Hotet från drönare i ett skymningsläge

av Michael Winberg

Résumé

There are annual reports of various remotely piloted vehicles near critical infrastructure in Sweden. Non-conformity reports presented by the Swedish Aviation Administration indicate that remotely piloted vehicles that maintain themselves near airports are a real threat from an aviation safety and security perspective. The alarms at Arlanda and their impact on air traffic show the significant consequences the presence or suspected presence of drones can have. This article aims to create an overview of the threat as it may look "here and now" based on developments in Ukraine and the civilian market where various commercially available solutions can be used for security-threatening activities against the Swedish total defence.

KRIGET I UKRAINA har kommit att förknippas i hög grad med användandet av fjärrstyrda farkoster inom samtliga fysiska domäner. Ett område som behöver belysas särskilt är hotet mot flygplatser och flygbaser. I mars 2023 visade belarusiska partisaner hur de lyckades flyga in på en belarusisk flygbas och landa en kommersiell drönare på en rysk A-50. I senare filmklipp visades hur plattformen även utsattes för en luftburen sprängladdning med oklar verkan.[1] Attacken är en i raden av flera mot såväl ryska som ukrainska flygbaser med olika typer av fjärrstyrda farkoster som genomförts under 2023 och 2024.

I Sverige förekommer det årligen rapporter om olika former av fjärrstyrda farkoster nära samhällskritisk infrastruktur. Avvikelserapporter presenterade av Luftfartsverket pekar på att fjärrstyrda farkoster som upprätthåller sig invid flygplatser är ett reellt hot ur såväl ett flygsäkerhets- som säkerhetsskyddsperspektiv.[2] Larmen vid Arlanda och dessas påverkan på flygtrafiken visar på hur stora konsekvenser förekomsten eller misstanke om närvaro av drönare kan få.[3]

Attacken mot den ryska A-50:n och incidenterna vid Arlanda visar på hur sårbara flygbaser och flygplan kan vara i såväl ett normalläge som i krig, även om flygplatsen ligger i ett "bakre läge". Det råder ingen tvekan om att det övergripande hotet från drönare har drivit på utvecklingen kring och införandet av olika detektions- och motmedelssystem, det vill säga "Counter Unmanned Aerial System" (C-UAS). Vad som däremot saknas är en generell hotbeskrivning som är lättillgänglig för totalförsvarets alla delar och som kan användas som stöd vid exempelvis säkerhetsskyddsplanering eller övningsplanering. Förlusten av såväl flygplan som tillgång till landningsbanor, om än temporärt, utgör ett hot mot totalförsvarets förmåga. Därav utgör drönare ett hot som behöver hanteras vid samtliga platser där såväl Försvarsmakten som civila myndigheter verkar i hela konfliktskalan.

Den här artikeln avser att skapa en översiktsbild av hotet som det kan se ut "här och

nu" baserat på utvecklingen i Ukraina och på den civila marknaden, där olika kommersiellt tillgängliga lösningar kan användas för säkerhetshotande verksamhet mot det svenska totalförsvaret.

Hur används kommersiella produkter idag?

Tidigt i Ukraina fick civila produkter som DJI Mavic en framträdande roll. I likhet med konflikten i Syrien nyttjades drönare för såväl spaning som utsläpp av olika former av granater mot marktrupp. Utvecklingen innebar en successivt ökad laddningsvikt och med den höga frekvensen av användning ökade även antalet förluster av fjärrstyrda farkoster. Ukrainska enheter gick över till att mer frekvent använda så kallade "racingdrönare" med "first person view"-headset (FPV).[4] Därefter har FPV seglat upp som en av de vanligast förekommande farkosttyperna i Ukraina. Det finns uppskattningar om att upp mot 20 000 FPV-farkoster förbrukas varje månad.[5] Det finns rimligtvis ett mörkertal i form av misslyckade attacker eller attacker som inte dokumenteras. Oaktat tyder användningsgraden på att enkelheten i att anskaffa och bygga FPV-farkoster bidrar till att de nyttjas i hög utsträckning.

