



# Försvarshögskolan

## *Självständigt arbete*

|   |                   |
|---|-------------------|
| Kurs: Påbyggnadskurs Militärteknik: Självständigt arbete C-nivå   |                   |
| Kurskod: 1OP482   | Poäng: 15 hp      |
| Handledare: Eva Lagg  | Datum: 2026-03-27 |
| Examinator: Hans Liwång   | Antal ord: 8803   |
| <b>Flygande system för pejling inom divisionens telekrigsförmåga</b>  |                   |
| <b><u>Sammanfattning</u></b>  |                   |
| <p>Denna studie undersöker huruvida ett flygande system kan öka förmågan inom divisionens manöverkrigsföring. Detta med avseende på verksamhet inom ramen för divisionens telekrigsförmåga med viktning mot elektronisk stödverksamhet. Studien jämför ett flygande system med mastbaserade system inom vissa fastställda parametrar som är relevanta för dess nyttjandeområde.</p>   |                   |
| <p>Då en anseelig mängd data rörande telekrig och dess förmågor inte offentliggörs, har flera antaganden gjorts och viss data har fastställts snarare än inhämtats. Dock finns relevanta trender som kan användas för vidare forskning och experimentverksamhet. Studien utgör en indikerande analys baserad på tillgängliga data och identifierar trender som kan ligga till grund för vidare forskning och experimentverksamhet.</p>  |                   |
| <p>Studien visar att en UAS med monterade antenner för elektronisk stödverksamhet har betydligt kortare grupperingstid, jämfört med mastbaserade system. Inhämtning kan ske från en högre höjd, vilket innebär att räckvidden för ett system med UAS som plattform ökar i förhållande till ett mastbaserat system. Studien visar också att ett UAS-system kan minska mängden personal som krävs för att driftsätta systemet. Samtidigt har det flygande systemet i studien tydligare signaturer inom IR, radar, akustik och visuellt.</p> |                   |
| <p>Dock är det tydligt att vidare forskning krävs för att ge en rättvisande bild avseende lämplighet, med hänsyn till de signaturer systemet avger. Om systemet nyttjas på ett liknande sätt som studien visar, rekommenderas att det sker i kombination med befintliga system.</p>   |                   |
| <b><u>Nyckelord:</u> Telekrig, Elektronisk stödverksamhet, Pejling, UAS</b>   |                   |



|   |                       |
|---|-----------------------|
|   |                       |
| Course code: 1OP482   | Credits: 15 hp        |
| Supervisor: Eva Lagg  | Date: 2026-03-27      |
| Examiner: Hans Liwång   | Number of words: 8803 |
| <b>Airborne Direction-Finding Systems within the Division's Electronic Warfare Capability</b>   |                       |
| <b><u>Abstract</u></b>  |                       |
| <p>This study examines whether an aerial system can enhance the division's maneuver warfare capabilities in the context of the division's electronic warfare capacity, with an emphasis on electronic support (ES) operations. The study compares an aerial system with mast-based systems across certain predefined parameters relevant to their operational use.</p>  |                       |
| <p>As a substantial amount of data regarding electronic warfare and its capabilities is not publicly available, several assumptions have been made and some data have been estimated rather than obtained directly. However, relevant trends are identifiable and can serve as a basis for further research and experimental activities. The study provides an indicative analysis based on available data and identifies trends that can inform further research and experimental activities.</p>  |                       |
| <p>The study shows that a UAS equipped with antennas for electronic support operations has a significantly shorter deployment time compared to mast-based systems. Data collection can be conducted from higher altitudes, which increases the potential range of a UAS-based system relative to a mast-based system. The study also indicates that a UAS system can reduce the personnel required to operate the system. At the same time, the aerial system evaluated exhibits more pronounced signatures in IR, radar, acoustic, and visual domains.</p> |                       |
| <p>It is clear, however, that further research is required to provide a more accurate assessment of suitability, particularly with regard to the system's emitted signatures. If the system is employed in a manner similar to that demonstrated in this study, it is recommended to use it in combination with existing systems.</p>   |                       |
| <b>Keywords: Electronic Warfare, Electronic Support Measures, Direction Finding, UAS</b>  |                       |

