhet av den infrastruktur som behövs för att optimera ett transportsystem där flera olika transportslag och behov samverkar.

Regelverk, ansvarsförhållanden och planeringsprocesser behöver utredas och klarläggas. Kompetens inom luftrum kan behövas fogas till den kommunala planeringskompetensen.

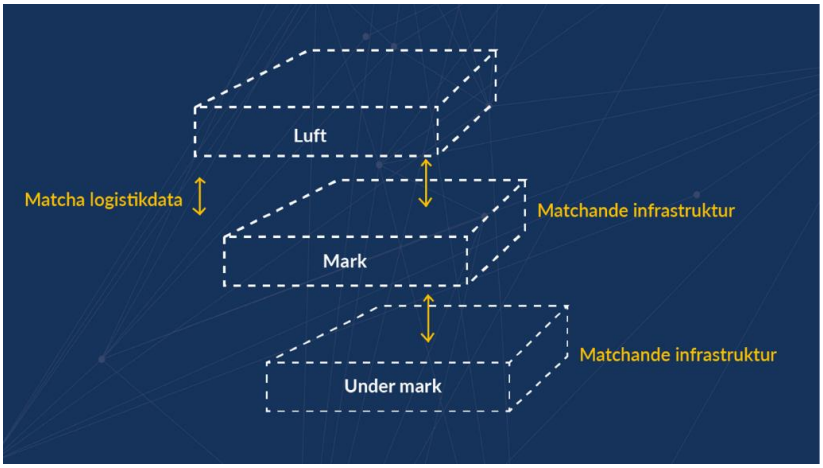


Illustration av den kommunala översiktsplanen

6.2 Regelverk luftrummet

Utvecklingen av drönare kommer påverka kommuner och regioners verksamheter. Drönare är ett nytt transportslag och påverkar både den fysiska planeringen och infrastrukturplanering. Kommuner och regioner behöver inkludera drönare i översiktsplaner, regionala utvecklingsstrategier och infrastrukturplaner samt planera i 3D-kopplingen till undre luftrummet.

För tillstånd för att flyga med drönare i den så kallade specifika kategorien skall en riskanalys göras för den tänkta verksamheten. Denna riskanalys kan göras genom en metodik som kallas SORA (Specific Operation Risk Assessment). SORA blir då en verksamhetsbeskrivning, vad för typ av flygningar är det som avses och hur är det tänkt att de ska gå till och den består då av följande huvudkomponenter:

- Flygområde – över vilket slags område är flygningarna tänkta att ske?
- Luftrum – inom vilket typ av luftrum är flygningarna tänkta att ske?
- Operativa begränsningar – inom vilka ramar är flygningarna tänkta att ske?
- Drönare – vilket eller vilka sorters drönarsystem är tänkta att användas?
- Organisation – vilken kompetens har till exempel fjärrpiloten?

Med de data som anges som grund i riskanalysen får verksamheten sedan en riskklass. Denna riskklass kan sedan eventuellt sänkas genom riskreducerande åtgärder. En sådan åtgärd kan vara att använda en fallskärm till drönaren. Riskklasserna kallas SAIL (Specific Assurance and Integrity Level) och finns mellan I och VI. Om riskklassen är V eller högre, krävs det ett begränsat typcertifikat utfärdat av luftfartsorganisationen EASA. Om riskklassen överstiger VI, krävs det att ansökan görs för den certifierade kategorin.
Utifrån en viss riskklass (SAIL) framkommer det sedan vilka särskilda krav som ska vara uppfyllda för den verksamhet som ansökan avser. Dessa krav kallas OSO (Operational Safety Objectives). De omfattar krav inom områden som flygvillkor, operativa begränsningar, kompetenskrav på fjärrpiloter och annan personal, tekniska krav på drönarsystemet samt krav inom säkerhetsskydd och datasäkerhet.

Alla som flyger gör det i luftrummet. I Sverige har vi två luftrumsklasser:

- kontrollerad luft som kallas C-luft runt våra flygplatser
- okontrollerad luft som kallas G-luft

6.3 Vad är det gemensamma europeiska regelverket U-space?

Ett U-space-luftrum är en geografisk UAS-zon (Unmanned Aircraft System-zon) med U-space-tjänster som tillhandahålls av tjänsteleverantörer (U-space Service Provider, USSP).

Ett U-spaceluftrum kan förklaras som:

- Definierad volym av luftrum som publicerats i luftfartspublikationerna i ENR-kapitlen
- Syftar till konflikthantering mellan UAS och UAS
- UAS-operationer stöds av certifierade leverantörer av U-space-tjänster (USSPs)
- Ett koordinerat luftrum där även statsluftfart opererar
- Ska erbjuda ett flygsäkerhetshöjande säkerhetslager mot den bemannade luftfarten
- En möjliggörare för UAS-operatörer och en katalysator för UAS-marknaden

Ett U-spaceluftrum är inte:

- En motsvarighet till (EU) 2017/373 för ATM/ANS (även om den har många likheter)
- Ett integrerat luftrum mellan bemannade och obemannade luftfartyg
- Tillhandahåller trafikinformation till bemannade luftfartyg (elektronisk synlighet)
- Stöd för UAS som flyger enligt IFR
- Stöd för drift med UAS där passagerare ingår (t.ex. autonom "Air Taxi")

Den 22 april 2021 beslutades det om ett nytt gemensamt europeiskt regelverk för U-space, (EU) 2021/664. Reglerna ska börja tillämpas den 26 januari 2023 och U-space kan implementeras successivt åren 2021–2035, med fokus på fyra milstolpar:

- **U1 (2021):** Grundläggande tjänster för e-registrering, e-identifiering och geografiska drönarzoner i enlighet med (EU) 2019/947
- **U2 (2023):** Initiala tjänster för planering och godkännande, spårning, dynamisk information om luftrummet och gränssnitt med flygtrafikledningen på procedurnivå
- **U3 (2027):** Utökade tjänster för kapacitetshantering när antalet drönare i luftrummet ökar och med stöd för konflikthantering
- **U4 (2035 och framåt):** Fullständiga tjänster och integrerade gränssnitt med flygtrafikledningssystemet och den bemannade luftfarten

USSP:er innebär tillhandahållande av tjänster inom:

- nätverksidentifiering
- geomedvetenhet
- flygtillstånd
- trafikinformation

(ref 17 Transportstyrelsen)

6.4 Vad är ett R-område?

Transportstyrelsen kan besluta om inskränkningar eller förbud mot luftfart, så kallade restriktionsområden (R-områden). Detta kan ske av militära skäl, av hänsyn till allmän ordning och säkerhet eller med anledning av natur- eller miljövård. Det är förbjudet att flyga i ett restriktionsområde utan tillstånd från den behöriga myndigheten och/eller berört ATS.
Vid prövning av ärenden som rör ansökningar om flygtillstånd i restriktionsområden så bedömer Transportstyrelsen, enligt deras hemsida, i första hand om flygning är av vikt för samhällsnyttan eller av samhällsviktig karaktär. Om Transportstyrelsen initialt bedömer att flygningen utgör en samhällsnytta så remitteras ärendet med flera olika instanser inom restriktionsområdet för synpunkter innan beslut. Tillstånd ges restriktivt, idag utfärdar Transportstyrelsen flygtillstånd främst till verksamheter som bedriver exempelvis:

- inspektionsarbete
- inventeringsarbete
- anläggningsarbete
- trafikövervakning
- inspektion av kritisk infrastruktur som kraftledningar, vägnät, hamn och järnväg i planerings-, informations- och säkerhetssyfte

Tillstånd ges enligt Transportstyrelsen, inte till privatpersoner för nöjesflygningar eller för flygningar som kan anses utgöra kommersiella skäl (exempelvis i syfte att sälja filmat material vidare).
(ref 17 Transportstyrelsen)

6.5 Vad är ett D-område?

Ett farligt område (Danger area, D-område) är upprättat för att varna piloten om att det kan vara farligt att flyga där. Det finns permanenta farliga områden i Sverige för att skydda luftfartyg från risker, över till exempel gruvor där man spränger. Det finns även tillfälliga farliga områden, det kan exempelvis vara målbogsering (ett flygplan som bogserar ett mål som är fäst i en lång vajer baktill). Som fjärrpilot bör man normalt sett undvika dessa områden.
(ref 17 Transportstyrelsen)

6.6 EASAs regelverk

Det finns inga ”regulations” vad gäller vertiports, däremot har EASA tagit fram ”guidelines”. Det är därför troligt att dessa guidelines kommer att utgöra grunden för ett regelverk inom Europa i framtiden. Nedan följer ett kortare utdrag ur dessa guidelines då dessa sätter ramarna för de flygsäkerhetsmässiga kraven för en vertiport.
EASAs guide: Vertiports Prototype Technical Specifications for the Design of VFR Vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft Certified in the Enhanced Category (PTS-VPT-DSN) utkom i mars 2022. Denna handbok är applicerbar enligt följande (Kapitel A, General, ref 3):

1. The vertiport (VPT) rules will be developed in two stages: In the first stage, EASA will introduce the Prototype Technical Specifications as non-regulatory material for the design of VFR vertiports or parts thereof, applicable for the operation of manned VTOL-capable aircraft certified in the enhanced category (PTS-VPT-DSN, herein after ‘PTSs’). In the second stage, the rules will cover vertiports that are considered to be in the scope of Regulation (EU) 2018/1139 (the ‘Basic Regulation’): a full set of vertiport rules, including the authority, vertiport operator and vertiport operation requirements, will be introduced, along with the certification specifications (CSs) and guidance material (GM) for vertiport design and certification. The Basic Regulation (Article 2(1) €) defines the aerodromes (vertiports) that fall under its scope.
2. To be proportionate to the nature and risk of the activities performed at vertiports, VTOL-capable aircraft certified in the ‘Category Enhanced’ (see EASA SC-VTOL-01) are selected as reference for the developments of PTSs. The enhanced category (similar to performance

class (PC) 1 of helicopters) allows proportionality in safety objectives and enables the highest level of safety in protecting third parties when flying over congested areas and when conducting commercial air transport (CAT) operations with passengers. VTOL-capable aircraft certified in the enhanced category must meet the requirements for continued safe flight and landing (CSFL) and be able to continue to the original intended destination or a suitable alternate vertiport after a failure.

3. EASA developed the PTSs at the request of Member States to introduce technical specifications for the design of vertiports, which Member States may use as input to their national regulatory frameworks for the design of vertiports.

4. The EASA VPTTF developed the PTSs based on the ADR rules (EU regulations and EASA certification specifications (CS-ADR-DSN and CS-HPT-DSN (Certification Specifications for Heliports)), as well as on ICAO Annex 14, Volume I, 'Aerodromes', Volume II, 'Heliports', ICAO Document 9261, Heliport Manual, and inputs from VTOL manufacturers and experts.

5. PTSs include objectives, applicability, characteristics, and location, which consist of one or more statements that describe(s) usage and limitations, attributes (without values or detailed specifications), and necessary associations. The values or attributes are normally specified with reference to the 'design VTOL-capable aircraft'.