Plattformar likt DJI Mavic har tilldelats en tydlig understödsroll till FPV, även om en Mavic givetvis kan användas för att släppa olika former av granater. Vanligtvis rör det sig om spaning och invisning mot mål på marken. Det förekommer exempel på drönare som används som relästationer samt som en form av moderskepp som bär FPV-farkoster för utökad räckvidd. Det finns även fall där farkoster försetts med enklare åtelkameror och som med hjälp av ett SIM-kort kopplar upp sig på telefonnätet för att skicka SMS och MMS när trupp rör sig i närheten.[6] Dessa farkoster har målats så att de smälter in i omgivningen där de placeras. Modus är troligtvis att de flygs in där man misstänker att truppförflyttningar sker (exempelvis vid stråk eller mindre vägar). Sen får farkosten helt enkelt stå på platsen tills åtelkamerans batteri tar slut.

Vid granskning av publicerade videosekvenser under 2023 och 2024, där höjd över marken framgår i sensorbilden, går det att urskilja vissa mönster över hur de olika farkosttyperna används. Tillgängliga data tyder på att inhämtning med farkoster som DJI Mavic vanligtvis sker i höjdskiktet 150 till 400 meter medan FPV vanligtvis flyger mellan 20 och 120 meter över marken men har setts flyga på betydligt högre höjd än så. Om verkan sker med drönare (exempelvis genom fällning av last) genomförs detta genom att hovra ovanför målet på en höjd mellan 30 och 100 meter. Den betydligt lägre höjden beror på faktorer som att en handgranat behöver hinna nå marken innan den detonerar och att omgivande faktorer såsom vind påverkar träffsäkerheten på hög höjd.

Val av modell kan påverka vår respons

DJI Mavic 2 och 3 får anses fortsatt vara de vanligaste modellerna som används idag. Detta tack vare modellernas, förhållandevis, låga kostnad och användarvänlighet. Samtidigt är det troligtvis också de modeller som förknippas mest med främmande makt och som skapar misstänksamhet när de observeras i närheten av militär verksamhet. Modeller likt DJI Mini har i Ukraina avfärdats på grund av sin korta räckvidd, plattformen har däremot troligtvis en större roll att spela i ett skymningsscenario tillsammans med produkter som DJI Flip, Avanta och Neo vilka alla är små, lätta system som kan förvaras i en jackficka eller mindre handväska. Ett eventuellt nyttjande av modeller

snarlika Parrot Anafi (d v s UAV06) eller mer ”leksaksaktiga” modeller likt Hubsan skulle kunna innebära att ett agerande från svensk personal fördröjs.

En växande marknad med ett ökat intresse bland allmänheten för att flyga den här typen av farkoster innebär också en trolig ökning av falskvarningar. Vilket i sin tur kan påverka benägenheten att rapportera och agera på upptäckta farkoster beroende på i vilken omgivning observationen sker.

Det är möjligt att skjuta ner en flygande plattform, utmaningen ligger i att bedöma avstånd till målet utifrån den ofta ringa storleken (mellan 25 och 40 cm i diameter) mot en himmel utan referenspunkter. Detta tillsammans med omgivande verksamhet medför att kinetisk verkan innebär en risktagning. Därmed inte sagt att bekämpning med finkalibriga vapen är omöjligt. Det finns flertalet exempel där skyttar med såväl hagelgevär som automatkarbiner lyckats skjuta ner såväl hovrande som attackerande drönare. Risken för tredje part i normalläget vid nyttjandet av aktiv störning på eller i nära anslutning till en flygplats medför också vissa begränsningar som behöver hanteras.