## Innehåll

|   |    |
|---|----|
| 1 Inledning.....                                    | 5  |
| 1.1 Bakgrund .....                                  | 5  |
| 1.2 Problematisering .....                          | 6  |
| 1.3 Syfte och frågeställning .....                  | 7  |
| 1.4 Avgränsning och antaganden.....                 | 7  |
| 2 Tidigare forskning och teorier .....              | 8  |
| 2.1 Tidigare forskning .....                        | 8  |
| 2.2 Teoretiskt ramverk.....                         | 8  |
| 2.2.1 Manöverkrigföring och tempo .....             | 8  |
| 2.2.2 Militära grundförmågor (SURULV) .....         | 9  |
| 2.2.3 OODA-loopen .....                             | 10 |
| 2.2.4 Elektronisk stödverksamhet inom telekrig..... | 10 |
| 3 Metod .....                                       | 11 |
| 3.1 Underrättelser .....                            | 12 |
| 3.2 Rörlighet.....                                  | 13 |
| 3.3 Skydd.....                                      | 13 |
| 3.4 Uthållighet.....                                | 14 |
| 4 Empiri .....                                      | 14 |
| 4.1 Skeldar V-200.....                              | 14 |
| 4.1.1 Grunddata Skeldar V-200.....                  | 15 |
| 4.2 Mastbaserade ES-system .....                    | 15 |
| 4.2.1 Grunddata transportabla mastsystem .....      | 16 |
| 4.2.2 Grunddata teleskopsmast.....                  | 16 |
| 5 Konceptuella ES-system.....                       | 16 |
| 5.2 Konceptuella mastbaserade ES-system .....       | 18 |
| 6 Resultat och analys.....                          | 18 |
| 6.1 Underrättelser .....                            | 19 |
| 6.2 Rörlighet .....                                 | 20 |
| 6.3 Skydd.....                                      | 20 |
| 6.3.1 Akustik .....                                 | 21 |
| 6.3.2 IR .....                                      | 21 |
| 6.3.3 Radar .....                                   | 21 |
| 6.3.4 Visuell .....                                 | 21 |

|  |    |
|--|----|
| 6.4 Uthållighet - Personal och drift .....             | 22 |
| 6.5 Sammanfattande analys .....                        | 22 |
| 7 Diskussion .....                                     | 22 |
| 7.1 Diskussion i relation till manöverkrigföring ..... | 23 |
| 7.2 Situationsanpassad användning .....                | 24 |
| 7.3 Studiens begränsningar .....                       | 24 |
| 8 Förslag på vidare forskning .....                    | 25 |
| 9 Referenser.....                                      | 27 |
| Bilaga 1 – Begreppslista.....                          | 29 |

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

I moderna operationer är det avgörande att snabbt kunna samla in information om motståndaren och omsätta den i handling för att behålla initiativet. Signalspaning spelar en central roll genom att möjliggöra tidig identifiering och lokalisering av fiendens aktiviteter, vilket kan påverka motståndarens tempo och beslut. Denna förmåga omfattar användning av radioapparater, radar och trådlös informationsöverföring (Withington 2023, s. 32). Inom manöverkrigföring blir det särskilt viktigt att system för elektronisk signalspaning snabbt kan upprättas på taktiskt relevanta platser, så att insamlad information kan användas i realtid.

I och med att Försvarsmakten upprättat en armédivision med integrerade funktioner innebär detta att divisionstelekrigsbataljonen organiseras som en divisionsresurs i stället för den tidigare lösningen med en enhet som tillfördes vid behov. När resursen samövas med divisionen kan samarbetet öka, och det blir naturligt att resursen integreras i alla led.