6. Each defined area is fully described along with its attributes, allowing it to be considered in isolation or in combination with other defined or subsidiary areas.

7. The PTSs are developed for the design of VFR vertiports or parts thereof for the operation of manned VTOL-capable aircraft certified in the enhanced category, carrying passengers or cargo.

8. It is assumed that VTOL-capable aircraft can operate at heliports or aerodromes if their performance can meet the design criteria of the heliport or aerodrome. However, the appropriate level of emergency equipment, e.g. for firefighting, which is determined by the level of the VTOL-capable aircraft operations at the heliport, should be ensured.

9. Applicability matrix of the PTSs

	Aircraft certification according to SC-VTOL categories				
	Enhanced			Basic	
	Passenger transport		Cargo	Passenger (non-commercial)	Cargo
	Commercial	Non-commercial			
Manned operation	Yes	Yes	Yes	n/a	n/a
Unmanned operation	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a

Table A-1. Applicability matrix of the PTSs

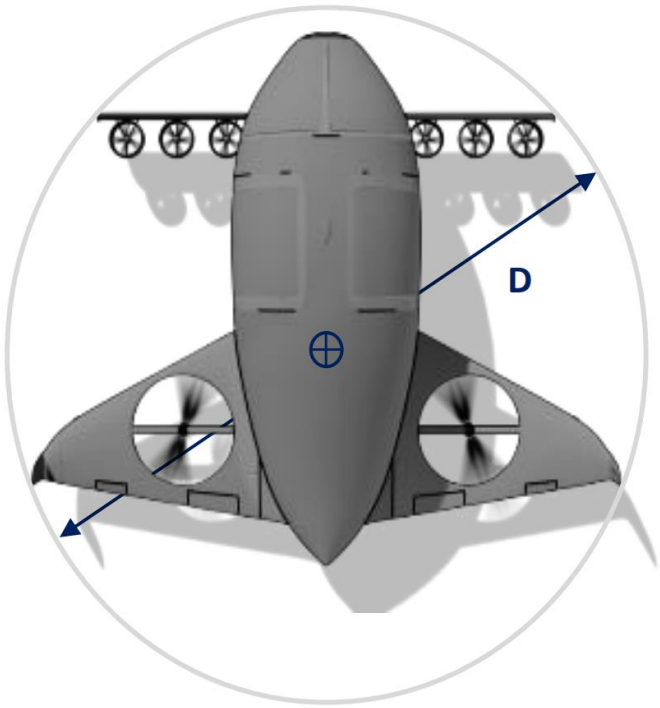
n/a: outside the scope; however, vertiports designed according to that PTS may be used for such aircraft and/or use cases, unless they are subject to more demanding requirements stemming from other applicable standards or regulations.

'Category Enhanced' under SC-VTOL (hereinafter the 'enhanced category') is required for person-carrying VTOL operation over congested areas or for CAT pax operations.

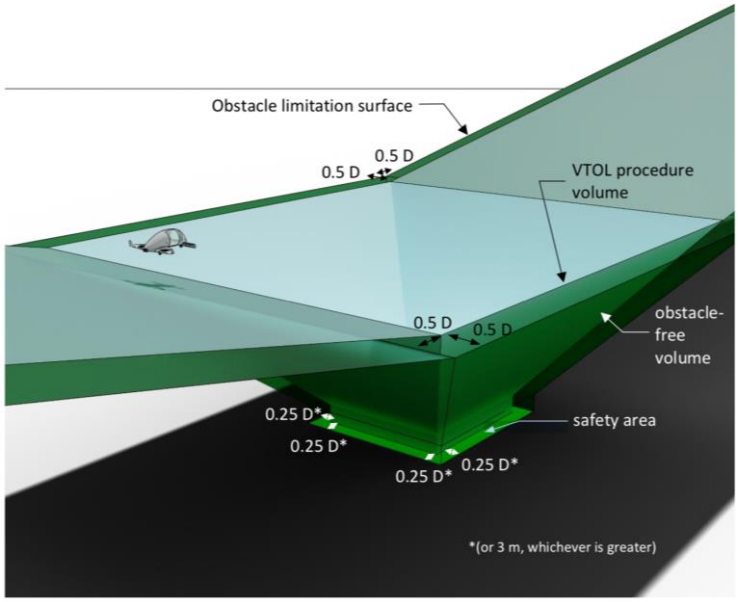
'Basic category' is the opposite of the 'enhanced category', e.g. it covers non-CAT pax/cargo operations outside congested areas, CAT cargo operations outside congested areas, and training flights.

10. It is at the discretion of the competent authority to use the PTSs as a reference for the development of requirements for the design of vertiport infrastructure to serve unmanned operations or operations in the basic category for VTOL-capable aircraft.

11. The limiting dimensions that are provided for in ICAO Annex 14, Volume II, 'Heliports' and ICAO Document 9261, Heliport Manual, are based on the principle of the helicopter design and on statistical analysis of the population of helicopters, as described in Appendix A to Chapter 3 of the Heliport Manual. A similar analysis will be required for the VPT regulations, when all information from the VTOL manufacturers is available.



Figur 6 D-värde



Figur 7a Inflygningstratt

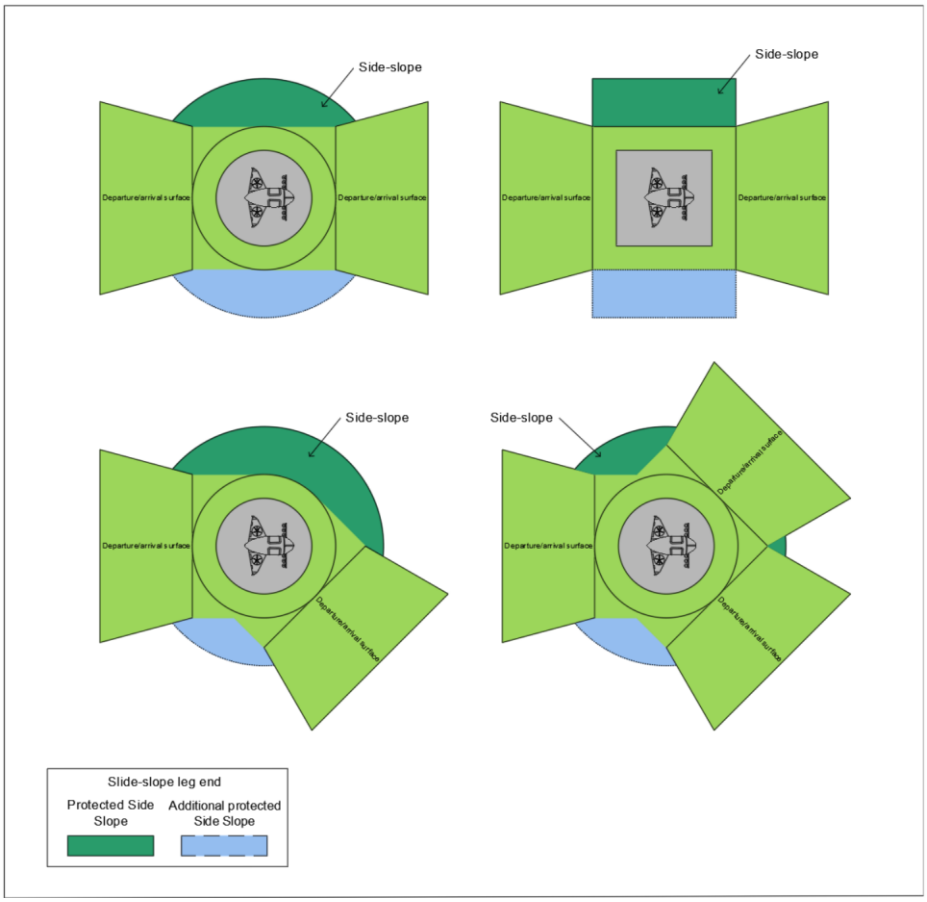
Enligt EASAs föreskrifter för farkosterna så måste farkosterna klara kraven för ”continued safe flight and landing” (CSFL) vilket innebär att flygningen måste kunna fortsätta att flyga till sin destination eller en alternativ nöd-vertiport som ligger på vägen och kan användas som landningsplats ifall att det uppstår ett kritiskt fel under flygningen. I dokumentet beskrivs hur dessa alternativa nöd-vertiports bör vara designade. Kravet på CSFL är ett stort hinder som marknadsaktörerna behöver komma över (ref 3).

I tillägg anger EASAs guidelines följande (ref 3, https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/prototype-technical-design-specifications-vertiports#group-easa-downloads) vad gäller hinderfrihet till en vertiport.

Protected side slope

(a) A vertiport should be provided with at least one protected side slope, rising at 45 degrees outward from the edge of the SA and extending to a distance of 10 m (see Figure C-3).

(b) The surface of a protected side slope should not be penetrated by obstacles.



Figur 7b FATO simple/complex SA and side slope protection

Detta innebär, utifrån en 45 graders vinkel för inflygning som ska vara hindersfri, att en vertiport kan placeras på betydligt fler ställen än en helikopterplatta utifrån detta krav. En relativt liten yta runt FATO behöver alltså vara hindersfri vilket möjliggör placering av en vertiport även i stadsmiljö.

6.7 Vertiports på tak

Analys av byggkonstruktion som möjliggör etablering av en vertiport-lösning innehållande följande bör genomföras:

- Krav på bärighet,
- elförsörjning,
- övriga tekniska installationer
- Klarar befintlig konstruktion detta eller behövs anpassningar av något slag?
- Kostnad?
- Åtgärdsprogram, anpassning och förberedelse för etablering av vertiport
- Interna transporter inom Mobilitetshuset (hissar, ramper, bjälklagshöjder etc.)
- Underlag för myndighetsgodkännande

Analys av frågor som rör planeringsaspekter kopplade till PBL, detaljplan och bygglov.
Kan den skisserade vertiport-lösningen rymmas inom befintlig detaljplan och befintligt bygglov för den aktuella stadsdelen och byggnaden?
Om inte vilka ändringar behöver aktualiseras och genomföras?

Etableringen av en framtida infrastruktur som möjliggör transporter av både gods- och människor med drönare berör ett antal olika intressenter och sakägare.
Roller, ansvar och samverkansmöjligheter behöver klarläggas, överenskommas och i vissa fall regleras via avtal och överenskommelser. Följande är exempel på sådant som kan behöva klargöras och gås igenom:

- Byggkonstruktion
- PBL-aspekter gällande plan och bygglov
- Påverkan från omgivande infrastruktur på fastighet
- Anläggning av vertiport
- Luftrummet
- Managementsystem för vertiports
- Test med drönartransporter
- Intressent- och sakägaranalys
- Finansieringsanalys och huvudmannaskap. Affärsmodell

6.8 Flygplatsintegrering

För att få ett sömlöst resande för en passagerare som åker drönare till en flygplats för att sedan flyga vidare är det en fördel att landa på airside. Bagaget kan då redan vara incheckat till slutdestinationen även om flygplatsen måste säkerhetskontrollera bagaget på flygplatsen. Vidare kan passageraren behöva gå igenom en extra säkerhetskontroll eftersom dessa passagerare ur ett säkerhetsperspektiv är att betrakta som ”smutsiga”. Dock, kommer man närmare sitt anslutningsflyg jämfört med att landa på en vertiport på landside. Om man väljer airside eller landside för en vertiportsplacering handlar i grunden om den kommersiella risken och är kopplat till tänkta volymer och betalningsförmåga. Man skulle kunna resonera kring att airside kan vara ett alternativ för VIP-resenärer.