Prestanda – möjligheter och begränsningar

Generellt är de kommersiella farkosterna likvärdiga med varandra vad gäller räckvidd och flygtid. Samtliga system drivs med batteri vilket, tillsammans med val av sändarplats och möjligheten till radiomässig ”Line of Sight” mot farkosten, blir gränssättande för räckvidden. Samtidigt har systemen tillgång till sensorer med såväl optisk som digital zoom vilket medför att de kan, under gynnsamma väderförhållanden, observera och detektera mål på enstaka kilometer.[7]

EU införde 2020 bestämmelser som anger att civila drönarförare får som högst flyga 120 meter ovanför marken. Detta är i sig inget hinder för att få en kommersiell farkost likt DJI Mavic att flyga högre om operatören så önskar genom att modifiera mjukvaran eller använda äldre farkoster.[8] Genom att nyttja en ”hemmabyggd” FPV har man också möjlighet att komma runt begränsningen och kunna flyga utan begränsning i höjd. Nyttjandet av öppen källkod och öppen arkitektur tillsammans med 3D-skrivare har inneburit att FPV kommit att mer och mer efterliknade quadcoptrar från tillverkare som DJI och Autel.

Däremot kommer den tekniska prestandan och informationsbehovet att påverka på vilka avstånd samt på vilka höjder inhämtning kan ske. Om en operatör behöver observera ett objekt från sidan behöver inhämtning ske i en vinkel mellan 20 och 45 grader mot målet. Det innebär att en farkost som flyger på 120 meters höjd kan befinna sig mellan 170 och 350 meter ifrån sitt mål. Flyger farkosten på 300 meters höjd ökar avståndet till över 800 meter.[9] Detaljnivån i sensorbilden beror på vilken upplösning och zoom plattformen har. Således innebär det utökade avståndet inte nödvändigtvis att inhämtningen kan ske enligt önskan.

Nyttjandet av mindre plattformar, likt DJI Mini eller Hubsan H501S, innebär att såväl räckvidd som sensorkvalitet nedgår något. Med lanseringen av DJI Mini 4k är däremot sensorbilden så pass god att det inte går att avfärda förmågan hos mindre plattformar. Optisk upptäckt försvåras avsevärt när farkosten är liten. Räckvidder för FPV varierar kraftigt beroende på ingående delar och antennlösning. En riktantenn möjliggör längre räckvidder. Idag finns alla beståndsdelar att köpa på den civila marknaden för att bygga enklare, portabla, antenner som snabbt kan upprättas och ge operatören utökad räckvidd även i skog.

Nyttjandet av termiska sensorer har inte bara medfört att olika farkoster kan användas även under dygnets mörka timmar. Det är även möjligt att upptäcka objekt vars värmesignatur skiljer sig markant från omgivningen. Även detta kan ske på flera kilometers avstånd beroende på det observerade objektets storlek. Sensorerna är oftast okylda vilket påverkar prestandan när temperaturskillnaderna mellan varmt och kallt blir enbart ett fåtal grader.

Den maximala flygtiden innebär att en operatör som befinner sig långt ifrån sitt inhämtningsområde kommer ha begränsad flygtid för inhämtning. Del av tid kommer att behöva användas för flygning till och från området. Idag är 30 till 40 minuter att anse som lång flygtid för en civil farkost. Även om en farkost kan förflytta sig flera kilometer på några minuter kommer varje manöver att innebära att energi förbrukas, i synnerhet när det sker förflyttning i höjdled. Med lite vind kan det innebära att 30 minuters flygtid relativt omgående blir 20 minuter då mindre system är vindkänsliga och behöver kompensera betydligt mer för att behålla stabilitet än stora system. För operatören innebär detta att exempelvis inhämtningen behöver vara systematisk för att kunna täcka ett inhämtningsområde och att flera flygningar kan behövas vilket ökar risken för upptäckt. Det är av vikt att förstå de här förutsättningarna för mindre system för att kunna planera och avdela resurser i rätt mängd samt i rätt riktning.