Detta innebär att det blir enklare för divisionen att nyttja sin telekrigsresurs som en del av manöverkrigföringen. Manöverkrigföring innebär bland annat att nyttja styrkorna på ett sådant sätt att man är snabbare än motståndaren både i rörelse (framryckning) och i tempo (stridshandlingar) (Withington 2023, s. 33). För effektiv manöverkrigföring krävs hög rörlighet. Vid telespaning är det fördelaktigt att kunna fastställa fiendens position, verksamhet och förändringar så tidigt som möjligt.

Förmågan till snabb gruppering och hög rörlighet inom telekrigsförmågor blir ännu mer relevant i samtida konflikter, där motståndaren snabbt kan omgruppera sina resurser eller nyttja system som är svåra att upptäcka och påverka. Effektiv signalspaning som kan etableras snabbt och på taktiskt lämpliga platser kan bidra till divisionens förmåga att agera med högre tempo och precision.

Utvecklingen inom Unmanned Aerial System (UAS) (på svenska: *obemannat luftfartygssystem*) innebär att dessa kan bära större och tyngre laster, samtidigt som de kan utföra uppdrag under längre tid. Exempelvis används massproducerade flygande farkoster i Ukraina. Bland de som nyttjar detta återfinns ryska telekrigsförband, som monterat 4G- och 5G-basstationer på ORLAN-10 UAV. Dessa system används enskilt och i grupp för att kunna pejla ukrainska militärförband som nyttjar teleinfrastrukturen (Rantakko & Nygårds 2025, s. 21). Motsvarande UAS skulle kunna nyttjas av svenska Försvarsmakten för att pejla motståndarens förband under olika operationer.

Denna studie fokuserar på UAS med passiva antennkablar, vilket innebär att systemet inte emitterar någon egen elektromagnetisk strålning. Detta gör det möjligt att undersöka signalspaning utan att exponera egna resurser eller påverka det elektromagnetiska fältet i området. Som underlag till studien har inget material återfunnits som indikerar att UAS:er används för ES med antennkabel. Detta kan bero på att förmågor inom detta område inte redovisas öppet, då eventuella brukares försteg kan förloras vid publikation. Det kan också bero på att sådana system inte används idag.

Behovet av robusthet ökar i takt med att möjligheten att påverka UAS genom störning ökar. I telestörda miljöer kan fiberoptiska kommunikationssystem användas för att styra UAS, vilket gör drönaren avsevärt svårare att störa med telekrig. I det pågående kriget använder både Ryssland och Ukraina fiberoptik (Rantakko & Nygårds 2025, s. 41–43).

I Instruktionsboken för flera master anges att tre personer krävs för upprättandet, att monteringstiden är 2–4 timmar för transportabla master i dagsljus, och cirka 45 minuter för teleskopsmaster. Dessa är också beroende av markens beskaffenhet där de ska grupperas. Att demontera systemet tar ungefär lika lång tid. Sker upprättning eller brytande av mast i mörker tar det minst 5 timmar för respektive moment. Upprättandet kan ske manuellt eller med hjälp av hydraulik, och sker det manuellt förlängs de angivna tiderna avsevärt. Systemet måste placeras på relativt plan mark, med vissa mått för att kunna upprättas. Det finns flera riskfyllda moment där personalen eller systemet kan skadas allvarligt, främst rör det sig om klämrisker (FMV u.å, s. 7–9).

## 1.2 Problematisering

Det är önskvärt att pejling kan genomföras på ett så långt avstånd som möjligt, vilket underlättas om sensorer placeras så högt upp över marken som möjligt. Att tidigt fastställa vart motståndaren har grupperat sina förmågor gör att bekämpning av dessa kan ledas in i ett tidigare skede. Historiskt har det krävts master för att få upp en sensor på högre höjder över marken. Master har lång grupperingstid vilket innebär en låg rörlighet. Ett annat alternativ är signalspaning från flygande plattformar, exempelvis satelliter och flygplan, som är särskilt framtagna för att kunna identifiera signalerna på långt avstånd. Dessa återfinns dock inte inom den svenska armédivisionen.

