

Förstudie gällande drönartransporter mellan Region Stockholms akutsjukhus

Slutrapport

2023-01-12

Rev. 2023-04-17



Sammanfattning av förstudien (1/2)

Årligen görs över 5 000 snabbtransporter mellan akutsjukhusen Danderyds sjukhus, Huddinge sjukhus, Karolinska i Solna, Södersjukhuset och S:t Görans sjukhus, samt MediCarriers lager i Spånga. 99% av transporterna är gods under 2 kg, vilket ofta passar utmärkt för drönartransporter.

- Drönartransporter har potential att ersätta ca 75% av snabbtransporterna mellan Region Stockholms akutsjukhus + MediCarriers lager i Spånga.
- Ca 95% av dagens behov av snabbtransporter kan täckas av fem rutter mellan akutsjukhusen.

Den tekniska utvecklingen och regelverken för drönare är under snabb förändring. Drönare som uppfyller de säkerhetsmässiga och regulatoriska kraven för att möjliggöra säkra transporter i stadsmiljö väntas introduceras på marknaden under 2023.

Vädret är en begränsande faktor för drönartransporter i Stockholmsområdet. Risken för nedisning kan begränsa flygningar, speciellt i december och januari men även i november, februari och mars, då främst under kvällar och nätter.

(Fortsättning på nästa sida)

Sammanfattning av förstudien (2/2)

Denna förstudie innehåller ett antal rekommendationer för nästa fas, samt ett förslag till drönantransportvision för Region Stockholm på 2 års, 5 års och 10 års horisont.

Kostnaden för en drönanleverans beräknas initialt uppgå till ca 5 000 kr vid dygnet runt-service året om med låg nyttjandegrad. Kostnaden per leverans kan sjunka kraftigt, kanske ner mot 500 kr, om transportvolymerna kan ökas.

- Det är initialt ca fem gånger högre än kostnaden för dagens lösning med budbilar.
- Kostnaden för drönanlogistik beräknas i huvudsak bestå av fasta kostnader i kontrast till kostnaden för dagens budbilar som i sin helhet är en rörlig kostnad.
- Drönanlogistik och dess kostnader bör dock inte direkt jämföras med budbilar. Snabbare drönantransporter kan motivera en eventuell ökad transportkostnad genom att möjliggöra besparingar i vårdverksamheten samt genom kvalitetsförbättringar. Detta behöver utredas vidare.

Drönanlogistiken är fortfarande i ett mycket tidigt skede på en outvecklad marknad. Därför innehåller kostnadsanalysen en stor mängd antaganden vilka bör utredas vidare, exempelvis genom offertförfrågan till olika potentiella drönantjänstleverantörer.

Användning av drönare för transporter är i linje med regionens hållbarhetspolicy och hållbarhetsstrategi.

I linje med Region Stockholms hållbarhetsstrategi

Drönartransporter mellan regionens akutsjukhus är i linje med Region Stockholms hållbarhetsstrategi.

- Drönartransporter kan bland annat bidra till att minska trängseln på vägarna, minska transporternas klimatpåverkan och reducera energiförbrukningen.
- Drönartransporter kan bidra till att minska oönskade leveransförseningar inom vården som orsakas på grund av exempelvis rusningstrafik och bilköer.
- Med användning av drönare erbjuds regionens logistiksystem som servar vården en möjlighet till redundans, vilket minskar den totala sårbarheten och ökar pålitligheten

Hållbara städer, landsbygds- och skärgårdsområden

- › **PRIORITERING 1**
Jämlika livsvillkor och jämlik tillgång till samhällsservice
Fokusområden
 - Tillgång och tillgänglighet till hälso- och sjukvård säkras utifrån ett jämlikhetsperspektiv
 - Kollektivtrafikens bidrag till jämlika livsvillkor i Stockholms län stärks
- › **PRIORITERING 2**
Minskad miljö- och klimatpåverkan i Stockholms län
Fokusområden
 - Hållbart resande och kollektivtrafikens konkurrenskraft i Stockholms län stärks
 - Region Stockholm verkar för att länsplanen för regional transportinfrastruktur underlättar ett hållbart resande i Stockholms län
 - Hållbarhet beaktas vid hälsofrämjande och förebyggande åtgärder
- › **PRIORITERING 3**
Ökad trygghet
Fokusområde
 - Trygghetskäppande åtgärder inkluderas vid planering, utformning och utveckling av miljöer och tjänster
- › **PRIORITERING 4**
Kultur och kulturarv främjas
Fokusområden
 - Kunskap utvecklas om hur kultur och kulturmiljöer kan användas som en resurs i hållbarhetsarbetet
 - Insatser genomförs för att öka tillgängligheten till och deltagandet i kulturlivet
 - Kultur och kulturarv bevaras

Hållbar konsumtion och produktion

- › **PRIORITERING 1**
Minskad klimatpåverkan och resursanvändning
Fokusområden
 - Klimatpåverkan från Region Stockholms verksamheter minskar
 - Resursförbrukning och miljöpåverkan från vårdprocesser minskar ur ett livscykelperspektiv
 - Delning av resurser och materialåtervinning ökar
- › **PRIORITERING 2**
Människa och miljö skyddas från skadliga ämnen
Fokusområden
 - Giftfria miljöer främjas och utsläpp av miljö- och hälsofarliga ämnen samt bullerpåverkan minskar
 - Läkemedels miljöpåverkan hanteras i ett helhetsperspektiv med fokus på minskade utsläpp och minskad antibiotikaresistens
- › **PRIORITERING 3**
Ökad biologisk mångfald och värnade ekosystemtjänster
Fokusområde
 - Biologisk mångfald och ekosystemtjänster bevaras och stärks
- › **PRIORITERING 4**
Universell och hälsofrämjande utformning
Fokusområden
 - Principen om universell utformning tillämpas
 - Hälsofrämjande miljöer som syftar till välbefinnande och återhämtning främjas
- › **PRIORITERING 5**
Hållbara leveranskedjor
Fokusområde
 - Systematiska och harmoniserade arbetsätt tillämpas i inköpsprocesser för att uppnå hållbara leveranskedjor

En organisation att lita på

- › **PRIORITERING 1**
Långsiktigt hållbar ekonomi
Fokusområden
 - Hållbarhetsperspektiv integreras i styrande processer och i avtal
 - Ekonomiska effekter av hållbarhet identifieras och används i beslutsunderlag
- › **PRIORITERING 2**
Lika rättigheter och möjligheter
Fokusområde
 - Kartläggningar, analyser och kunskapshöjande insatser genomförs för att upptäcka och åtgärda eventuell diskriminering
- › **PRIORITERING 3**
Stärkt samverkan
Fokusområde
 - Samverkan med intressenter utvecklas
- › **PRIORITERING 4**
Resilient verksamhet
Fokusområden
 - Region Stockholms verksamheter anpassas för att säkerställa drift vid effekter av ett förändrat klimat
 - I beredskapsplaner och vid extraordinära händelser beaktas sociala konsekvenser och hänsyn tas till sårbara grupper

Innehåll

Bakgrund till Region Stockholms förstudie om drönantransporter **(sid 7)**

Översikt över UAM och drönanlogistikmarknaden per Q4 2022 **(sid 14)**

Behovsanalys och förväntningar på transport av medicinska produkter **(sid 24)**

Beskrivning av möjliga drönanbaserade transportlösningar mellan akutsjukhusen **(sid 36)**

Kostnadsanalys **(sid 96)**

Andra behov av drönanare för vården och Region Stockholm **(sid 104)**

Förslag till drönanlogistikvision för Region Stockholm **(sid 110)**

Rekommenderade nästa steg **(sid 112)**

Bilagor:

- Ansökningsförfarande – Tillstånd för drönanflygningar **(sid 115)**
- Rekommenderad kravspecifikation för drönanlogistikupphandlingar **(sid 120)**

Vanliga förkortningar

- AGL Above Ground Level Höjd över marknivå (eller vatten)
- ATC Air Traffic Control Flygledning
- BVLOS Beyond Visual Line-of-Sight Utom synhåll från piloten/drönpiloten
- CTR Control Zone Kontrollzon (luftrum som omger flygplats)
- EASA European Aviation Safety Agency Europeiska luftsäkerhetsmyndigheten
- HEMS Helicopter Emergency Medical Service Ambulanshelikopter
- SAIL Safety Assurance Integrity Level Riskkategori inom specifika kategorin (drönare)
- SORA Specific Operation Risk Assessment Riskbedömnings- och hanteringsmetod
- UAM Urban Air Mobility Även kallat 'innovativ luftmobilitet'. UAM är ett brett och etablerat¹ begrepp som innefattar lufttaxi och all drönarflygning i och till/från städer.
- VTOL Vertical Take-off and Landing Vertikal start och landning

1. Lämplig, motsvarande term på svenska saknas.

Bakgrund till Region Stockholms förstudie om drönantransporter

Bakgrund till drönartransportstudien

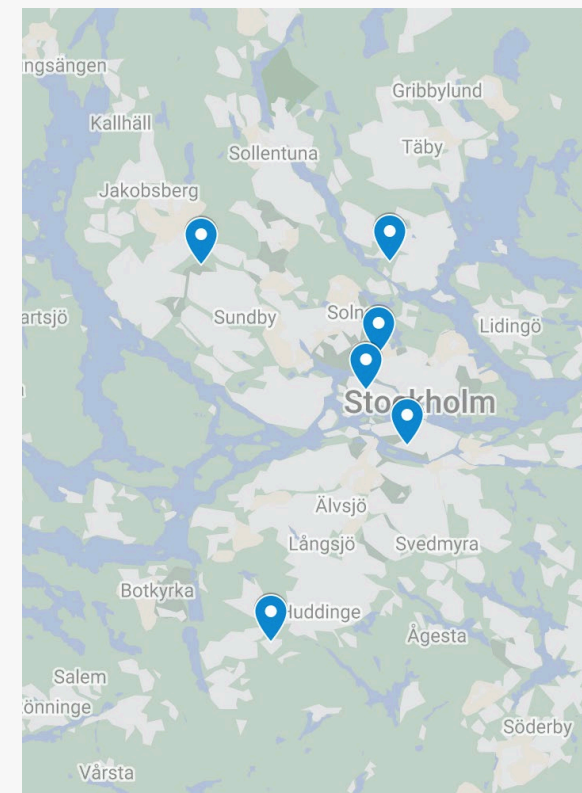
Inom Region Stockholm finns ett behov av **snabba, säkra, billiga och klimatneutrala transporter av gods mellan regionens sjukhus**. Det regionägda bolaget MediCarrier AB genomför idag dessa transporter med olika typer av fordon, främst last- och transportbilar. Förutom de transporter av stora mängder gods som sker regelbundet på planerade tider så sker även transporter av mindre godsmängder, exempelvis prover som hämtas på provcentraler och levereras till analyslaboratorium, snabbtransporter av blod/plasma till operationer eller snabbtransporter av medicin. Med batteridrivna drönare bedöms transporter av små godsmängder kunna utföras hållbart och med betydligt mindre miljöpåverkan än när samma mängd gods transporteras med bil som idag.

Genom **användning av drönare för vårdens transporter av prover, blod, plasma och mediciner** bör dessa kunna genomföras snabbare, stabilare och kanske även oftare än idag.

En **förstudie** för att utreda om och hur **drönartransporter mellan regionens akutsjukhus*** kan vara till nytta för hela Region Stockholm har därför genomförts. De aktuella akutsjukhusen är **Danderyds sjukhus, Huddinge sjukhus, Karolinska i Solna, Södersjukhuset och S:t Görans sjukhus**. Dessutom ska möjligheten till drönartransporter **mellan akutsjukhusen och MediCarriers lager i Spånga** ingå i utredningen.

* För att minska risken för geografiska förväxlingar eller missförstånd om vilken destination som avses i denna förstudie används benämningen Huddinge sjukhus för Karolinska universitetssjukhuset Huddinge. På motsvarande sätt används Karolinska i Solna för Karolinska universitetssjukhuset Solna.

Södertälje sjukhus och Norrtälje sjukhus ingår **inte** i denna förstudie p.g.a. de geografiska avstånden.



5 akutsjukhus plus MediCarrier i Spånga

Projektets målbild

Förstudien syftar till att förse Region Stockholm med ett praktisk användbart och vägledande material för följande ändamål:

- Att etablera en realistisk vision på 10 års sikt avseende användandet av drönare för transport mellan Stockholms akutsjukhus.
- Att kunna fatta ett väl underbyggt och strategiskt beslut avseende nästa steg mot en sådan vision.
- Att förmedla en tydlig bild av möjligheterna på 1-2 års sikt att genomföra praktiska testflygningar.

Antaganden avseende framtida drönarlogistik mellan Region Stockholms akutsjukhus

- Den flygoperativa verksamheten kommer att handlas upp och ingå som en del i MediCarriers ordinarie logistikutbud.
- Transporterna kommer i sin helhet att utföras av ett externt bolag som ansvarar för bl.a.:
 - Regulatoriska tillstånd.
 - Service och underhåll av drönare och tillhörande landningsplatser mm.
 - Daglig flygoperativ verksamhet.
- Leverans sker mellan iordningställda start- och landningsplatser i direkt anslutning till regionens akutsjukhus.

Avgränsningar

- Studien inkluderar enligt uppdraget ej Norrtälje sjukhus eller Södertälje sjukhus.
- Eventuell inverkan på kringliggande arbetsrutiner och kostnader kommer inte att utredas (ex. ändrade arbetsrutiner för labbpersonal, lokalanpassningar etc.).
- Eventuella synergier med andra tillämpningsområden för drönare inom Region Stockholm kommer inte att utredas inom projektet.
- Luftrumsanalys görs primärt i samråd med Region Stockholms flygsäkerhetsstrateg och trafikledningen på Bromma flygplats – avseende övriga aktörer i luftrummet görs rimliga antaganden baserat på erfarenhet.
- Patientsäkerhet och sekretess adresseras inte inom denna studie (ex. hur försändelser märks och kodas så att patientuppgifter inte riskerar att hamna hos obehöriga).
- Ovanstående områden kommer behöva utredas i framtida arbete med regionens drönarlogistik.

Förstudien har tagits fram av Everdrone AB i samarbete med Robots Expert Finland Oy



Mats Sällström
VD

Everdrone

- Utvecklar och opererar autonoma drönarsystem med fokus på akuta räddningsinsatser.
- Tillhandahåller akutleveranser av hjärtstartare via drönare på sju platser i Sverige och Danmark.
- Innehar ett av de mest långtgående operativa tillstånden i världen avseende flygning med drönare i urban miljö.
- Läs mer: everdrone.com



Jonas Stjernberg
Partner

Robots Expert

- Ett av Europas ledande konsultföretag inom användning av, samt regelverk, och flygsäkerhet för drönare.
- Stöder flertalet städer att introducera hållbar Urban Air Mobility.
- Har planerat och koordinerat avancerade BVLOS-flygningar* i ett flertal Europeiska länder sedan 2018.
- Läs mer: robots.expert

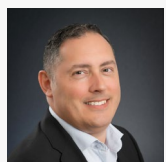
*BVLOS = Beyond Visual Line of Sight

Förstudiens projektgrupp hos Region Stockholm



Jan Brandon

Logistikutvecklingschef, MediCarrier AB



Martin Hansson Halmi

Transportchef, MediCarrier AB



Alireza Malakuti

*Operativ chef,
Tema Kvinnohälsa och Hälsoprofessioner,
Karolinska Universitetssjukhuset*



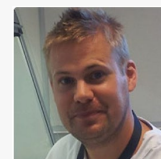
Lennart Samuelsson

Flygsäkerhetsstrateg, Locum AB



Eleonor Tiblad

*Överläkare, Centrum för Fostermedicin,
Tema Kvinnohälsa och Hälsoprofessioner,
Karolinska Universitetssjukhuset*



Michael Uhlin

*Sektionschef,
Klinisk Immunologi och Transfusionsmedicin,
Karolinska Universitetssjukhuset*



Håkan Wilken

*Verksamhetsutvecklare, Locum AB
Projektledare för denna förstudie.*

Översikt över Urban Air Mobility och drönarlogistikmarknaden per Q4 2022

Urbaniseringen – en utmaning för infrastrukturutvecklingen

- 55% av världens befolkning bor i städer (87% i Sverige) – prognosen är 68% år 2050.
- Rusningstoppar och tillväxten i städerna förutsätter utbyggnad av stadsinfrastrukturen. Rusningstrafiken innan Covid-19 kostade ~ €100 mdr. på årsnivå i Europa.
- Trafiken som helhet måste minska CO₂ utsläppen och öka infrastrukturens nyttjandegrad.

Lufttaxi (eVTOL, elflyg och drönare) är viktiga dellösningar för smart och utsläppsfri trafik.

”Urban Air Mobility förväntas växa i Europa inom 3-5 år. Ny teknik, såsom elektricitet som framdrivningskälla och förbättrad batterikapacitet, möjliggör vertikal start och landning även i tätbebyggelse. De första kommersiella tjänsterna förväntas vara leverans av varor med drönare och transport av passagerare initialt med en pilot ombord.” – EASA (fritt översatt av Robots Expert till svenska)

Källa: Europeiska Kommissionen

Effektivitet och hållbarhet – kärnan i framtidens UAM

- Leveransnoggrannhet och korta leveranstider för UAM erbjuder en strategisk konkurrensfördel för tjänsteleverantörer.
- När energin blir allt dyrare och utsläppsmålen skärps måste städer förnya mobilitetsmixen för att fortsatt skapa mervärde för sina medborgare med ett lägre miljöavtryck.






Miljarderna investeras i UAM för att skapa bättre och mer hållbara mobilitetslösningar

Tillverkare / investeringar

 Joby AVIATION	> \$800m
 LILIUM	> €375m
 VOLOCOPTER	> €370m
 EHANG	> €92m
 zipline	> \$480m
...	

Stödande teknologi

	Mobilnätoperatörer
	Fysisk infrastruktur
	Tillverkare
	Trafikstyrningssystem
	Vädertjänster

Beslutsfattare

	Lagstiftare
	Städer och kommuner
	Säkerhetsmyndigheter
	Medborgare
	Nödtjänster

Individuella beslut hos enskilda aktörer kan påverka hela ekosystemets tillväxt- och lönsamhetsutveckling.

Ledande tillverkare skapar förtroende på marknaden genom att uppvisa skalbarhet och säkerhet



JOBY

~300 km räckvidd
(1h 17min)
1 000+ flygningar



EHANG

~200 lufttaxi
10 000+ flygtimmar



WING

100 000+ flygningar



MATTERNET

10 000+ flygningar

Utveckling och satsningar inom fyra områden avgörande för hur snabbt urban drönarverksamhet kan växa

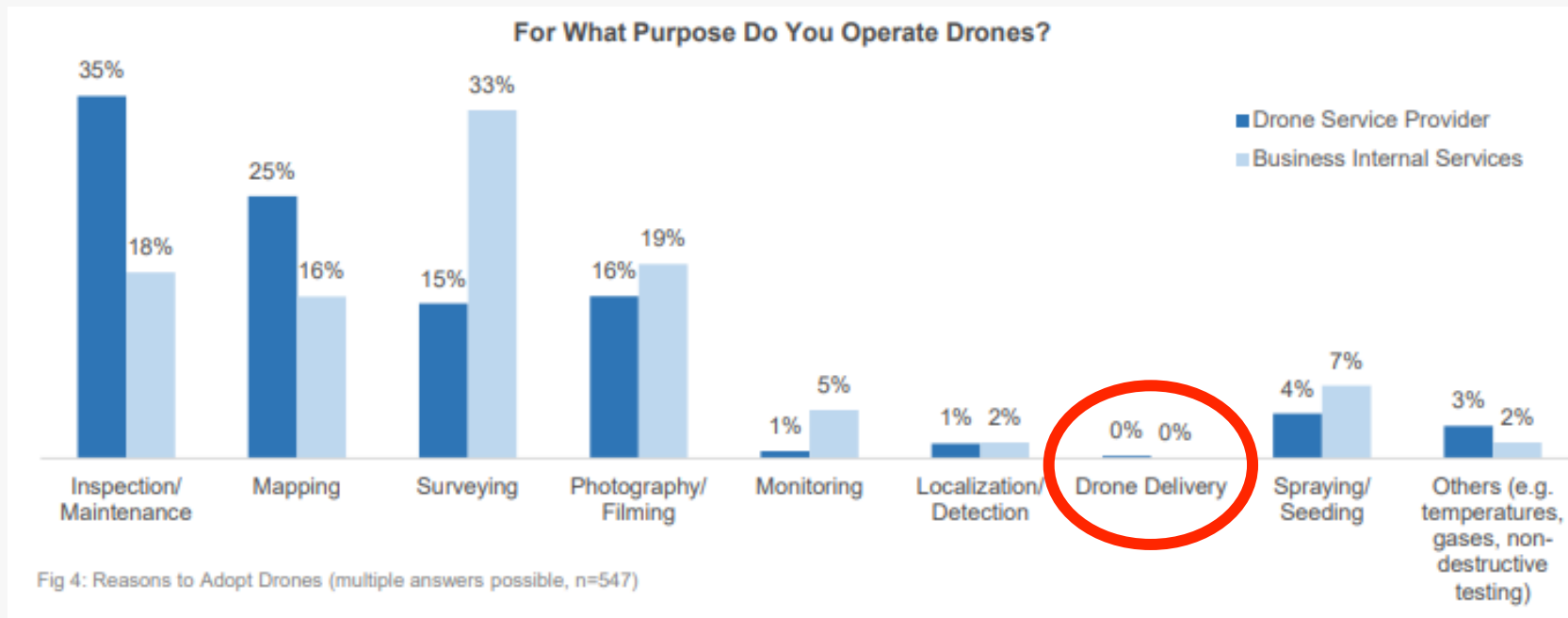
1. Harmoniserad europeisk lagstiftning avseende regler för hur drönare kan operera i stadsmiljö.
2. Städernas växande mandat och ansvar vid administrationen av UAM.
 - Hur UAM beaktas i planeringen av hållbar mobilitet.
 - Planering av stödande infrastruktur (t.ex. landningsplatser) med beaktande av hela livscykeln.
 - Minimering av buller och visuella störningar.
 - Främjande av acceptans för UAM av medborgare, samt hur de lär sig att använda nya tjänster.
3. Digitaliseringen av luftrummet.
 - Automatiserad trafikstyrningssystem för drönare (U-space).
 - Integrering med bemannad luftfart.
4. Stöd och investeringar i utveckling av drönarteknologi samt upphandling av drönartjänster.
 - Batteriteknologi.
 - Flygvärdighet i alla väder.
 - Cybersäkra, trådlösa förbindelser till luftfarkoster.
 - Start- och landningsplatser.

Den europeiska drönartjänstmarknaden förväntas växa snabbast i världen med över 8% årligen



1. CAGR = årlig tillväxt

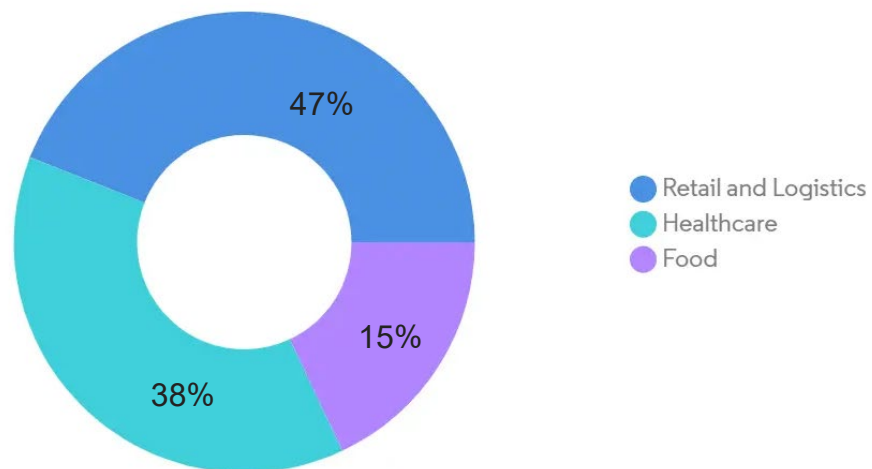
2020 var drönarlogistikmarknaden närmast obefintlig – främst p.g.a. bristande möjligheter att flyga utom synhåll



Källa: Drone Industry Insights, The Drone Industry Barometer 2020

Drönarlogistiken förväntas växa kraftigt närmaste åren

Delivery Drones Market: Revenue (%), by End-user, 2021



Source: Mordor Intelligence

Källor: Fortune Business insights - The global drone package delivery market size, Mordor Intelligence – Delivery Drones Market, Markets and Markets – Drone package delivery market

- Drönarlogistiktjänster växer fram i snabb takt.
- COVID-19 ökade användningen av drönare i vården, som i sig är en växande sektor.
- De flesta tjänster är för paket under 2 kg.
- Snabba transporter växer främst inom näthandel, sjukvård och matleverans.

De stora drönarlogistikoperatörerna, med undantag av Zipline, har alla flygverksamhet i Europa

	Company	Country	Logo
1	Zipline		
2	Wing		
3	Matternet		
4	Manna		
5	FlyTrex		

Källa: Droneii.com nov 2022

Behovsanalys och förväntningar på transport av medicinska produkter

Översikt över nuvarande medicinsk godslogistik inom Region Stockholm

Logistiken mellan sjukhusen samt mellan sjukhusen och centrallagret i Spånga sköts av MediCarrier, som är ett bolag inom Region Stockholm. MediCarrier är nåbara dygnet runt och serverar nästan 600 återkommande kunder med över 350 000 beställningar årligen.

Transporterna sköts beroende av leveranstidskrav på 4 olika sätt:

- Samtransporter och regelbundna försändelser:
 - Dagliga transporter på lastpall/rullhäck med 18 lastbilar.
 - Regelbundna rundor med 36 slingbilar/budbilar.
- Snabbtransporter där ett kolli oftast utgör hela leveransen:
 - 30-minutersbud ("Express 30M"), där godset som skall transporteras hämtas inom 30 minuter av en chaufför (97% av snabbtransporterna).
 - Blåljusbud ("LARM"), där godset som skall transporteras hämtas så fort som möjligt och transport sker med blåljus påslaget (3% av snabbtransporterna).

97% av snabbtransporterna är i storleksklassen under 2 kg, vilket lämpar sig för drönarlogistik.

Förstudien fokuserar på drönare som alternativt leveranssätt för 30-minutersbud och blåljusbud

30-minutersbud och blåljusbud utgör endast utgör 5% av Region Stockholms volymbaserade transportbehov men står för 13% av leveranskostnaderna.

30-minutersbud och blåljusbud har större krav på leveranssäkerhet inom förväntad tid jämfört med andra transporter.

Rusningstrafik och andra störningar i trafiken uppkommer ibland oväntat. Förstudien granskar till vilken del drönare kan erbjuda en tidsbesparing kombinerat med leveranssäkerhet jämfört med dagens snabbtransporter med budbil och samtidigt leda till lägre miljöpåverkan.