En ökad tillgänglighet på 3D-skrivare har inneburit att både ukrainska och ryska frivilliga numera löpande kan tillverka grundstommen till FPV-farkoster som ett komplement till de delar som köps in via internet.

Oftast är videolänken mellan farkost och mottagare okrypterad och analog; således är det möjligt att fånga upp videoflödet med hjälp av en egen mottagare och därmed se vad operatören tittar på. Det förekommer flera exempel från Ukraina där videoflödet har nyttjats för att avslöja farkostens position samt att utvärdera vilken effekt störningen har. Utvecklingen just nu pekar däremot på att digital videoöverföring kan komma att bli mer vanlig, vilket medför att det kommer att krävas annan utrustning för att kunna fånga upp videoflöden. Övergången till digital videolänk medför också att bilden kommer att bli mer högupplöst samtidigt som att överföringen blir mer känslig för databortfall (störning).

En ökad tillgänglighet på 3D-skrivare har inneburit att både ukrainska och ryska frivilliga numera löpande kan tillverka grundstommen till FPV-farkoster som ett komplement till de delar som köps in via internet. Tillgången på 3D-skrivare har även medfört olika former av fällmekanismer specialanpassade för de ammunitionstyper som finns tillgängliga i ett specifikt område. Vidare har även noterats att det förekommer egentillverkade batterilösningar.

Modifiering av system

Utvecklingen i Ukraina har gett vid handen att mjukvaran i kommersiella system kan modifieras för att komma runt problem som geofencing[10] och höjdbegränsningar. Modifierad mjukvara sprids sen via molnlösningar, meddelandeappar eller normal postgång. Förekomsten av olika former av C-UAS-system har drivit på utvecklingen där drönarenheter lokalt programmerar om FPV-plattformar så att frekvenserna ligger utanför ordinarie frekvensband. Även de

kommersiella tillverkarna har börjat producera moduler som möjliggör nyttjandet av flera telemetrifrekvenser samtidigt. Således kan en farkost med mindre modifieringar undgå, eller åtminstone minska, effekten av störning. Ukrainska enheter har framgångsrikt nyttjat den kommersiella tjänsten Starlink på större plattformar[11] för att kringgå störning av de vanligaste frekvenserna. De frekvensband som operatörerna idag inte kan modifiera är frekvenserna som används för GNSS. Däremot finns mjukvaruuppdateringar att ladda hem som möjliggör för operatören att genom en knapptryckning på handkontrollen stänga av GPS-funktionen på sin farkost vid behov. Detta till trots förefaller de kommersiella farkosterna fortsatt kunna bekämpas effektivt med GNSS-störning.

För att utöka räckvidden förekommer modifieringar där extrabatteri monteras på farkosten samt att vissa farkoster förses med extra antenner för att fungera som relästation för styr- och videosignaler till andra farkoster i närheten. Det förekommer även uppgifter om att farkoster modifieras med nya typer av propellerblad som minskar den akustiska signaturen. Allmänt finns det en uppsjö av olika propellertyper på marknaden som skapar olika möjligheter beroende på vad operatören vill göra.

Tillgängligheten på termiska sensorer, trots relativt höga inköpskostnader, har ökat vilket även har medfört att allt fler FPV-system även kan flyga under mörkrets timmar för att lokalisera sina mål. Även för de kommersiella systemen fortsätter utvecklingen och numera sägs bland annat den kinesiska tillverkaren DJI kunna erbjuda termiska sensorer med en signifikant högre upplösning än andra system.[12] Utvecklingen i Ukraina har även inneburit att flera FPV-plattformar börjar bära dubbla sensortyper samt sensorer som kan styras i vertikalled av operatören. I takt med att automatisk måldetektering och följning blir vanligare är det troligt att även mer avancerade kardanlösningar[13] blir vanligare. Vidare har såväl ryska som ukrainska frivilliga utvecklat mjukvara som möjliggör att detektera och följa objekt.[14]

