

Planeringsrapport

Autonom långdistansdrönare / Obemannat flygplan (DATX02-19-13)

Baerveldt, Niklas
nikbae@student.chalmers.se

Johansson, Algot
algotj@student.chalmers.se

Kalcic, Anthony
kalcic@student.chalmers.se

Löfving, Joel
joellof@student.chalmers.se

Teodorsson, Rikard
rikardt@student.chalmers.se

Wiberg, Henrik
henwiber@student.chalmers.se

15 februari 2019

Innehåll

1	Titel	1
2	Bakgrund	1
3	Syfte	1
4	Problem/Uppgift	1
4.1	Kommunikation till och från drönaren	1
4.2	Generalisering	2
4.3	Lyfta från marken	2
4.4	Navigation mellan olika punkter	2
4.5	Undvika hinder i flygvägen	2
4.6	Landning	2
5	Avgränsningar	2
6	Metod/Genomförande	3
6.1	Faktainhämtning och problemdefinition	3
6.2	Framtagande av kravspecifikation	3
6.3	Lösningssökning	4
6.4	Inköp av komponenter	4
6.5	Konstruktion av mjukvara	4
6.6	Tester av delsystem	4
6.7	Tester av det kompletta systemet	4
7	Samhälleliga och etiska aspekter	4
8	Tidsplan	5
	Referenser	6
A	Gantt-schema	7
B	Kravspecifikation för prototyp	10

1 Titel

Den preliminära titeln för den kommande rapporten är **"Konstruktion och implementering av autonom styrning för bevingade långdistansdrönare"**.

2 Bakgrund

Under de senare åren har marknaden sett en markant ökning i användandet och tillgängligheten av mindre flygfarkoster, så kallade drönare, både genom ökat utbud och lägre pris [1]. Drönare används både för hobbyflygning bland privatpersoner och i kommersiella syften. De kan till exempel användas för fotografering, 3D-scanning av stora byggnader och livräddningsuppdrag i svårtillgängliga områden [2]. Även ett ökande intresse för drönare inom logistik kan urskiljas [3][4][5], som både ett potentiellt effektivare och flexiblere men också ett mer miljövänligt sätt att transportera varor. Inspektion av komplexa strukturer med stora avstånd som till exempel elnät har visat sig kunna avhjälpas med drönare [6].

Med takten med vilken alla dessa användningsområden uppkommit och utvecklats kan man anta att utvecklingen och möjligheterna inte kommer att stanna där. Kommersiella drönare har vanligtvis en flygtid på max 30 minuter med en flygdistans runt en till två mil [7]. Just nu ligger många utvecklarens fokus på att öka räckvidd, hastighet och flygtid men också på att öka autonomiteten hos drönare. Ett drönarsystem som når längre på kortare tid och dessutom gör det med minsta möjliga mänskliga handpåläggning öppnar upp för ännu mer utveckling, både inom redan existerande områden men också möjligen inom nya. Detta kan, beroende på lagstiftning, potentiellt gagna kommersiella eller humanistiska syften. Möjligheterna skulle även kunna expanderas till att täcka privatpersoners användning av drönare i hobbysyften eller som en del av vardagen. I längden finns chansen att autonoma långdistansdrönare kan bistå med miljövänligare och smidigare logistiklösningar, bättre övervakning av till exempel stora värdebindande strukturer, mer effektiv hjälp vid katastrofhantering eller sök- och räddningsuppdrag, samt möjligen en mängd andra syften som ingen tänkt ut ännu.

Bättre styrsystem för drönare kan medföra stora framsteg inom globaliseringen och tryggheten för världens befolkning, men de skulle också kunna inskränka folks rättigheter och privatliv genom övervakning och liknande. Detta diskuteras vidare i sektionen *Samhälleliga och etiska aspekter*.

3 Syfte

Projektet har till syfte att skapa och implementera mjukvara för autonom styrning och långdistanskommunikation för bevingade luftfarkoster. Mjukvaran ska kunna ligga till grund för framtida utveckling och forskning som ämnar nyttja autonoma drönare.