Indirekt kan tidsbesparingar innebära andra fördelar, så som att sjukvårdens arbetsskift inte behöver gå på övertid p.g.a. förseningar eller att olika analys- och vårdingrepp kan utföras snabbare med minskad väntetid, ökad patientsäkerhet och minskad resekostnad för patienterna som följd, vilket skapar besparingspotential för regionerna.

I medeltal sker 58 snabbtransporter per dag i regionen

Snabbtransporter 1/1 – 6/10 2022 (alla postnummer)

Under drygt 9 månader skedde 16 142 snabbtransporter.

- 97% externa leveranser mellan enheter.
- 3% interna leveranser inom olika delar av en vårdenhet.

Av de externa snabbtransporterna var majoriteten under två kilogram:

- < 2kg: 99% (Samtliga blåljusbud transporter var under 2 kg.)
- 2-5kg: 0,2%
- 5-10kg: 0,2%
- > 10kg: 0,6%

Av de externa snabbtransporterna under två kilogram i regionen:

- 96% var 30-minutersbud – av dessa blev ca 16% sena (för 2,4% saknades info).
- 4% var blåljusbud – av dessa blev ca 32% sena (för 12% saknades info).

Källa: MediCarrier; Robots.Expert analys

I medeltal sker 14 snabbtransporter per dag mellan de 5 akutsjukhusen plus MediCarriers lager

(Snabbtransporter 1/1 – 6/10 2022)

Förstudien fokuserar på fem akutsjukhus samt MediCarriers lager i Spånga, vilket leder till 15 unika rutter (tabellen till höger).

Under drygt 9 månader skedde 4 543 snabbtransporter:

- 90% externa leveranser mellan enheter (4 011 st).
- 10% interna leveranser inom olika delar av en vårdenhet.

Av de externa snabbtransporterna var majoriteten under två kilogram:

- < 2kg: 98% (Samtliga blåljusbud var under 2 kg.)
- 2-5kg: 0,3%
- 5-10kg: 0,3%
- >= 10kg: 1,2%

Av de externa snabbtransporterna under två kilogram i regionen:

- 93% var 30-minutersbud – av dessa blev ca 13% sena.
- 7% var blåljusbud – av dessa blev ca 22% sena.

Rutt nr.	Destination A	Destination B
1	Danderyd (H)	Huddinge (H)
2	Danderyd (H)	Solna (H)
3	Danderyd (H)	Söder (H)
4	Danderyd (H)	S:t Görans
5	Danderyd (H)	MediCarrier
6	Huddinge (H)	Solna (H)
7	Huddinge (H)	Söder (H)
8	Huddinge (H)	S:t Görans
9	Huddinge (H)	MediCarrier
10	Solna (H)	Söder (H)
11	Solna (H)	S:t Görans
12	Solna (H)	MediCarrier
13	Söder (H)	S:t Görans
14	Söder (H)	MediCarrier
15	S:t Görans	MediCarrier

(H) Anger att destinationen har helikopterplatta

Källa: MediCarrier; Everdrone och Robots.Expert analys

Dagens snabbtransporter mellan akutsjukhusen fokuseras till ett fåtal rutter

Snabbtransporter 1/1 – 6/10 2022 (till/från 5 akutsjukhus plus MediCarrier Spånga)

Rutterna till höger är sorterade enligt fallande volym.

Grönmarkerade rutter kan flygas utanför Brommas nuvarande 5 km skyddszon.

5 rutter (**fet stil** i tabellen) representerar 94% av dagens snabbtransporter:

- 3. Danderyd – Söder
- 6. Huddinge – Solna
- 7. Huddinge – Söder
- 10. Solna - Söder
- 11. Solna – S:t Görans

Rutt #	Rutt	Antal	Antal (%)
6	Huddinge -> Solna	708	18 %
6	Huddinge <- Solna	316	8 %
7	Huddinge -> Söder	536	13 %
7	Huddinge <- Söder	301	8 %
8	Huddinge -> S:t Görans	14	0 %
8	Huddinge <- S:t Görans	15	0 %
1	Huddinge -> Danderyd	3	0 %
1	Huddinge <- Danderyd	11	0 %
3	Danderyd -> Söder	469	12 %
3	Danderyd <- Söder	203	5 %
11	Solna -> S:t Görans	298	7 %
11	Solna <- S:t Görans	422	11 %
10	Solna -> Söder	103	3 %
10	Solna <- Söder	398	10 %
2	Solna -> Danderyd		0 %
2	Solna <- Danderyd	76	2 %
12	MediCarrier -> Solna	59	1 %
14	MediCarrier -> Söder	25	1 %
9	MediCarrier -> Huddinge	22	1 %
	MediCarrier -> S:t		
15	Görans	15	0 %
5	MediCarrier -> Danderyd	5	0 %
5	MediCarrier <- Danderyd	2	0 %
13	Söder -> S:t Görans	9	0 %
13	Söder <- S:t Görans	1	0 %
TOTALT		4011	100%

Källa: MediCarrier; Robots.Expert analys

Fyra godstyper utgör 95% av snabbtransporterna



Kolli prover

(39% av snabbtransporterna)

Mått: Varierar ca 25x15x15 cm.

Vikt: 0,5 – 10 kg.

Farligt gods: Kan vara.

Vibrationskänsligt: Nej.

Temperaturkänsligt: Ja.

Radioaktivt: Nej.



Kolli kuvert

(27% av snabbtransporterna)

Mått: A4 storlek.

Vikt: upp till 2 kg.

Farligt gods: Kan vara.

Vibrationskänsligt: Nej

Temperaturkänsligt: Ja.

Radioaktivt: Nej.



Kolli

(16% av snabbtransporterna)

Mått: Varierar – kan vara nästan vad som helst.

Vikt: Från 0,5 kg till en lastpall.

Farligt gods: Kan vara.

Vibrationskänsligt: Nej.

Temperaturkänsligt: Ja.

Radioaktivt: Nej.



Kolli blod

(13% av snabbtransporterna)

Mått: Ca 30x32x21 cm.

Vikt: ca 1 kg.

Farligt gods: Nej (Information finns om blodet bör klassas som farligt gods).

Vibrationskänsligt: Nej.

Temperaturkänsligt: Ja – stadig temperatur att föredra, får ej frysa.

Radioaktivt: Nej.

Transportbehovet är jämnt fördelat under veckan. Sommartid var behovet av snabbtransporter något lägre

Snabbleveranser 1/1 – 30/9 2022 (från/till 5 akutsjukhus plus MediCarrier Spånga)

Transporterna var jämnt fördelade mellan dagar i arbetsveckan respektive dagar under veckoslutet.

Tjänst	Må	Ti	On	To	Fr	Lö	Sö	Totalt
Express 30M	9,1 %	10,1 %	10,3 %	9,9 %	9,2 %	0,1 %	0,2 %	48,9 %
LARM	0,9 %	1,0 %	1,3 %	1,4 %	1,7 %	0,0 %	0,0 %	6,4 %
OB - Express 30M	6,0 %	4,9 %	4,8 %	5,0 %	5,4 %	9,0 %	9,0 %	44,0 %
OB - LARM	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,2 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,8 %
Totalt	16,1 %	16,1 %	16,5 %	16,5 %	16,5 %	9,2 %	9,2 %	100,0 %

OB avser transporter innan kl. 06:30 eller efter kl. 16:30 dagligen.

Transportbehovet var något lägre under sommaren.

	Andel snabbtransporter
Januari	12,4 %
Februari	10,2 %
Mars	13,6 %
April	12,6 %
Maj	13,6 %
Juni	10,7 %
Juli	8,8 %
Augusti	9,1 %
September	9,0 %
Totalt	100 %

Källa: MediCarrier; Robots.Expert analys

Exempel: Behov av snabba och säkra transporter mellan Huddinge och Solna vid blodtransfusion till foster (IUT)

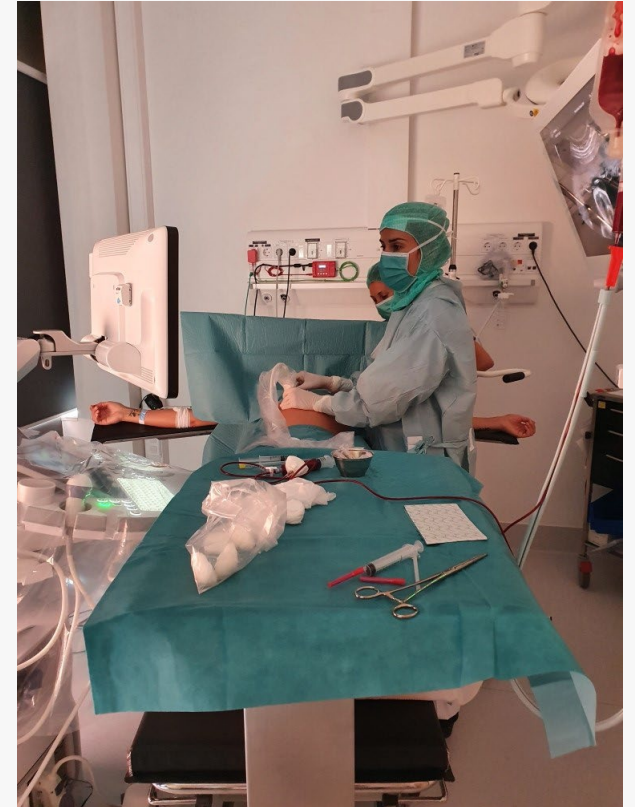
Bakgrund:

Centrum för Fostermedicin (CFM), Graviditet och Förlossning, Tema Kvinnohälsa och Hälsoprofessioner vid Karolinska Universitetssjukhuset, Region Stockholm, är av Socialstyrelsen utsedd ensam nationell utövare av de nationella högspecialiserade vårduppdragen (NHV) Fosterterapi och EXIT operationer. För dessa behandlingar och ingrepp tar man emot patienter från hela Sverige samt även från utlandet. I de flesta fall kommer patienterna med kort varsel och behandling behöver utföras inom ett dygn. Ett av ingreppen som utförs är blodtransfusioner till foster med svår blodbrist (IUT). Detta är ett livräddande ingrepp och CFM utför i genomsnitt 60 IUT per år.

Våren 2022 flyttade denna NHV-verksamhet och det team som arbetar med dessa ingrepp, från Karolinska Huddinge till Karolinska Solna, bland annat för att samla den NHV-vård som rör foster och nyfödda barn vid Karolinska till samma sjukhus och på så vis optimera vården av dessa patienter och deras föräldrar. Verksamheten och kompetensen som utför laborieutredningar, tar fram och förbereder lämpliga blodprodukter till foster, finns dock kvar endast på Karolinska Huddinge. Denna kompetens är unik då blodprodukter till foster kräver annan typ av kompetens och förberedelse än för blodprodukter till exempelvis vuxna.

Patienter som kommer till CFM kommer ofta på kort varsel från hela landet och stannar som regel endast över dagen för att sedan resa hem för fortsatt övervakning vid sitt hemsjukhus. Det innebär en stor tidspress och logistikutmaning för verksamheten då blodprover samt blodenheter på kort tid och på ett säkert sätt måste transporteras mellan Karolinska Solna och Huddinge, ofta under rusningstrafik.

Källa: Eleonor Tiblad, Centrum för Fostermedicin



Exempel (forts.)

Arbetsflöde idag:

1. Barnmorska på CFM Solna ringer Transfusionsmedicin Huddinge och meddelar info om planerad IUT.
2. Den gravida kvinnan kommer till CFM Solna kl. 7:30 för blodprovstagning.
3. MediCarrier kontaktas för Expresstransport (försändelsen skall hämtas inom 30 min) till Transfusionsmedicin Karolinska Huddinge. Prover transporteras i transporthylsor i ett vadderat kuvert. Max 4 st EDTA rör.
 1. Ca 8.00-9.00: Expresstransport (hämtning inom 30 min) från CFM (Karolinska Solna) till Transfusionsmedicin (Huddinge)
4. Efter att prover anlänt, behöver Transfusionsmedicin minst 4 timmar för att blodtypa den gravida kvinnan och ta fram och förbereda lämplig blodprodukt till fostret.
5. När blodenheten är klar ringer biomedicinsk analytiker Transfusionsmedicin MediCarrier för Expresstransport till CFM Karolinska Solna och meddelar barnmorska CFM när enheten är skickad. Blodenheten skickas i box med temperaturlogg, ev. kylklampar. Se bild med mått och vikt till höger.
 2. Ca 13.00: Expresstransport från Transfusionsmedicin till CFM
6. När blodenheten anländer CFM kontrolleras leveransen. Blodtransfusionen (IUT) är planerad till kl. 14 CFM Solna och tar ca en timme i genomsnitt.
7. Vid första IUT i aktuell graviditet tas blodprov från fostret för blodgruppering av fostret. Proverna transporteras i ett vadderat kuvert (2 eller 5 ml EDTA rör) med MediCarrier Expresstransport från CFM Solna till Transfusionsmedicin Karolinska Huddinge.
 3. Ca 14.00-15.00: Eventuell expresstransport från CFM till Transfusionsmedicin
8. Efter IUT en timme övervakning av den gravida kvinnan och fostret, sedan hemresa alt. inläggning.



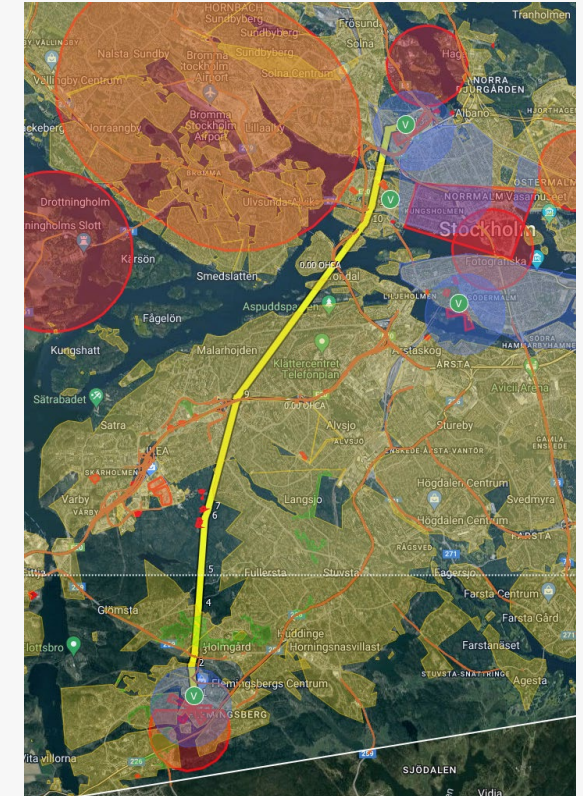
*Blodtransport.
Mått: 30x32 cm, höjd 21 cm
Vikt: ca 1 kg*

Källa: Eleonor Tiblad, Centrum för Fostermedicin

Exempel (forts.)

Potential för drönarlogistik:

- IUT av foster sker ca 60 ggr per år. Hela Sveriges behov sköts i Stockholm eftersom transfusionsmedicin är högt specialiserad. Personal är på plats kl. 07.00-16.00. 75% av patienterna kommer från andra regioner.
- Dagens logistik kräver att den gravida kvinnan anländer ett dygn i förtid till Stockholm, vilket kanske inte skulle behövas om möjlighet fanns till snabbare och säkrare transporter av prover och blod. Om övernattningsbehovet kan elimineras skulle en kostnad på 3000 – 5000 kr för patienten och därmed hemregionen elimineras och patienterna behov tillbringa kortare tid i vården.
- Transporttiden består av upp till 30 min innan hämtning av försändelse plus körtid för den ca 23 km långa sträckan. Från beställning av transport av prov/blod tills leveransen är framme tog det under perioden juni-till 14 augusti 53 minuter och från 15 augusti framåt i medeltal 1h 9 minuter. Som snabbast gick det på 38 minuter och som långsammast 1h 33 minuter. Sedan flytten av IUT till Karolinska Solna i maj 2022 har det uppstått ytterligare fördröjningar i uppskattningsvis ca 20% av fallen, vilket orsakat övertid och merkostnader.
- En försening kan leda till tiotusentals kronor i extra kostnad, bl.a. beroende på outnyttjade operationslokaler och övertid för personal. Operationssalarna är dyra, så om tiden för ingrepp kan bli mera precisa kan utrymmena utnyttjas effektivare.



En drönare kan flyga mellan sjukhusen på ca 10 minuter + hantering.

1. Baserat på data från 22 transporter mellan NKS C5:28 Fostermedicin och HS Bc Transfusionsmedicin

Snabbtransporterna mellan akutsjukhusen kan öka i antal som följd av centralisering och nya transportsätt

Analyskapaciteten och laborieverksamhet kan under de närmaste åren komma att utökas och ytterligare centraliseras till Karolinska Huddinge.

Karolinska Huddinge står även för regionens specialblodtjänst. Centraliseringen kommer i framtiden i att leda till ett ökat behov för snabbtransporter mellan Huddinge sjukhus och de övriga akutsjukhusen i regionen.

Det är möjligt att nya transportsätt med drönare och högre transportkapacitet kan komma att påverka efterfrågan och leda till högre volymer av snabbtransporter.

Källa: Diskussioner med klinisk personal

Beskrivning av möjliga drönarbaserade transportlösningar mellan akutsjukhusen

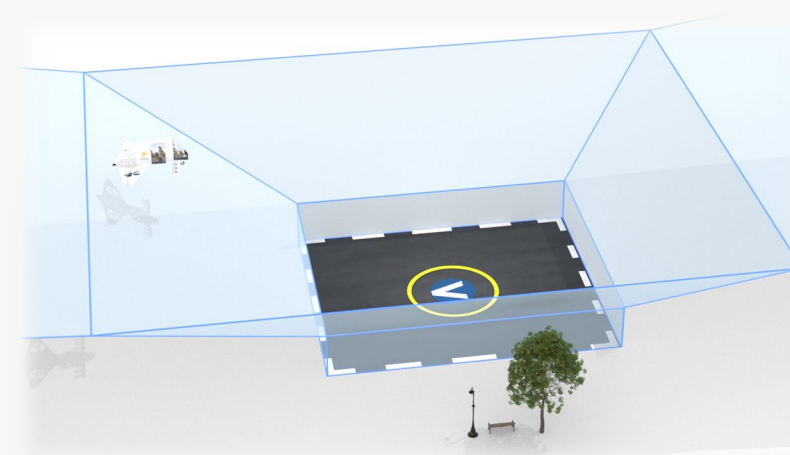
Olika typer av landningsplatser för drönare

Två engelska termer relaterade till landningsplatser för drönare är etablerade:

- **Droneport** – landningsplats för mindre drönare
- **Vertiport** – landningsplats primärt för passagerardrönare eller tyngre logistikdrönare

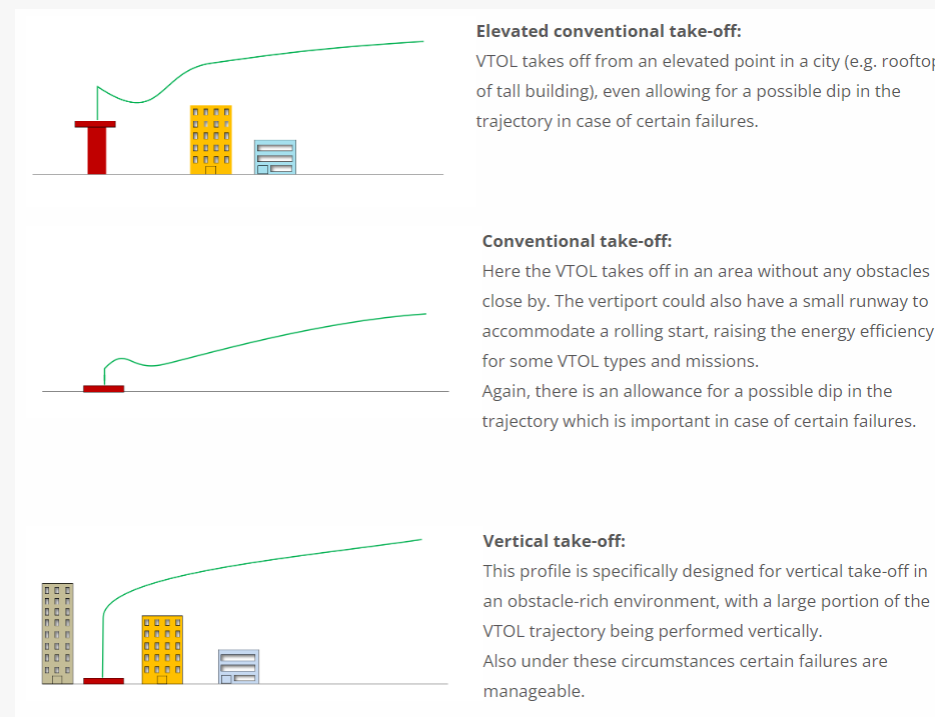
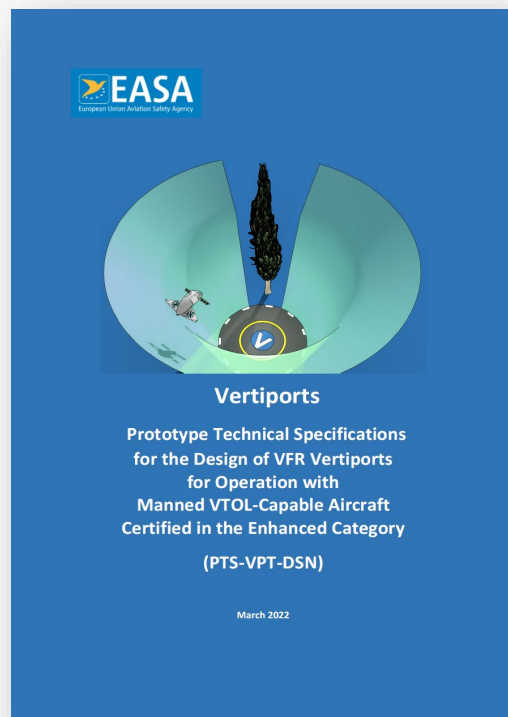
Droneport och vertiport avser landningsplatser för vertikalt landande drönare.

Flygplatser och flygfält med startbana enbart för drönare är idag ännu mycket sällsynta och har ingen etablerad taxonomi



Källa: EASA

EASA utvecklar regelverk för vertiports för passagerartransport – ännu inga krav på droneports



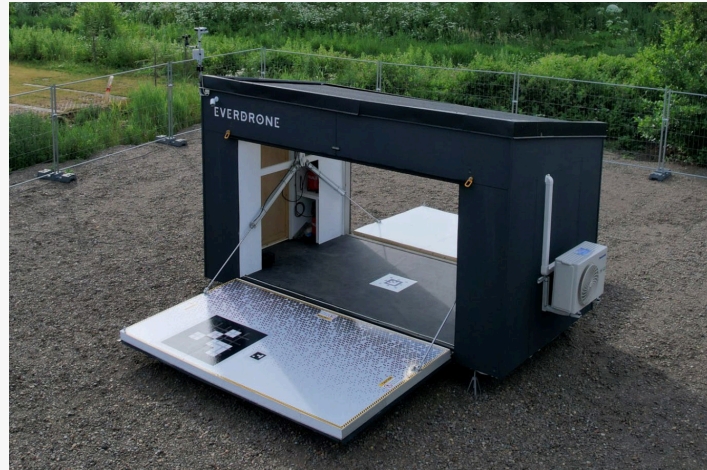
Källa: EASA

Droneports

Utvecklingen av droneports drivs hittills av enskilda tillverkare av drönarsystem, för att svara mot de egna behoven.



Matternet



Everdrone



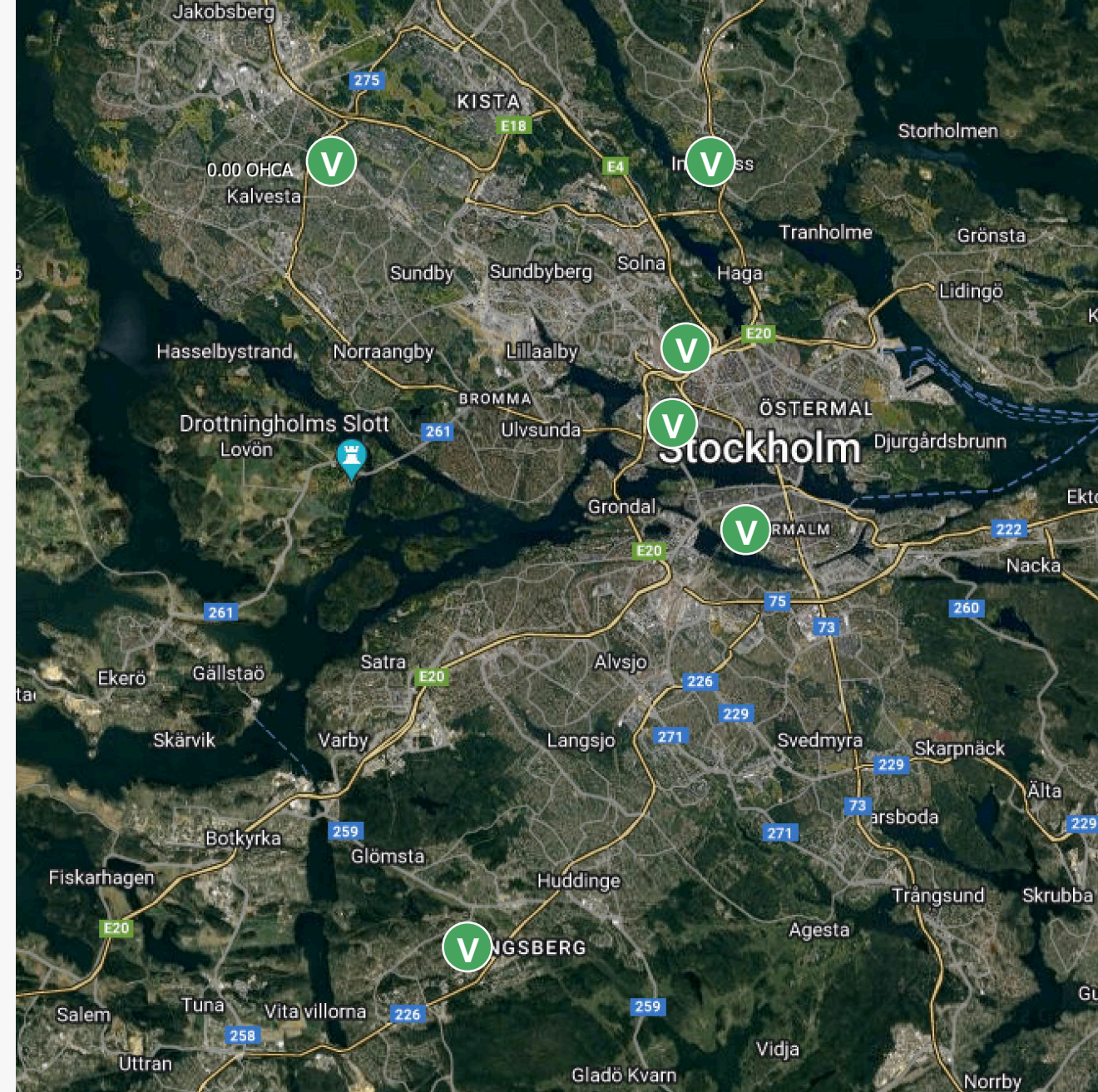
Wing

Droneports inom förstudien

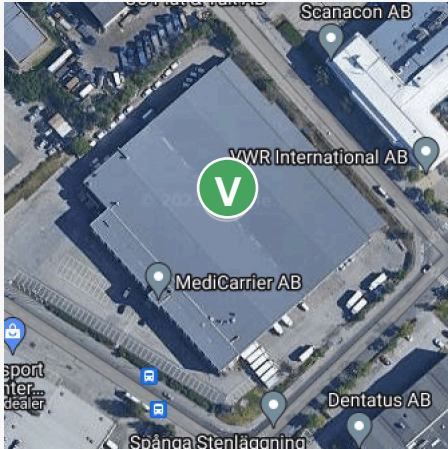
För att möjliggöra en preliminär ruttplanering mellan de olika sjukhusen i denna förstudie så har tänkbara start- och landningsplatser identifierats på respektive sjukhusområde, s.k. droneports.