Oavsett om en vertiport ska förläggas på airside eller landside kan miljötillståndet för flygplatsen påverkas. Det är Länsstyrelsen som utfärdar dessa tillstånd och någon nationell mall eller utformning på dessa tillstånd finns inte. Det gör att tillstånden kan se olika ut. Ibland ingår flygrörelser och ibland inte. Det rekommenderas dock att flygplatserna redan nu överväger hur de vill ha sina flygtillstånd utformade i framtiden mot bakgrund av en förväntad drönartrafik.
Även in- och utflygningsprocedurer till flygplatsen måste skapas. Detta gäller oavsett om vertiporten placeras på landside eller airside. Då de flesta flygplatser redan idag har helikoptertrafik, som också kräver procedurer, bedöms dock inte detta utgöra något större hinder. En vertiports hinderytor är i tillägg betydligt frikostigare jämfört med en helikopterplatta.

6.9 Passagernas önskemål

Vad gäller placering av vertiports, kan man utifrån intervjuerna dra följande slutsatser:

1. Det kan finnas önskemål att i stadsmiljö integrera vertiports med befintliga resecentrum för bussar och tåg för att på så vis säkerställa att drönartransporter kan utgöra ett komplement till befintlig kollektivtrafik
2. Vertiports i anslutning till flygplatser kan, utifrån ett passagerarpersektiv för resenärer som ska fortsätta med traditionell trafik, vara mer sömlöst med en vertiport på airside
3. Det kan finnas intresse av att anlägga vertiports i anslutning till turistställen, turistorter samt arenor som ett komplement till befintlig kollektivtrafik
4. Godstransporter för drönare kan behövas till hamnar, industriområden men också till urban miljö, t ex paketutlämning samt distribution till företag, dessa kan behöva vertiports
5. Blåljusverksamhet, inklusive sjukhus, kan behöva vertiports som komplement till befintliga helikopterplattor

6.10 Vertiports och vind

Landningsplatser bör placeras så att de skyddas från vinden så mycket som möjligt och att effekterna av vindeffekter som genereras av fastigheterna hålls på ett minimum. De rådande vindriktningarna bör beaktas vid val av plats. Vindeffekterna av fastigheter i stadsmiljö är komplext, men ett av de viktigaste kriterierna.

Effekten av strukturer, byggnader och träd som omger landningsplatsen på vindvirvlar och vindbyar bör bestämmas med flödesimuleringsmodellering (LES, eller stor-Eddy-simulering) (Mona Kurppa 2016) för att ta hänsyn till lämpligheten hos en plats för drönardrift under olika vindförhållanden. På samma sätt, om den byggda miljön på en befintlig landningsplats förändras avsevärt, bör en flödesimuleringsgranskning utföras för att bedöma om miljöförändringarna är relevanta för drönare.

7 Exempel på aktörer som arbetar med utveckling av vertiports?

I dagsläget finns inga kommersiella vertiports i drift. Det finns däremot ett antal olika koncept och testverksamheter som inbegriper vertiports. Anledningarna är flera – dels saknas det certifierade drönare för passagerartrafik dels finns inget utvecklat regelverk för vertiports på plats. I Sverige finns ett företag som arbetar med koncept för vertiports, Svenska Kookiejar of Sweden. Detta kan jämföras med ett flertal tillverkare av drönarkoncept för bemannade drönare. Svenska tillverkare av drönare för inspektion och gods är betydligt fler.

7.1 Voloport

Tillverkaren Volocopter har förutom att utveckla en drönare för persontransporter även utvecklat ett vertiportkoncept som benämns VoloPort. Konceptet är utvecklat i samarbete med brittiska Skyports. Inför Intelligent Transport Systems (ITS) World Congress 2019 så byggde Volocopter och Skyports en fullskalig prototyp av en VoloPort i Singapore.
Skyport testar sin vertiportslösning för att kunna ha en fungerande vertiport för passagerartrafik till OS 2024 i Paris.

> *"- Groupe ADP and Skyports unveil the passenger terminal testbed for future electric vertical take-off and landing (eVTOL) at Pontoise-Cormeilles airfield, with the support of RATP Group, Paris-Région and -the French Civil Aviation Authority (DGAG) depending on the French Ministry of Transports.-*
> *- The vertiport at Pontoise, one of a kind in Europe, brings together key technical components for future electric aircrafts including: take-off and landing areas, passenger terminal, maintenance hangar and control areas.*
> *- The full passenger journey, as close as possible to the configuration expected in 2024, can now be tested: from accessing the terminal, to the control formalities based on biometrics technologies (developped by SITA), to boarding the aircraft.*
> *- Volocopter has carried out a flight integrated into conventional air traffic.*

First passenger terminal of a vertiport in Europe

> *Designed and developed by Skyports and Groupe ADP, the new passenger terminal will be used as a testbed to prepare the experimentation planned for 2024 and the upcoming launch of passenger services, for:*
> *- passenger journey: security and check-in processes, passenger dwell time, and aircraft boarding;*
> *- vehicle integration, ground movement procedures, and charging operations;*
> *- flight scheduling and passenger information."*

(ref 18 https://presse.groupeadp.fr/first-vertiport-pontoise/?lang=en)

Figur 8 Voloport

I slutet av 2021 släppte Volocopter en manual som beskriver hur man går tillväga för att bygga markinfrastruktur för deras eVTOL.
(ref 19, "Volocopter and Skyports to continue collaborating on VoloPorts - evtol.com." https://evtol.com/news/volocopter-skyports-continue-collaborating-voloports/ (accessed Apr. 08, 2022).)

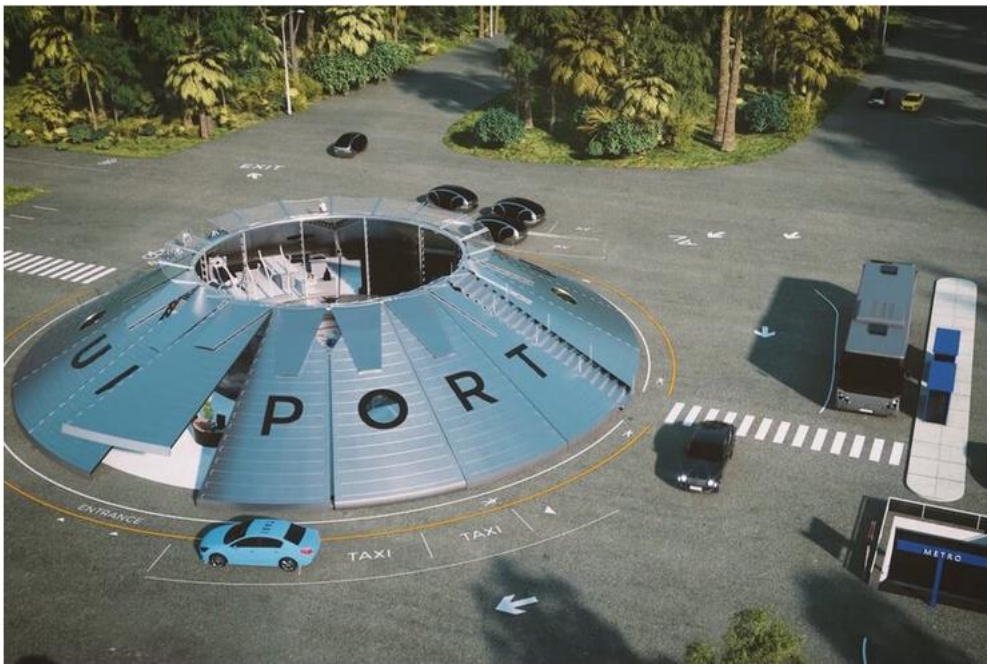
7.2 Ferrovial vertiports

Det spanska flyginfrastrukturföretaget Ferrovial utvecklar vertiports i samarbete med Lilium och Vertical Aerospace. Företaget har angett att man ska utveckla 25 stycken vertiports i Storbritannien för att förse Vertical Aerospace med markinfrastruktur. (ref 2).

Figur Ferrovial vertiport koncept

7.3 Urban-Air Port

Det brittiska start-up företaget Urban-Air Port gick ut i början av 2022 med att de har säkrat en investering från Supernal, Hyundais AAM underbolag. (ref 2).



Figur 11 Urban Air-Ports pop-up vertiport.

7.4 ELIS (Elektrisk Lufttransport i Skellefteå)

”Som en del av utvecklingsprogrammet ELIS (Elektrisk Lufttransport i Skellefteå) har en förstudie genomförts för att ta reda på hur flygande eldrivna drönare, så kallade eVTOL, kan bli en del av framtidens hållbara logistiknät. Slutsatserna av förstudien är en tvåstegsraket, där en enklare flygplats för drönare, en så kallad droneport, etableras i ett första skede för att möjliggöra tester, utveckling och uppvisningar. Denna planeras att byggas i Hammarängen utanför Skellefteå och ambitionen är att den skall vara på plats redan till hösten 2023. I nästa skede kommer det att byggas en större droneport avsedd för drönartrafik med kommersiell inriktning.

Projektet blir den andra permanenta droneporten i Europa, och bland de första i världen. Europas första permanenta droneport byggdes i Paris 2022 och utanför Europa finns det droneports i bland annat Kina och Dubai. Projektet i Skellefteå befinner sig i en tillståndsfas och inväntar slutgiltigt beslut innan bygget kan påbörjas.”
(ref 20, https://whitearkitekter.com/se/nyheter/europas-andra-permanenta-flygplats-for-dronare-etableras-i-skelleftea/)

7.5 Eemshaven

I Holland, utanför Groningen, testar man också en vertiportlösning.

”EEMSHAVEN – On Wednesday 07 July 2021, Ems Maritime Offshore (EMO), Groningen Seaports and the Offshore Wind Innovation Centre (OWIC) officially opened the new DronePort at Heliport Eemshaven. The airport for drones is geared towards the offshore wind sector. From here, innovative drone applications such as the transport of goods to offshore installations, emergency support and SAR operations, monitoring, mapping, surveying and inspections will be researched, initiated and carried out in the future. DronePort Eemshaven will be built on an independent and open model, with space for start-ups and scale-ups focusing on applicable unmanned robotics technology, sensors, autonomy and artificial intelligence. Collaboration with other initiatives and/or other regions that bring benefits to the region is one of the goals and is actively encouraged.
DronePort Eemshaven supports the important role that the Eemshaven site plays for the energy sector with innovative applications in unmanned aerial technology.”
(ref 21, https://windea.com/droneport-officially-opened-at-heliport-eemshaven/)

7.6 DronePort Rotterdam

”6 July 2023Press

Introducing #DronePortRotterdam, the pioneering Open Access Innovative Air Mobility Hub in Europe proudly presented by the Port of Rotterdam and INSPIR8ION.