4 Problem/Uppgift

Det övergripande problemet innefattar att utveckla autonom styrning av långdistansdrönare och ge möjlighet till ett system för kommunikation av kommandon till detta system. Detta har sedan brutits ner för att ge mindre, mer hanterliga delproblem.

4.1 Kommunikation till och från drönaren

Ett av problemen som behöver lösas är kommunikation för manuell kontroll. Detta som en extra säkerhet vid fel i den autonoma styrningen. Kommunikation behöver också upprättas på så vis

att operatör kan ge kommandon för den autonoma styrningen, och kunna motta sensordata från drönaren. Ett delproblem till detta är att kommunikationen ska kunna hanteras med ett visuellt gränssnitt för användaren. Projektet kommer till viss del undersöka hur telemetry från drönaren kan presenteras för en användare, samt hur denna användare kan beordra drönaren från en avlägsen plats.

4.2 Generalisering

Mjukvaran ska vara så pass generell att den kan användas för olika bevingade drönare.

4.3 Lyfta från marken

Flygplanet måste kunna starta själv efter kommando från operatör. Fysiskt skulle detta kunna ske med extra tillförd kraft, dock ska det reglermässigt ske autonomt.

4.4 Navigation mellan olika punkter

Under flygning ska drönaren kunna navigera mellan flera vägpunkter i en specifik ordning. Detta ska ske utan manuell kontroll från en operatör, vilket medför att drönaren kommer använda sig av olika sensorer för att balansera och färdas i rätt riktning. Listan av dessa punkter som drönaren ska traversera bör skickas från en operatör via ett trådlöst medium.

4.5 Undvika hinder i flygvägen

Ett flygplan med systemet integrerat måste på egen hand kunna undvika större stationära hinder samt fördefinierade zoner som restriktionsområden, kontrollzoner med mera. Dessa zoner ska kunna definieras av användaren både innan och under flygning. Ett annat delproblem som kan undersökas är möjligheten att undvika rörliga hinder.

4.6 Landning

Efter slutförd flygning ska drönaren landa inom ett område som har angetts av operatören. Landningen, som alla förgående delar av flygningen, ska idealiskt inte kräva manuell kontroll. Själva marksättningen ska ske kontrollerat så att drönaren inte tar skada och kan användas strax efteråt för en ny flygning, givet att batteriet inte är urladdat.

5 Avgränsningar

Att sätta specifika avgränsningar när det kommer till utformning och egenskaper av drönare i målgruppen för styrsystemet har visat sig vara invecklat. Detta då de skiftar beroende på hur stor samt vilken del som används. Till exempel, när det kommer till mjukvaran för styrning och reglering gäller det generellt att den mer abstrakta koden kan appliceras på mer godtyckligt valda drönare.

Denna problematik leder till att avgränsningen för drönare måste ske för en specificerad del av koden. Ett kodstycke skulle, till exempel, kunna väljas på tillräckligt hög nivå att styrning av motorer och kontrolltytor abstraheras bort till direkt styrning av planet. Det skulle där även kunna gå att abstrahera bort inläsning av och beräkningar på sensordata till direkt användbara värden, till exempel höjd och hastighet. Utöver det skulle kommunikationen kunna abstraheras bort till

funktioner som endast skickar och tar emot data. Detta kodstycke kan då appliceras på godtyckligt valda bevingade drönare och processorer eftersom ingen hänsyn behöver tas till hårdvaran eller aerodynamiken.

Däremot, om hela koden ska användas måste projektet avgränsas till sensorer med identiska gränssnitt och kvaliteter, motorer och servos av liknande sort samt kropp och propellrar med liknande utformning. Annars finns det en risk att kodstycket som hanterar kontrollen av servos och motorer ger en avvikande effekt eller styrsignal, medan kodstycket som hanterar inläsning av sensordata får fel värden då de är kalibrerade för annan hårdvara eller skal.

Även om mjukvaran kommer vara generell och modulär kommer viss förändring eller utbyggnad behövas om mjukvaran ska användas för andra typer av drönare eller nya sensorer. Eftersom detta projekt fokuserar sig på bevingade drönare kommer modulerna som hanterar styrreglering vara starkt bundna till denna typen av drönare.