Placeringen av droneports i förstudien är endast att betrakta som teoretiska exempel och har i första hand gjorts med hänsyn tagen till flygsäkerhet och luftrums-förutsättningar.

För skarp driftsättning krävs en avsevärt djupare analys av lämpliga platser, där bl.a. sjukhusens interna logistik och byggnadernas tekniska förutsättningar måste beaktas.

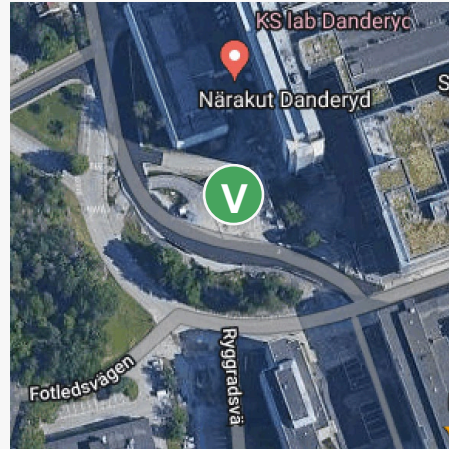


Droneports vid sjukhusen



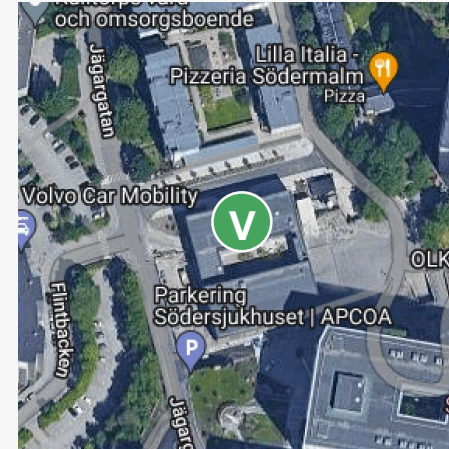
MediCarrier droneport

<https://goo.gl/maps/k6A2MjNQErp4k1pi9>



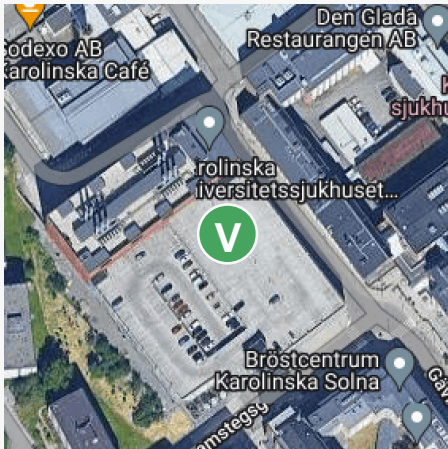
Danderyds sjukhus droneport

<https://goo.gl/maps/beKjwdNhVsM9M5MQ7>



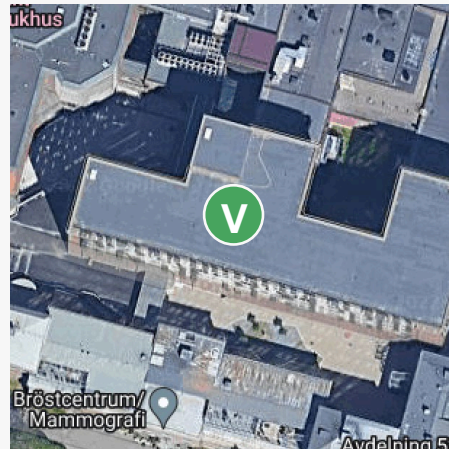
Södersjukhuset droneport

<https://goo.gl/maps/bjyjrJsE6VV3foFW8>



Karolinska Solna droneport

<https://goo.gl/maps/6ywxTi6PmzMeuDG7>



S:t Görans sjukhus droneport

<https://goo.gl/maps/otHASd8HKUAr5AwA6>



Huddinge sjukhus droneport

<https://goo.gl/maps/4RUvuSxaUAjEjhTcA>

OBS! Placeringarna av droneports inom denna förstudie är endast att betrakta som teoretiska exempel.

Preliminära krav och mått för etablerandet av droneports

En plats med minst 10,5 m i diameter behövs.

Ett säkert område fritt från hinder krävs:

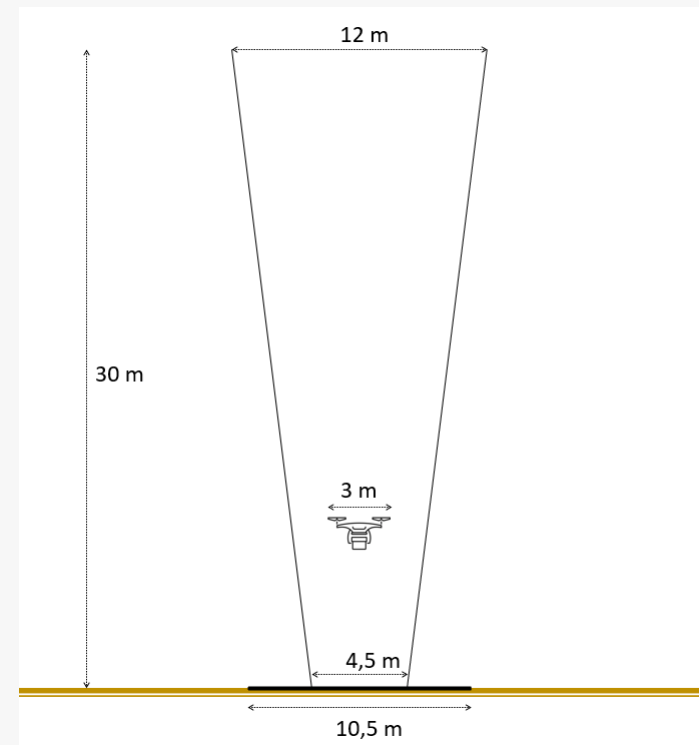
- På marknivå en startplatta med diametern 4,5 m.
- På transitionshöjd (varierar beroende på placering, men kan t.ex. vara ca 30 m ovan mark) bör cirkelns diameter vara minst 12 m.

Droneport kan placeras mellan byggnader, men innan slutlig placering bör analys av turbulens vid olika vindriktningar göras.



Droneport bör **EJ** placeras:

- Inom in-/utflygningssektorer för HEMS (ambulanshelikopter).
- Närmare än t.ex. 75* m från helikopterlandningsplatta.



Drönarsystemets krav kan innebära avvikelser från dessa preliminära mått!

* 75m är ett godtyckligt mått. Slutgiltigt säkerhetsavstånd beror på hur snabbt information om kommande HEMS-takeoff kan erhållas, samt reaktionsförmågan i drönaroperationen. Behöver utredas vidare.

SAIL-kraven för att erhålla flygtillstånd korrelerar med operativ tillförlitlighet och risk

SAIL (Specific Assurance Integrity Level) betecknar totalrisken och därmed kravnivån för en drönaroperation i den specifika kategorin. Det finns sex SAIL kategorier: SAIL 1 – 6.

- Nödläge förväntas hända högst 1 per 10^{SAIL} flygtimmar.
 - SAIL 3 innebär högst en okontrollerad händelse (nödläge) per 1000 flygtimmar.
 - SAIL 4 innebär högst en okontrollerad händelse (nödläge) per 10 000 flygtimmar.

Till exempel: Antag att antalet externa snabbtransporter till de fem akutsjukhusen uppgår till dagens nivå ca 5 250 leveranser per år. Antag vidare att ca 75% av snabbtransporterna kan ske med drönare, dvs ca 4000 st, och att var och en av dessa innebär i medeltal 15 minuter flygtid. $4000 * 15 \text{ min} / 60 \text{ min/h} = 1000$ flygtimmar per år.

- Ett SAIL 3 system kommer då att ha högst ett nödläge per år.
- Ett SAIL 4 system kommer då att ha högst ett nödläge per tio år.

Som jämförelse så har allmänflyget i medeltal ett nödläge per 10 000 flygtimmar (dvs motsvarande SAIL 4), av vilka ett av hundra nödlägen har dödlig utgång.

Källa: EASA, JARUS, robots.expert

Inga SAIL 3 eller 4 system finns idag att köpa, men förväntas komma ut på marknaden inom 1-2 år

EASA har färdiga regler för SAIL 1 och 2 system där drönartillverkaren själv kan deklarerera luftvärdigheten för drönarsystemet.

För SAIL 3 & 4 bör EASA göra en oberoende bedömning av luftvärdigheten för varje drönarsystem knutet till en viss typ av operation och omgivning. En hel del standarder och regelverk har saknats för att tillverkare och drönaroperatörer skall kunna påvisa flygvärdigheten, vilket har bromsat kommersialiseringen för SAIL 3 & 4 system. EASA's process för bedömning är därtill mycket dyr för ansökaren, vilket har utgjort ytterligare hinder.

- I slutet av 2022 fanns ännu inga SAIL 3 eller 4 system godkända på marknaden
- Ett flertal ansökningar ligger hos EASA och de första SAIL 3 eller 4 godkännandena väntas under 2023

System som uppfyller kraven för SAIL 3 och 4 förväntas bli 2 till 10 gånger dyrare än SAIL 2.

Flygning i den certifierade kategorin kräver typgodkända drönare, av myndighet godkänd operatör och pilotlicens

Certifierade kategorin krävs för transport av farligt gods, för flygning med över tre meter stor drönare över folksamlingar eller för transport av människor.

Certifierade kategorin kräver:

- Typgodkända drönarsystem samt ikraftvarande luftvärdighetscertifikat.
- Av myndighet godkänd flygoperatör.
- Pilotlicens.

Regelverket för drönaroperationer i den certifierade kategorin är under utveckling hos EASA.

- Tydliga regler för certifierade drönare som skulle kunna vara relevanta för transporter som utreds i denna förstudie kan väntas runt år 2025.
- Fokus hos EASA ligger på att först färdigställa regelverket för drönartaxi med pilot ombord.

Lämpliga drönarsystem startar och landar vertikalt och kan säkert operera ovanför tätort i rätt trånga miljöer

Drönarna bör kunna landa och starta vertikalt från en droneport och direkt börja flyga sin rutt i alla vindriktningar för att bäst betjäna behovet av snabba transporter.

- Start och landning bör ske så snabbt som möjligt för att säkerställa snabb leverans.
- Start och landning bör kunna ske till droneports oavsett vindriktning, och även i turbulens.
- Drönaren bör kunna hantera kollin upp till 2 kg för att täcka majoriteten av snabbtransportbehoven.

Drönaren bör vara snabb, men ej över 35 m/s (126 km/h) eftersom flygsäkerhetskraven ökar därefter.

- Drönarsystemet bör kunna ha en marschfart på över 25 m/s, men inte över 35 m/s.

Drönaren måste få flyga över tätbefolkat område.

- Drönaren bör initialt kunna flyga över områden med upp till 25 000 personer per kvadratkilometer (stora delar av Stockholms innerstad).
- På 6-10 års sikt över områden med upp till 100 000 personer per kvadratkilometer (hela Stockholm).

Drönare måste ha tillgång till luftrummet i Stockholmsområdet.

- Drönarsystemet bör ha tillgång till trafikinformation från annan luftfart och automatiskt kunna undvika kollisioner/konflikter.

Drönaren bör kunna operera tryggt även i svåra väderförhållanden.

Beskrivning av drönarlogistikoperationerna

Flygning utom synhåll, BVLOS (inom Bromma CTR under 50 m AGL¹, utanför under 120 m AGL).

Utbildade fjärrpilot(er) i kontrollcentral övervakar systemet – även om själva flygoperationen till mycket stor del är automatiserad.

Startvikt under 25 kg. Startar och landar vertikalt från droneports och flyger standardrutter.

Luftvärdighet: Lämnar anvisat flygområde högst en gång per tiotusen flygtimmar².

Undviker bemannat flyg inklusive ambulanshelikoptrar baserat på trafikinformation i realtid.

I ett initialskede:

- Transporteras ej kritiskt gods utan standardvaror, som kan ersättas vid störning eller tillbud.
- Flyger drönarna under 50 m AGL inom Bromma kontrollzon (CTR).
- Flyger drönarna endast utanför 5 km-skyddszonen runt Bromma.

1. AGL = Above Ground Level, ovan mark/vattenyta.

2. Kan vara SAIL 2 system med särskilt system för att avsluta okontrollerad flygning. Kan också vara SAIL 3 men idealiskt är SAIL 4.

Ju högre SAIL nummer desto tillförlitligare är systemet – SAIL 4 bedöms lämpligt för regionens drönarlogistik

1-2 år (2023-2024)

Moget: SAIL 2.
Första SAIL 3 och 4 på marknaden.

Godshanteringen avhängig systemtillverkarens system.

Systemintegration mellan drönartillverkarens system och Region Stockholms system är avhängig systemtillverkarens förmågor.

3-5 år (2025-2027)

Moget: SAIL: 3 och 4.
Första SAIL 5 och 6 på marknaden.

Standarder för medicinskt godsemballage börjar mogna.

Systemintegration mellan drönartillverkarens system och Region Stockholms system är allt mer standardiserad. Tillverkarna fokuserar mera på logistikoptimering än på drönartekniken.

6-10 år (2028-2032)

Moget: SAIL 4, men även SAIL 5-6 och typcertifierade system finns.

Standarder för medicinskt godsemballage finns och lösningar finns allmänt på marknaden.

Flexibla integrationsmöjligheter. Tillverkarna fokuserar mera på logistikoptimering än på drönartekniken.

Exempel på drönarsystem som i stor utsträckning uppfyller Region Stockholms krav under år 1-2

1. Matternet (mtrr.net)

2. Flytrex (flytrex.com)

3. Manna (manna.aero)

4. Drone Delivery Canada (dronedeliverycanada.com)



Bilder från respektive företags pressmaterial/hemsida.

Integrering av drönarlogistik i verksamheten

Idag hämtar och lämnar MediCarriers chaufförer gods på respektive avdelning. Inom ramen för förstudien har integrationen mellan den drönarlogistiska tjänsten och vårdverksamheten ej utgjort en central frågeställning. Nedan presenteras endast tre övergripande koncept som kan bli aktuella.

Kortsiktigt perspektiv (1-2 år)

Testverksamhet med små volymer på enskilda rutter.

Drönaroperatören ansvarar för att hämta gods på avsändarens avdelning, samt lossa gods och föra det till mottagarens avdelning.

- Snabb integration.
- Inga krav på utbildning av egen personal.
- Säkerheten åligger leverantören.
- Förhållandevis hög kostnad.

Medellångt perspektiv (3-5 år)

Antalet rutter och servicegrad växer med ökande erfarenhet. Begränsas av besvärlig väderlek. Kräver investeringar i droneports med tillträdesvägar (ramp, hiss etc.).

Region Stockholms har egen personal som hanterar lastning och lossning av gods samt omkringliggande manuell hantering inom respektive sjukhus.

- Kostnadseffektivt.
- Initial och återkommande utbildning av egen personal för att upprätthålla säkerheten.

Långsiktigt perspektiv (6-10 år)

Drönarlogistik etablerad och flyger även i krävande väderförhållanden. Kapacitet för stora godsvolymer som en del av totala transportkapaciteten i regionen.

Automatiserad lastning och lossning med hjälp av robotiserade dockningsstationer för drönarna. Potentiellt skulle en teknisk integration med befintligt rörpostsystem kanske vara möjlig.

- Inga krav på utbildning av egen personal relaterat till säkerhet.
- Dyr instegskostnad.
- Sannolikt billigare i långsiktig drift.

Planering av preliminära flygrutter

Inom denna förstudie har 15 preliminära flygrutter tagits fram mellan de 6 stycken i studien ingående leveransplatserna.

Rutterna är beräknade med hjälp av verktyget Everdrone SkyPlanner™. Verktöget använder en deterministisk algoritm som beräknar en optimerad väg mellan två punkter baserat på en av användaren definierad parameter avseende markrisk. Ju högre markrisk som accepteras, ju rakare och kortare kan flygrutten planeras.

Rutter har planerats för tre olika scenarion:

- **Scenario 1** (1-2 år):
Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum.
Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga i dagsläget, pga. Brommas 5 km skyddszon.
- **Scenario 2** (1-5 år):
Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum.
Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga, pga. Brommas 5 km skyddszon.
- **Scenario 3** (3-5 år):
Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum.
Samtliga rutter möjliga, om Brommas skyddszon minskar till 3 km, eller om U-space erbjuder en lösning för att flyga med drönare närmare Bromma än 5 km.

Rutt nr.	Destination A	Destination B
1	Danderyd (H)	Huddinge (H)
2	Danderyd (H)	Solna (H)
3	Danderyd (H)	Söder (H)
4	Danderyd (H)	S:t Görän
5	Danderyd (H)	MediCarrier
6	Huddinge (H)	Solna (H)
7	Huddinge (H)	Söder (H)
8	Huddinge (H)	S:t Görän
9	Huddinge (H)	MediCarrier
10	Solna (H)	Söder (H)
11	Solna (H)	S:t Görän
12	Solna (H)	MediCarrier
13	Söder (H)	S:t Görän
14	Söder (H)	MediCarrier
15	S:t Görän	MediCarrier

(H) anger att destinationen har helikopterplatta

Samordning av preliminära flygrutter med Stockholm Stad

Noteringar från mötet med Stockholms Stad den 15 december 2022:

- Det finns frågor och viss oro kring visuella och ljudmässiga störningar, både över bostäder/privattomter och i natur- och rekreationsområden.
- Ett förslag som framfördes från staden var att etablera flygrutter längs med trafikerade vägar där buller redan förekommer. Vid flygning över trafikerade vägar måste dock markrisk samt risken för "titt-olyckor" vägas in.
- Mötesdeltagarna var överens om att praktiska tester kan vara en lämplig metod för att utvärdera bullerfrågan vidare.
- Samverkan behövs också med Danderyd, Solna, Huddinge m.fl. kommuner.

Närvarande vid mötet var:

Jenny Kihlberg, Stockholms Stad
Camilla Wikström, Stockholms Stad
Amanda Baumgartner, Stockholms Stad
Jonas Stjernberg, Robots Expert
Mats Sällström, Everdrone
Håkan Wilken, Region Stockholm

Principer för annotering* av flygområde

Avseende markrisk

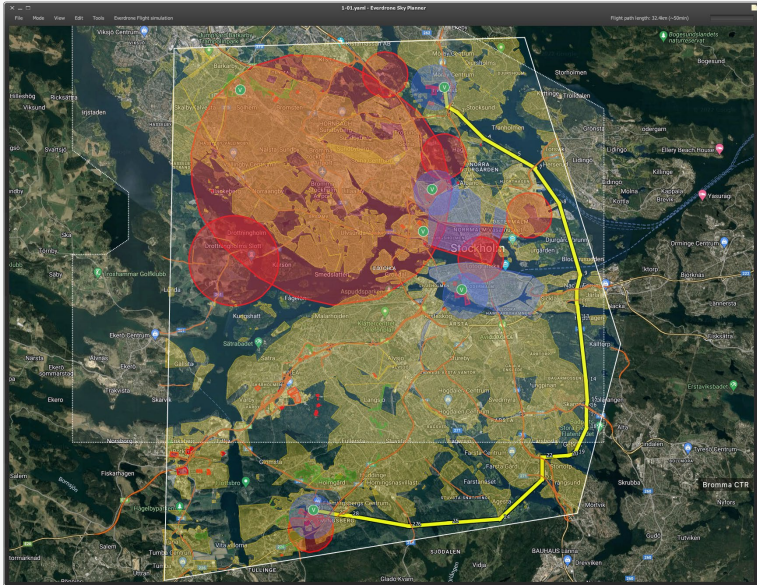
- Obefolkade områden är oannoterade och innebär noll markrisk.
- Befolkningstäthet har analyserats per rutor om 100x100m enligt databasen GHS-POP - R2022A som är publikt tillgänglig via https://ghs/sys.jrc.ec.europa.eu/ghs_pop2022.php Områden med en befolkningstäthet över 250 pers/ruta (motsvarande 25000 pers/km²) har markerats som icke flygbara områden.
- Övriga befolkade områden har annoterats manuellt och betraktas som förhöjd markrisk och undviks i varierande grad baserat på den av användaren definierade riskparametern.
- För bilvägar med en hastighetsbegränsning över 50 km/tim gäller alltid att rutten planeras så att flygtiden över vägen minimeras, dvs att rutten passerar i skarp vinkel över vägen.
- Sammanfattningsvis så beaktar systemet ett tiotal typer av markområden vid planerandet av rutter. En förenklad annotering med begränsad detaljnivå har dock gjorts inom ramen för denna förstudie och alla områdestyper har således inte nyttjats.
- Den regulatoriska kravbildens avseende markbuffert till kringliggande områden har inte beaktats i denna förstudie men bedöms inte ha en avgörande påverkan.

Avseende luftrum

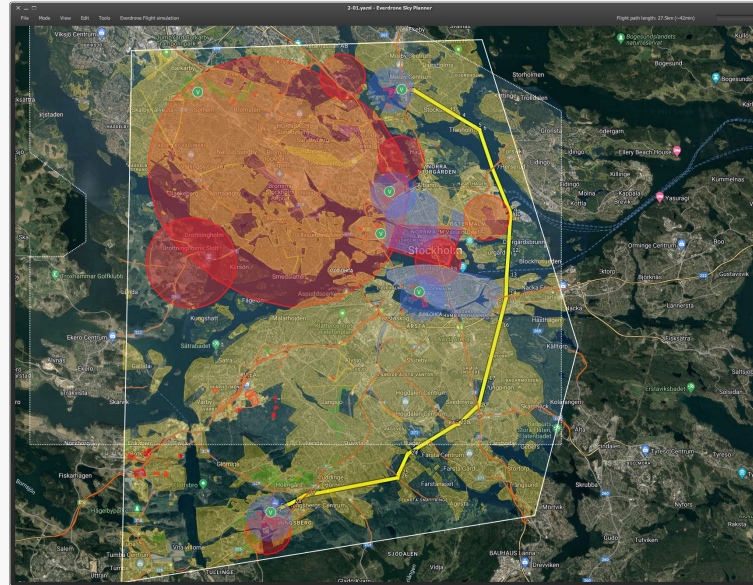
- Flygförbudszoner som omgärdar helikopterplattor har respekterats. Undantaget är de sjukhus som ingår i förstudien för vilka koordinering med ambulanshelikoptrarna istället krävs.
- Flygförbudszonen som omgärdar Helix Rättspsykiatri har avgränsats på ett sådant sätt att start och landning möjliggörs på Huddinge Sjukhus.
- Flygförbudszonen på 5 km omkring Bromma Flygplats har i scenario 1 och 2 bibehållits oförändrad och i scenario 3 har motsvarande zon spekulativt krympts till 3 km, ett mått som baserar sig på de diskussioner som förts med bl.a. Luftfartsverket, Transportstyrelsen m.fl.
- I övrigt har flygförbudszoner i och omkring Stockholms innerstad respekterats. (Ex. Polishögskolan, Drottningholm m.fl.)

*Att annotera ett flygområde innebär att en mängd mindre geografiska områden markeras och tilldelas olika egenskaper/riskprofil.

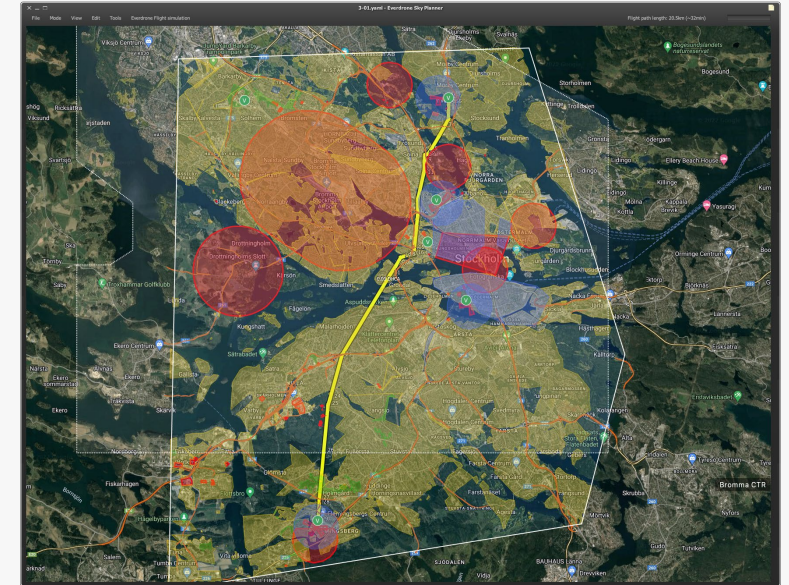
Rutt 1: Danderyds sjukhus (H) – Huddinge sjukhus (H)



Scenario 1: 32,4 km – 19 min 0 sek



Scenario 2: 27,5 km – 16 min 17 sek



Scenario 3: 20,5 km – 12 min 23 sek

Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.