Our focus is on seamlessly integrating Air Traffic Management (ATM), Unmanned Traffic Management (UTM), and Urban Planning and Development for the successful implementation of Integrated Air Mobility (IAM). This unprecedented connection between ATM, UTM, and Urban Planning and Development has never been designed before in an area where a port, airport, and city converge.

That’s why the Port of Rotterdam and INSPIR8ION, with the valued support of partners like Schiphol (Rotterdam The Hague Airport), Nederlands Lucht- en Ruimtevaartcentrum, Antea Group Nederland, and more, are dedicated to establishing the first Dutch and European environment that facilitates this crucial integration.

To kickstart our journey, we will focus on the following use cases:

1. *Bridging the Open Urban Platform of the Gemeente Rotterdam with the U-Space/UTM of the Port of Rotterdam.*

2. *Implementing Autonomous Asset Integrity Management for safe and reliable operations.*

3. *Connecting the port, city, airport, and North Sea corridor for efficient and seamless transportation.*

4. *Developing a robust Connectivity and Identity of Things Scheme for IAM, ensuring secure operations.*

5. *Prioritising IAM education and nurturing the Workforce of the Future to meet evolving industry demands.*

6. *Addressing Counter Unmanned Aircraft Systems (Counter UAS) challenges in urban environments.*

7. *Collaborating on alternative energy sources, including hydrogen, to power drones sustainably.*

8. *Designing optimal landing sites, from drone pads to vertiports, in urban environments.*

At DronePort Rotterdam, we bring together local, regional, national, and international organisations. Our Quadruple Helix approach connects the public and private sectors, knowledge institutions, and society for collective progress."

(ref 22, https://www.suasnews.com/2023/07/droneport-rotterdam/)

8 Miljökonsekvenser

Låga utsläpp och koldioxidneutralitet kommer att vara målet för alla städer inom en snar framtid. Drönare kan spela en stor roll för att minska koldioxidavtrycket. Till exempel, i en studie om drönarlogistik var en eldriven drönare med 2 kg-paket mer koldioxidneutral än en eldriven skåpbil (ref 23: Joshuah K. Stolaroff 2018).

Enligt gällande lag och regelverk ska en miljökonsekvensbeskrivning tas fram vid översiktsplaneringen. Den ska innehålla uppgifter om befintliga miljöförhållanden som kan antas påverkas betydligt av översiktsplanens förslag kring markanvändning. En

miljökonsekvensbeskrivning ska också upprättas vid detaljplanering om detaljplanen medger en användning av mark, byggnader eller andra anläggningar som innebär en betydande påverkan på miljö, hälsa eller hushållningen med naturresurser.

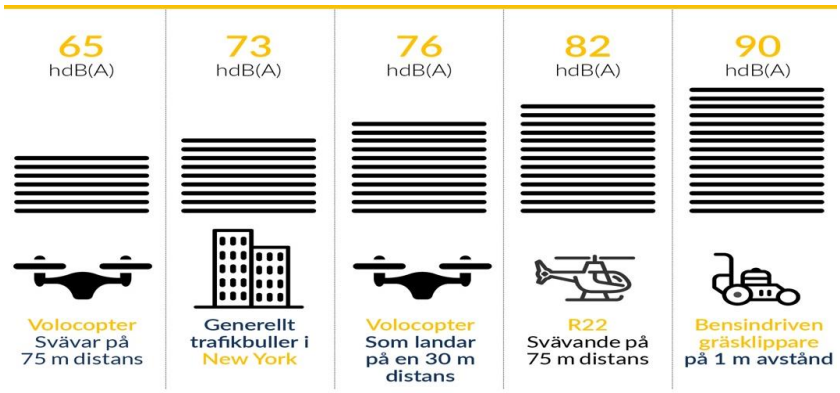


Illustration på jämförelse mellan olika ljudnivåer (ref 24, Transportföretagen Framtidens flyg)

Det är då naturligt att om planeringen av det undre luftrummet införlivas i översikts- och detaljplaneprocesserna att också den möjliga miljöpåverkan i form av buller och visuell närvaro av drönare inbegrips i arbetet med miljökonsekvensbeskrivningen. Denna utgör då en del av det utställnings-, samråds- och remissförfarande som sker som ett led i planeringsprocessen, varvid allmänheten får ta del av underlaget och har möjlighet att lämna synpunkter. Ett viktigt verktyg i detta torde vara möjligheterna att på olika sätt åskådliggöra och med digitala hjälpmedel visualisera hur denna dess påverkan på omgivningen skulle kunna te sig och begränsas.

8.1 Buller

Det finns rekommendationer kring buller, t ex regeringens proposition1996/97:53 Infrastrukturinriktning för framtida transporter, Naturvårdsverkets vägledning gällande riktvärden för flygtrafikbuller vid frilufts-och rekreationsområde samt Trafikbullerförordningen 2015:216. Dessa kan ses om riktlinjer även vid anläggandet av vertiports. För vertiports i industriområden kan Vägledning/AR om externt industri buller (NV/BoV) också vara en guide. Utöver dessa har även EASA tagit fram riktlinjer/guidelines för mätning av measuring/reporting noice. Slutligen har ICAO i annex 16 också riktlinjer för buller från flyg samt att det i flygplatsernas miljötillstånd anges tillåtna nivåer och regler för detta.

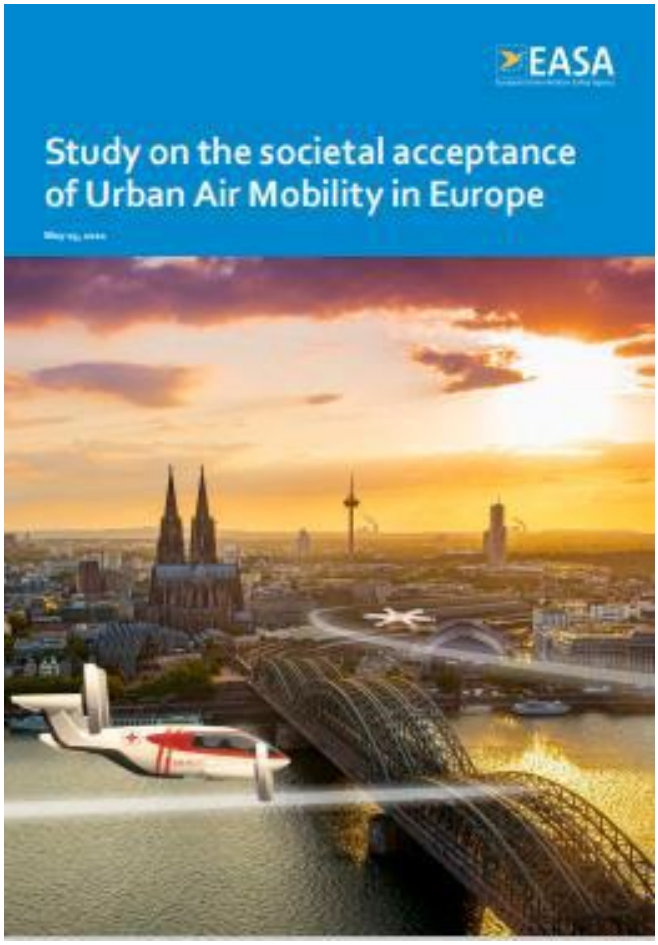


Bild: EASAs Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europe

I EASAs Study on the societal acceptance of Urban Air Mobility in Europé framkommer att buller, efter flygsäkerhet, är den största utmaningen vad gäller acceptans för drönare hos befolkningen.

- Buller identifierades generellt som den näst högsta utmaningen efter allmän säkerhet
- Resultaten indikerade att bullerstörning varierar med hur bekant ljudet är och att välbekanta ljud accepteras i högre grad
- Resultaten konfirmerar att acceptansen varierar med avstånd till ljudkällan, bullerhändelsens längd samt hur frekvent bullerhändelsen upprepas
- Välkänt stadsbuller accepteras i högre grad, förutsatt att ljudnivån inte är högre än normalt
- Eventuell negativ påverkan på vilda djur och fåglar

Från en systematisk litteraturstudie [24] av forskning om drönares bulleremissioner och dess karaktäristik och dess effekter på människan handlade i slutänden endast åtta studier om bullereffekter från drönare. Från denna artikel kan man dra två slutsatser [28].

Slutsats I: Litteraturen om drönarljudseffekter på människor är fortfarande mycket knapphändig. Ändå ger den aktuella litteraturen en ganska konsekvent bild, som visar att drönarbuller är betydligt mer störande än vägtrafik- eller flygbuller på grund av ljudets karaktär, särskilt dess rena toner och högfrekventa bredbandsbrus.

Slutsats II: Vad gäller akustiska riktvärden skulle den högre störningsnivån från drönarbuller relativt tex flygbuller, kunna hanteras med nivåkorrigeringar (eller alternativt lägre gränsvärden för drönarbuller i miljöriktlinjer/lagstiftning), men för närvarande ger inte tillgängliga studier underlag för att på ett tillförlitligt sätt definiera sådana korrigeringar.

Table 5. Studies included in the systematic review on drone noise effects.