Det skulle innebära en fördel om sensorerna kan användas på en högre höjd, då detta skulle innebära att de skulle få en längre räckvidd på vilken de kan upptäcka elektromagnetiska signaler. En annan intressant parameter gällande signalspaning är grupperingstiden för dessa system. Då master nyttjas har dessa en relativt lång grupperingstid, vilket ger en relativt låg rörlighet. Behovet av signalspaning sker ofta långt fram i förhållande till de egna styrkorna, då motståndaren vanligtvis opererar bortanför de egna styrkorna. Om tiden det tar att upprätta och bryta ett system för telespaning kan minskas, skulle det innebära att dessa resurser kan följa övriga delar av divisionen på ett bättre sätt. Det skulle innebära att behovet av denna resurs bättre kan mötas om den finns längre fram i armédivisionens operationsområde.

Traditionellt används mastbaserade system för att höja sensorer över marken och möjliggöra långvarig signalspaning. Dessa system erbjuder en stabil övervakning då de har grupperats, men de har samtidigt vissa begränsningar. Grupperingstiderna begränsar systemens rörlighet, vilket gör att resursen inte kan nyttjas långt fram på ett dynamiskt stridsfält, vilket skapar ett behov som ett flygande system med kortare grupperingstid skulle kunna täcka.

Idag finns det hydrauliska mastsystem som kan resas utan att lösa segment behöver monteras, eftersom de sitter fast i ett fordon. Dessa mobila och självresande mastsystem medger en relativt snabb grupperingstid och har generellt god förmåga att bära antenner. Nackdelen med dessa system är att höjden är begränsad jämfört med mastsystem som monteras på plats, vilket påverkar räckvidden för signalspaning.

Det finns flera typer av mastsystem på marknaden, men denna studie fokuserar på transportabla system som finns inom den svenska Försvarsmakten och som kan upprättas och demonteras i fält. Dessa system kräver personalresurser och lång tid för att sättas upp och tas ned, vilket påverkar rörligheten och ökar exponeringen av den egna verksamheten. Flygande plattformar kan nå högre höjd och grupperas snabbare, vilket gör att signalspaning kan etableras på taktiskt fördelaktiga positioner och bidra till ett snabbare tempo i manöverkrigföringen.

I den moderna konflikten blir vapensystem och sensorer alltmer effektiva och dödliga. Detta gör att minskad exponering är en viktig framgångsfaktor för att minska riskerna för de egna trupperna, vilket kan vara avgörande för att lyckas med sin krigföring (Biddle 2010, s.3).

### **1.3 Syfte och frågeställning**

Syftet med detta arbete är att undersöka hur alternativa plattformar för signalspaning kan bidra till divisionens förmåga inom manöverkrigföring.

Fokus ligger på att jämföra flygande system med mastbaserade system, avseende grupperingstid, rörlighet och exponering av egna resurser.

Vilka skillnader kan identifieras mellan plattformarna avseende grupperingstid, rörlighet och exponering?

### **1.4 Avgränsning och antaganden**

I denna studie jämförs ett konceptuellt UAS-baserat ES-system och tre konceptuella mastbaserade ES-system. Jämförelsen grundar sig på konceptuella modeller, eftersom faktisk prestanda ofta är sekretessbelagda. Kostnader för respektive system behandlas inte i studien, eftersom fokus ligger på operativ förmåga och rörlighet.

Studien avgränsas till att presenteras med antennkablar, vilket innebär att systemet inte emitterar egen elektromagnetisk strålning. Nyttjas andra lösningar kan komponenter med lägre vikt inkluderas, dock antas det att dessa emitterar strålning. Studien ämnar utforska system som avger minimalt med strålning.