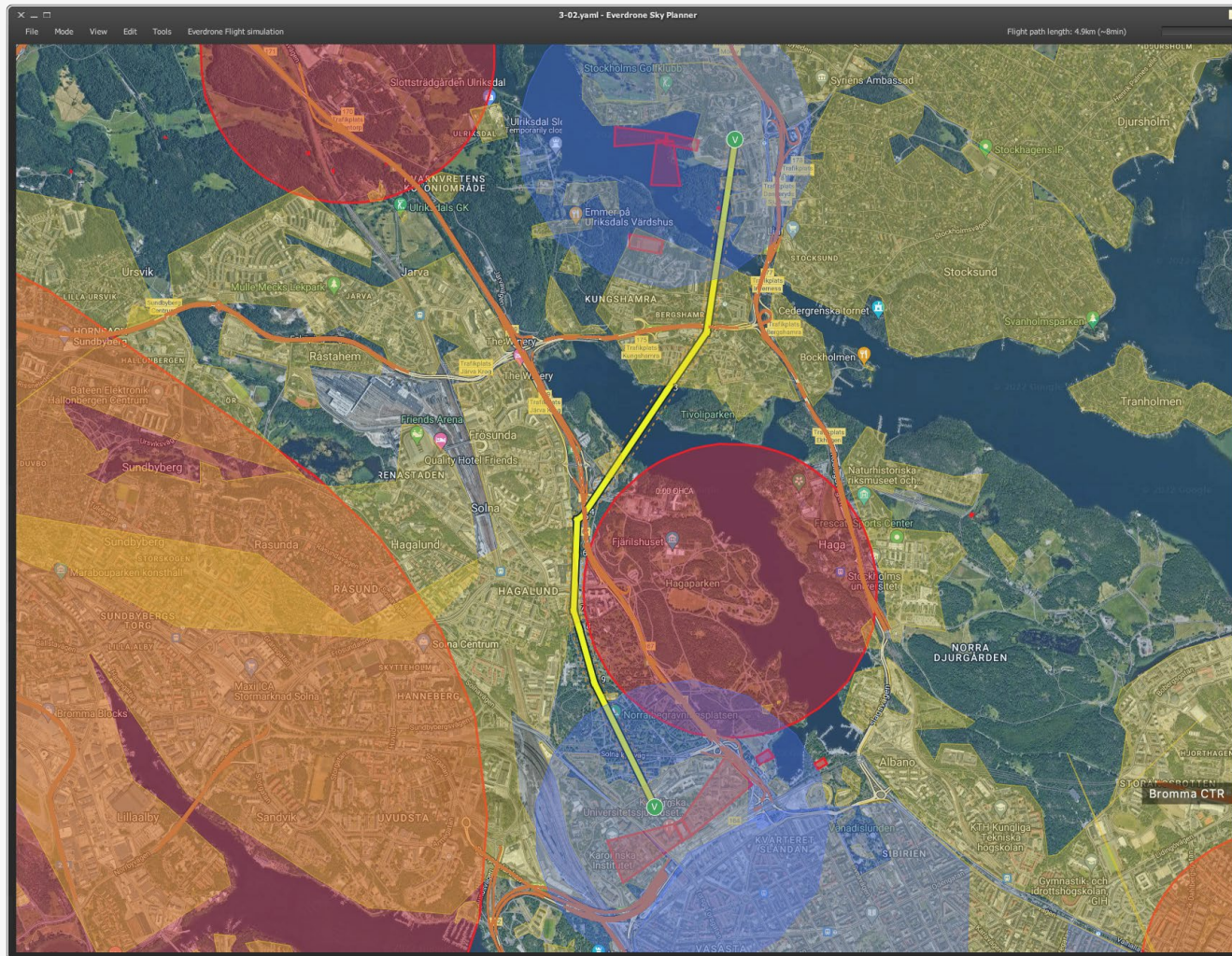
Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.

Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**

Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**

Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

Rutt 2: Danderyds sjukhus (H) – Karolinska i Solna (H)



Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område.

eller flygförbudszone som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszone.

Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.

Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum.

Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.

Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum.

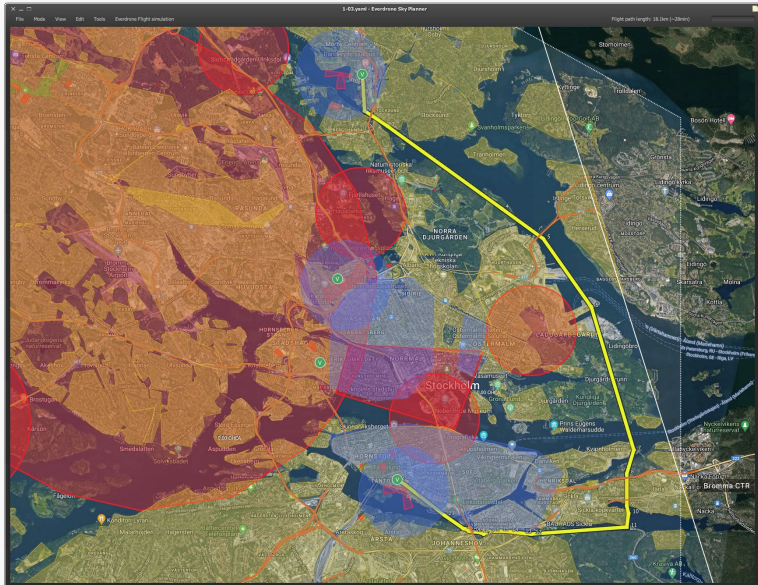
Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.

Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum.

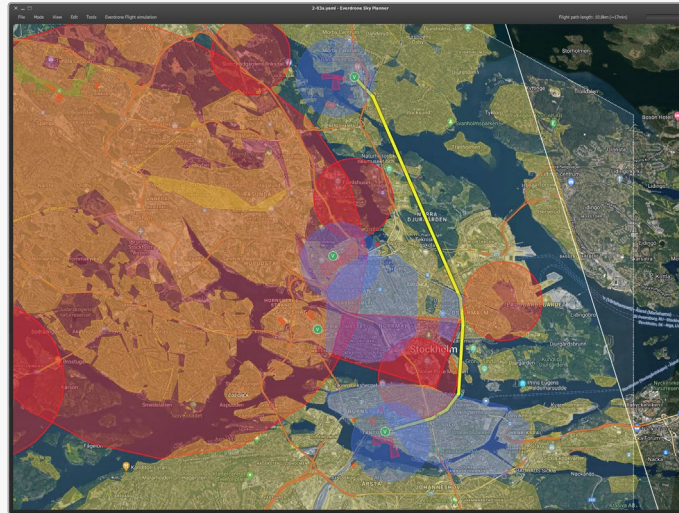
Samtliga rutter möjliga.

Scenario 3: 4,9 km – 3 min 43 sek

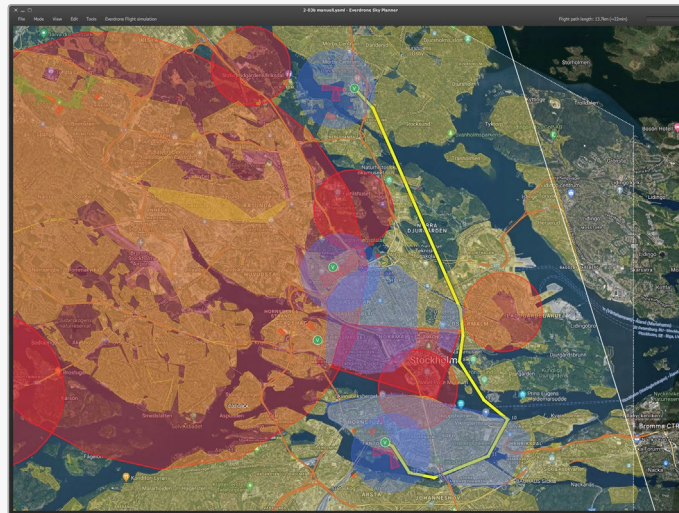
Rutt 3: Danderyds sjukhus (H) – Södersjukhuset (H)



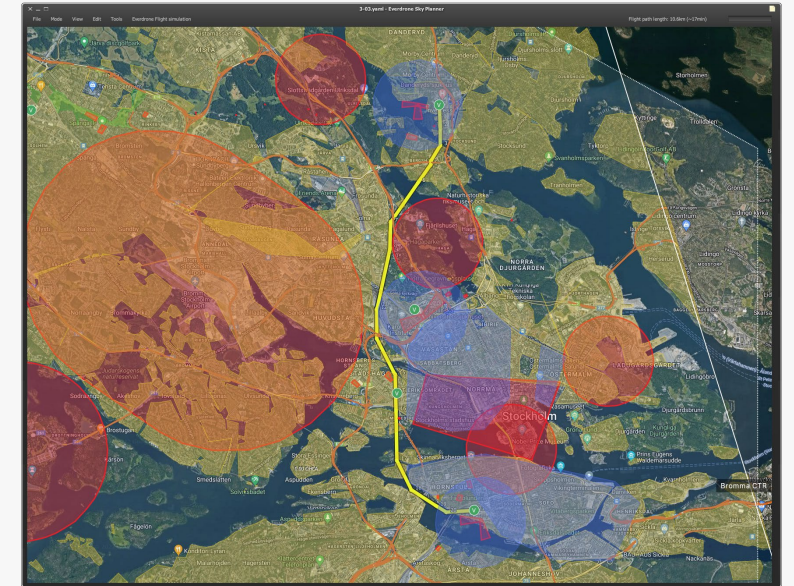
Scenario 1: 18,1 km – 11 min 3 sek



Scenario 2a: 10,8 km (högre markrisk) – 7 min 0 sek



Scenario 2b: 13,7 km (lägre markrisk) – 8 min 37 sek



Scenario 3: 10,6 km – 6 min 53 sek

Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.

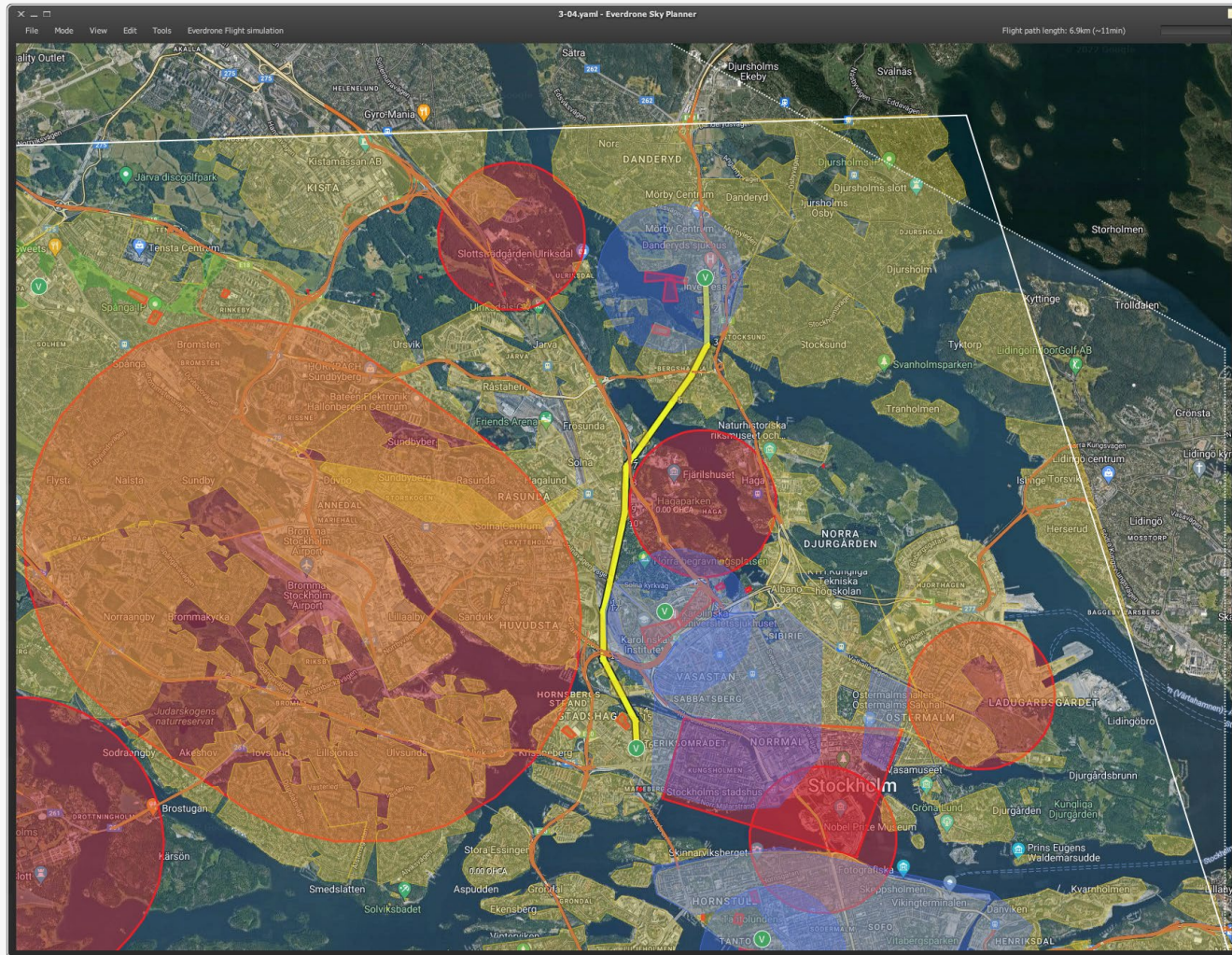
Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.

Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**

Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**

Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

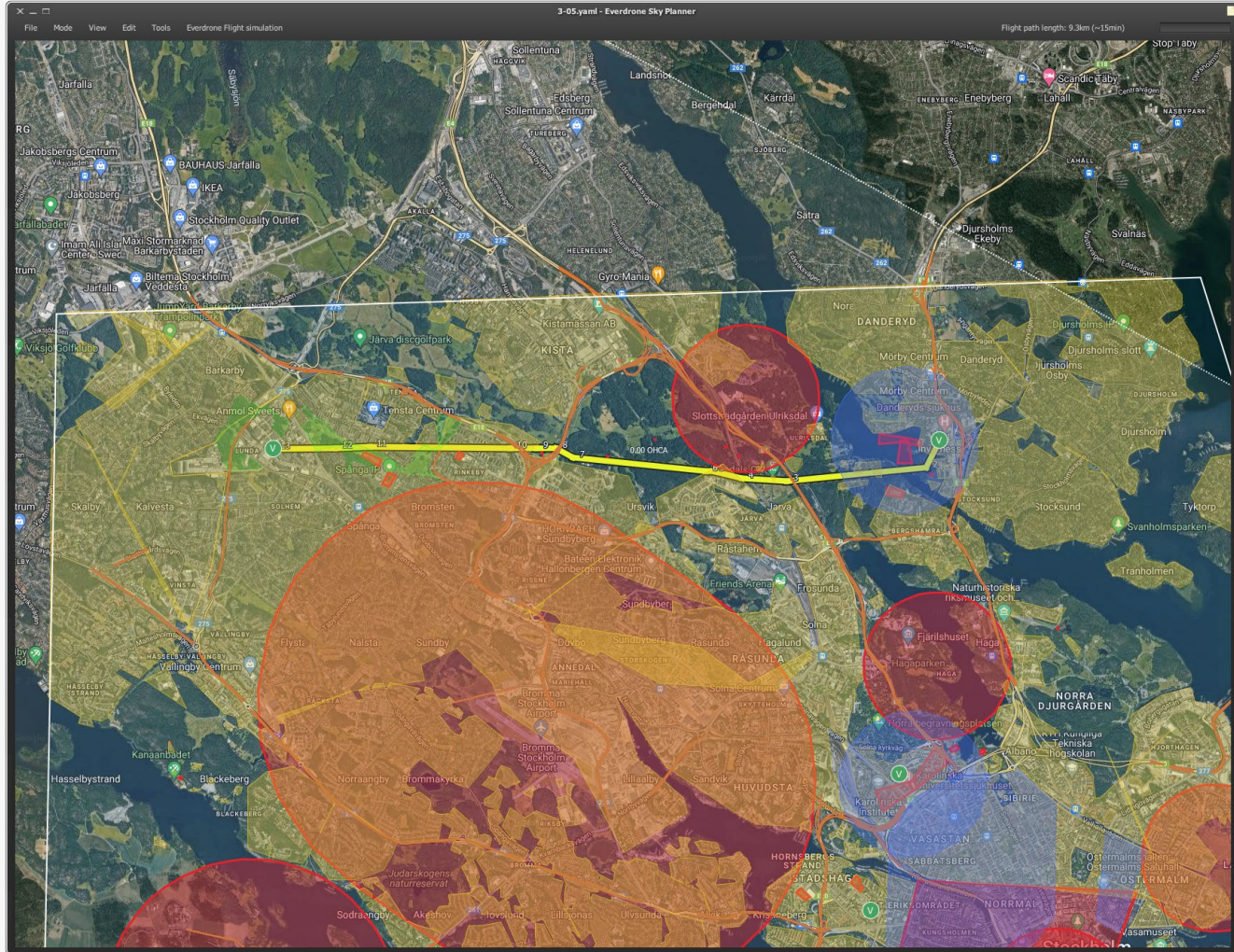
Rutt 4: Danderyds sjukhus (H) – S:t Görans sjukhus



Scenario 3: 6,9 km – 4 min 40 sek

- Färgkodning:** GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.
- Flygtid:** Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.
- Scenario 1:** Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**
- Scenario 2:** Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**
- Scenario 3:** Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

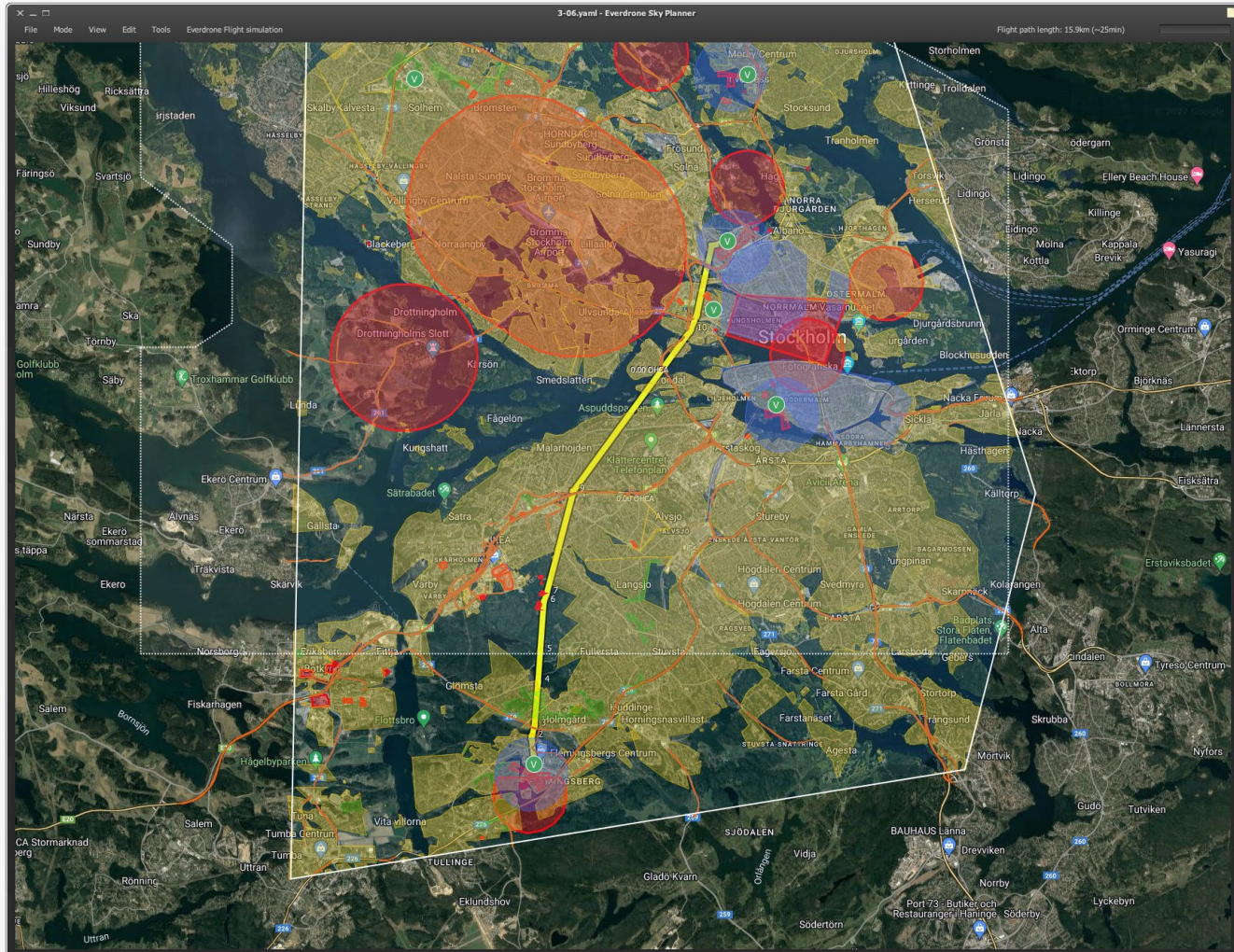
Rutt 5: Danderyds sjukhus (H) – MediCarrier i Spånga



Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.
Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.
Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**
Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**
Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

Scenario 3: 9,3 km – 6 min 10 sek

Rutt 6: Huddinge sjukhus (H) – Karolinska i Solna (H)



Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.

Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.

Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum.

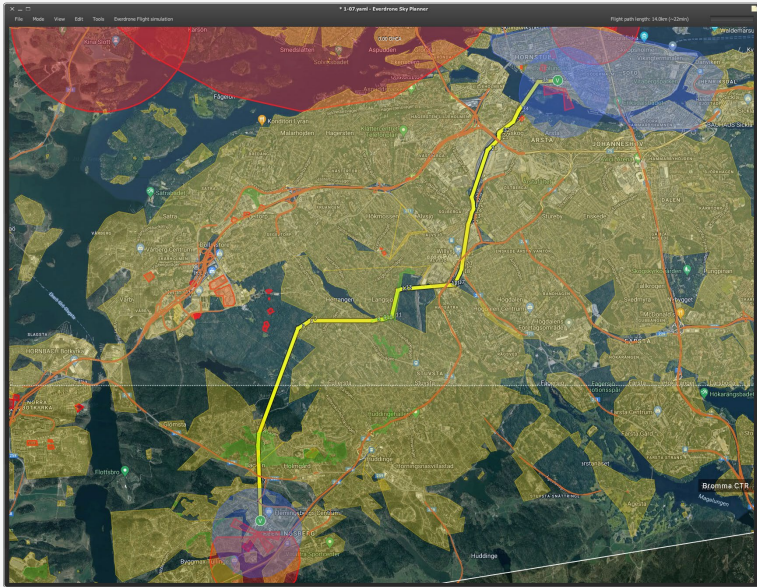
Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.

Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**

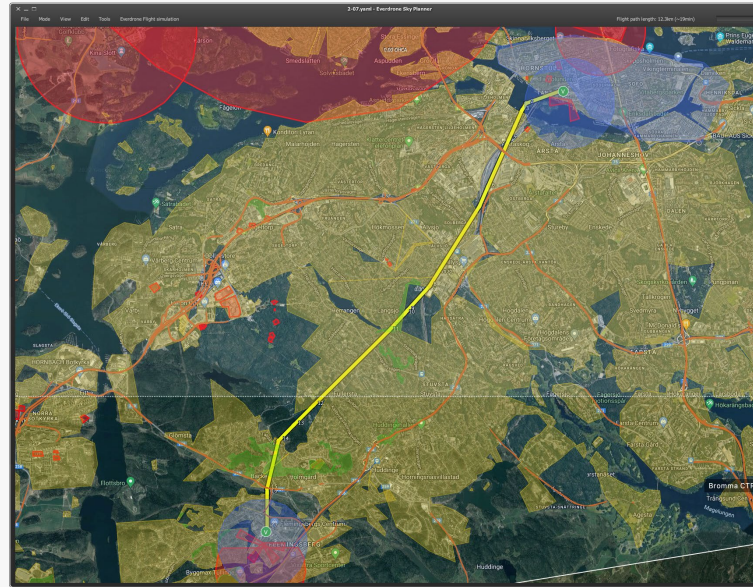
Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

Scenario 3: 15,9 km – 9 min 50 sek

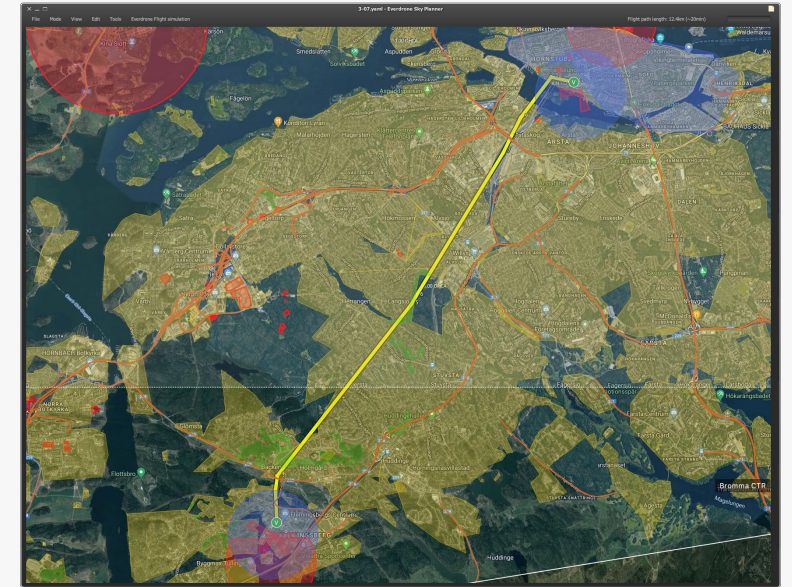
Rutt 7: Huddinge sjukhus (H) – Södersjukhuset (H)



Scenario 1: 14,0 km – 8 min 47 sek



Scenario 2: 12,3 km – 7 min 50 sek



Scenario 3: 12,3 km – 7 min 50 sek

Notera! Då järnvägsspår enligt denna annoteringen betraktas som låg markrisk, så följer ruten till del järnvägens sträckning.

Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.