Study	Drones; Maneuver	Further Sound Sources	Region; Study Design; Quality	Population	Outcome and Measurement *	(Psycho-)Acoustic Characteristics †	Psychoacoustic Sound Pressure Level Difference
Begault [51]	NASA EVTOL concept; flyover	Different urban soundscapes	USA; study design: n.s., only exp. concept (++)	n.s.	Annoyance, blend, detection: 2-AFC tests; consideration of background sound	Sound level difference (signal-to-noise)	-
Callanan, et al. [46]	2 quadcopters; hovering	Loudspeaker (speech test material)	USA; lab experiment; (+)	n = 30 (M = 15, F = 15), 18–34 y; exclusion n = 2	Annoyance, loudness, hearing/understanding, ability to listen to voice: 10-point scale; performance: HINT und Alpha-Test	Level-time histories; spectra; L_{Aeq}	-
Christian and Cabell [50]	3 quadcopters, 1 octocopter; straight flyover	Road vehicles (car, utility van, box truck, step van)	USA; lab experiment; (++)	n = 38 (~2/3 M, ~1/3 F), ~18–50 y	Annoyance: ICBEN 5-point scale	L_{AE}, L_{CE}; EPNL; L5	ΔL_{AE} = 5.6 dB; ΔL_{CE} = 12.8 dB; ΔEPNL = 7.6 dB; ΔL5 = 7.5 dB (drone vs. vehicle)
Gwak, et al. [49]	2 quadcopters, 1 octocopter; hovering	Jet aircraft	South Korea; 2 lab experiments; (++)	Exp. 1: n = 50 (M = 35, F = 15), 19–30 y; Exp. 2: n = 25 (M = 13, F = 12), 20–30 y	%HA from annoyance: ICBEN 11-point scale; adjectives related to senses and feelings for the sounds: 51-point scale	Spectrograms; spectra; L_{Aeq} & further acoustic metrics; L, S, R, FS	ΔL_{Aeq} ~10 dB (large drone vs. aircraft); ΔL_{Aeq} ~6 dB (large vs. small drone); ΔL_{Aeq} ~4 dB (small drone vs. aircraft)
Rizzi, et al. [45]	Fixed-wing (electric propulsion); straight flyover	-	USA; lab experiment; (++)	n = 32	Annoyance: ICBEN 11-point scale	L_{AS}; N5, S5, R5, FS5, T5	-
Torija, et al. [44]	1 quadcopter; straight flyover, hover	Road vehicles (car, motorcycle), jet aircraft (A320, A320neo)	Great Britain; calculations (no experiment); (++)	-	"Psychoacoustic Annoyance" models: (1) PA, Fastl and Zwicker [16] (2) PAmod, Di, et al. [53] (3) PAmod for aircraft noise, More [54]	Spectra; N5, S5, R5, FS5, T5	-
Torija, et al. [47]	1 quadcopter; hover	7 urban soundscapes (parks at different distances from roads)	Great Britain; lab experiment (3 parts); (+)	n = 30 (M = 16, F = 14), 21–59 y	Loudness, annoyance, pleasantness: (ICBEN) 11-point scale; Consideration of audio-visual interactions and background sounds	L_{Aeq}; spectra	ΔL_{Aeq} = 6 dB (annoyance with drone noise vs. background noise only)
Torija and Li [48]	1 quadcopter; straight flyover	Road vehicles (car, motorcycle, moped), jet aircraft (A320, A320neo), reference jet aircraft (B767, B787), [helicopter]	Great Britain; lab experiment: part 2 of [47] (+)	n = 30 (M = 16, F = 14), 21–59 y	Ranking in terms of preference: 101-point scale	L_{Aeq}, L_{AS}; N5, S5, R5, FS5, T5; EPNL	-

* ICBEN scale: Use of a modified question on short-term annoyance under laboratory conditions, which differs from long-term annoyance in the field; † (Psycho)acoustic characteristics: L_A (A-weighted level), N (loudness), S (sharpness), R (roughness), FS (fluctuation strength), T (tonality), with 5 (e.g., L5) indicating the 5% percentile.

Figur: Sammanfattande tabell av de åtta separata studier som ingick i litteratursammanställningen över drönares ljudkarakteristik och effekt på människor.

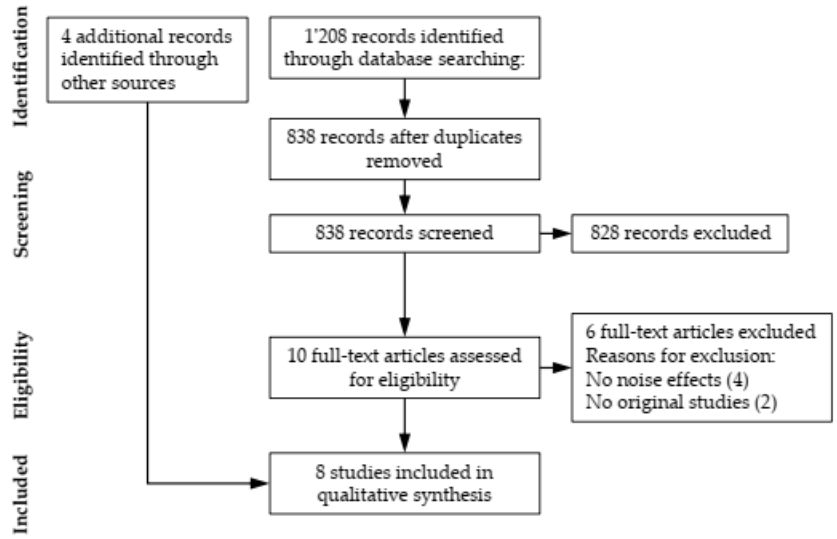
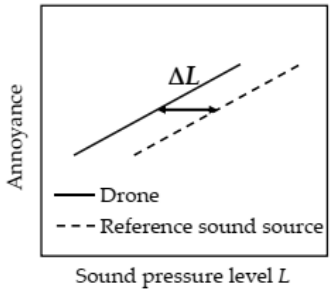


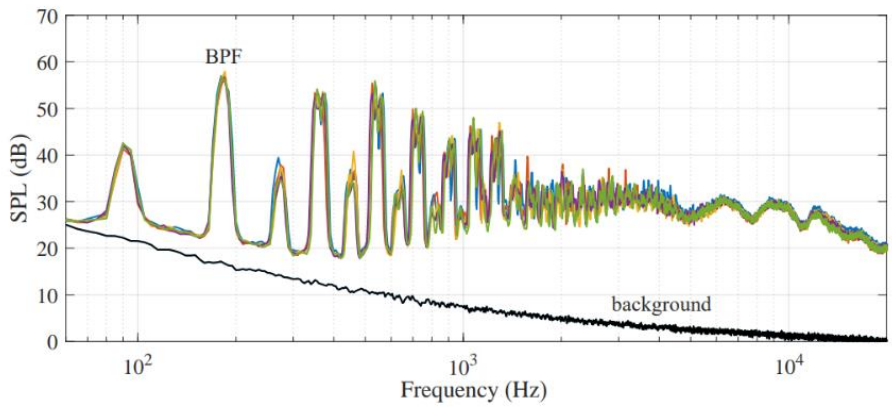
Figure 2. PRISMA flow diagram of the systematic review on noise effects of drones.

I review artikeln så återges ett exempel från referens [25]. Här har man från lyssnartester gett förslag på störningsranking genom att jämföra drönarbuller med andra ljudkällor samt andra drönare. Studien [25] visar att för att inte upplevas som mer störande än ett flygplan så bör en större drönare ge upphov till en ljudnivå 10 dB lägre än motsvarande från flygplanet. På samma sätt bör nivån vara 6 dB lägre än motsvarande nivå från en liten drönare för att inte upplevas mer störande. En liten drönare upplevs som lika störande som ett flygplan om den ger en 4 dB lägre nivå än flygplanet. Detta ger en indikation på hur mkt mer störande en drönares buller upplevs:

ΔL_{Aeq} ~10 dB
(large drone vs. aircraft);
ΔL_{Aeq} ~6 dB
(large vs. small drone);
ΔL_{Aeq} ~4 dB
(small drone vs. aircraft)



Figur: En modell som visar på möjlig störningsrankning mellan olika drönare och flygplan.



Figur: Exempel på frekvenskarakteristik för buller från en större drönare.

I figuren återges ett uppmätt spektrum från en större drönare. Notera att spektrumet domineras av toner under ca 2000 Hz. Toner uppfattas som mer störande än sk brusljud.

Ett två-årigt projekt pågår på KTH (2023-2024). Det är finansierat av TRVs Luftfartsportfölj, genom KTH CSA (Centrum för hållbar luftfart). Projektet heter APIS och består av en akustisk del och en implementeringsdel med fokus på drönares bullerutbredning och störning på marken vid införande av drönare i urban miljö. Det ingår också en studie av pågående innovation och omställning med införande av ett nytt trafikslag i två redan existerande infrastruktursystem, luftfarten och Stockholms stad. Här tas inte delar som berör detta med. Materialet från APIS här är hämtat från ansökan och delredovisningar inom APIS-projektet.

Projektet syftar till att öka medvetenhet, utveckla kunskap och metoder som kommer att stödja intressenter i utveckling och implementering av drönare i urban miljö. APIS verktyg och metoder adresserar specifikt buller och störningar genom utveckling av en simuleringsplattform SAFTu och ett ramverk för implementering av drönare i urban miljö. Projektet genomförs med en bred ansats som inkluderar och engagerar aktörer genom diskussion och intervjuer, som till exempel Trafikverket, Stockholms stad, regionen, LFV, tillverkare och intresseorganisationer.

Drönare antas ha potential att bidra till en framtida fossilfri transportekonomi. Att hantera buller från drönartransportsystem kan bli avgörande för acceptansen i samhället. Om buller och störningar inte beaktas tillräckligt finns det risk att förverkligandet av dessa innovationer försenas eller hindras av inlåsningar i planerings- och tillståndsprocesser, eller att det införs restriktioner i redan etablerade verksamheter.

I tidigare forskningsprojekt, också finansierade av TRV (Planeringsportföljen och Luftfartsportföljen), så har införandet av båttrafik i Stockholms kollektivtrafik studerats i projektet FLYT och bullerstörning runt Arlanda flygplats har problematiserats i projektet INFRA. APIS bygger på dessa erfarenheter av flygbuller med bland annat de boendes syn på bullerstörning, bullermätning osv. och innovationsförmåga inom kollektivtrafiken och stadsplanering med ett exempel på införande av ett nytt transportslag.

Övergripande mål med APIS-projektet:

- Att ge kunskap, vägledning och rekommendationer till centrala intressenter för att underlätta genomförandet av framtida flygfordonstjänster på ett hållbart sätt med avseende på buller och störningar

Det finns flera skäl till detta. Först kan sägas att denna del av projektet främst är fokuserat på implementering och inte på den ännu pågående utvecklings- och testningsfasen. När det finns certifierade farkoster och erforderlig infrastruktur för att driftsätta så är det dock inte färdigt, det måste realiseras i praktiken. Att implementeringen blir av och på ett effektivt sätt kräver föreberedelser av andra aktörer än tillverkare och operatörer. För dessa aktörer behöver införandet och slutresultatet bli hållbart. Hur blir det i Stockholm med omnejd när flera operativa koncept är igång, och även på sikt när marknaden växer? Hur undviks bullerklagomål? Hur hanteras dessa? Vad gäller när grannar överklagar? Vilka tillstånd för etablering av anläggning och drönartrafik ska gälla? Osv.

APIS bygger även på projektet SAFT som utvecklade en plattform för ljudsimulering av flygplan med exempel på inflygning till Arlanda flygplats.

- Utveckla SAFT för att bli tillgänglig för analytiker och beslutsfattare i behov av bullersimuleringar inom flyg och integrerade transportsystem

Denna plattform SAFT vidareutvecklas nu med modeller för drönares ljudutbredning på marken beroende på hur, vad och var man flyger. I INFRA lärde vi oss att det råder missförstånd kring å ena sidan hur det kan mätas, men också hur det modelleras underlag för tillsyn av flygbuller.

- Etablera en ny plattform SAFTu, som stöder beslutsfattande för framtida analyser av flygtrafikbuller, inklusive obemannade flygfarkoster (UAV)

SAFTu kan t.ex. användas som simulering för att testa alternativa rutter, optimera på buller, i kommunikaiton med grannar och myndigheter och som beslutsstöd för staden och regionen. Detta kan användas för kompetensutveckling med avseende på buller för flera aktörer och intressenter.