Mjukvaran kommer endast ha stöd för sensorer som kommer anges i den slutgiltiga rapporten. Detta eftersom kommunikation och formatering av data kan skilja sig mellan sensorer. Men eftersom mjukvaran ska byggas modulärt ska detta kunna utökas utan större problem.

I projektet kommer tester av det övergripande systemet avgränsas till verkliga prototyper snarare än simuleringar. Detta då simulationer ofta ger ett resultat något avvikande från verkligheten.

Projektet ämnar inte heller undersöka eller fördjupa sig i konstruktionen av kroppen till en sådan prototyp. Detta är tidskrävande, samt att då projektets fokus snarare ligger vid att konstruera ett generellt öppet styrsystem ger friheten av utformning ingen fördel.

6 Metod/Genomförande

Även om några i projektgruppen har viss erfarenhet av ämnen relaterade till projektet tar arbetet avstamp i en bred informationssökning. Gruppen börjar med att försöka definiera problem genom olika typer av gemensam brainstorming, för att sedan låta olika individer ansvara för informations- och lösningssökning för olika delproblem var för sig.

Den generella lösningsgången som gruppen har valt kan beskrivas i följande ordning. En planering av tidsupplägget i form av ett Gantt-schema finns bifogad, se bilaga A.

6.1 Faktainhämtning och problemdefinition

Projektet inleds med en bred informationssökning, främst genom att läsa igenom gamla kandidatarbeten inom samma eller liknande områden, samt aktuell litteratur. Gruppen studerar även relevanta regelverk som kan komma att påverka projektet. Det arrangeras även här en workshop där gruppen bygger enklare modellflygplan. Tanken med workshopen är att den dels kan ses som en teambuildingaktivitet, men även att ge alla i gruppen praktisk erfarenhet av hur ett flygplans olika delar samverkar.

Med den insamlade informationen som grund definierar sedan gruppen problemet som ska undersökas och lösas.

6.2 Framtagande av kravspecifikation

I nästa steg författar gruppen en kravspecifikation, där krav och önskemål på systemet specificeras, se bilaga B. Här bestämts även testmetoder för att avgöra om kraven är uppfyllda. Kraven ställs så att de tidigare definierade problemen ska gå att lösa på ett tillfredsställande sätt, samt uppfylla eventuella lagkrav.

6.3 Lösningssökning

Här delar gruppen in sig i mindre delar och undersöker vilka olika dellösningar som finns att tillgå. Faktainhämtningen sker genom bland annat generella sökningar på internet, i Chalmers onlinebibliotek, i kurslitteratur och äldre kandidatarbeten. Gruppen ställer sedan upp en lösningssökningsmatris. Detta är en tabell där varje rad anger ett delproblem som behöver lösas och varje kolumn innehåller möjliga lösningar på motsvarande problem. De olika dellösningarna tas fram med hjälp av brainstorming i helgrupp.

Den framtagna tabellen används sedan för att hitta olika sätt att kombinera dellösningarna till en komplett produkt. Gruppen har som förhoppning att matrisen på ett överskådligt sätt ska göra det möjligt att hitta synergier mellan de olika dellösningarna, och på så sätt hitta en optimal helhetslösning.

6.4 Inköp av komponenter

När de olika dellösningarna är specificerade kan gruppen köpa in material och komponenter. På grund av ett stort utbud, och generellt lägre priser, kommer dessa främst att beställas från olika leverantörer på internet. Vid val av komponenter kommer pris och leveranstid att tas i beaktning.

6.5 Konstruktion av mjukvara

I samband med att komponenterna beställs kan gruppen börja specificera strukturen på mjukvaran. Här bestäms t.ex. hur information ska kommuniceras mellan olika funktioner och komponenter. Efter detta kan varje liten del av mjukvaran börja utvecklas, vilket kommer att fortgå under resten av projektet.

6.6 Tester av delsystem

När gruppen tror sig ha fungerande mjuk- och hårdvara för de olika dellösningarna bör varje delsystem testas så att det, i den mån det är möjligt, uppfyller kraven från den tidigare författade kravspecifikationen. Om ett krav inte uppfylls går gruppen tillbaka och undersöker potentiella förbättringar och ändringar.