Olika former av vapensystem

Den vanligaste verkanslasten för fjärrstyrda plattformar i Ukraina är någon form av sprängladdning. Det förekommer dock även andra typer av laster som nyttjas för olika syften. Även FPV har använts för att släppa granater mot upptäckta mål för att därefter återgå till operatören. Farkosten i sig används även som verkansdel för att ramma andra upptäckta fientliga farkoster. Olika typer av brandbomber som brinner med olika former av intensitet har nyttjats för att släppas mot mål med undermåligt brandskydd. Farkoster har använts för att släppa olika former av tårgasgranater eller tårgasfacklor mot exempelvis värn och byggnader.

Även om olika former av anslagständare/-brytare är vanliga förekommer det även exempel där operatören själv kan trigga sprängladdningen. Det förekommer tekniska lösningar där en plastbricka används för att säkra och osäkra sprängladdningar, medan det i andra fall är en inställning som görs via operatörens handkontroll. I enskilda fall har det rapporterats om att vissa farkoster har en tidsinställd autodestruktion eller är försåtminerade.

Det förekommer exempel där fjärrstyrda farkoster använts för att släppa olika former av radiosändare, antingen som vilseledning eller för inhämtning. Enstaka ryska källor har påstått att ukrainska plattformar även släpper IR-fyrar under dagtid på ryska ställningar för att underlätta bekämpning i mörker. Det förekommer även att luftburna farkoster används för att minera mindre områden med personminor i olika former. Därutöver har det under 2024 förekommit att såväl ukrainska som ryska farkoster

släppt fotanglar på vägar för att punktera däcken på hjulfordon, för att därefter följa upp med bekämpning.

Fällanordningar, till exempelvis DJI Mavic, går att köpa via sajter som Amazon och Aliexpress vilket innebär att farkosten utan större ingrepp eller modifieringar snabbt kan omvandlas till en multifunktionell verkansplattform. En mindre drönare kan i regel bära två 30mm granater eller två handgranater.

Under 2024 förekom olika försök och rapporter om luftburna farkoster försedda med eldhandvapen, exempelvis automatkarbiner, som bekämpar soldater på marken. Numera återfinns plattformar som bär pipor laddade med hagelgevärsammunition som används för att skjuta ner andra fjärrstyrda farkoster i luften. Än så länge har dessa inte synts verka mot bemannade plattformar men det är en möjlig utveckling för framtiden.

Val av mål för bekämpning

Målval kan ske genom spaning med en hovrande drönare som sen leder in en FPV med verkansdel mot målet. Invisningen kan ske genom radiokontakt mellan operatörer, mellan en ”stridsledningscentral” och operatör, att FPV-operatören har tillgång till videoström från den inhämtande farkosten eller att bägge operatörerna fysiskt befinner sig nära varandra. Rent teoretiskt skulle det även vara möjligt för en ensam operatör att styra två farkoster där den inhämtande plattformen kan lämnas hovrande eller med automatisk följning av ett rörligt mål medan personen aktivt styr verkansfarkosten mot målet. I Ukraina riktas bestyckade drönare inte sällan mot upptäckta öppningar ner i värn eller in i byggnader genom portar samt fönster. En operatör med några dagars övning kan uppnå tillräcklig god förmåga för att i hög hastighet lyckas träffa en yta motsvarande en svensk villadörr.

Vissa plattformar bestyckas med pansarvärnsladdningar ämnade för att bekämpa olika typer av fordon. Framför allt riktas verkan mot oskyddade transport- eller logistikfordon. Det är möjligt att den här typen av målval oftast baseras på tillfälle även om det finns en taktik med att frambasera farkoster som aktiveras när ett mål befinner sig i närheten. Oskyddade sjuktransportfordon ingår också i målvalet, vilket även inkluderar uppsamlingsplatser samt pågående evakuering av skadade. Det finns anledning att diskutera hur räddningstjänsten och ambulanspersonal ska kunna skyddas från den här formen av bekämpning.