APIS utgår ifrån ett antagande att ett hållbart förhållningssätt ökar chanserna till att maximera utnyttjandet av drönares potential och affärer genom att samtidigt minimera de oönskade konsekvenserna. Ett annat antagande är lite av det motsatta. Om man inte på förhand skaffat sig en ”rik bild” av vad detta innebär så finns risken att det blir oväntade oönskade konsekvenser. Till detta bör sägas att om det är bullerrelaterat så kan upplevd störning öka om förtroende mellan boende och systembyggare brister. Om man en gång blivit besviken, frustrerad och irriterad på implementering av drönare i sin omnejd så kan det bli mycket svårt att återskapa det förtroendet. Upplevd störning av drönare kan därmed påverkas beroende på hur implementeringen görs och således hur lyckad realiseringen av denna innovation blir.

Inom ramen för utveckling av APIS implementeringsramverk ingår att:

Göra en systembeskrivning av det befintliga systemet som drönarsystemet ska implementeras och integreras in i. I teorin är det ett infrastruktursystem och ett sociotekniskt system med sedan länge etablerade och invanda sömlösa nätverk av politiska, tekniska, ekonomiska och sociala delsystem. Ett robust system som är väletablerat och dugligt att göra mer av ”samma sak”. Detta gör att det också är stagnerat och systembyggare har vanligtvis ett visst motstånd (ibland omedvetet) till förändring och omställning. Här ingår tre huvudsakliga komponenter att analysera med avseende på vad som kommer att beröras, och på vilket sätt, av drönares buller: nätverket av intressenter och sociala grupper i systemet, regler som styr systemets utformning och funktion, och de redan fysiska och tekniska delarna såsom bostäder, transportsystem och infrastruktur. I analys av nätverket ingår att förstå intressenternas behov. Det gäller olika roller som beslutsfattare och bedömare, och i olika befintliga processer och regelverk som t.e.x. planeringsprocessen för stads- och trafikplanering och regional planering.

En annan del är att förstå det tänkta framtida drönartransportsystemet genom att se helheten av olika operationella koncept. Just nu pågår många enskilda satsningar med olika tidshorisont för implementering. Detta sker främst i utveckling och testning av olika koncept hos tillverkar men också i samarbete med systembyggare inom staden, som sjukvården och räddningstjänster. Dessa blåljusfunktioner har tydlig inriktning på samhällstjänster. På sikt

kan det även komma kommersiella aktörer. Ganska snart växer bilden fram av ett Stockholm med omnejd med ett luftrum med diverse drönare med respektive landningsplatser, infrastruktur och med behov av interoperabilitet till kollektivtrafiken.

Ett tredje område är att se över och försöka integrera best practice strategier för att minska potentiell bullerproblematik. Det kan vara sätt att åtgärda buller genom lämpliga rutter, god planering av placering och även strategier för att förebygga upplevd störning och attityder som NIMBY ”not in my backyard”. Detta kopplar även till icke-akustiska faktorer.

I APIS implementeringsramverk ingår:

- En ”rik bild” av nuvarande system och hur innovation förväntas fungera i detta. En framtida systembeskrivning vilket kan främja ett lärande förhållningssätt och uthållighet med en förankrad syn på ambitionsnivå för genomförande. En gemensam systembeskrivning inklusive aktörers roller och ansvar, är tänkt att ge en bra överblick för att hantera förväntad komplexitet vid integration av drönare i Stockholm.

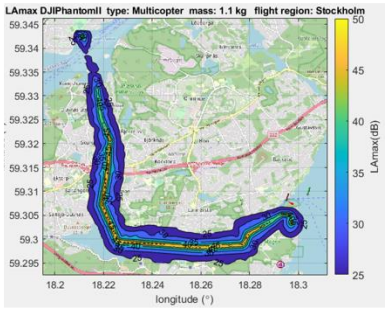
- Rekommendationer om vad man kan och bör göra för att öka chanserna för lyckad integration i stadsmiljö genom att minska icke-akustiska aspekter som känslor, ilska, kontroll, rädsla, rättvisa och till exempel att:
  - inte introducera överraskningar, hålla sig till det man lovat, växa med förstånd och i samförstånd
  - utbilda boende i akustik och förklara bullernivåer för mätning och restriktioner, simulera kvantitet och kvalitet, antal rörelser, delge ”bullerprognoser”, var proaktiv med åtgärder
  - samarbeta med staden och regionen, följ processer för grannsamråd, bered miljötillstånd för anläggningar med planerad trafik, var beredd på överklagan och miljömål, kommunicera, lyssna
- Förslag för tillämpning av verktyget SAFTu för att utföra simuleringar av buller- och rutter. SAFTu kan även användas i utbildning, kommunikation, utvärdering, prognos, beslutsstöd. Inom projektet definieras redan relevanta scenarier tillsammans med intressenter. Med dessa kan vi också utvärdera metoden SAFTu (användbarhet, funktionalitet) med hänsyn till behov av beslutsstöd för relevanta aktörer och intressenter. Dessa bulleranalyser skulle kunna se ut på följande vis:

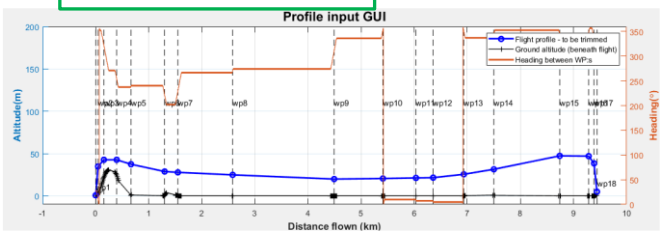
Testcase 2, Quadcopter DJPhantom2 1.1 kg flown 10 km Source data from: *Experimental Study of Quadcopter Acoustics and Performance at Static Thrust Conditions,* AIAA 2016, N.Intartep et.al. https://doi.org/10.2514/6.2016-2873 2 spectra at rpm 4000 and 6000 resp. Lw = 83 rep. 90 dBA, outgoing from article SPL-spectra and assuming omnidirectional source
Implemented source Model: Emitted sound intensity level as a fcn of thrust. Thrust from estimated aero data CL,CD and simplified force equations. NOTE: tilt up to 60 deg allow
DJI info: https://www.dji.com/se/phantom-2?site=brandsite&from=insite_search

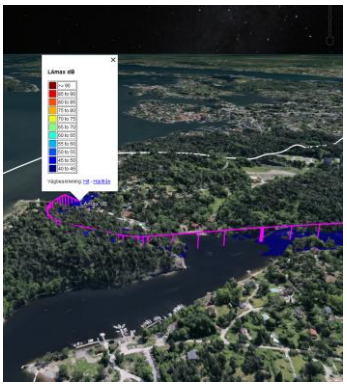
Weight	1000g
Max Yaw Angular Velocity	200°/s
Max Tilt Angle	35° to be CORRECTED
Max Ascent / Descent Speed	Ascent: 6m/s; Descent: 2m/s add!
Max Flight Speed	15m/s(Not Recommended)
Diagonal Length	350mm
Flight Time	25mins
Take-off Weight	≤1300g

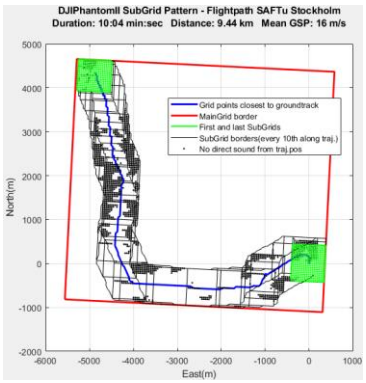
Results: (Beside expected "low" levels)
Main functions tend to work, i.e.
- Basic source established
- Functionality established for:
  - Selecting implemented source
  - Creating Ground track
  - Creating "state-trajectory"
  - Propagating sound
  - Noise contours mapping
  - Grid point noise time histories
  - Topography (incl. "hidden" receiving points)

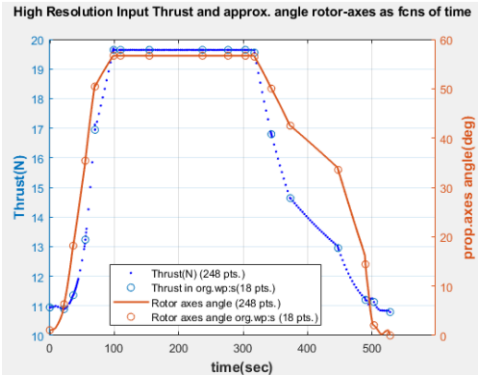
Flight 10 km Baggensstäket – Lidingö (Brevik) via Skurusundet

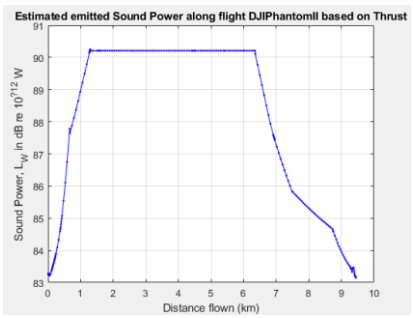


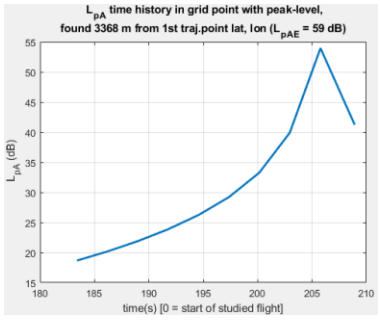


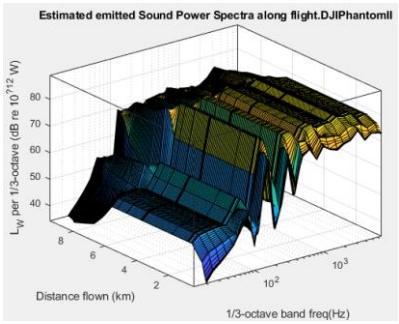












Bilder: Arbetsmaterial APIS-projektet

8.2 Visuellt brus

Det måste också finnas luftvägar till och från vertiporten som minimerar påverkan på annan luftfart men också skapar minsta möjliga störning, exempelvis i form av buller och visuellt brus, för omkringboende samt för eventuellt tysta områden så som parker och naturreservat. Utgångspunkten för allt planerande ska naturligtvis vara säkerheten.

Det är då naturligt att om planeringen av det undre luftrummet införlivas i översikts- och detaljplaneprocesserna att också den möjliga miljöpåverkan i form av buller och visuell närvaro av drönare inbegrips i arbetet med miljökonsekvensbeskrivningen. Denna utgör då en del av det utställnings-, samråds- och remissförfarande som sker som ett led i planeringsprocessen, varvid allmänheten får ta del av underlaget och har möjlighet att lämna synpunkter.