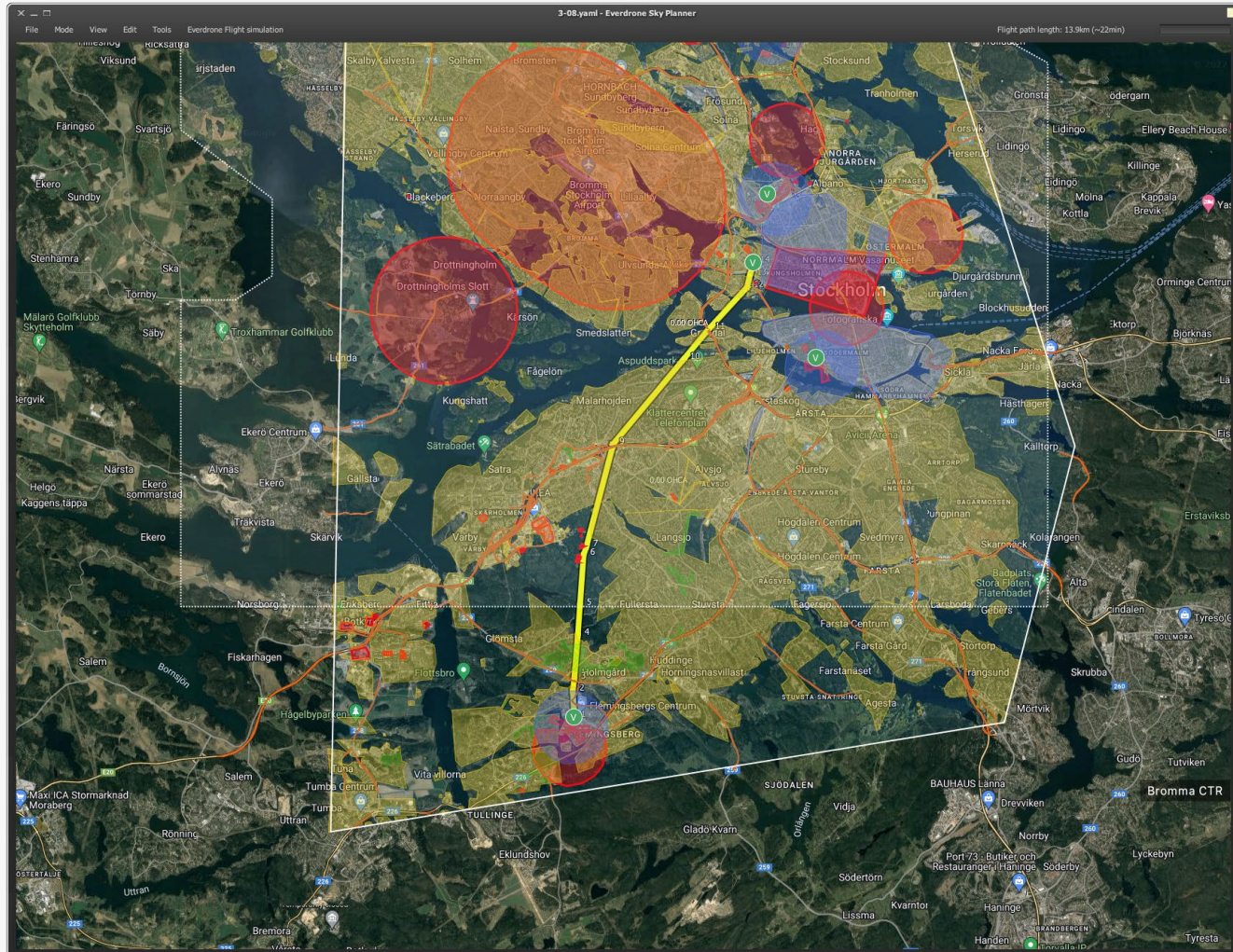
Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.

Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**

Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**

Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

Rutt 8: Huddinge sjukhus (H) – S:t Görans sjukhus



Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.

Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.

Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum.

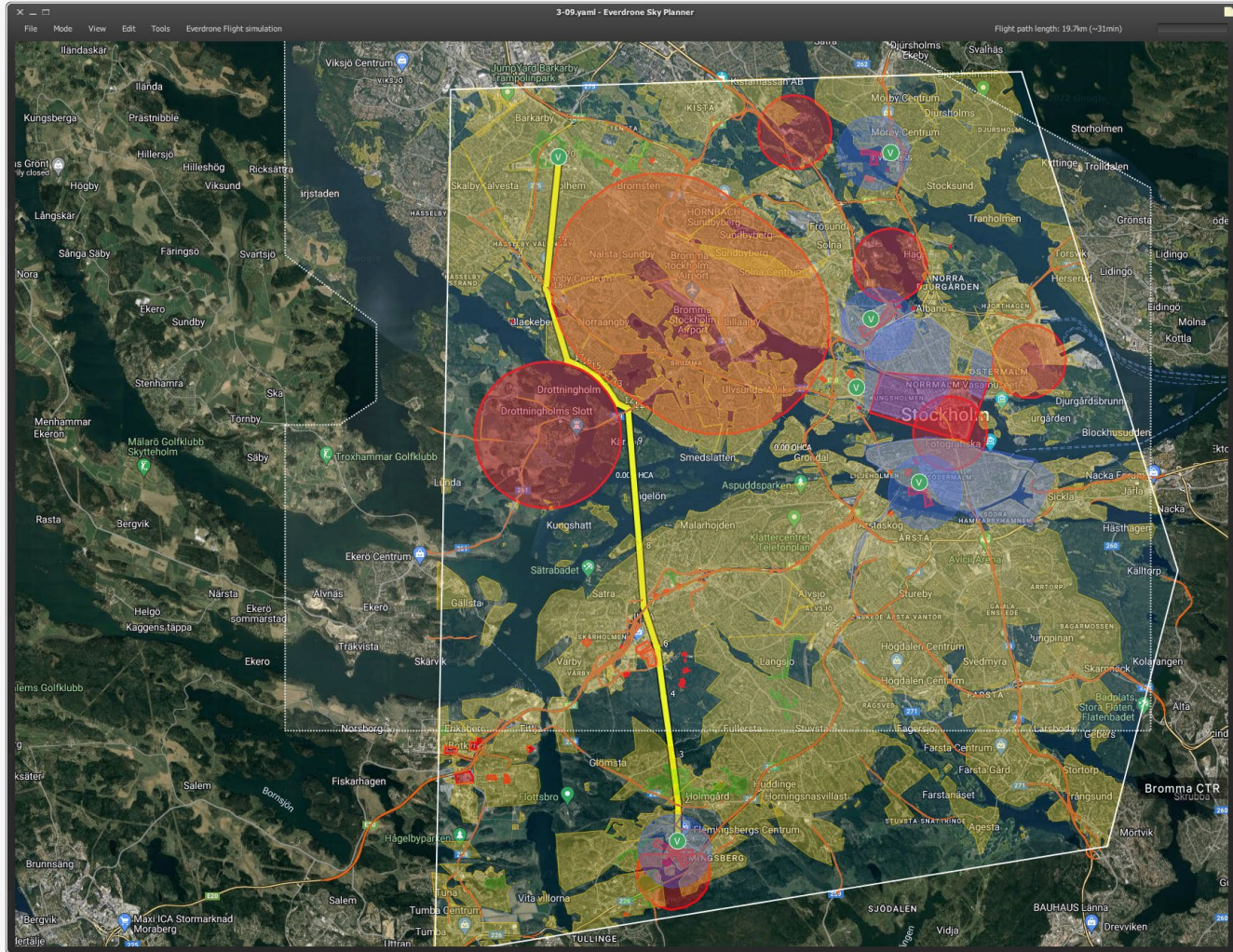
Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.

Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**

Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

Scenario 3: 13,9 km – 8 min 43 sek

Rutt 9: Huddinge sjukhus (H) – MediCarrier i Spånga



Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszone som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszone.

Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.

Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum.

Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.

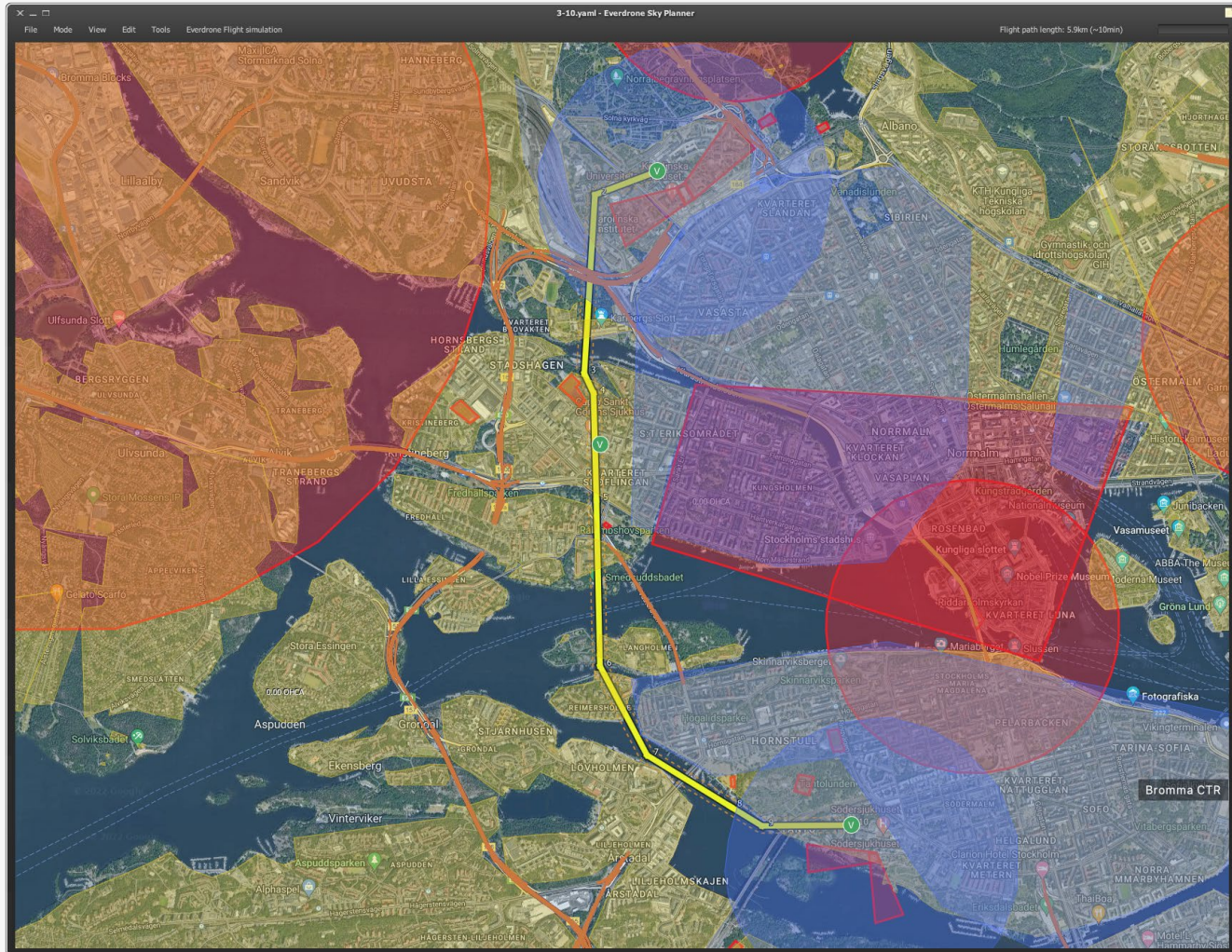
Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum.

Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.

Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

Scenario 3: 19,7 km – 11 min 57 sek

Rutt 10: Karolinska i Solna (H) – Södersjukhuset (H)



Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.

Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.

Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum.

Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.

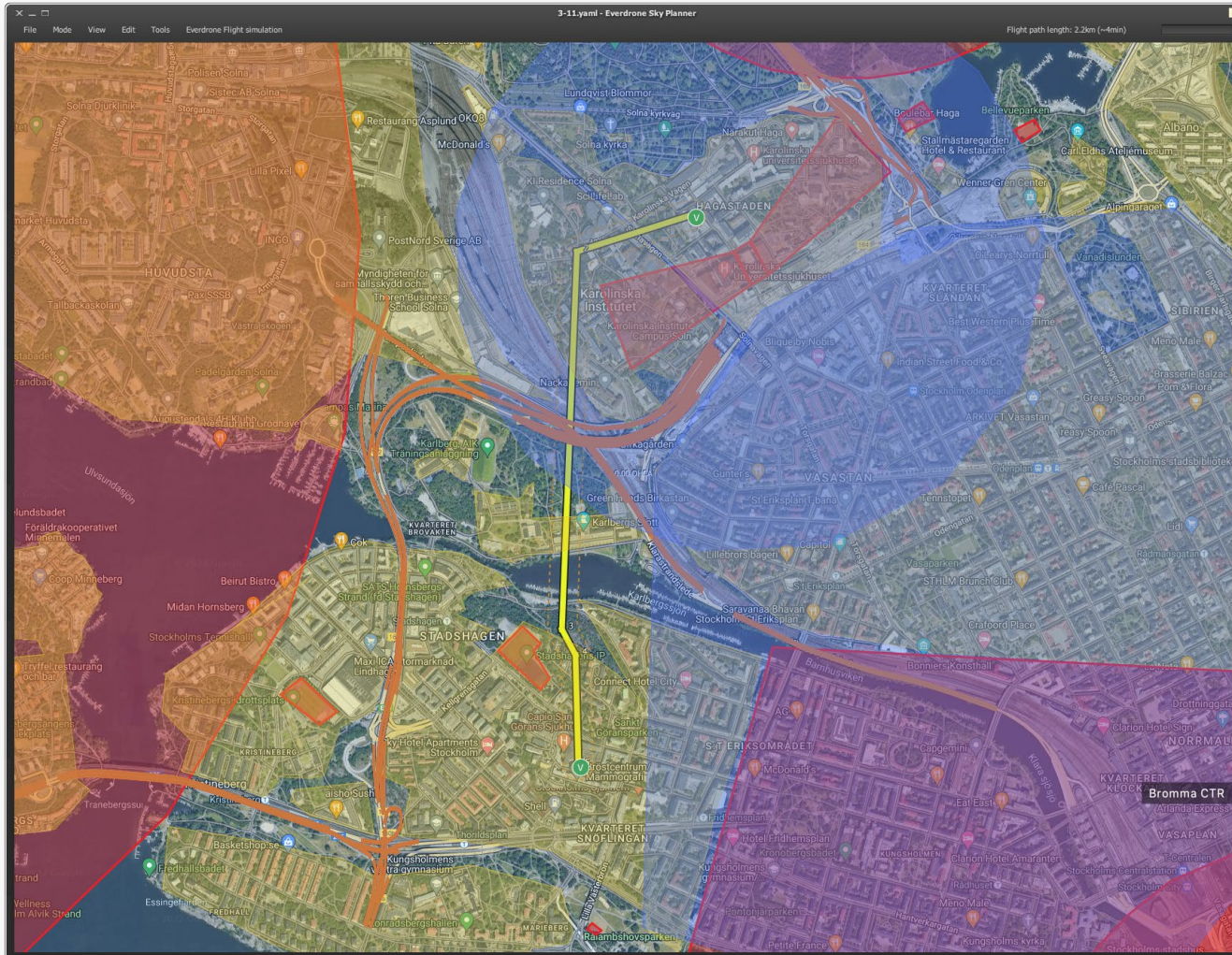
Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum.

Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.

Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

Scenario 3: 5,9 km – 4 min 17 sek

Rutt 11: Karolinska i Solna (H) – S:t Görans sjukhus



Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.

Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.

Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens lufterum.

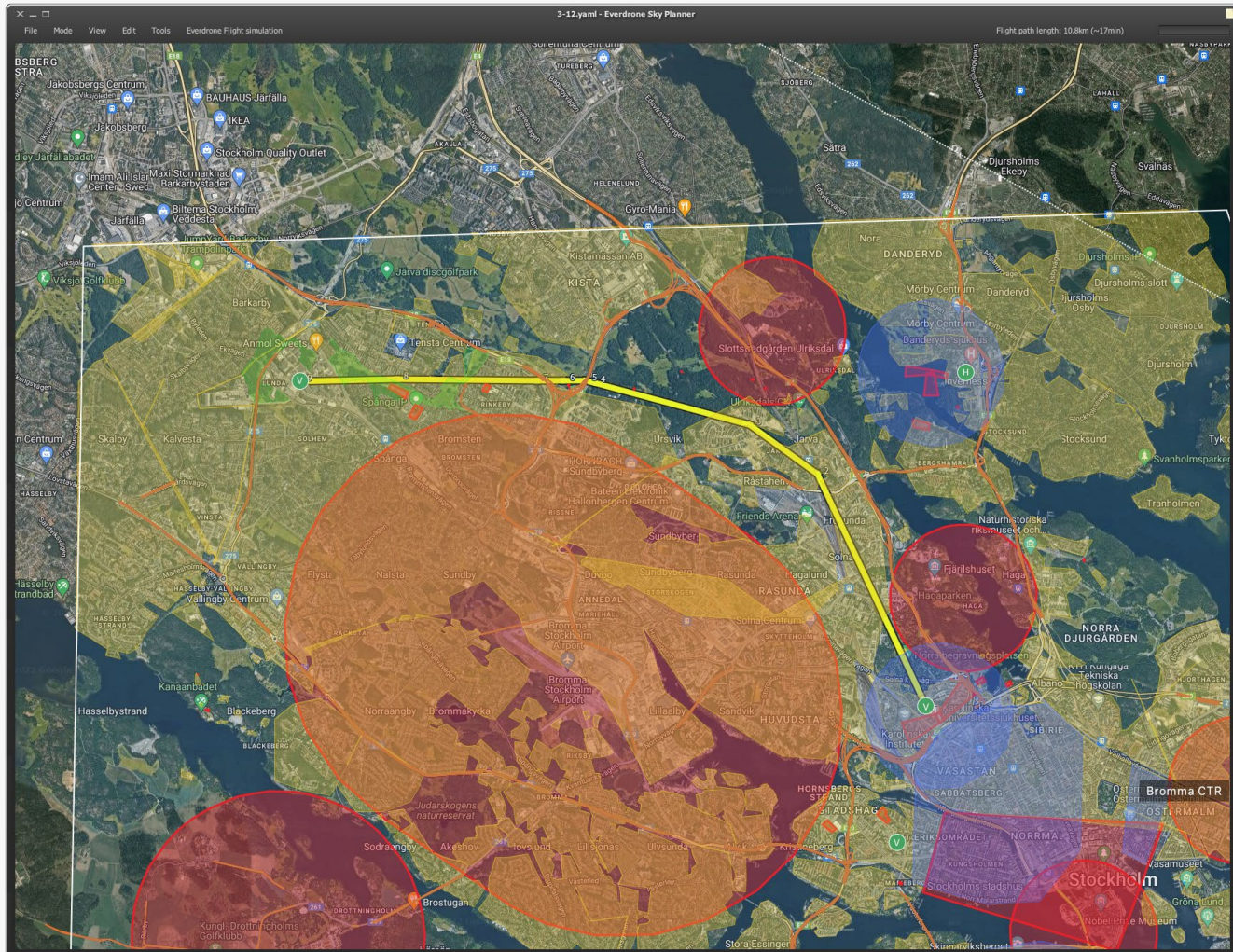
Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.

Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens lufterum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**

Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida lufterum. **Samtliga rutter möjliga.**

Scenario 3: 2,2 km – 2 min 13 sek

Rutt 12: Karolinska i Solna (H) – MediCarrier i Spånga



Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.

Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.

Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum.

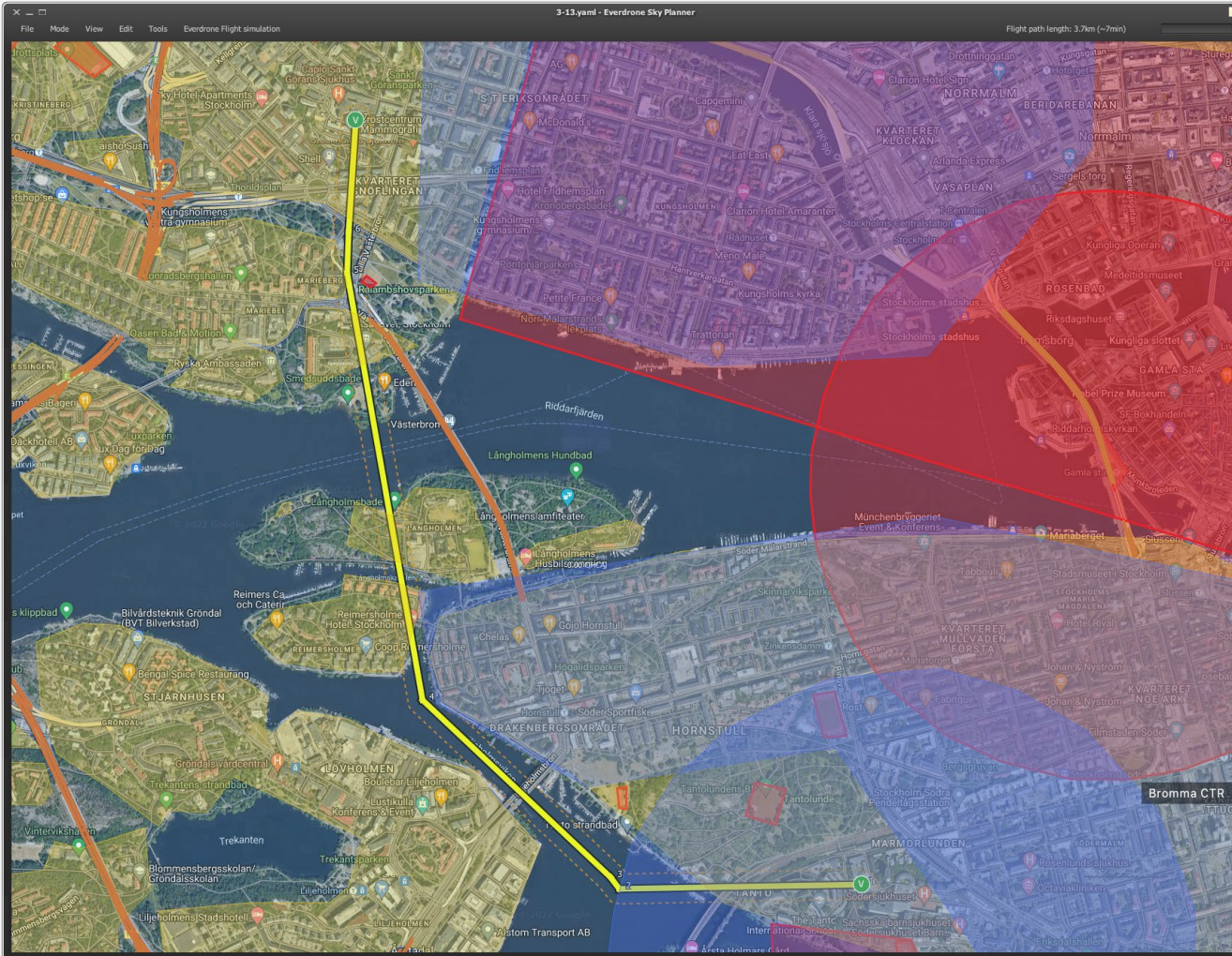
Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.

Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**

Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

Scenario 3: 10,8 km – 7 min 0 sek

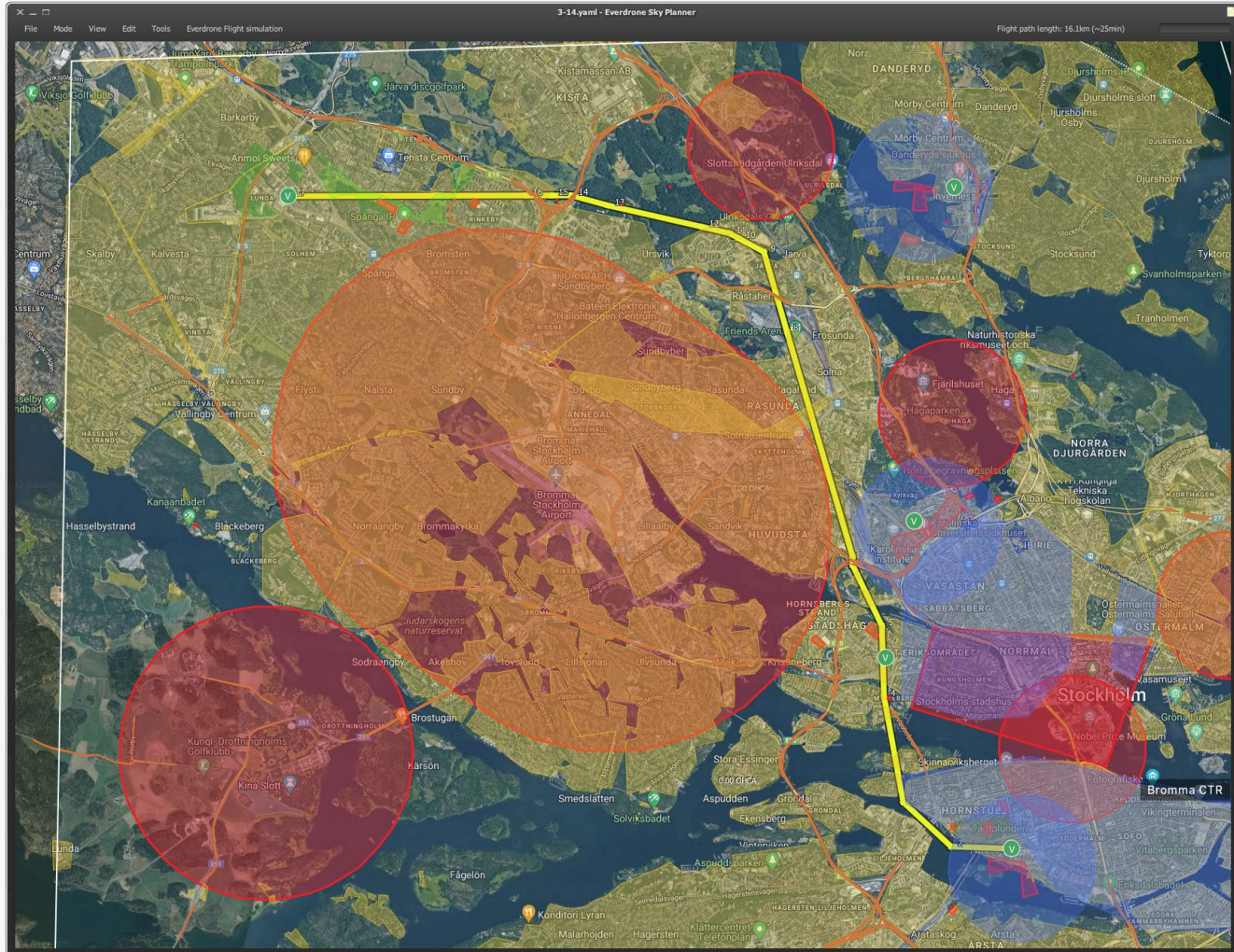
Rutt 13: Södersjukhuset (H) – S:t Görans sjukhus



- Färgkodning:** GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.
- Flygtid:** Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.
- Scenario 1:** Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**
- Scenario 2:** Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**
- Scenario 3:** Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

Scenario 3: 3,7 km – 3 min 3 sek

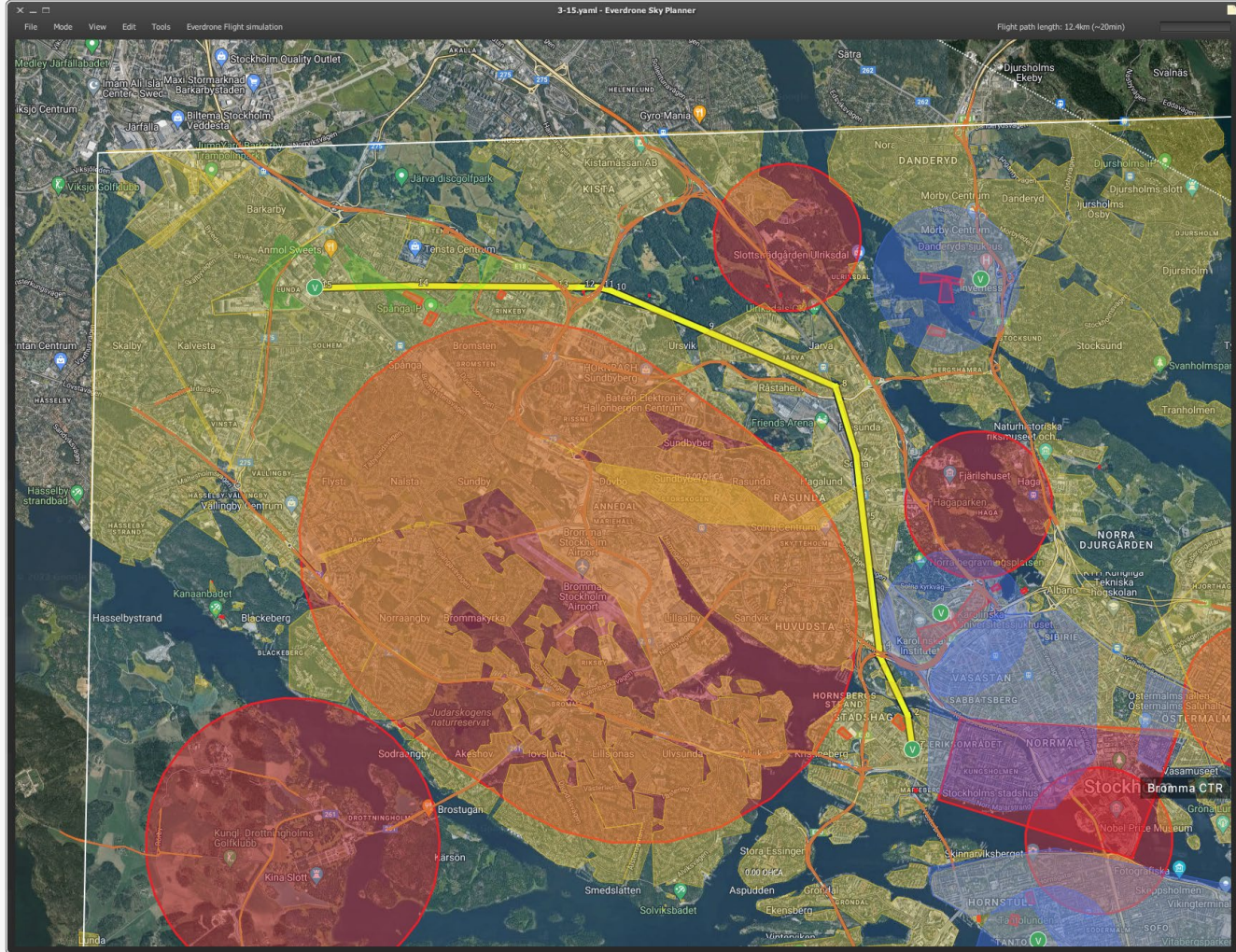
Rutt 14: Södersjukhuset (H) – MediCarrier i Spånga



Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.
Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.
Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**
Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**
Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

Scenario 3: 16,1 km – 9 min 57 sek

Rutt 15: S:t Görans sjukhus – MediCarrier i Spånga



Färgkodning: GUL=Befolkat område, BLÅ=Tätbefolkat område eller flygförbudszon som kräver koordinering, RÖTT=Flygförbudszon.