Gruppering av system

Den vanligaste förmedlade bilden av en drönaroperatör är en individ som styr farkosten med en handkontroll där bilden antingen förmedlas genom en skärm på handkontrollen eller genom FPV-glasögon. Systemen kan även grupperas i fordon eller på en dold observationsplats där bärbara datorer används för att styra uppdraget. Utrustningen kan byggas in i olika former av krosskyddade väskor vilka då fungerar som portabla markstationer. Om uppdrag flygs kontinuerligt, under flera dagar, behövs en strömkälla för att ladda upp de batterier som förbrukas. Detta kan ske genom ett elverk, uppkoppling på det fasta elnätet, strömförsörjning genom uttag i en personbil, större powerstation,[15] genom solceller eller genom en kombination av samtliga nämnda.

Generellt hotscenario att använda för spel eller övningar

Under normalläge och upptrappning mot en krissituation används kommersiella farkoster för att detektera och klarlägga verksamhet

på i förhand utvalda objekt likt flygplatser och identifierade vägbaser. Inhämtningen förstärks med rörelseaktiverad markbaserade sensorer som utplacerats i förtid med hjälp av drönare. Samtliga system är tillgängliga på den civila marknaden eller hopbyggda av kommersiellt tillgängliga delar som inte kan härledas till en enskild statsaktör.

Operatören utgår ifrån en tillfällig basering i nära anslutning till operationsområdet. Baseringen har tillgång till fast elinstallation för laddning av utrustningen samt förberedande tillverkning (främst montering) i mindre skala av FPV-farkoster.

Initialt sker inhämtningen för att klargöra om exempelvis en flygplats är aktiv och därefter för att avgöra vilka resurser, främst i form av flygande plattformar, som tillförts och var dessa finns. Detta sker på en höjd mellan 100 och 400 meter över marken. Sändarplatsen återfinns på ett avstånd om 2 till 3 km utanför det utvalda objektet. Inhämtningen sker ifrån en personbil med en tillfällig antenn placerad på taket i riktning mot målet. Inhämtning sker såväl under dagtid som nattetid.

För att förhindra spridning av militära resurser fälls fotanglar på infartsvägar för att punktera däcken på underhållsfordon. Fotanglar fälls även på huvudleder för att skapa friktioner i trafiken.

Vid en eskalering mot väpnad konflikt placerar operatören ut olika typer av sändare och markeringshjälpmedel för fjärrbekämpning. Vidare fälls personminor i syfte att begränsa rörligheten. Riktad verkan sker mot underhållsfordon i form av upptäckta tankbilar.

Vid genomförd spridning där de utspridda flygplanen har upptäckts kommer operatören som en sista åtgärd att försöka försätta målen ur flygbart skick genom fällning av sprängladdningar alternativt att använda själva farkosten som en verkansdel.

Operatören har nu övergått till mobil basering i en större personbil. Laddning av farkoster sker genom solceller och större powerstation (exempelvis Ecoflow). Operatören har förberett en tillräcklig mängd farkoster för att vara operativ under tre till fyra dygn.

Under ett pågående väpnat angrepp används samtliga tillgängliga medel för att påverka flygvapenförbandens förmåga till luftstrid och totalförsvarets övergripande förmåga till värdlandsstöd via flygplatser och hamnar. Detta sker genom användning av drönare som försetts med såväl splitterverkande som termobariska laddningar mot kritisk utrustning samt lednings- och förläggningsplatser. I enstaka fall fälls kemiska stridsmedel i form av tårgasgranater. Förnekbarhet är nu sekundärt och insmugglad krigsmateriel används nu utan begränsning för att uppnå målsättningar.