Med beaktande av ”New public” exponering:

1. Allmänhetens acceptans (buller, visuellt, säkerhet)
2. Klagande eller kunder
3. Beslutsstöd för beslutsfattare
4. placering av hamnar, rutter

Vi har ett regelverk kring miljötillstånd för de regionala flygplatserna, vilket kan påverka rörelserna vid flygplatserna. Miljötillstånden beaktar dock normalt inte visuella störningar utan buller, antal rörelser med mera. Många vill inte ha en vertiport direkt utanför sitt hem och kanske inte heller en visuell störning så som en drönarmotorväg ovanför taket. Utifrån andra branscher, som till exempel vindkraftverk, vet vi att många upplever den visuella störningen som större än själv bullret. Då den visuella störningen är svår att definiera och mäta, brukar debatten ofta föras i form av närhet till vindkraftverken i stället.

9 Analys, diskussion och resultat

Först och främst kan konstateras att flygets omställning är ett måste för framtiden.

Bild: Trafikverket, Jean-Marie Skoglund

Drönarnas betydelse för både städer och landsbygd kommer med stor sannolikhet att växa vilket gör att det kommer att finnas ett behov av vertiports, inte minst för passagerartrafik. Detta kräver förberedelser. Genom att kontrollera tillväxten av var drönare kan starta och landa samt i vilka korridorer de kan flyga kan en hel del förberedelser göras.
Kommuner och flygplatser kan ta fram en detaljerad markriskkarta baserad på skyddsklasser och digitala tvillingar i 3D-modeller. Utifrån detta kan korridorer i luftrummet för drönare etableras, exempelvis till resecentrum, flygplatser, köpcentrum samt industriområden. På dessa plaster kan sedan vertiports planeras utifrån hur trafiken utvecklas.

Denna rapport syftar till att ta fram ett ramverks för att analysera och tydliggöra var det är möjligt och vilka förutsättningar som behövs för att på så vis identifiera de platser för vertiports som är optimala för att på ett effektivt och värdeskapande sätt integrera eVTOL som del i det multimodala transportsystemet. Hänsyn ska tas till de aspekter som krävs för att få en tydlig rekommendation för placering av veritports och utformas som en guide som flygplatser och andra mobilitetsnav kan få stöd av i planering av vertiports. Målet är att ta fram en guide som möjliggör etablering av vertiports i nära anslutning till flygplatser, men guiden kan även vara applicerbar för andra nav som resecenter och mobilitetshus.

Denna guide ska skapa förutsättningar att utvärdera potentiell placering av vertiports samt leverera ett tydligt ramverk vid utvärdering av potentiella platser för att upprätta en vertiport även i nära anslutning till en flygplats.

Målet för handboken är främst att besvara frågan kring hur den nya trafiken kommer att påverka samhälle och miljö samt vilka lagar och regler som finns eller behöver utvecklas för att underlätta etablering av vertiports.

Guiden är uppbyggd enligt följande:

- Regelverk och ramverk
- Översiktsplan
- Aktörers roller och ansvar
- Konsekvenser

Vid anläggandet av vertiports finns en rad frågeställningar som bör besvaras och där det idag saknas regelverk och/eller ansvariga.

En grundläggande fråga är: Vad för typ av infrastruktur behövs och vem ska ansvara för infrastrukturen? Finns det i framtiden vertiports som är av riksintresse och där Trafikverket/Försvarsmakten bör ha en roll för att säkerställa drift även i krissituation? Förmodligen är det så, precis som det är för de mer traditionella flygplasterna.

Hur kan tillgängligheten öka med vertiports? Det handlar också om tillgänglighet till en viss grundläggande samhällsservice för att klara vardagslivet, sjukvården, skolan, omsorg, apotek, kultur, transporter, med mera. Vad är regionens och kommunens ansvar i denna planering? Denna fråga kopplar också till regionalutveckling och lokalutveckling samt våra samhällen i landsbygden. Vem ansvarar för upphandlad trafik av flyg, buss och tåg samt i framtiden eVTOLs? Hur planeras dessa vertiports i dagens översiktsplaner och hur bedömer man att dessa kommer påverka morgondagens resmönster? Slutligen bör det nämnas att Försvarsmaktens roll i detta planeringsarbete är viktigt.

9.1 Intervjuer

Ett flertal intervjuer har genomförts vilka sammanfattas i Appendix. Generellt kan sägas att mognadsgraden och kunskapsnivån vad gäller vertiports och vad det innebär varierade stort men att många viktiga frågeställningar belystes under intervjuerna.

9.2 Resenärsupplevelse och passagerarflöden mellan olika transportslag

Hur skapar vi en smidig, bra och effektiv resa mellan eVTOL och tåg, buss, flyg och bil. Detta kan göras på flera sätt, men att etablera vertiports i anslutning till resecenter för att på så vis åstadkomma ett sömlöst resande är en viktig aspekt. Vidare möjliggöra drönar- och eVTOL-transporter där infrastruktur saknas eller är svår att etablera med befintliga trafikslag, till exempel över vatten, berg eller skogar. En vertistops storlek, för passagerare/eVTOL då kanske en yta på 15 gånger 15 meter räcker, gör att dessa landningsplatser kan etableras på flertalet olika ställen för att möjliggöra ett sömlöst resande. Utöver resecentra även vid flygplatser, köpcentrum, stadskärnor samt industriområden.

9.3 Markförutsättningar

Vad gäller markförutsättningar och existerande infrastruktur inkl. bärighet, brandskydd och elinfrastruktur kan taken på existerande mobilitetshus vara en lösning, förutsatt att dessa hus klarar belastningen (3-4 tons tryck) och även har övrig infrastruktur på plats. Vilket inkluderar separata utrymningar från taket, att elinstallationer finns samt att det går att få tillstånd för dels inflygningar och tillhörande buller samt den ljussättning som behövs på taket för att guida passagerare och eVTOLs.

Vad gäller mark i stadsmiljö kan det vara svårt att få till vertiports i anslutning till befintliga torg och parker av olika skäl, inte minst buller. Att anlägga vertiports vid vattendrag kan därför vara en lösning.

Denna typ av verksamhet, inklusive ljus, ställer krav på ny infrastruktur och utökade kostnader för att möjliggöra vertiports/vertihubs på tak och mark.

9.4 Luftrumsförutsättningar

Flygsäkerhet och luftfartsskydd ställer krav på eVTOLs och vertiports. Dock har de flesta flygplatser redan idag inflygningsrutiner för helikoptrar. På samma sätt borde flygsärkhetsmässiga procedurer för start och landning även centralt i våra större städer kunna gå att få till tämligen enkelt. Som exempel kan nämnas att tidigare fanns en helikopterplatta på vattnet i anslutning till Gamla stan i Stockholm. I mindre städer, landsbygd samt industriområden är luftrumsförutsättningarna än bättre. Dock kan närhet till flygplatser, helikopterplattor och skyddsobjekt utgöra ett problem liksom även naturreservat, sjukhus och andra tysta områden vad gäller luftförutsättningarna.

9.5 Hållbarhet, miljömässiga förutsättning

De miljömässiga förutsättningarna för att introducera drönare på el/vätgas är goda. Dock kan flygplasters miljötillstånd påverkas för de flygplatser som har miljötillstånd baserat på antalet flygrörelser. I tillägg kommer drönare, framför allt eVTOLs i och kring vertiports, att ge buller ifrån sig. Detta gör att placeringar av vertiports måste planeras inte bara utifrån sömlöst resande utan också utifrån bullerhänsyn. I övrigt kan drönare ses som ett komplement till befintlig logistik för transport av både gods och människor då dessa rutter normalt är rakare än markbaserade. Infrastrukturen är i princip koldioxidneutral samt då transporterna är eldrivna är dessa transporter ett mycket bra alternativ och komplement till övrig trafik inklusive rälsbunden trafik.

9.6 Affärsmässiga förutsättningar

Affärsmodeller för eVTOLs är svåra att beräkna i nuläget då finansieringsmodellerna för detta flygslag ännu ej är på plats. De initiala kostnaderna för infrastrukturen blir dock relativt antalet luftburna rörelser initialt höga. På samma sätt gäller initialt höga kostnader även för underhåll, piloter samt för eVTOLs/drönare. Dock kommer detta på sikt att gå ned. Då drönare rör sig effektivt i luften, både snabbt och säkert, kan exempelvis blåljusverksamhet ha stor nytta även initialt av dessa transporter. Även där snabba transporter har ett mervärde kan drönare initialt användas. Detta kan gälla regioners behov men också för reservdelar och andra kritiska komponenter. I tillägg kommer själva affärslogiken och därmed de affärsmässiga förutsättningarna för en rad olika branscher att förändras. Detta gäller såklart logistikbranschen som helhet men även detaljhandel, underhåll av svårtillgängliga anläggningar som vindkraftverk (till land och havs), skogsnäringen, översyn av eldistribution, övervakning och bevakning samt vid kriser och katastrofer.

9.7 Scenarios flygplatsintegrering

Initialt var syftet och avsikten att analysera potentiella platser för en vertiport med utgångspunkt från Göteborg Landvetter Airport. Då både utvecklingen av eVTOL och vertiports fortfarande är relativt ung och omogen fann vi det i stället mer lämpligt att lyfta och beskriva ett antal hypotetiska scenarier som tar upp och belyser olika aspekter att beakta vid val av placering av vertiports. De fyra scenarios som identifierats och belysts för att beakta en etablering och integrering av en vertiports med eVTOL/drönar-trafik i nära anslutning till en flygplats är följande:

- Airside
- Landside
- Landside remote
- Airside VIP

9.7.1 Airside

Det här scenariot beskriver en integration i den ordinarie flygtrafiken på den säkerhetskontrollerade sidan av terminalen. Farkosterna skulle starta, landa och angöra precis som vanliga flygplan, fast på en vertiport i närheten av terminalen. Från intervjuerna framgår det att det här är det mest problematiska scenariot då farkosternas on-demand schemaläggning skulle vara ett hinder för det ordinarie flyget, åtminstone för de större flygplatserna som Arlanda och Landvetter. För övriga flygplatser är påverkan troligen betydligt mindre. En studie gjord på Hamburgs flygplats visade att om ordinarie start och landningsbanor användes för ”flygtaxi” så skulle det skapa förseningar redan vid ett fåtal start och landningar per timme [55]. Fördelar med här scenariot är att passagerare som ska flyga med eller kommer med ordinarie flyg har nära till eVTOL samt redan är säkerhetskontrollerade och kan ta sig vidare utan extra kontroller. Ett förslag som har diskuterats är att passagerare skulle genomgå säkerhetskontroller innan man kliver på eVTOL på en vertiport innan man flyger till flygplatsen och därmed avlasta flygplatsens resurser men vid intervjuer har det framgått att säkerhetskontroller är komplexa och dyra vilket minskar möjligheterna. Dock kan tänkas att vissa vertiports är att betrakta som av riksintresse utifrån deras betydelse till exempel vad gäller för att skapa en robusthet i systemet som komplement till övrig trafik. I detta fall skulle det kunna vara ett statligt ansvar att även säkerställa säkerhetskontrollen för dessa vertiports.