Studien omfattar endast resurser som kan antas sannolika för divisionen att förfoga över. Därför inkluderas inte flygplan eller satelliter, även om dessa skulle kunna utgöra komplement till de system som studeras. Denna avgränsning gör det möjligt att analysera UAS och mastbaserade system under realistiska operativa förutsättningar, med fokus på snabb uppställning, mobilitet och minimal exponering av egna resurser.

Vidare antas att upprättande, drift och demontering av systemen sker under förhållanden som beskrivs i Instruktionsboken för flera master (FMV u.å), vilket inkluderar bemanning, monteringsstid, markens beskaffenhet och risker för personalen. Detta antagande möjliggör jämförbarhet mellan de olika koncepten utan att behöva göra detaljerade tids- och riskanalyser för varje scenario.

I studien används endast ett flygande system, detta val grundar sig i att lämpliga alternativ för att uppnå likvärdig och relevant prestanda avseende last inte återfunnits vid datainsamling.

## 2 Tidigare forskning och teorier

### 2.1 Tidigare forskning

Mängden källor som återfunnits under det aktuella ämnet har varit begränsat. Dock följer ett exempel på ett närliggande användningsområde. Det framgår ej om någon av tillämpningarna kan nyttjas utan att avge någon elektromagnetisk strålning.

I kriget i Ukraina använder Ryssland en UAV som heter Orlan-10. Denna UAV nyttjas för spaning, målinhämtning och telekrigsuppdrag. Den kan bära en nyttolast om cirka 6 kilo, bland annat kan signalspaningsutrustning eller störsystem för mobiltelefoni eller GPS-mottagare monteras. Rysk taktik anges vara att nyttja två eller tre Orlan-10 med olika last och olika uppdrag. EO/IR-sensorer monteras på en Orlan-10, en bär telekrigssensorer och den tredje nyttjas som kommunikationsrelä (Rantakko & Nygårds 2025, sid 21).

### 2.2 Teoretiskt ramverk

#### 2.2.1 Manöverkrigföring och tempo

Denna studie baseras på konceptet manöverkrigföring, som kan definieras som förflyttningen av egna marktrupper till fördelaktiga utgångslägen och positioner i relation till motståndaren, för att kunna tvinga denne till underläge eller uppgivenhet. Genom att överraska, vilseleda och skapa dilemman för motståndaren kan de egna styrkorna utnyttja situationen till sin fördel. Ett centralt inslag är att agera med högre tempo än motståndaren – inte enbart genom fysisk förflyttning av trupper för att uppnå bättre positioner, utan också genom snabbare beslutsfattande och genomförande av åtgärder, vilket skapar möjlighet att dominera stridsfältet och styra motståndarens handlingsfrihet (Withington 2023, s. 32).

I manöverkrigföring betraktas motståndaren som en tänkande aktör som agerar och reagerar på sin omgivning. Att agera och fatta beslut snabbare än motståndaren kan ses som nyckeln till att sätta denne ur balans. När detta väl är uppnått gäller det att utnyttja dessa fördelar och rikta insatser mot motståndarens svagheter eller tyngdpunkter. Syftet är att vinna initiativet redan innan stridens början och därefter bibehålla det (Withington 2023, s. 33).

Ett centralt element inom elektromagnetisk manöverkrigföring är förmågan att upprätthålla handlingsfrihet inom det elektromagnetiska operationsområdet och att snabbt anpassa sig till förändrade förhållanden, för att säkerställa informationsdominans över motståndaren. Detta kräver att system för signalspaning kan etableras och flyttas snabbt, så att relevant information kan samlas in utan fördröjning (Withington 2023, s. 32).