Flygtid: Drönare med marschfart 30 m/s plus 1 min vid start/landning.

Scenario 1: Lägre markrisk, SAIL 2-drönare, längre flygsträcka, dagens luftrum.

Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.

Scenario 2: Högre markrisk, SAIL 3- eller 4-drönare, kortare flygsträcka, dagens luftrum. **Endast rutt 1, 3 och 7 möjliga.**

Scenario 3: Högre markrisk, SAIL 4-drönare, kortare flygsträcka, spekulativt framtida luftrum. **Samtliga rutter möjliga.**

Scenario 3: 12,4 km – 7 min 53 sek

Rutt 3 och 7 kan flygas inom 1-2 år. Rutt 6, 10 och 11 innebär flygning inom Brommas 5 km-skyddszon

Analysen är gjord utifrån följande **antaganden**:

1-2 år:

- Möjligt att testflyga rutterna med SAIL 2 drönarsystem

3-5 år:

- Brommas öppethållningstider hålls oförändrade:
mån-fre 05.45-21.00, lör 07.45 -16.00 och sön 10.45 -21.00.
- Det blir möjligt att flyga inom dagens 5 km radie från Bromma på 3-5 års sikt.

Dagens behov och fördelning av snabbtransporter antas oförändrade på de olika rutterna. Detta är givetvis inte ett giltigt antagande, utan analysen bör uppdateras i en framtida studie.

1-2 år - möjligt att flyga idag dygnet runt

Rutt nr	Rutt	Antal	Andel
7	Huddinge - Söder	837	21 %
3	Danderyd - Söder	672	17 %
			38 %

3-5 år - inom 5km radie, när Bromma flygplats är stängt

Rutt nr	Rutt	Antal	Andel
6	Huddinge – Solna	137	3 %
11	Solna - S:t Görans	125	3 %
10	Solna – Söder	78	2 %
			8 %

3-5 år - inom 5km radie, när Bromma flygplats är öppen

Rutt nr	Rutt	Antal	Andel
6	Huddinge – Solna	887	22 %
11	Solna - S:t Görans	595	15 %
10	Solna - Söder	423	11 %
			47 %

Källa: MediCarrier; Robots.Expert analys

Buller måste beaktas vid val av flygrutter

Stockholm Stad framhöll bullerhänsyn som en av de centrala aspekterna att beakta vid ruttplanering.

Ljudkänsligheten varierar mellan olika personer, vilket leder till olika reaktioner på buller.

- Ju bredare spektrum ett buller har, desto fler människor reagerar på det.
- Ovanligt ljud kan utlösa en stressreaktion.
- Upprepade ljud är svårare att acceptera än enstaka.

Drönarlogistiken förväntas ske på ca 50 m höjd eller högre. Drönarna förväntas flyga förbi i ca 90-120 km/h, vilket leder till en kort bullerexponering.

Att involvera kommunerna och medborgarna i tester och studera fenomenet empiriskt rekommenderas.

Exempel på bullerkällor och bullernivåer

<i>Luftfarkost</i>	<i>Bullernivå</i>	<i>Avstånd</i>
DJI Matrice 600 (multikopter, 15 kg)	66,4 dBA 55 dBA	Höjd: 20m, avstånd 15m Höjd: 70m, avstånd 50m
Stor multikopter	55 dBA	Höjd: 100m
Litet flygplan	75 dBA	Höjd: 100m
Helikopter	95 dBA	Höjd: 100m

Källa: <https://theconversation.com/drones-to-deliver-incessant-buzzing-noise-and-packages-116257>; Sustainable Urban Air Mobility Supported with Participatory Noise Sensing, Hinnerk Eißfeldt, Department of Aviation and Space Psychology, DLR German Aerospace Center; Robots.Expert analys

Stockholms luftrum är tätt trafikerat av bemannat flyg och utgör en utmanande omgivning för drönare

Bromma flygplats hade 2019 ca 28 000 landningar och under 2022 ca 17 000. Därutöver sker ca 8 000 flygningar genom Bromma kontrollzon utan landning på Bromma (ex. HEMS).

Lågt flygande trafik i Stockholmsregionen, förutom starter och landningar på Bromma utgörs av:

- Ambulanshelikoptrar (HEMS) – största luftrisen för drönarlogistiken då de startar och landar med kort varsel och kan flyga i princip var som helst för att rädda liv.
- Polishelikoptrar, som ofta flyger på över 300 m höjd och då inte utgör en risk för drönarlogistiken.
- Gränsbevakning, sjöräddning och militär, som dock mera sällan flyger i stadsmiljö.
- Start och landning av pontonplan och annat allmänflyg.

Bromma flygplats omges idag av en 5 km skyddszon, där drönarflygningar inte är tillåtna. Denna begränsning gäller under tider då flygledartornet är öppet.

- Öppettiderna var i december 2022: mån-fre 05.45–21.00, lör 07.45–16.00 och sön 10.45–21.00.
- Inom 5 km-zonen ligger Karolinska i Solna, S:t Görans sjukhus samt MediCarrier i Spånga.

Källa: Swedavia, Luffartsverket, robots.expert

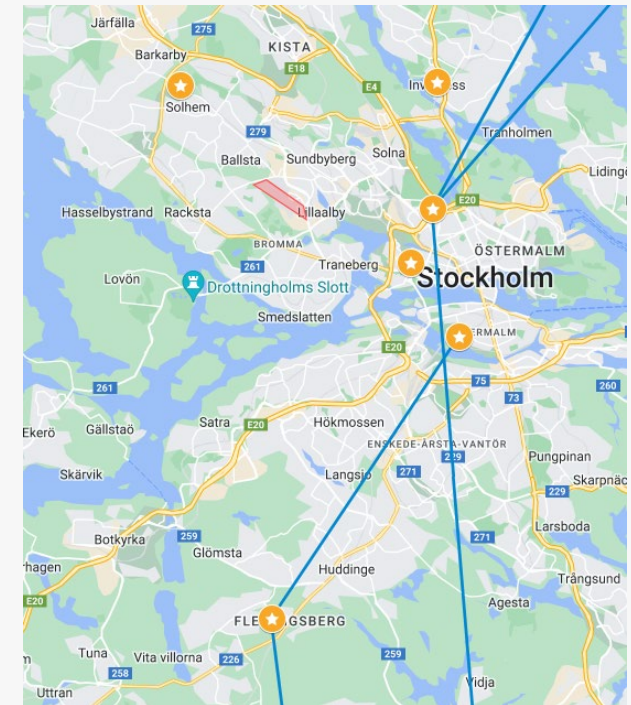
Samordningsbehovet med övrig luftfart gäller i huvudsak ambulanshelikoptrar (HEMS)

Locum ansvarar för helikopterlandningsplatserna på akutsjukhusen i regionen.

HEMS-flygningarna genomförs idag av Babcock Scandinavia på uppdrag av Region Stockholm. SOS Alarm beställer HEMS-flygningar efter behov.

Vanliga HEMS-flygrutter går från Karolinska i Solna till Arlanda, Norrtälje och Visby. Från Visby flygs det även ofta till Huddinge. Ibland flyger helikoptrarna även mellan akutsjukhusen, t.ex. Huddinge sjukhus – Södersjukhuset.

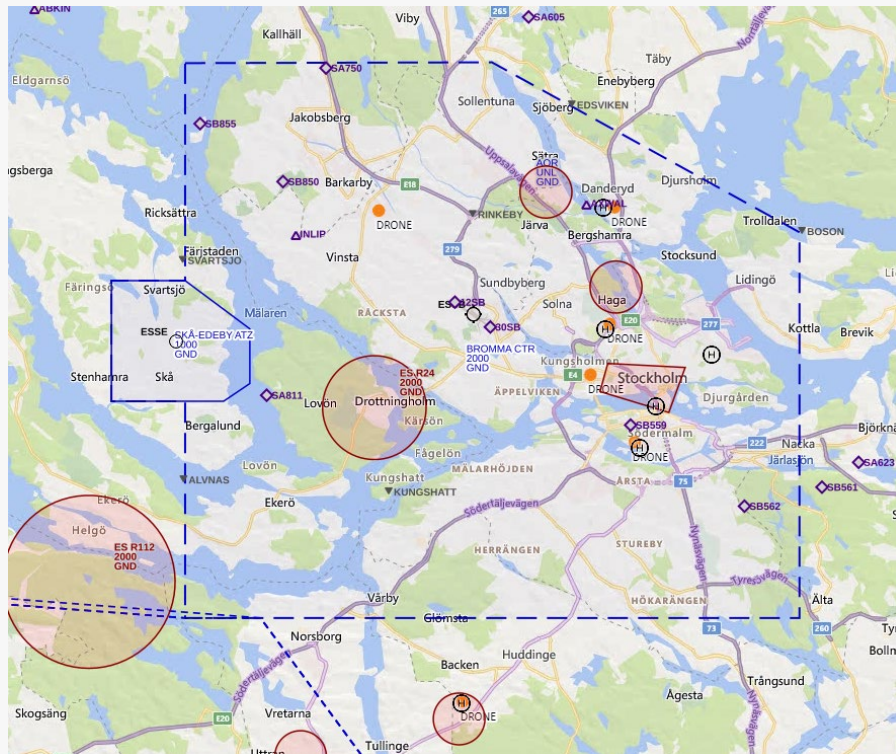
Drönarlogistiken får ej störa eller försena HEMS-flygningar, eller äventyra flygsäkerheten för några bemannade flygningar.



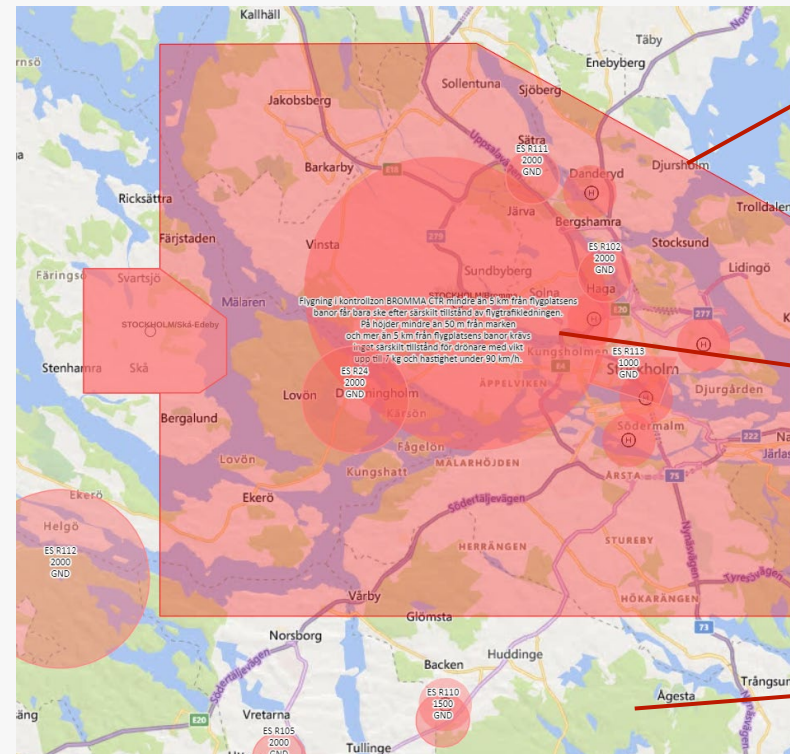
Vanliga HEMS-rutter (blått)

Brommas kontrollzon samt 5 km skyddszon begränsar möjligheterna till drönarflygningar i Stockholmsregionen

Bromma kontrollzon



Drönarbegränsningar



Flygning med drönare upp till 50 m höjd tillåtet.

Flygning med drönare ej tillåtet.

Flygning med drönare upp till 120 m höjd tillåtet.

--- = Bromma kontrollzon (CTR) ○ = flygrestriktionsområde

Källa: Luffartsverket

U-space är ett nytt trafikstyrningssystem för drönare (UAS) och lufttaxi (eVTOL)

U-space är ett kollektivt begrepp för en mängd långt digitaliserade procedurer och trafikstyrningstjänster som öppnar den tredje, vertikala trafikdimensionen samt luftrummet för en stor volym av drönaroperationer.

U-space regelverket berör både bemannat och obemannat flyg samt flygledning. EU-regelverket (EC) 2021/664, 2021/665 och 2021/666 för etablerandet av U-space luftrum träder i kraft den 26 januari 2023.

Luffartsverket utreder på regeringsuppdrag etablerandet av U-space luftrum i Sverige. Troligen blir det tidigast 2025 möjligt att etablera U-space luftrum i Stockholmsregionen.



Källa: EASA

Drönare i U-space-luftrum behöver erhålla godkänd färdplan inför varje flygning

U-space luftrum etableras av Transportstyrelsen.

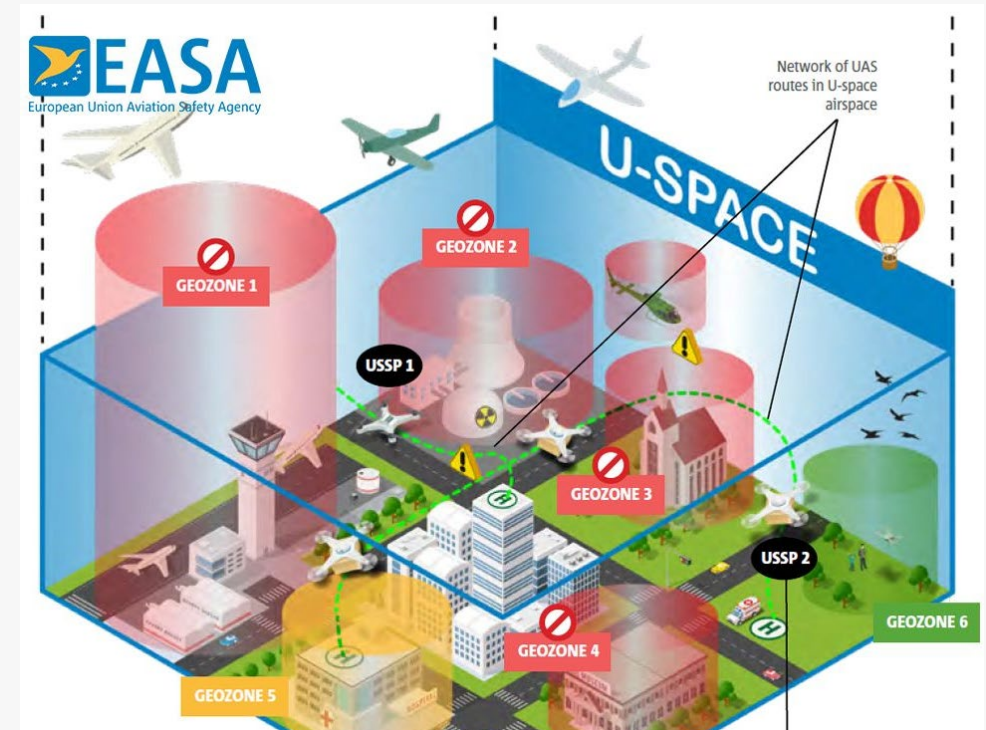
- LFV har fått ett regeringsuppdrag att skapa förutsättningar för U-space i Sverige. Fullt fungerande U-space luftrum i Stockholmsregionen väntas tidigast 2025 enligt Roger Li, U-spaceansvarig hos LFV.

Drönare i U-space luftrum ska interagera med fyra obligatoriska U-space-tjänster

- Måste i realtid rapportera sin **position och identitet** till U-space.
- Måste digitalt ha tillgång till all **luftrumsinformation**, inklusive dynamiska element, så som tillfälliga flygförbuds zoner.
- Måste ha en **plan och tillstånd** för varje flygning av U-space.
- Måste ha tillgång till **trafikinformation** om annan relevant bemannad och obemannad lufttrafik.

I U-space-luftrum kan Transportstyrelsen besluta att någon av ytterligare två valbara tjänster krävs:

- Väderinformation, t.ex. att alla använder samma referenslufttryck.
- Verifiering att varje drönare håller sig inom anvisad plan.



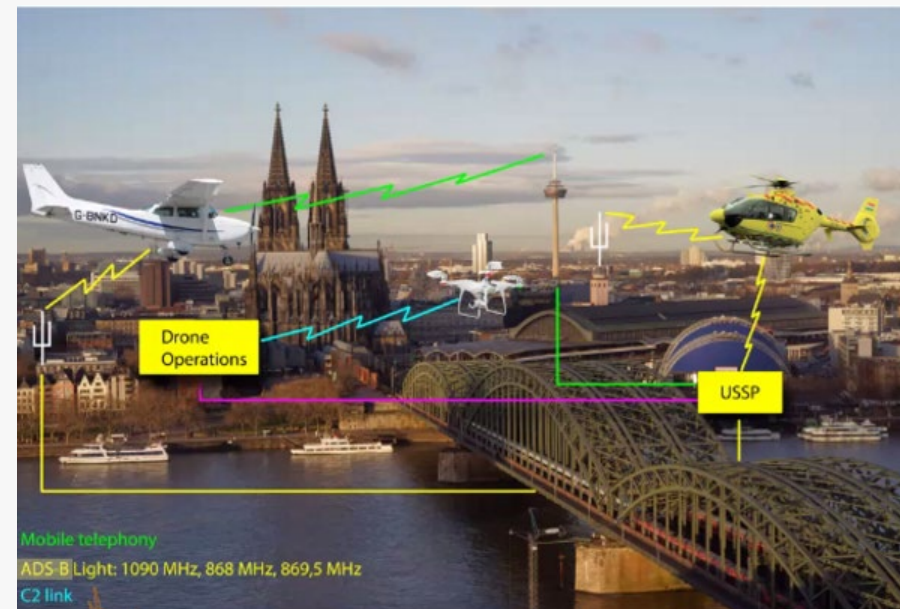
Bemannad luftfart i U-spaceluftrum har olika krav i kontrollerad och okontrollerad luft

I **kontrollerad luft** ansvarar flygledningen (ATC) för bemannat flyg. U-space som kommer för nära bemannade flygningar måste släckas ner tillfälligt av flygledningen innan bemannat flyg kan tillåtas flyga in.

- U-space-luftrum löser således inte automatiskt utmaningen med Brommas 5-km skyddszon, eftersom U-space skulle behöva släckas inom 5 km-zonen för varje bemannad start och landning.

I **okontrollerad luft** måste bemannat flyg ge sig elektroniskt till känna direkt till U-spaceoperatörerna med hjälp av nya standarden ADS-Light. ADS-Light ger bemannat flyg tre alternativ:

- "ADS-B OUT" – kommer automatiskt med s.k. ModeS-transponder.
- "SRD 860", t.ex. FLARM, Flymaster – enklare "transponder".
- Positionsinfo över mobilt nätverk – "telefonen med i cockpiten".



Om luften över Stockholm hade varit U-space-luftrum så hade allt bemannat flyg varit synligt elektroniskt när tornet är stängt och på så vis möjliggjort ett stort antal avancerade drönaroperationer!

Trafikinformation från bemannat flyg är en förutsättning för säkra drönartransportflygningar

Trafikinformation innefattar information om “vem” som finns “var” i luftrummet.

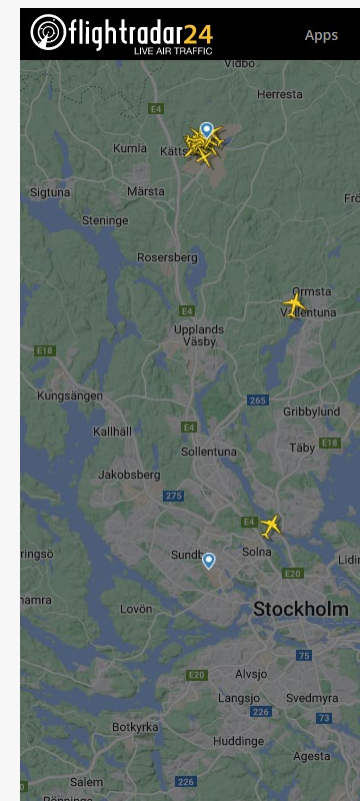
Allt bemannat flyg inom Bromma kontrollzon måste ha ModeS transponder påslagen, vilket förutom att flygledningen ser flyget även skickar ut en fritt tillgänglig ADS-B signal med information om identitet, position, flyghöjd och riktning hos flygfarkosten= kan ses av andra.

- En del- eller hellösning på trafikinformationsbehovet vore att installera ADS-B mottagare på lämpliga platser i regionen, och kombinera informationen till en helhetsbild. Det är eventuellt möjligt att även köpa denna information från FlightRadar24.com eller andra liknande tjänster.

Tidigast 2025 väntas Luftfartsverket kunna erbjuda s.k. CIS-tjänster (Common Information Service) i Stockholm, som en del av U-space. Om Stockholms luftrum upprättas som U-space-luftrum kräver lagen att CIS tjänsteleverantören (LFV) erbjuder trafikinformationstjänst när luftrummet är **kontrollerat**. Sådant krav föreligger inte när luftrummet är okontrollerat (flygledartornet på Bromma stängt), men LFV kanske kan vara intresserade av att då även erbjuda tjänsten kommersiellt.

Information om beställda och pågående HEMS-flygningar finns digitalt tillgängligt baserat på RAKEL. Denna information är dock inte ägnad för att säkerställa flygsäkerhet, men kunde eventuellt erbjuda tilläggssäkerhet i vissa lägen. Informationen ägs av regionerna.

Källa: SOS Alarm, Everdrone och robots.expert erfarenhet



Samordning mellan droneport och HEMS helikopterplatta

Droneports bör konsekvent placeras utanför in-/utflygningsruterna till sjukhusens helikopterplattor (gulmarkerat i bilden). Ett minimiavstånd (75 m?) bör finnas mellan för att minska risken för tillbud vid start och landning.

Drönarruterna bör planeras så att de vid behov korsar in-/utflygningsruterna så snabbt som möjligt.

För att minimera olycksrisker mellan helikopter och planerade drönarflygningar måste verksamheten vara noggrant koordinerad och drönaroperatören ha tillförlitlig tillgång till trafikinformation om alla HEMS-flygningar till och från sjukhus med droneports.

Utdrag ur flygplatskarta ESHK STOCKHOLM/ Karolinska Universitetssjukhuset Solna



- V = Exempel på framtida möjlig Droneport
- H = HEMS helikopterplatta

Källa: SOS Alarm, Locum, Everdrone och robots.expert erfarenhet

Inte möjligt att flyga med drönare närmare Bromma än 5 km de närmsta åren

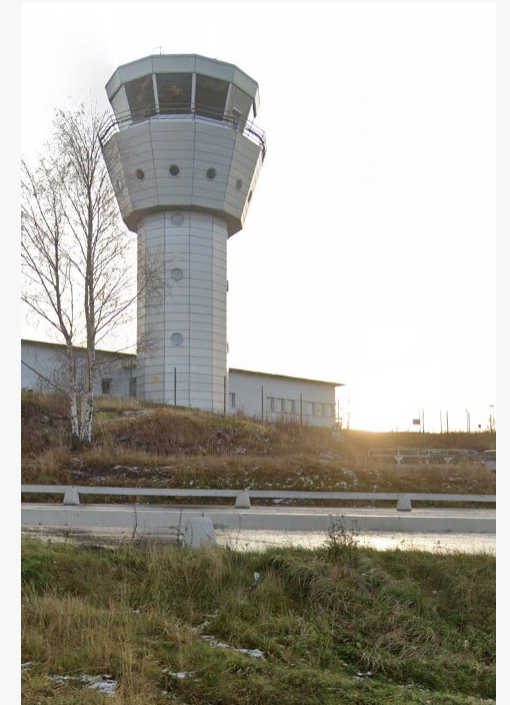
Summering av diskussion med trafikledningen (ATC) på Bromma:

På 1-2 års sikt:

- "Omöjligt att flyga drönare" inom 5km skyddszonen under de tider Bromma flygplats är öppen (se sida 69) utan att regelverket för flygtrafiktjänster ändras av Transportstyrelsen.
- En avskild drönarsektor i kontrollzonen går ej att genomföra. Flygtrafiken är för tät.
- Brommas flygledning (ATC) har inget ansvar att separera eller informera drönare om bemannad trafik vid sjukhusen. HEMS-flygplatsägaren Locum och drönaroperatören runt helikopterplattorna ansvarar för att koordinera direkt.
- Brommas flygledning (ATC) rekommenderar att ev. testflygningar påbörjas utanför 5 km-zonen och under 50m AGL, dvs där drönarflygningar ej involverar ATC.