Avslutningsvis

Syftet med artikeln är att skapa en översiktsbild av drönarhotet som det kan se ut ”här och nu” mot det svenska totalförsvaret, framför allt flygplatser. Artikeln är med det sagt inte på något sätt heltäckande eller att ses som en evig sanning. Teknikutvecklingen som skett sedan 2022 visar hur snabbt vissa trender uppkommer för att sedan försvinna helt. Däremot har det varit ett delsyfte att avmystifiera drönare och försöka konkretisera hur dessa kan användas av en antagonist. Därav har fokus legat på att skapa en hotbild som går att applicera brett mer än att försöka beskriva generiska skyddsåtgärder. De beskrivs bäst ute i respektive verksamhet i totalförsvarsorganisationen. Förhoppningen är att vi tillsammans kan bli klokare, snabbare och mer resoluta i vår respons mot drönare som på olika sätt utgör ett hot mot landets säkerhet.

Författaren är fanjunkare.

Noter

1. WarLeaks – Military Blog: ”Ukraine War – Belarusian Partisans Land Recon Drone On Russian AWACS A-50 Plane Before Damaging It”, *Youtube*, 2023-03-02, *https://www.youtube.com/watch?v=zQd_BfJQdTQ*, (2025-01-20).
2. 220426 UAS Traffic Management (UTM) LFV.
3. Krona, Simon: ”Minut för minut: Så reagerade planen på drönarlarmet vid Arlanda ”, *SVT Nyheter*, 2024-09-20, *https://www.svt.se/nyheter/inrikes/minut-for-minut-sa-reagerade-planen-pa-dronarlarmet-vid-arlanda*, (2025-01-26).
4. Glasögon som låter operatören se utifrån plattformens ”perspektiv”. Medger snabbare manövrar men skapar en sugrörseffekt.
5. FOI Memo 8465 *Enkla UAV:er – en kostnadsuppskattning*.
6. Hambling, David: ”Russian Trail Cam Drone Is A New Type Of Stealth Spy”, *Forbes*, 2025-01-21, *https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2025/01/21/russian-trailcam-drone-is-a-new-type-of-stealthy-spy/*, (2025-01-22).
7. Farkoster från DJI är i huvudsak försedda med optik från svenska kamera- och linstillverkaren Hasselblad.
8. Tillverkaren anger att systemets tekniska höjdbegränsning är 6 000 m över marken för en DJI Mavic.
9. Förutsätter fri sikt mot målet. Avståndet är beräknat på sikteslinjen (slant range), inte avståndet på marken.
10. Restriktionsområden som är inlagda av tillverkaren i mjukvaran och som förhindrar farkosten från att flyga in i området även om operatören försöker.
11. Plattformar ursprungligen utvecklade för jordbruk eller industriella behov. Exempelvis DJI Matrice 350 RTK eller octocoptrar av olika fabrikat.
12. DJI H30T sägs erbjuda en upplösning på 1280 x 1024 pixlar med 34x optisk zoom och 400x digital zoom, vilket är en markant ökning från nuvarande branschstandard på 640 x 480 pixlar. Kesteloo, Haye: ”Rumored DJI Zenmuse H30 and H30T Cameras: A Game Changer for First Responders”, *DroneXL*, 2024-05-14, *https://dronexl.co/2024/05/14/rumored-dji-zenmuse-h30-and-h30t-cameras/*.
13. På engelska, gimbal.
14. Zoria, Yuri: ”’They evolve’: Ukraine tests FPV drone featuring target detection, lock-on, and tracking system”, *Euromaidan Press*, 2024-04-21, *https://euromaidanpress.com/2024/04/21/they-evolve-ukraine-tests-fpv-drone-featuring-target-detection-lock-on-and-tracking-system/*, (2025-01-20).
15. I Ukraina nyttjas en rad olika former av större portabla strömstationer likt Ecoflow. Dessa medger drift och uppladdning av olika produkter under längre tid.