I den svenska doktrinen för manöverkrigföring beskrivs detta enligt Försvarmakten (2016, s. 42):

*”-Manöverkrigföring bygger på att målmedvetet integrera verkan av fysisk bekämpning, informationsoperationer, rörelse och skydd. Kraften förstärks genom att proaktivt växla mellan att vara offensiv och defensiv på alla nivåer. På så sätt bildas en dynamisk helhet som systematiskt drar nytta av motståndarens sårbarheter, svagheter, misstag och kulmination. Asymmetrier i förmåga samt luckor i tid och rum bildar spelrum, som kan användas för att ta initiativ” (Försvarmakten 2016, s. 42).*

För att uppnå högt tempo krävs tekniska system som kan flyttas och nyttjas i samma takt som de enheter som genomför strid eller utsätter motståndaren för fysisk påverkan. Att minimera den tid som krävs för att initiera stödjande verksamhet kan därigenom bidra till högre operationellt tempo, medan tiden för omgruppering och nedpackning av system också är avgörande.

Vidare är det viktigt att skilja mellan fysisk rörelse och tempo som operationellt koncept. Rörelse omfattar inte bara förflyttning av personal, plattformar och stödresurser, utan även deras positionering för att skapa fördelar gentemot motståndaren. Tempo avser genomförandet av uppgifter och operationer snabbare än motståndaren, inklusive påverkan på motståndarens beslutsprocesser, vilket kan ge strategiska fördelar. Inom elektromagnetisk manöverkrigföring innebär detta att signalspaningsresurser snabbt kan etableras, flyttas och nyttjas på taktiskt optimala positioner för att påverka motståndarens handlingsfrihet och stärka initiativet på operationsfältet (Martinsen, Pace & Fisher 2014; Withington 2023, s. 32–33).

Slutligen används i denna studie begreppet manöverkrigföring som ett analytiskt verktyg för att bedöma hur elektronisk stödverksamhet (ES) kan stödja divisionens operativa förmåga, med fokus på systemens rörlighet, grupperingstid och räckvidd. Detta perspektiv skiljer sig något från den klassiska definitionen, som betonar decentralisering av beslut och uppdragstaktik på lägre förbandsnivåer (Försvarsmakten 2016, s. 50).

### **2.2.2 Militära grundförmågor (SURULV)**

De sex grundläggande militära förmågorna brukar förkortas i minnesramsan SURULV (skydd, uthållighet, rörlighet, underrättelse och information, ledning samt verkan). (Försvarsmakten 2016, s.43). Denna studie ämnar främst att belysa höjd förmåga inom *skydd, underrättelse, uthållighet och rörlighet*.

Om exponeringstiden och etableringstiden minskas innebär det att systemets skyddsnivå förbättras, eftersom motståndaren får kortare tid på sig att identifiera var systemen är grupperade och när de används.

För att öka förmågan inom underrättelse kan datainsamling över ett större område bidra till förbättrad informationsförmåga. I denna studie exemplifieras detta genom jämförelse mellan flygande plattformar och mastbaserade system, med särskilt fokus på grupperingstid, rörlighet och exponering av egna resurser.

Uthålligheten hos en UAS är lägre än hos ett mastbaserat system, vilket gör det nödvändigt att beakta denna parameter i analysen.

Hypotesen är att det bör vara möjligt att påbörja ES-uppdrag snabbare med en UAS jämfört med ett traditionellt, transportabelt mastbaserat system. Detta skulle i så fall bidra till att divisionens telekrigsresurser erhåller högre rörlighetsförmåga.

Den tydliga kopplingen mellan OODA-loopen och SURULV är att snabbare och mer rörliga signalspaningsresurser möjliggör att beslut kan fattas snabbare och mer precist, vilket stärker både rörlighet och underrättelseförmåga i operationer som bygger på manöverkrigföring.

### 2.2.3 OODA-loopen

För att beskriva hur en beslutscykel kan se ut inom militär verksamhet används här John Boyds koncept OODA-loop (Maccuish 2011, s 29–31). På ett relativt enkelt sätt beskriver denna teori vilka steg som ligger till grund för att fatta beslut och varför. De fyra stegen som beskrivs i en förenklad modell är: *Observera*, *Orientera*, *Besluta* och *Agera*. När cykeln genomförts upprepas processen och verksamheten drivs framåt.