På 3-5 års sikt:

- Sweden U-space är initierat av LFV på regeringsuppdrag men ligger ett antal år bort. Enligt U-spaceansvariga på LFV tidigast 2025 i Stockholmsregionen.
- LFV stöder ändring av regelverket för flygtrafiktjänster – nuvarande 5 km skyddszon runt Bromma bedöms onödigt stor.



Bromma flygledartorn (Google)

Två regelverk bör beaktas, liksom dialog med involverade kommuner

- EU-regelverket för drönare (EU) 2019/947 gäller sedan 2021 i Sverige.
- Regelverk för medicinskt gods (t.ex. smittat blod, särskilda läkemedel, radioaktiva substanser).

Städernas och kommunernas roll i UAM och urban drönarverksamhet håller på att formas. Även om tydliga regler för kommunernas mandat saknas, är en dialog med respektive kommuns stads- och trafikplanering att rekommendera redan under planeringen av framtida drönarlogistik.

<https://www.transportstyrelsen.se/dronare>

EU-regelverket för drönare gäller sedan 2021 i Sverige

Drönarverksamhet indelas i tre kategorier: Öppen, specifik och certifierad.

Drönarlogistik faller under antingen specifika eller certifierade kategorin.

- Specifika kategorin täcker största delen av logistikuppdragen.
- Certifierade kategorin krävs vid:
 - Flygning av drönare större än 3 m vingspann eller över folksamlingar.
 - Persontransport.
 - Transport av farligt gods, så som smittat blod eller radioaktivt material, som kan innebära hög risk för personer vid en olycka.

Flygning i den specifika eller certifierade kategorin kräver alltid tillstånd från behörig myndighet (Transportstyrelsen).

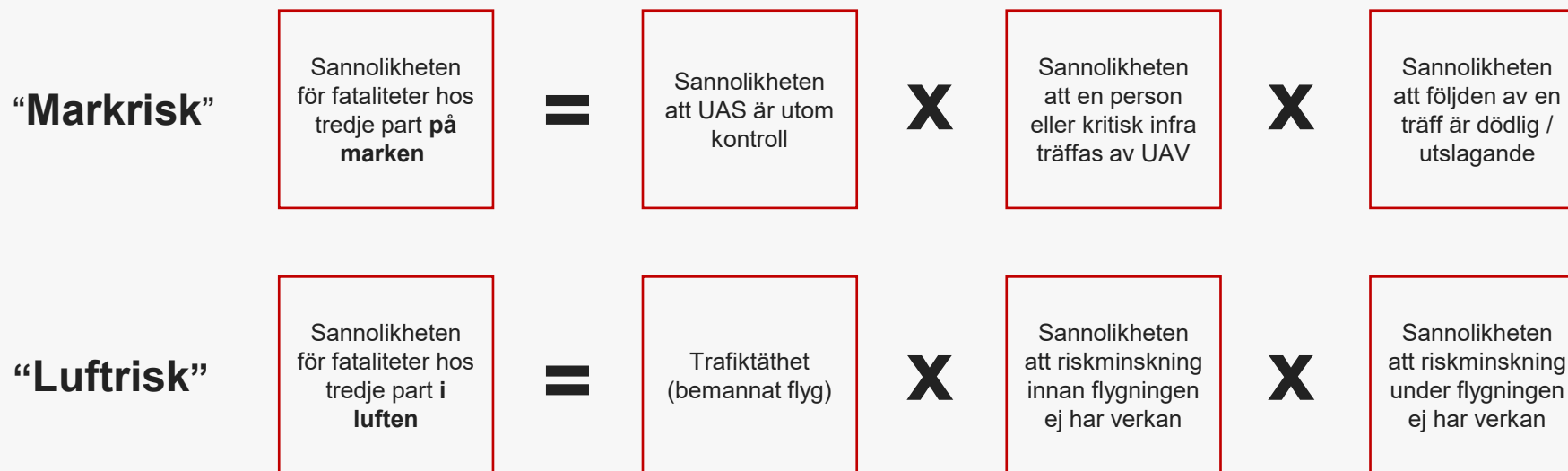
- Regelverket för operationer inom riskkategorier SAIL 5 & 6 i den specifika kategorin och för certifierade kategorin är under utveckling under ledning av EASA.



EASA= European Aviation Safety Agency

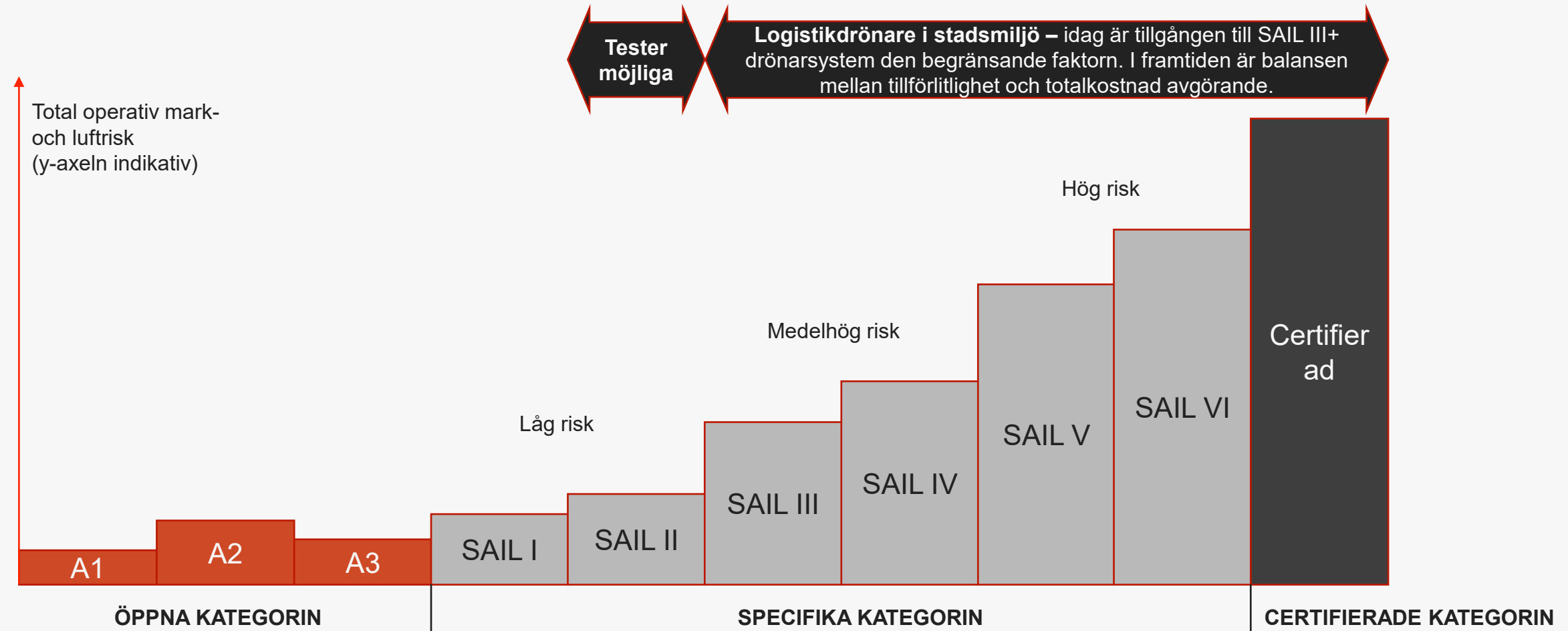
Säkerhetskravet för obemannat flyg är samma som för bemannat flyg

Målsättning: Högst en fatalitet per en miljon flygtimmar!



Källa: ICAO, EASA

EU-regelverket för drönare: Luftvärdighetskraven ökar exponentiellt med ökande operativ risk



Källa: EASA, robots.expert

Specifika och certifierade kategorin ställer olika krav på drönarsystem, operatör och pilot

Specifika

Certifierade

Drönarsystem:

- SAIL 3 & 4: Design Verifikation av EASA (luftvärdighetsacceptans knuten till en speciell typs drönaroperation).
- SAIL 5 & 6: EASA begränsat typgodkännande (*regelverk under utveckling*).

- Typgodkännande och fortsatt luftvärdighetsprocess för drönaren, delar och tilläggsutrustning.
- Myndighetsgodkännande krävs av design-, produktion- och service-/underhållsorganisation.
- Godkända krav på droneport och stödtjänster (t.ex. U-space).

Drönaroperatör:

- Operatören bör uppfylla kraven:
- SAIL 3 & 4: Extern organisation kan fastställa operatörens kompetens.
 - SAIL 5 & 6: Extern organisation måste regelbundet fastställa operatörens kompetens.

- Myndighetsgodkänd och certifierad operatör.
- Operativa krav för start och landning från droneports.

Drönarpilot:

Piloter och underhållspersonal bör uppfylla uppställda kunskapskrav; kan krävas pilotlicens.

- Flyglicens krävs av piloter och viss annan personal.

Källa: EASA, robots.expert

Specifika kategorins tillståndskrav förändras under 2023 med övergången från SORA¹ version 2.0 till version 2.5

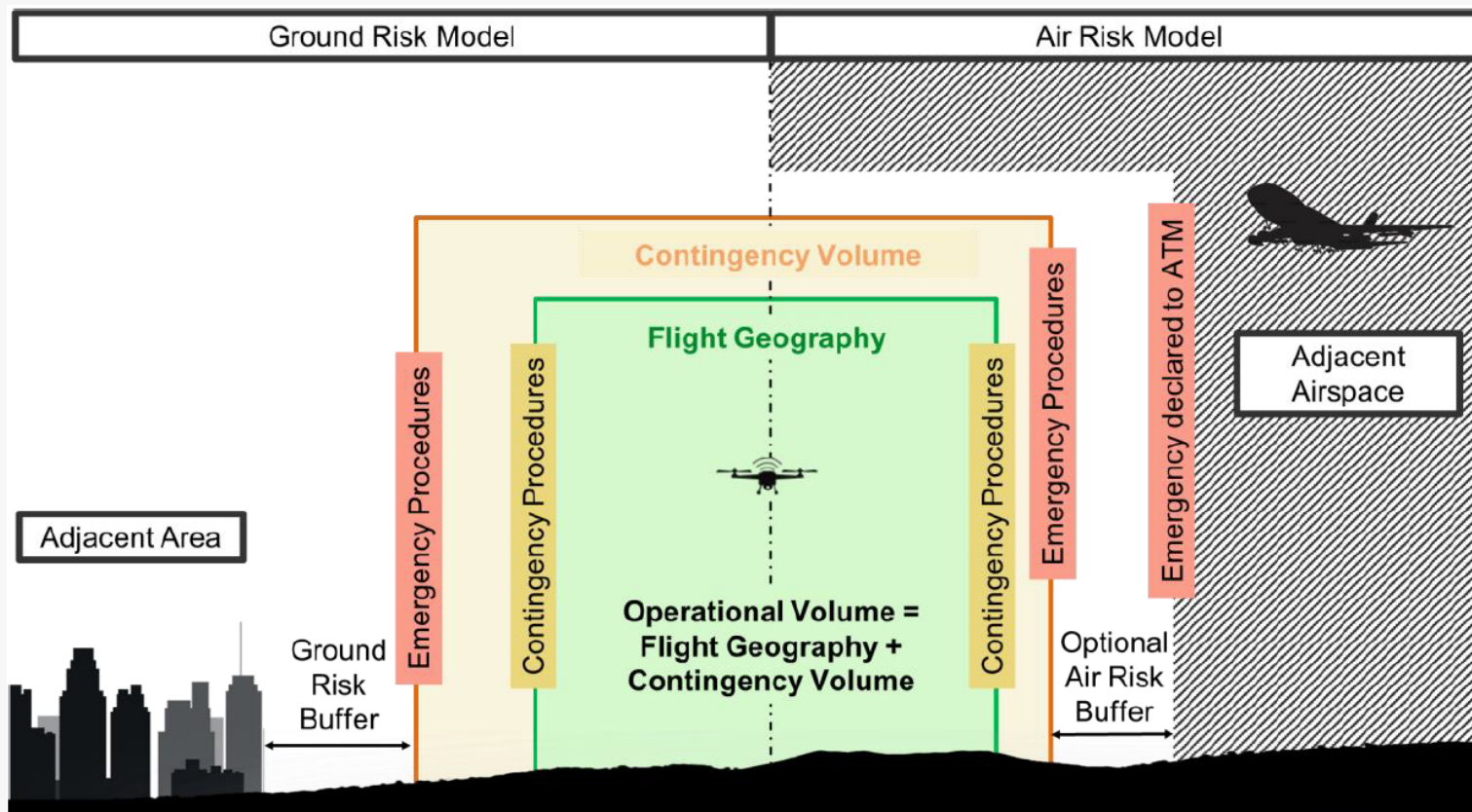
- Instruktioner för hur drönarregelverket skall tolkas publiceras av EASA i så kallade AMC/GM “Acceptable Means of Compliance and Guidance Material”. AMC/GM brukar uppdateras med ca ett års mellanrum.
- Nuvarande AMC/GM (dec-2022) bygger på riskbedömnings- och riskmitigeringsmetoden SORA som står för Specific Operation Risk Assessment. Under andra hälften av 2023 väntas SORA uppdateras från nuvarande version 2.0 till version 2.5.
- Regelverk och tillståndskrav presenteras både för SORA 2.0 och 2.5, med tyngdpunkten på 2.5, eftersom den versionen förväntas forma tillståndskraven för de närmaste åren.
- SORA är endast relevant i den specifika kategorin men ej applicerbart i den certifierade kategorin.

1. SORA = Specific Operation Risk Assessment, riskanalys- och mitigeringsmetodologi för drönaroperationer i specifika kategorier

Källa: JARUS, robots.expert;

SORA analyserar och mitigerar mark- och luftrisk separat

Markrisk:
Sannolikheten att utomstående personer **på marken** skadas eller dödas, eller att kritisk infrastruktur görs oduglig.



Luftrisk:
Sannolikheten att utomstående personer **i luften** skadas eller dödas.

SORA = Specific Operation Risk Assessment, riskanalys- och mitigeringsmetodologi för drönaroperationer i specifika kategorin

Källa: EASA, robots.expert

Luftrisken bedöms vara ARC-b för drönarlogistik inom regionen

Luftrisken är produkten av tre faktorer:

1. Trafiktätheten i området.
2. Sannolikheten att separationsåtgärder som gjorts innan flygning fallerar.
3. Sannolikheten att separations- och väjningsåtgärder under flygning fallerar.

Det finns fyra luftriskklasser: ARC-a (lägst), ARC-b, ARC-c och ARC-d (högst):

- vid ARC-a finns i praktiken ingen obehörig bemannad luftfart, t.ex. flygning inom flygrestriktionsområde.
- vid ARC-b finns låg risk att möta bemannad flygtrafik, t.ex. flygning under 50 m mer än 5 km från Bromma.
- vid ARC-c finns medelhög risk att möta bemannad flygtrafik, t.ex. flygning i okontrollerad luft ovan 150 m.
- vid ARC-d finns hög risk att möta bemannad flygtrafik, t.ex. inom inflygningsrutterna till Bromma.

Inga märkbara förändringar från SORA v2.0 till v2.5.

Källa: EASA, robots.expert

SORA v2.5 introducerar kvantitativa gränser för befolkningstätheten och höjer samtidigt kravnivån

Exempel på resultat av en SORA analys för nuvarande SORA v2.0 och kommande v2.5

Markrisk

Intrinsic UAS ground risk class				
Max UAS characteristics dimension	1 m / approx. 3 ft	3 m / approx. 10 ft	8 m / approx. 25 ft	>8 m / approx. 25 ft
Typical kinetic energy expected	< 700 J (approx. 529 ft lb)	< 34 kJ (approx. 25 000 ft lb)	< 1 084 kJ (approx. 800 000 ft lb)	> 1 084 kJ (approx. 800 000 ft lb)
Operational scenarios				
VLOS/BVLOS over a controlled ground area ³	1	2	3	4
VLOS over a sparsely populated area	2	3	4	5
BVLOS over a sparsely populated area	3	4	5	6
VLOS over a populated area	4	5	6	8
BVLOS over a populated area	5	6	8	10
VLOS over an assembly of people	7			
BVLOS over an assembly of people	8			

Markrisk

Intrinsic Ground Class Value						
Max UAS Characteristic Dimension	1 m	3 m	8 m	20 m	40 m	
Max cruise speed*	25 m/s	35 m/s	75 m/s	150 m/s	200 m/s	
Max population density [ppl/km ²]	Controlled	1	2	3	4	5
	< 25	3	4	5	6	7
	< 250	4	5	6	7	8
	< 2500	5	6	7	8	9
	< 25,000	6	7	8	9	10
	< 250,000	7	8	9	10	11
> 250,000	7	Not part of SORA				

Källa: EASA, JARUS, robots.expert

Mitigerar markrisken ytterligare:

- M2: Använder automatisk & av EASA designverifierad fallskärm (-2 poäng)

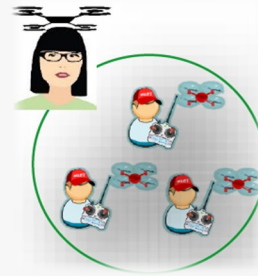
Luftrisk: Antas vara ARC-b eller ARC-c



SAIL determination				
Final GRC	Residual ARC			
	a	b	c	d
≤2	I	II	IV	VI
3	II	II	IV	VI
4	III	III	IV	VI
5	IV	IV	IV	VI
6	V	V	V	VI
7	VI	VI	VI	VI
>7	Category C operation			

Operatör- och pilotansvar

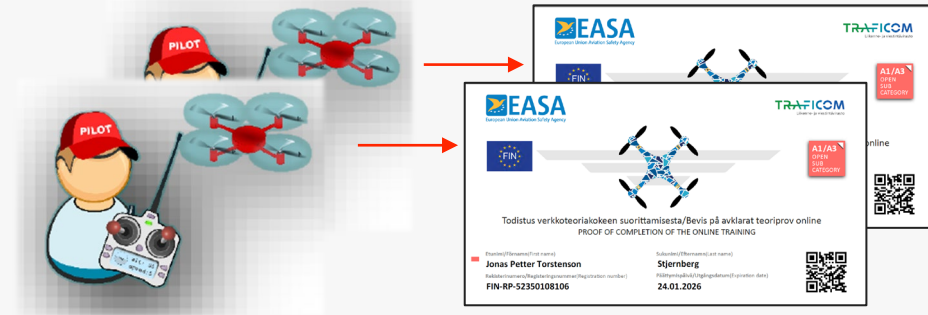
Operatör = juridisk/fysisk person som ansvarar för drönarverksamheten, som utförs av en eller flera drönapiloter



Ansvarig för:

- Utveckla operativa procedurer.
- Säkerställa effektiv radiofrekvensanvändning.
- Säkerställa lämpligt försäkringsskydd.
- Anvisa en drönapilot för varje flygning.
- Säkerställa att drönapiloten är bekant med drönarens bruksanvisning och operatörens procedurer.
- Uppdatera geo-awareness-systemet om det finns.
- Säkerställa att alla drönapiloter har erforderliga kvalifikationer.
- Märka sina drönare med operatörs-id och ställa in e-identifikation.

Drönapilot = fysisk person som ansvarar för en flygning



Ansvarig för

- Att inneha rätt kvalifikationer.
- Flygsäkerheten.
- Manskapets skick (ingen alkohol/droger, pigga).
- Känna till applicerbart regelverk.
- Följa operationsmanualen.
- Följa drönarsystemets bruksanvisning.
- Säkerställa erforderlig ansvarsförsäkring.

Källa: EASA, robots.expert

Vädret är den största begränsande externa faktorn för drönarlogistikflygningar

Risk för nedisning, kraftiga vindar, regn, dålig sikt och låga utetemperaturer är begränsande faktorer för drönarverksamhet. Risken för nedisning är den dominerande begränsningen i och omkring Stockholm, speciellt under vintern.

Farligt gods bör på 1-5 års sikt inte fraktas med drönare. Om godset utgör en risk för allmänheten vid en nödlandning, så hänvisas operationen till kategori certifierad. På 6-10 års sikt är det inte uteslutet att certifierade system som även lämpar sig för farligt gods finns på marknaden. Farligt gods är t.ex.:

- Eventuellt smittat blod.
- Vissa mediciner (kan vara beroende av transportlådans beskaffenhet).

Allmänna tillstånd eller bullerolägenheter kan komma att bli begränsande faktorer för delar av en flygrutt. En proaktiv dialog med kommuner och invånare krävs för att minska risken för civilt eller politiskt motstånd mot drönartransporter.

Källa: EASA, robots.expert

Risken för nedisning är den största begränsande väderfaktorn i Stockholmsområdet

- Risk för nedisning (icing) föreligger när:
 - Uttemperaturen är mellan -40 °C och ca $+5\text{ °C}$.
 - Det finns vattendroppar i luftmassan (större risk för nedisning ju större vattendropparna är).
- Att beräkna risken för nedisning är inte enkelt. Förstudien hade inte tillgång till historisk meteorologisk data för nedisning utan endast till data om utetemperatur och daggpunkt, som kan användas för en grov uppskattning av risken för nedisning. Därför har vi konservativt uppskattat att isbildning som skulle ha hindrat flygning hade funnits när:
 - Uttemperaturen var mellan -40 °C och $+5\text{ °C}$.
 - Skillnaden mellan utetemperatur och daggpunkt var mindre än 3 °C (m.a.o. hög luftfuktighet).
- Luftfuktighet är dock ensamt en allt för grov parameter för att beräkna risken för nedisning med hög precision. Även andra parametrar spelar in, så som den vertikala konvektionshastigheten och temperaturprofilen.
 - Erfarenhetsmässigt ger beräkningen ovan ca 3 ggr så hög risk som i verkligheten. Vi har därför konservativt använt 2/3 av den beräknade risken för nedisning i efterföljande beräkningar.

Källa: Flight In Icing Conditions Summary, Giuseppe Mingione (CIRA), Massimo Barocco (ANPAC), DGAC; A new algorithm to estimate aircraft icing in the HIRLAM model, Bernt Olofsson & al.

Ett lämpligt drönarsystem bedöms kunna flyga i Stockholmsområdet ca 76% av årets timmar

Antaganden om vädertålighet för ett lämpligt drönarsystem:

- Tillåten utetemperatur: -10 °C och +30 °C
- Tillåten regnmängd: 3 mm/h
- Maximal medelvind: 10 m/s
- Sikt minst: 500 m

Historisk data för Tullinge väderstation åren 2020-2021 har använts i analysen.

Gränser	Värde	Enhet	Procent timmar då det ej går att flyga
Nederbörd	3	mm	0,3 %
Temperatur Min,	-10	°C	1,6 %
Temperatur Max,	30		0,01 %
Vind	10	m/s	0,71 %
Sikt	500	m	2,3 %
Isbildning	1		21 %
Totalt			24 %

Källa: SMHI; Everdrone och robots.expert analys

Under vintermånaderna begränsar risken för nedisning flygmöjligheterna, speciellt på kvällar och nätter

Risk för flygförhinder pga. ogynnsamt väder:

Månad	Nederbörd	Temperatur Min,	Temperatur Max,	Vind	Sikt	Icing	Totalt 24h	06:30 -16:30	16:30- 06:30
								Totalt Normal	Totalt OB
1	0,0 %	2,5 %	0,0 %	0,2 %	1,2 %	54,2 %	55 %	49 %	57 %
2	0,1 %	9,1 %	0,0 %	2,6 %	1,8 %	36,0 %	43 %	31 %	52 %
3	0,1 %	0,1 %	0,0 %	1,2 %	1,1 %	26,8 %	28 %	16 %	35 %
4	0,0 %	0,0 %	0,0 %	3,2 %	0,1 %	16,9 %	20 %	9 %	26 %
5	0,8 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	1,5 %	15,7 %	17 %	4 %	25 %
6	0,6 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	2,9 %	1,3 %	5 %	1 %	8 %
7	0,7 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	1,7 %	0,0 %	2 %	1 %	4 %
8	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	5,0 %	1,1 %	6 %	1 %	11 %
9	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	5,1 %	8,3 %	13 %	1 %	21 %
10	0,5 %	0,0 %	0,0 %	0,2 %	4,2 %	11,9 %	15 %	5 %	22 %
11	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,9 %	1,9 %	28,1 %	29 %	24 %	37 %
12	0,0 %	7,9 %	0,0 %	0,2 %	1,2 %	50,3 %	54 %	47 %	53 %
Medeltal	0,3 %	1,6 %	0,0 %	0,7 %	2,3 %	20,9 %	24 %	16 %	29 %

Källa: SMHI; Everdrone och robots.expert analys

Övriga väderparametrar har mindre inverkan på när drönarna kan flyga

Medelvindhastigheten som drönarsystemet klarar av begränsar tillgängligheten något:

- 14 m/s: 23%
- **10 m/s: 24%** (*rekommenderad specifikation*)
- 9 m/s: 25%
- 8 m/s: 27%
- 7 m/s: 32%

Drönarsystemet bör fungera i regn:

- 0 mm/h: 30%
- 0,1 mm/h: 28%
- 1 mm/h: 25%
- **3 mm/h: 24%** (*rekommenderad specifikation*)

Drönarna bör kunna flyga i minusgrader:

- -20 °C : 23%
- **-10 °C: 24%** (*rekommenderad specifikation*)
- 0: 30%

Sikten begränsar mera sällan flygningarna:

- 0 m: 22%
- 100 m: 22%
- **500 m: 24%** (*rekommenderad specifikation*)
- 1000 m: 24%
- 3000 m: 26%
- 5000 m: 28%

Källa: SMHI; Everdrone och robots.expert analys

Förväntad servicenivå av drönarlogistiktjänster sjunker under vintern

Risken för nedisning är mycket konservativt uppskattad i gjorda beräkningar. Gjorda estimat är förmodligen ca 10%-enheter för pessimistiska när det gäller risk för nedisning, men detta bör verifieras.

- Vidare diskussioner med experter på SMHI rekommenderas för att om möjligt få tillgång till detaljerad, historisk data om risk för nedisning i Stockholm på höjd under 120 meter från mark/vatten.
- December till januari är mycket utmanande vädermässigt. Även november, februari och mars är utmanande, speciellt kvälls- och nattetid. I övrigt medför vädret endast mindre begränsningar för drönarverksamhet.
- I övrigt är det rimligt att förvänta sig att transportkapacitet alltid är tillgänglig då vädret tillåter, speciellt med tanke på att det endast sker ca 14 snabbtransporter om dagen mellan akutsjukhusen i förstudien samt MediCarrier i Spånga. Detta förutsatt att tillräckligt många drönare finns att tillgå.