9.7.2 Landside

I landside scenariot liknar eVTOLs mer matartrafik till flygplatsen. Man anländer på parkeringssidan på liknande sätt som om man färdas med bil, buss eller tåg till flygplatsen. Landside är mindre problematiskt för flygplatserna då kunskap och processer kring hur passagerare tas emot redan finns etablerade. Tidsvinsterna för passagerarna blir inte lika stora som för landning på airside och ej heller blir det lika sömlöst då man som passagerare måste genomgå incheckning och säkerhetsprocedurer på flygplatsen. Närheten till terminalen kräver också utrymme som redan idag kan vara begränsat men möjligheter finns att bygga landningsplatser på till exempel parkerings- och garagetak och erbjuda en snabbare väg in till flygplatsen för eVTOL passagerare.

9.7.3 Landside remote

I det här scenariot så flyger eVTOL till en plats längre bort från terminalerna och passagerare får färdas den sista biten med internbuss eller dylikt. Det här scenariot är minst attraktivt från passagerarhåll eftersom stor del av den tidsvinst som resan med eVTOL har skapat försvinner. Ej heller kommer resan att bli sömlös för resenären. Precis som sker idag på Arlanda där olika aktörer etablerat med erbjudande om bilparkering med busstransport in till terminalen kan detta scenario även ske med eVTOL, dvs olika aktörer utanför flygplatsens område etablerar sig för att erbjuda denna typ av tjänst.

9.7.4 Airside VIP

Det här scenariot bygger på att flygning med eVTOL är att betrakta som en dyr tjänst som därmed blir exklusiv att tillhandahålla. För VIP-segmentet skulle ett sömlöst resande med eVTOL in till VIP-terminalen på till exempel Arlanda kunna vara en lönsam affär. I tillägg, en eVTOL med ett fåtal sittplatser är dessutom både anpassad och lämplig för denna typ av transporter. Säkerhetskontrollen som redan idag finns för VIP skulle kunna byggas ihop med den befintliga och en luftrumskorridor måste skapas till området. För just Arlanda är detta utifrån intervjuerna det mest troliga scenariot. Drönartrafiken behöver dessutom inte följa schemalagda trafikrutter utan kan snarare utvecklas till en ”on-demand service”, d.v.s. resande och transporter eller frakt styrs av det som äger rum vid det tillfälle då kunden önskar nyttja tjänsten.

9.8 Hur kan flygplatsernas roll komma att utvecklas?

För att flyget ska ha en fortsatt stark roll i transportlandskapet krävs troligen satsningar på forskning och innovation som utforskar och fokuserar på samband och interaktion mellan flyg och drönare/eVTOL. Flyget bör också integreras med drönar-/eVTOL-alternativet för att skapa en mer sömlös totalupplevelse för resenären. Detta kommer kräva att flygindustrin, från flygbolag till infrastrukturägare samverkar med drönar- och eVTOL-operatörer.

Från Swedavias håll är man generellt överens om att flygplatserna har möjlighet och plats att hantera det nya flyget men stor osäkerhet finns kring certifieringsprocessen och hanteringen av det kontrollerade luftrummet kring en flygplats. Uppfattningen är att det nya flyget inte initialt kommer att hanteras på ”airside” alltså som en del av det konventionella flyget utan att det kommer att fungera som matartrafik till flygplatsen likt tåg, taxi och buss. Flygplatsens roll som ett nav för kompetens tas också upp som en viktig faktor för att det nya flygets operatörer ska ha en framgångsrik integrering. När frågan ställs till operatörerna inom branschen så är flygplatsernas roll mindre, initialt kommer deras roll att vara större men över tid så kommer man att förlita sig mer på självständiga vertiports både inom och utanför tätbebyggda områden.

En strategi för flygplatser skulle kunna vara att installera drönardistributionscentraler på befintliga flygplatsinfrastrukturer. Förutom att dra nytta av befintliga anläggningar som är avsedda för flygtrafik och koncentrerar landets logistikhubbar så ligger flygplatserna utanför men ofta nära städerna, vilket möjliggör distribution av gods både i städer, förorter och på landsbygden.

Tre scenarier/affärsmodeller vad gäller drönartransporter för gods från flygplatser:

- Drönarleveransföretag tillhandahåller den stora majoriteten av infrastrukturen och tjänsterna.

- DHL-upplägg (eller UPS), där drönaroperatörer hyr sina lokaler på flygplatsen och tar hand om själva leveransen enligt ett standardiserat upplägg.

- Flygplatserna drar nytta av att de har ett antal befintliga tjänster som flygtrafikledning, infrastruktur på Land- och Airside och väderstationer men också av sitt läge i det kommunala, regionala och nationella nätverket, för att utveckla sin egen drönarleveranstjänst.

Oavsett framtida affärsmodell kommer flygplatserna kunna dra nytta av att de har infrastruktur, ett antal befintliga tjänster, kompetens och erfarenhet inom området samt av sitt geografiska läge.

10 Slutsats

Att hitta platser för vertiports är inte enkelt, framför allt inte i stadsmiljö.
Viktigt är dock att platsen naturligt blir en sömlös del av hela resekedjan för passageraren och/eller godset. Landningsplatser kan till exempel placeras på parkeringshusens tak, på taket på en järnvägsstation, vid flygplatser eller vid befintliga helikopterplattor. Av denna anledning bör stadsplanering och övriga nyckelintressenter, exempelvis flygplatser etc, överväga hur framtida landningsplatser för VTOL och drönare kan beaktas vid utformningen av nya byggnader och stadsdelar redan nu.

Utvecklingen av drönare, VTOL och vertiports kommer påverka kommuner och regioners verksamheter. Drönare och VTOL är ett nytt transportslag och påverkar den fysiska planeringen, infrastrukturplaneringen. Kommuner och regioner behöver också inkludera drönare/VTOL i Översiktsplaner, Regionala utvecklingsstrategier och infrastrukturplaner samt planera 3D - kopplingen till undre luftrummet.

Ett annat mycket viktigt kriterium är buller. Stora drönare, såsom drönartaxi, orsakar buller och visuellt brus om än mindre än helikoptrar. En annan viktig aspekt för planerandet av vertiports är vindförhållanden. Landningsplatser bör placeras så att de skyddas från vinden så mycket som möjligt och att effekterna av vindeffekter som genereras av fastigheterna hålls på ett minimum. De rådande vindriktningarna bör också beaktas vid val av plats.
Slutligen är tillgången till strömförsörjning under laddning vid en vertiport en förutsättning. Det måste också finnas luftvägar till och från vertiporten som skapar minsta möjliga störning, exempelvis i form av buller och visuellt brus, för omkringboende samt för eventuellt tysta områden så som parker och naturreservat. Utgångspunkten för allt planerande ska naturligtvis vara säkerheten.

11 Källförteckning

1. EASA illustration drönare, Illustration från EASA (https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/urban-air-mobility), bild omslag
2. Trafikverkets IDLA-projekt, IDLA - integration of Drones at Larger Airports, https://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/pages/PublikationVisa.aspx?PublikationId=6304
3. EASAs guidelines Vertiports, Prototype Technical Design Specifications for Vertiports, https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/prototype-technical-design-specifications-vertiports
4. EASAs studie om urban mobilitet, https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/urban-air-mobility)
5. ”Vertikalt startande och landande flygplan (VTOL)” (https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/vertical-take-and-landing-vtol)
6. EASAs studie om urban mobilitet, https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/urban-air-mobility
7. I EASAs artikel ”Vertikalt startande och landande flygplan (VTOL)”, https://www.easa.europa.eu/en/light/topics/vertical-take-and-landing-vtol
8. (EASA Defintion, https://www.easa.europa.eu/sv/light/topics/vertiports-urban-environment
9. EASA, säkerhetsmål Vertiports, https://www.easa.europa.eu/en/newsroom-and-events/press-releases/easa-issues-worlds-first-design-specifications-vertiports
10. YouTube video, EASA, https://www.youtube.com/watch?v=MqgRoJQw238)

11. Yedavalli, Mooberry https://www.airbus.com/sites/g/files/jlcbta136/files/2022-07/Airbus-UTM-public-perception-study%20-urban-air-mobility.pdf

12. LFVs regeringsdirektiv https://lfv.se/nyheter/2022/lfv-startar-arbete-med-tjanster-for-obemannad-luftfart

13. Beslut Nacka domstol, https://www.domstol.se/mark--och-miljodomstolen-vid-nacka-tingsratt/

14. Boverkets ansvisningar, https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/godstransporter-i-fysisk-planering/godstransporter-i-planeringsprocessen/planeringsprocessens-delar/

15. Boverkets anvisningar gällande frågor vid planering av godstransporter https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/processen-for-oversiktsplanering/

16. Illustration av process för översiktsplanering och strategisk miljöbedömning https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/oversiktsplan/processen-for-oversiktsplanering/

17. Transportstyrelsen, regler UAM, https://www.transportstyrelsen.se/dronare

18. Skyport, (https://presse.groupeadp.fr/first-vertiport-pontoise/?lang=en)

19. VoloPort, “Volocopter and Skyports to continue collaborating on VoloPorts - evtol.com.” https://evtol.com/news/volocopter-skyports-continue-collaborating-voloports/ (accessed Apr. 08, 2022)

20. ELIS-projkektet, https://whitearkitekter.com/se/nyheter/europas-andra-permanenta-flygplats-for-dronare-etableras-i-skelleftea/)

21. Eewmshaven vertiport, https://windea.com/droneport-officially-opened-at-heliport-eemshaven/

22. Rotterdam vertiport, https://www.suasnews.com/2023/07/droneport-rotterdam/)Joshuah K. Stolaroff, Constantine Samaras, Emma R. O'Neill, Alia Lubers, Alexandra S. Mitchell & Daniel Ceperley. 2018. "Energy use and life cycle greenhouse gas emissions of drones for commercial package delivery." Nature Communications.
23. Transportföretagen, Framtidens flyg, https://www.transportforetagen.se/nyhetslista/2022/augusti/framtidens-flyg-passar-perfekt-for-sveriges-geografi/
24. Schäfer et al 2021 (Beat Schäffer et al 2021. Drone Noise Emission Characteristics and Noise Effects on Humans—A Systematic Review , International Journal of Environmental Research and Public Health)
25. Gwak et al . Sound quality factors influencing annoyance from hovering UAV. J. Sound Vib. 2020, 489
26. Boverkets Allmänna råd 2009:1, Flygbuller i planeringen, https://www.boverket.se/contentassets/6b694ed0a7504182850bff4528b4b28d/flygbuller-i-planeringen.pdf
27. APIS: Acoustics and annoyance of future aviation – simulation Platform and Implementation System, https://fudinfo.trafikverket.se/fudinfoexternwebb/pages/ProjektVisaNy.aspx?ProjektId=5182