Figur OODA-loop, genererad av AI

Genom att snabbare genomföra varje steg i loopen kan beslut tas tidigare än motståndaren, vilket kan vara avgörande i situationer där motståndaren försöker påtvinga sin uppfattning. Att kontinuerligt agera snabbare kallas att komma innanför motståndarens OODA-loop. Om detta uppnås upprepade gånger kan motståndarens beslut bli inaktuella eller försvåra deras förmåga att fatta beslut effektivt.

I förhållande till telekrigsresurser blir detta särskilt relevant. Snabb uppsättning och hög mobilitet hos signalspaningssystem möjliggör kontinuerlig insamling av information och snabba åtgärder innan motståndaren hinner anpassa sig, vilket direkt påverkar OODA-loopens tempo och ger ett operativt försprång.

### 2.2.4 Elektronisk stödverksamhet inom telekrig

Elektronisk stödverksamhet (ES) utgör de åtgärder som stöttar övrig militär verksamhet genom att lokalisera, identifiera och bestämma position för elektromagnetiska källor. Begreppet omfattar bland annat signalspaning mot kommunikationsnät, inklusive fysisk anslutning – Kommunikationsspaning (KOS) – samt signalspaning mot övriga typer av elektromagnetiska emitterar – Teknisk signalspaning (TES) (FM 2019, s. 10–12).

Eftersom funktionen är passiv, är det i princip omöjligt för motståndaren att direkt upptäcka ES-verksamhet genom pejling. Det kan dock antas att motståndaren förutsätter viss förmåga till signalspaning. Däremot kan de inte se vilka positioner resurserna nyttjas från eller om verksamheten faktiskt pågår vid ett specifikt tillfälle.

Nedan följer exempel på användningsområden för ES inom marina förband. För denna studie är inte alla områden tillämpliga; valen har gjorts utifrån tillgänglighet av information inom telekrig:

- Varning mot hotsystem, exempelvis sjömåls- och luftvärnsrobotar.
- Invisning av motmedels- och störsystem.
- Identifiering och positionering av fartyg, flygplan, förband m.m. och därmed bidra till taktisk lägesbild och skapa en omvärldsuppfattning.
- Positionering av störsändare.
- Utröna motståndarens verksamhet och avsikter mm

Dessutom finns listas exempel på ES-applikationer vid marina förband, vilka i sin helhet går att omsätta till verksamhet inom armén:

- Radarsignalspaningssystem.
- Laservarnare.
- Kommunikationssignalspaningssystem.
- Funktion för störbäringspejling i t.ex. radar.
- Funktion för indikering av förekomst av störning i t.ex. GPS eller radiosystem.
- Robotskottsvarnare.

ES består av en kedja med tre olika steg. Stegen utförs i ordning och varje steg måste lyckas för att företaget skall kunna nå effekt. Dessa steg är:

Inmätning ➡ Signalidentifiering ➡ Signalexploatering (Försvarsmakten 2019, s.12)

Pejling innebär att mäta signaler emitterade av sändare inom det elektromagnetiska spektrumet. Bäringslinjer fastställda vid samma tidpunkt används för att bestämma kontakt med en sändare. För högre noggrannhet används krysspejling, där två eller fler enheter mäter inom samma geografiska och elektromagnetiska område. Data mellan enheterna behöver delas för att undvika mångtydighet avseende position (Försvarsmakten 2019, s.15–16).

Pejling syftar till att fastställa position, signaltyp, sändartyp och i vissa fall individklassificering. Kravet på noggrannhet beror på uppdraget och syftet med pejlingen. När data samlats in och analyserats kan vidare insatser genomföras, exempelvis vapeninsats eller störinsats med andra delar av telekrigsförmågan inom divisionen.

### 3 Metod

I detta kapitel beskrivs de metoder som används för att analysera och jämföra konceptuella elektroniska signalspaningssystem (ES-system). Fokus ligger på att bedöma hur olika system, både UAS-baserade och mastbaserade, kan bidra till divisionens förmåga inom manöverkrigföring. Kapitlet förklarar vilka kvantitativa och analytiska metoder som används, vilka parametrar som mäts, samt hur systemens förmåga till underrättelser, rörlighet, uthållighet och skydd bedöms. Metoden syftar till att ge en systematisk och transparent grund för jämförelserna, avseende operativa förutsättningar, taktiska möjligheter och praktiska begränsningar.