6.7 Tester av det kompletta systemet

Olika delsystem testas på prototypen när de anses kunna uppfylla sina krav, och när tillräckligt många andra delsystem fungerar för att de ska kunna ge ett mätbart resultat när de testas tillsammans. Därefter byggs prototypen ut med successivt fler funktioner och delar allteftersom projektet fortskrider, och funktioner och delar testas iterativt och görs om för att anpassas till varandra.

Som ett sista steg summeras resultaten från de olika testerna och jämförs med kravspecifikationen. Detta för att kontrollera vilka krav och önskemål som uppnåtts. Summeringen ligger sedan till grund vid bedömning av hur väl projektet har lyckats med sina målsättningar.

7 Samhälleliga och etiska aspekter

De samhälleliga och etiska aspekter som är relevanta för projektet är att inte kränka andras identitet, samt att inte vara en fara för människor, djur eller egendom. Dessa aspekter är relevanta då gruppen kan komma att använda kameror vilket kan ge intrycket av övervakande aktiviteter

när drönaren är i luften och därmed göra folk obekväma. Det finns även en risk att drönaren, som resultat av systemfel eller annat, kolliderar med och skadar människor och egendom.

Dessa risker ska förstås beaktas och åtgärder ska vidtas för att minimera dem under implementeringen. Den lösning som anses enklast och mest realistisk är att se till att drönaren undviker områden som är utpekade av användaren. Operatören ska även kunna ta manuell kontroll över drönaren genom att styra den som ett vanligt radiostyrt flygplan med en rc-controller. Dessa lösningar bör ge användaren möjlighet att ta hänsyn till de etiska aspekterna vid flygning av drönaren under utvecklingen.

Det sannolika resultatet av projektet är en autonom långdistansdrönare som kan flyga till olika, av användaren utsatta, vägpunkter. En sådan drönare har naturligtvis en rad olika applikationer, både negativa och positiva, ur ett etiskt perspektiv.

Om en kamera fästs på drönaren blir den ett effektivt verktyg med många olika användningsområden som exempelvis övervakning, inspektion eller sökning. Övervakning och inspektion av infrastruktur som kraftledningar och staket är exempel på nyttiga tillämpningar av en sådan drönare. En annan tillämpning är sökning efter försvunna människor, bortsprungna djur eller stulen egendom. Det finns naturligtvis även en mörk sida av dessa användningar; övervakning som upplevs kränkande av privatpersoner och sökning efter människor i syfte att frihetsberöva eller skada dem är exempel på oetiska tillämpningar av en sådan drönare.

En sådan drönare skulle även kunna användas vid frakt av gods. Detta kan användas av företag för en rad olika logistiska ändamål. Ett exempel är billig frakt av gods direkt till kundens hem. Det finns även klara oetiska användningsområden. Anonymiteten som en autonom drönare medför kommer göra den till en lågriskabel lösning vid smuglingsaktiviteter.

Anonymiteten som en autonom drönare medför kan vara den, ur etisk synpunkt, allvarligaste nackdelen. Det är inte svårt att föreställa sig att drönare skulle kunna användas av moraliskt tveklaktiga aktörer för att utföra grova brott med relativt liten risk att bestraffas för dessa.

En autonom drönare har alltså potential att användas i många olika syften, av mer eller mindre etisk karaktär. De ovan nämnda tillämpningarna av en autonom drönare kommer sannolikt inte att ha någon nämnvärd påverkan på människors liv, då det mesta som kan utföras med en autonom drönare även skulle kunna utföras med befintliga drönarmodeller. Den tillämpning som kan tänkas ha mest påverkan på människor är användningen av den autonoma drönaren i logistiskt syfte, exempelvis hemleveranser. Detta kan vara en lösning som konkurrerar med de som jobbar med detta, då en leveranslösning med autonoma drönare kan vara billigare än att anställa människor.

Gruppen väljer dock att genomföra projektet då eventuella nackdelar som det kan leda till anses vägas upp av den potentiella samhällsnyttan.