Källa: Everdrone och robots.expert analys

Kostnadsanalys

Kostnadsanalysen fokuserar på drönaroperationen (möjligheter till interna effektiviseringar har inte analyserats)

Exkluderat från kostnadsanalysen:

- Modifiering av byggnader, fysiska säkerhetsbarriärer, avspärrningar etc.
 - Initial och löpande utbildning av vårdpersonal.
 - Eventuella kreditkostnader avseende finansiering av hårdvara.
-
- Kostnad för hantering av gods vid lastning/lossning har inte inkluderats. Om särskild personal måste anställas för detta påverkas det kostnaden. Idag hämtas och lämnas gods av budchauffören.
 - Analysen inkluderar inte eventuella besparingar eller effektiviseringar som ändringar i arbetsflödet för vårdpersonalen pga. drönartransporter kan medföra.
 - Kostnadsanalysen är endast indikativ och baseras på Everdrone AB och Robots Expert Finland Oy erfarenhet från branschen. Verkliga kostnader kan kraftigt avvika från analysen, beroende på drönartransport-uppdragets omfattning samt på leverantör av drönartjänsten.

Källa: Everdrone och robots.expert analys

Investerings- och driftskostnader per år vid drönarflygningar dygnet runt (olika antaganden har stor inverkan på slutsiffran)

Antaganden:

- 6 drönarsystem + droneport.
- 2 personer/arbetsskift arbetar i tre skift för att erbjuda 24/7 service med medellön 450 kr/h.
- En person sköter om hela drönaparken under kontorstid.
- Systemet opereras av en utomstående tjänsteleverantör med 40% vinstmarginal.
- Inga kostnader för t.ex. hantering av gods har uppskattats per flygning.

Källa: Everdrone och robots.expert analys

Investerings- och driftskostnader (forts.)

			'000 kr		'000 kr	'000 kr	'000 kr	'000 kr
CAPEX (investeringar)		Antal	Enhetskostnad		Totalt			
	Drönarsystem	6	2500		15 000			
	Droneport	6	500		3 000			
	Integrationskostnader, logistik	1	1500		1 500			
						19 500		
	Avskrivning per år	20 %					3 900	
OPEX (kostnader)		Antal	Kostnad/h (kr)	Pers/skift	Totalt			
	Drönaroperatörkostnad, piloter	8760	450	2	7 884			
	Drönaroperatörkostnad, servicepersonal	1760	350	1	616			
	Drönaroperatörkostnad, övrig fasta	1	300		300			
	Droneport drift (el, data, security)	6	30		180			
	Logistiksystem, drift	1	300		300			
	Trafikinformation (FR24, CIS, I.dyl)	12	20		240			
	Drönarsystem driftskostnaderna					9 520		
	Operatörens vinstmarginal	40 %				6 347		
							15 867	
								19 767

Källa: Everdrone och robots.expert analys

Kostnaden för drönartransporter är på liknande nivå som blåljustransporter utom kontorstid

Om ca 75% av nuvarande transporter kunde ske med drönare skulle ~4000 transporter ske årligen till ett medelpris av ca 4950 SEK/transport.

- Med samma investering och små skillnader i fasta kostnader, kunde volymen ökas ca 10x om varje drönare gjorde en leverans per timme ca 75% av året.
- Redan en trefaldig godsökning, skulle sänka medelpriset till ca 1650 SEK/transport.
- Som jämförelse; dagens markbundna transporter kostar ca 3,7 MSEK. Drönartransporter kan därmed, med gjorda antaganden, initialt komma att bli drygt 5 gånger dyrare än markbundna transporter.

Nuvarande markbaserade snabbtransporter	kr		'000 kr	'000 kr		
	kr/transport	Transporter/år				
Transportkostnad, Express 30M	545	2 564	1 397			
Transportkostnad, OB - Express 30M	764	2 309	1 764			
Transportkostnad, LARM	1153	334	385			
Transportkostnad, OB LARM	4453	41	181			
		5 247				3 727

Källa: Everdrone och robots.expert analys

Kostnaderna sjunker till ca hälften med 4 drönarsystem och verksamhet endast kontorstid. Priset per transport oförändrat

Antaganden

- 4 drönarsystem + droneport.
- 2 personer / arbetsskift arbetar i två skift för att erbjuda service tio timmar 06:30 – 16:30 med medellön 350kr/h.
- En person sköter om hela drönarparken under kontorstid.
- Systemet opereras av en utomstående tjänsteleverantör med 40% vinstmarginal.
- Inga kostnader har uppskattats per flygning, t.ex. hanteringskostnader av gods.

Källa: Everdrone och robots.expert analys

Kostnaderna sjunker med 4 drönarsystem (forts)

		'000 kr			'000 kr	'000 kr	'000 kr	'000 kr
CAPEX (investeringar)	Antal	Enhetskostnad		Totalt				
Drönarsystem	4	2500		10 000				
Droneport	4	500		2 000				
Integrationskostnader, logistik	1	1500		1 500				
						13 500		
Avskrivning per år	20 %						2 700	
OPEX (kostnader)	Antal	Kostnad/h (kr)	Pers/skift	Totalt				
Drönaroperatörkostnad, piloter	3650	350	2	2 555				
Drönaroperatörkostnad, servicepersonal	1760	350	1	616				
Drönaroperatörkostnad, övrig fasta	1	300		300				
Droneport drift (el, data, security)	4	30		120				
Logistiksystem, drift	1	300		300				
Trafikinformation (FR24, CIS, I.dyl)	12	20		240				
Drönarsystem driftskostnaderna						4 131		
Operatörens vinstmarginal	40 %					2 754		
							6 885	
								9 585

Om ca 75% av nuvarande transporter sker med drönare skulle ca 2200 transporter ske årligen till ett medelpris av ca 4350 kr/transport

- En trefaldig godsökning, skulle sänka medelpriset till ca 1600 kr/transport.

Källa: Everdrone och robots.expert analys

Kostnadsanalysen ger inte en tillräcklig helhetsbild för faktabaserat beslutsfattande

- Kostnadsanalysen är gjord med antagandet att **drönartransportkapaciteten endast betjänar Region Stockholm** och endast ett fåtal rutter. Mot bakgrunden av dagens snabbtransportvolym leder det till låg nyttjandegrad av systemet, vilket gör priset per transport mycket högt.
- De fasta personalkostnaderna är helt avgörande för kostnadsnivån. Beräkningarna utgår från att två dedikerade personer övervakar flygningarna. Flera drönartransportserviceproducenter har grundat egna övervakningscentraler, där **personalen delas mellan många fler operationer**, vilket tillför skalfördelar.
- Med likartad investering och fasta kostnader kunde **volymen sannolikt ökas tiofalt** (ca 40 000 transporter per år), vilket skulle innebära att varje drönare gjorde en leverans per timme 76% av året till ett medelpris under 500 kr/transport.
- Ökad tillgång till snabbtransporter erbjuder **besparingspotential inom övriga vården**. Den potentialen bör studeras och räknas med i en mer heltäckande investeringsmodell. Likaså bör eventuella ändringar i personalens arbetsflöden och dess kostnadseffekter beaktas.
- Drönarlogistik erbjuder **förutsägbara och snabbare transporter**, närhelst vädret tillåter flygningar. Det kan därför utvecklas till en av de faktorer som möjliggör besparingar inom Region Stockholm med **bättre servicenivå mot patienter, och med sänkt klimatavtryck**.

Källa: Everdrone och robots.expert analys

Andra behov av drönare för vården och Region Stockholm

Andra behov av drönare för vården och Region Stockholm

Under förstudiens gång har ett antal logistikbehov och rutter utöver de som projektet omfattar kommit upp på agendan. Dessa kan vara föremål för vidare utredning och analys:

- Transport till/från Norrtälje Sjukhus och Södertälje Sjukhus.
- Transport till/från mindre vårdinrättning, ex vårdcentraler i Stockholms skärgård eller i glesbygd.
- Transport av blod och plasma sträckan Stockholm-Visby.

Utöver logistik mellan fasta punkter möjliggör drönare också många andra samhällsnyttiga funktioner. På efterföljande sidor redogörs för fyra utvalda tillämpningar som befinner sig i olika grader av etablering på marknaden.

1. Tidig lägesbild från incidentplats.
2. Akutmedicinska leveranser.
3. Search & Rescue.
4. Inspektion av kritisk infrastruktur.

TIPS! DJI Enterprise publicerade hösten 2021 en webinarie-serie i sex delar som belyser olika aspekter av drönare för samhällsnyttiga ändamål:

enterprise-insights.dji.com/en/dji-public-safety-webinar-series

Källa: Everdrone analys

Tidig lägesbild från incidentplats

Polisen i Chula Vista (CA, USA) har sedan 2018 använt drönare för att ge tidig lägesbild över olika skadeplatser och brottsplatser när ett larmsamtal inkommer. I många fall kan drönaren nå fram till platsen avsevärt snabbare än personal på marken. Verksamheten har utökats i flera steg och finns i dag på en handfull platser i USA. Sammanräknat har över 13 000 flyguppdrag loggats (dec 2022) bara i Chula Vista. Alla drönaruppdrag redovisas i detalj på app.airdata.com/u/cvpd i syfte att bygga förtroende och acceptans hos allmänheten.

Läs mer:

chulavistaca.gov/departments/police-department/programs/uas-drone-program

Ledande aktörer:

- Cape i samarbete med Motorola (www.cape.com)
- Dronesense i samarbete med Axon (dronesense.com)
- Paladin (paladindrone.io)

I **Sverige** har ett projekt för tidig lägesbild med hjälp av drönare inletts av Västra Götalandsregionen, Karolinska Institutet, SOS Alarm och Everdrone.

Läs mer

sverigesradio.se/artikel/dronare-hjalper-till-med-lageskoll-vid-olyckor-och-brander

Källa: Everdrone analys



Bildkälla: istockphoto.com

Värdet med tidig lägesbild

- Förmåga att fatta snabbare och säkrare beslut.
- Gemensam lägesbild mellan olika blåljusorganisationer.
- Säkerhet för räddningspersonal på marken.
- Bättre info/underlag för eventuell efterföljande utredning och rättsprocess.

Akutmedicinska leveranser

Att använda drönare för leverans av akutmedicinsk utrustning har sedan 2020 prövats inom ramen för ett innovationsprojekt i Västra Götalandsregionen. Projektet är en samverkan mellan Västra Götalandsregionen, SOS Alarm, Karolinska Institutet och Everdrone. Projektet fokuserar på leverans av hjärtstartare i samband med hjärtstoppslarm. Projektet har kunnat påvisa relevanta tidsvinster och finns i skrivandets stund (dec 2022) i drift på sex platser i Sverige samt i Ålborg, Danmark. Till idag (dec 2022) har mer än 150 flyguppdrag vid skarpa larmsituationer genomförts. I december 2021 bidrog projektet till en livräddande insats så en 71-årig man i Trollhättan drabbades av ett hjärtstopp.

Det system som är i drift idag fokuserar på urbana och semiurbana miljöer och har en räckvidd på 5 km. Med fler godstyper och ett mer utvecklat regelverk kan denna typ av leveranser dock bli mycket betydelsefulla även i glesbygd.

Utöver hjärtstopp så kan denna typ av leverans ha ett stort värde vid flera andra livshotande medicinska tillstånd, t.ex. för leverans av adrenalin vid allergisk chock eller Glucagon vid lågt blodsocker hos diabetiker. Läkemedlet Naloxon för behandling vid opioidöverdos är ytterligare ett exempel.

Läs mer:

vgrfokus.se/2021/05/dronare-flyger-hjartstartare-hem-till-dorren

www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMc2200833

www.tv4.se/artikel/6Ecsz8TSNL1aLsscQE4anG/sven-drabbades-av-hjaertstopp-da-kom-droenaren-till-undsattning

Källa: Everdrone analys



Bildkälla: Everdrone

Search & Rescue

Med hjälp av drönare har blåljusorganisationer och frivilligorganisationer världen över kunnat effektivisera sina sökuppdrag efter saknade personer på ett kostnadseffektivt sätt. Även om regulatoriska utmaningar fortfarande kan skapa problem vid flygning utom synhåll när stora områden ska genomsökas så har drönare blivit ett självklart verktyg vid denna typ av insats.

Läs mer:

eena.org/knowledge-hub/press-releases/drones-case-study-airspace

www.youtube.com/watch?v=9Oiud34DYYU

enterprise-insights.dji.com/saraltitudeguide



Bildkälla: istockphoto.com

Källa: Everdrone analys

Inspektion av kritisk infrastruktur

Med hjälp av drönare har ägare av kritisk infrastruktur fått ett nytt verktyg för att spara tid, pengar samt öka säkerheten vid inspektionsarbete. Typiska objekt där inspektionsarbetet kan förenklas och göras säkrare med hjälp av drönare är kraftledning, mobilmaster, tak och broar.

I vissa fall tar drönare över inspektionsarbeten som tidigare genomförts med helikopter. I dessa fall är inte bara den ekonomiska vinningen stor, även en minskad miljöpåverkan ska beaktas, både avseende utsläpp och buller.

Det finns även tekniska drönare för invändig inspektion av skorstenar, kulvertar och andra trånga utrymmen, exempelvis Elios från [flyability.com](https://www.flyability.com).

Listan på företag som erbjuder olika typer av inspektionstjänster med drönare är lång. Nedan listas ett urval av svenska aktörer.

airpelago.com

skygraft.com

globhe.com



Bildkälla: Airpelago

Källa: Everdrone analys

Förslag till drönarlogistikvision för Region Stockholm

Förslag till drönarlogistikvision för Region Stockholm

Region Stockholms vision är att minska tidsåtgång i vården, stödja specialisering av analys- och blodtjänster samt att öka hållbarheten genom att skapa förmåga att med drönare sköta en växande del av vårdens transporter av prover, blod, plasma och mediciner.

- På 1-2 års sikt:
 - Första testflygningarna utförs mellan Danderyds sjukhus och Södersjukhuset samt mellan Södersjukhuset och Huddinge sjukhus.
- På 3-5 års sikt:
 - Reguljär drönarlogistik startar mellan ett ökat antal akutsjukhus och MediCarrier Spånga, inklusive mellan Karolinska Solna och Karolinska Huddinge. Initialt under en begränsad tid av dygnet och en begränsad tid av året. Servicegraden utökas med växande erfarenhet. Utredning av möjligheter till drönartransporter till/från andra sjukhus och vårdinrättningar påbörjas.
- På 6-10 års sikt:
 - Transporterna mellan alla akutsjukhus och MediCarrier knyts ihop av en drönarlogistiktjänst som ökar effektiviteten, säkerheten och hållbarheten i Region Stockholms sjukvård. Drönartransporter börjar succesivt även att användas till/från andra lämpliga sjukhus och vårdinrättningar inom Region Stockholm.

Rekommenderade nästa steg

Rekommenderade nästa steg

För att kunna komma igång med drönantransporter inom Region Stockholm kommer ytterligare utredningar, studier, tester mm att behövas.

Även finansiering kommer att behöva lösas och arbetet behöver ledas av en grupp engagerade och kunniga medarbetare. Samverkan med andra parter och intressenter både i närområdet samt nationellt och internationellt kommer vara en förutsättning i det fortsatta arbetet.

Nedan ges några förslag på aktiviteter som bör påbörjas i ett nästa skede:

- Skapa en trafikinformationstjänst, där alla HEMS-flygningar kan följas i realtid och som med råge täcker området i denna förstudie. Gör en förfrågan till FlightRadar24 eller OpenSky Network om data kan köpas. Undersök om Raspberry Pi + SDR lösningar¹ kan installeras i egen regi.
- Diskussion med LFV:s ansvarig för evalueringen av nedre luftrummet, Niclas Wiklander, för att i samarbete med Bromma ATS och Transportstyrelsens luftrums- och drönanansvariga undersöka möjligheterna att ändra luftrumsklassen i Bromma CTR från C till D och därmed minska skyddszonen runt Bromma från 5 km till 3 km (som man exempelvis gjort i Finland).

(Fortsätter på nästa sida)

1. T.ex. <https://flightaware.com/adsh/piaware/build/>, <https://www.flightradar24.com/build-your-own>, <https://jussiroine.com/2022/10/fun-with-raspberry-pi-building-a-flightradar24-ads-b-receiver/>

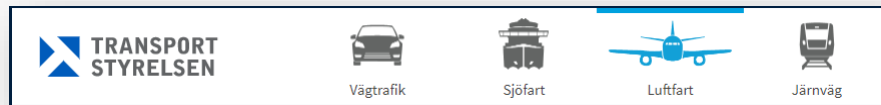
Rekommenderade nästa steg (forts)

- Tag hjälp av SMHI för att få tillgång till statistik om nedisningsförhållanden i Stockholmsregionen och uppdatera uppskattningen över flygbara timmar under året med den nya informationen.
- Utred vidare kapaciteten för drönare att operera i nedisningsförhållanden, då det är den största begränsande faktorn vädermässigt.
- Starta testflygningar via lågriskrutter (Danderyds sjukhus – Södersjukhuset, Södersjukhuset – Huddinge sjukhus) med icke-kritisk nyttolast för att skapa operativ erfarenhet.
- Eftersträva en samordning av drönarutvecklingen inom regionen, för kunskapsutbyte och för att hitta synergier. (Ex. Karolinska Institutets initiativ för akutmedicinska leveranser.)
- Genomför en fördjupad studie av möjliga interna besparingar, tidsvinster och även eventuella merkostnader som följer av drönarlogistik tjänster.
- Validera kostnadsanalysen genom direkt förfrågan till potentiella leverantörer av drönarlogistik tjänster.

BILAGA 1

Ansökningsförfarande – Tillstånd för drönarflygningar

Transportstyrelsen erbjuder information om ansökningsförfarandet på sin hemsida



Tillstånd för drönare

När du ska flyga eller bedriva verksamhet med drönare kan du behöva ansöka om tillstånd hos Transportstyrelsen. Här kan du läsa mer om vilka tillstånd som finns och när du behöver ansöka om dem.

- Drönarlogistik faller inom ramen för den specifika kategorin. Flygtillståndet kallas ”operativ auktorisation” (på engelska Operational Authorisation)
 - ”För tillstånd i den specifika kategorin [...] krävs det att en fullständig riskanalys görs för den tänkta verksamheten. Denna riskanalys kan göras genom en metodik som kallas SORA (Specific Operation Risk Assessment).
- I en SORA beskriver man
 - Verksamhetsbeskrivning – vad för typ av flygningar är det som avses och hur är det tänkt att de ska gå till?
 - 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?
- Ansökan riktas till Transportstyrelsen, som är behörig myndighet för drönartillstånd.

Källa: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/luftfart/Luftfartyg-och-luftvardighet/dronare/tillstand-for-dronare/>

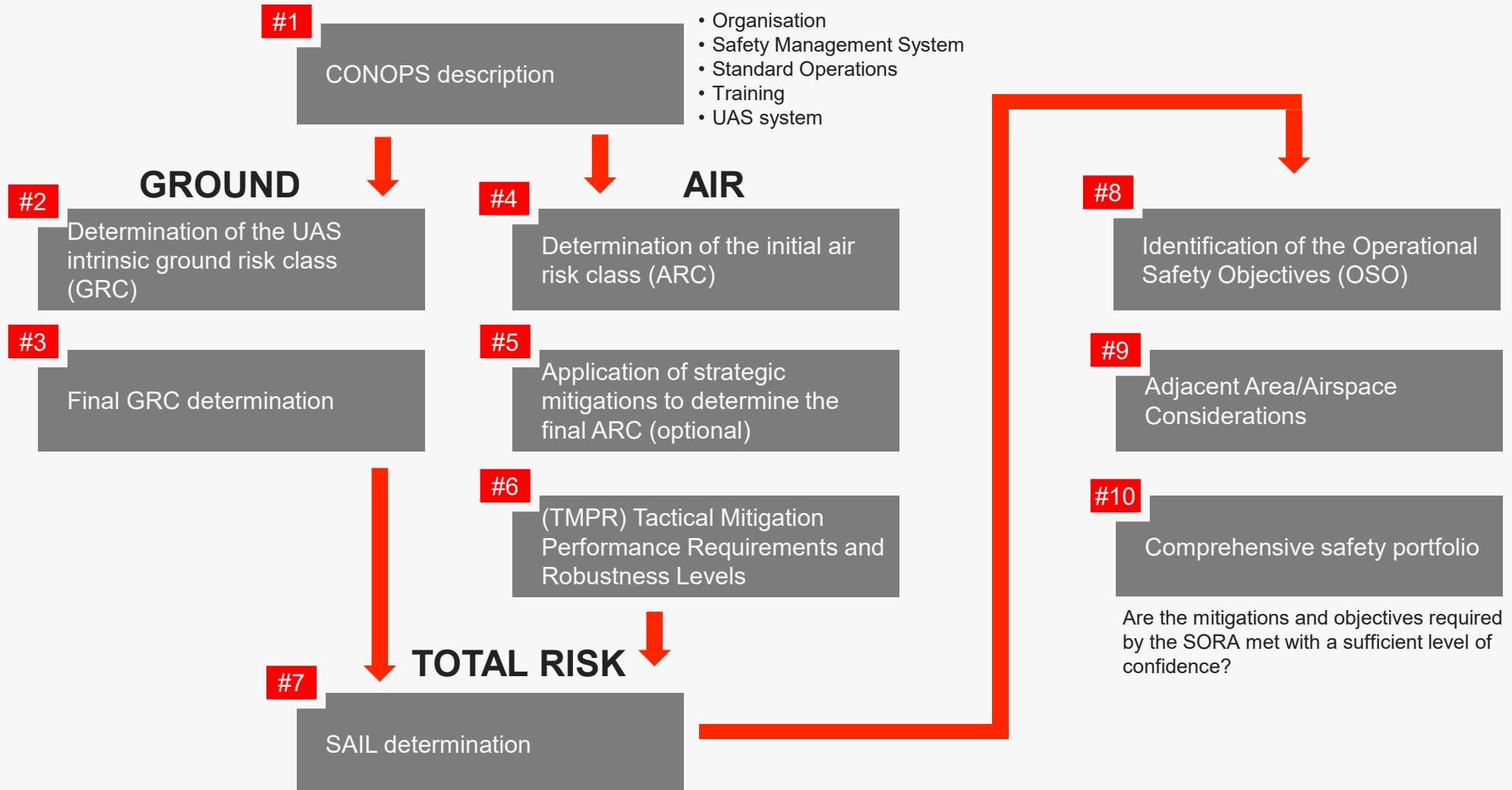
SORA finns i AMC1 Article 11 Rules for conducting an operational risk assessment i "Easy-access-rules"

- EASA regelverket för drönare är bindande för medlemsstaterna enligt (EU) 2018/1139.
- Senaste versionen är publicerad i september 2022.
- Easy-Access-Rules innehåller såväl lagtext, som förordningarna som kallas AMC (Acceptable Means of Compliance) och GM (Guidance Material).
- Easy-Access-Rules uppdateras med ca ett års mellanrum.
- SORA ansökningsförfarandet finns beskrivet i detalj i AMC1 Article 11.
- I verkligheten är regelverket komplicerat och det är att rekommendera att anlita experthjälp vid en ansökan innan kontakt med Transportstyrelsen.



Källa: EASA; robots.expert

SORA består av beskrivning av verksamheten (#1), en riskanalys (#2 - #7) och riskmitigering (#8 - #10)



En komplett SORA-ansökan består av fyra delar med bilagor

SORA DOCUMENTATION PACKAGE

PART A.1 – Operations / Organisation,
SMS, Operations, Training, ...

Operator specific

PART A.2 – Technical / UAS, Control
System, Safety features, ...

UA system specific

PART A.3 – Risk Assessment and Threat
Barriers (10 steps of SORA)

Mission type specific

Appendix – Operations Manual,
Maintenance Manual, ...

...as needed...

Appendix – Emergency Response Plan

Mission type specific, with location specific details

Källa: EASA; robots.expert

BILAGA 2

Rekommenderad kravspecifikation för drönarlogistikupphandlingar

Beskrivning av flygverksamheten

- BVLOS (flygning utom synhåll från fjärrpiloten).
- Flyghöjd under 50 m AGL inom Bromma CTR, annars under 120 m AGL.
- Operatören måste kunna hantera flera pågående flygningar simultant.
- Standardrutter upp till 33 km längd.
- Luftrisk:
 - Inom och utanför Bromma CTR i kontrollerad och okontrollerad luft.
 - Droneports i omedelbar närhet av helikopter-landningsplatser vid sjukhusen.
 - Undviker bemannat flyg inklusive HEMS helikoptrar baserat på trafikinformation i realtid.
- Markrisk:
 - Upp till 25 000 personer/km² bör kunna överflygas. Testflygningar kan dock ske med lägre markrisk.

AGL = Above Ground Level, ovan mark/vattenyta.

CTR= kontrollzon (luftrum som omger flygplats)

Kravspecifikation – UAS (1/2)

- Får lämna angiven "operational volume" + "safety buffers" högst 1 gång per 10 000 flygtimmar.
 - Drönaren bör initialt kunna flyga över områden med upp till 25 000 personer per kvadratkilometer (stora delar av Stockholms innerstad).
 - På 6-10 års sikt upp till 100 000 personer per kvadratkilometer (hela Stockholm).
- Startvikt under 25 kg.
- Marschfart över 25 m/s – men inte över 35 m/s.
- Start och landning:
 - Endast VTOL. (Vertikal start och landning)
 - Start och landning bör ske så snabbt som möjligt för att säkerställa snabb leverans.
 - Start och landning bör kunna ske till droneports oavsett vindriktning, och även i turbulens.
- Måste följa terräng för att kunna tillförlitligt flyga på under 50 m AGL
- Drönarsystemet bör ha tillgång till trafikinformation från annan luftfart och automatiskt kunna undvika kollisioner/konflikter.

Kravspecifikation – UAS (2/2)

- Vädertålighet för ett lämpligt drönarsystem bör minst vara:
 - Utetemperatur: Från -10 °C till +30 °C (ej acceptabelt med ± 0 °C till +30 °C)
 - Tillåten regnmängd: ≥ 3 mm/h
 - Medelvind: ≥ 10 m/s (inklusive vid start och landning)
 - Sikt: ≥ 500 m
- Buller på marknivå vid förbiflygning på ca 50 meters höjd : < 55 dBA.
- Lastkapacitet, minst 2 kg inklusive emballage.
 - Vibrationer acceptabla.
 - Kontrollerad temperatur krävs.
 - Under en testfas transporteras ej kritiskt gods, utan endast standardgoods som kan ersättas.
- Godshanteringslösning (lastning/lossning) bör erbjudas av drönartjänstleverantören.
- Kapacitet för systemintegration mellan drönarsystemet och Region Stockholms logistiksystem för integrerad transportbeställning och godshantering är ett plus.



EVERDRONE