8 Tidsplan

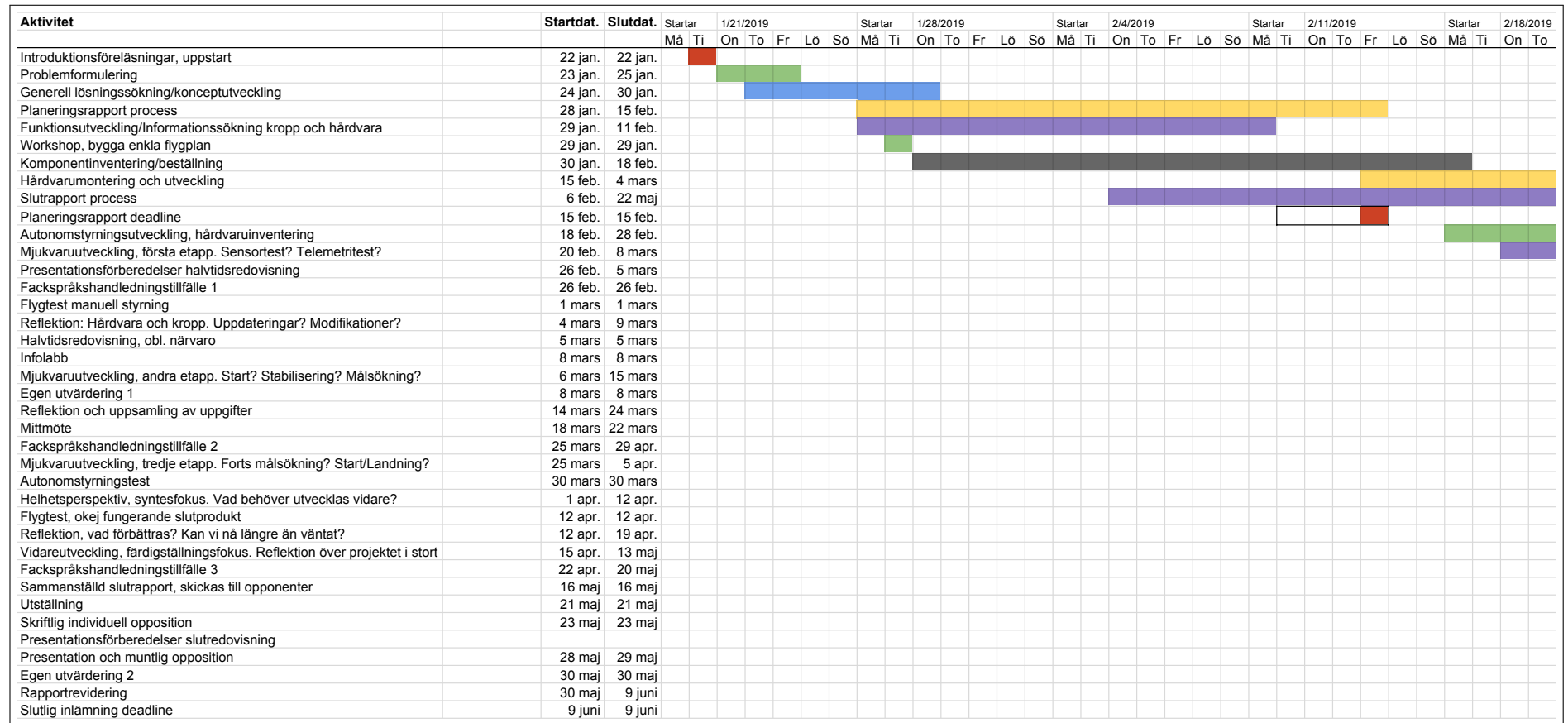
Ett GANTT-schema med en ungefärlig plan över hur arbetet ska fördelas och genomföras har skapats, se bilaga A. Inför varje deadline har goda marginaler planerats in för att ge rum åt eventuella oförutsedda händelser samt finslipning av delarna.

De rader som skildrar någon form av reflektion ämnar göra det mer organiserat och fokuserat än den generella reflektion som sker löpande under projektets gång. Till exempel efter att en ny funktion har testats. I övrigt tillämpas alltså reflektion genomgående i varje steg av projektet, även om det inte framgår lika tydligt av tidsplanen.

Referenser

- [1] Dan Segerson, Sveriges Radio. (2015). Explosionsartad ökning av drönare, URL: <https://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=91&artikel=6259792> (hämtad 2019-02-02).
- [2] Drönarcentralen. (2019). Vad är en drönare?, URL: <http://xn--drnarcentralen-wpb.se/kunskapsbanken/vad-ar-en-dronare/> (hämtad 2019-02-02).
- [3] Intelligent Logistik. (2016). Amazon tar patent på ”fågelholkar” för drönare, URL: <http://intelligentlogistik.com/nyhetsflode/itteknik/amazon-tar-patent-pa-fagelholkar-for-dronare/> (hämtad 2019-02-02).
- [4] Buzzter. (2018). 1000-tals drönare ska lösa JDS logistik, URL: <https://buzzter.se/spaning/1000-tals-dronare-ska-losa-jds-logistik/> (hämtad 2019-02-02).
- [5] Miljönytta. (2015). Drönare hittar nya transportvägar, URL: <https://miljonytta.se/framtid/dronare-hittar-nya-transportvagar/> (hämtad 2019-02-02).
- [6] Droneify. (2019). Inspektion med drönare, URL: <https://www.droneify.se/inspektion/> (hämtad 2019-02-02).
- [7] DJI. (2019). Phantom 4 Pro V2.0, URL: <https://store.dji.com/product/phantom-4-pro-v2> (hämtad 2019-02-08).

A Gantt-schema



Figur 1: Första delen av gruppens Gantt-schema

Figur 3: Tredje delen av gruppens Gantt-schema

B Kravspecifikation för prototyp

Tabell 1: Kravspecifikation

<i>Benämning</i>	<i>Krav</i>	<i>Önskemål</i>	<i>Testas hur?</i>
Prestanda			
Noggrannhet vid följning av givna punkter i horisontalplanet	15 m	2 m	Flygtest
Noggrannhet vid följning av givna höjder över given referensnivå	10 m	2 m	Flygtest
Min. flygtid	20 min	60 min	Flygtest/tidtagning
Hastighet genom luften	35 km/h	60 km/h	Flygtest
Stanna efter autonom landning på max. avstånd från angiven punkt	20 m	5 m	Flygtest
Starta autonomt (Reglermässigt)	Ja	Ja	Flygtest
Min. meteorologisk sikt som ska gå att flyga i	5 km	2 km	Flygtest vid olika väder
Max. vindhastighet som ska gå att flyga i	5 m/s	10 m/s	Flygtest vid olika väder
Ska landa på så vis att drönaren inte tar skada, och kan användas direkt	Ja		Flygtest
Utformning			
Maxvikt	7 kg		Vägning
Etikett med kontaktuppgifter fäst på drönaren	Ja		Visuell kontroll
Enkelt användargränssnitt	Nej	Ja	Bedömning från utomstående
Säkerhet			
Return-to-home-funktion	Nej	Ja	Flygtest
System för kontinuerlig feldiagnostik	Nej	Ja	Test med simulerade fel
Funktioner			
Undvika större stationära hinder i dess flygväg	Ja		Flygtest
Undvika rörliga hinder i dess flygväg	Nej	Ja	Flygtest
Undvika fördefinierade områden, t.ex. kontrollzoner, restriktionsområden med mera	Ja		Flygtest
Autonomt kunna följa en definierad flygväg	Ja		Flygtest
Möjlighet att styra manuellt	Ja		Test under flygning och på marken
Skicka telemetri (t.ex. pos. och status) till användare	Ja		Test av delsystem under flygning och på marken
Spara ner sensorvärden och reglerdata lokalt, som kan analyseras efter flygning	Nej	Ja	Test av delsystem på marken
Möjlighet att uppdatera flygväg och områden att undvika under pågående flygning	Nej	Ja	Flygtest
Möjlighet att cirkulera runt en vägpunkt	Nej	Ja	Test under flygning