Data gällande det flygande systemet är inhämtat från tillverkarens hemsida och vid ett studiebesök med tillverkaren. Den data som inhämtats om masterna kommer från handböcker som används som är utgivna av FMV. Trots skillnader i ursprung används källorna som kompletterande underlag för att möjliggöra en jämförande analys av systemen.

Informationen kring signaturerna som presenteras under punkt 4.2 är bedömningar som gjorts, denna information är inte hämtad från någon källa.

För att analysera de olika systemen används systematiska jämförelser. De parametrar som nämnts i 3.4 (höjd, bemanning, grupperingstid) används som utgångspunkt för jämförelsen av operativ rörlighet, skydd och uthållighet. Jämförelsematriser kan nyttjas då system ställs mot varandra inom områden som bestäms på förhand. Metoden går ut på att jämföra olika system avseende på förhand utvalda mätområden, eller bedömningsområden (Ghanad 2023 s.3794–3796).

Jämförelsematrisen visar data som grundar sig på instruktionsböcker, tillverkarbeskrivningar samt beräkningar av räckvidd för antenner på olika höjder. Matrisen kan ses som en förenkling avseende vad den visar och hur ingående data används. Jämförelsematrisen förenklar komplexa samband och syftar till att identifiera övergripande tendenser mellan systemen. Resultaten ger en grund för analys av operativa skillnader och kan utvecklas vidare i framtida studier. Resultaten används sedan i analysen för att bedöma hur systemen kan påverka ES-verksamhetens effektivitet och divisionens förmåga inom manöverkrigföring.

### 3.1 Underrättelser

I studien används en räckviddsberäkning för att visa hur skillnaden i höjd påverkar räckvidden för antennerna.

Räckviddsberäkningen bygger på fri sikt (Line of Sight, LOS) och begränsas av jordens krökning samt atmosfärisk refraktion. För antenner över hav eller platt terräng används ofta en förenklad tumregel som inkluderar standardrefraktion ( $\approx 4/3$  jordradie). Den maximala LOS-räckvidden ( $R_{los}$ ) kan då approximeras som:

$$R_{LOS}[\text{km}] \approx 4 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

där  $h_1$  och  $h_2$  är antennhöjder i meter. Om ena änden befinner sig på marknivå sätts  $h_2 = 0$ , vilket ger

$$R_{LOS} \approx 4 \cdot \sqrt{h}$$

Beräkningen anger den teoretiska maximala geometriska räckvidden. I praktiken kan räckvidden reduceras av terräng, vegetation, byggnader, frekvensval, antennegenskaper och krav på signal-brus-förhållande. Denna modell är vanligt förekommande både civilt och militärt. Den utgår från fri sikt mellan sändare och mottagare och syftar till att ge en uppskattning på teoretiskt avstånd, inte faktiska värden.

Beräkningen grundar sig i internationellt vedertagen radioteknisk standard för frirumsutbredning enligt rekommendation ITU-R P.525-5, framtagen av International Telecommunication Union. Modellen tar geometriska förhållanden i beaktande mellan antennhöjder, men inte terrängskuggningar, byggnader eller, vegetation eller atmosfäriska variationer (International Telecommunication Union, 2024). Den visar alltså inte faktiska värden, den visar potentiell räckvidd.

### 3.2 Rörlighet

Rörlighet avser hur snabbt och flexibelt ett system kan etableras, flyttas och nyttjas på olika positioner i operationsområdet. I denna studie mäts rörlighet genom grupperingstid, transporttid och plattformens förmåga att upprätthålla drift under rörelse, vilket knyter an till manöverkrigföringens begrepp om tempo och förmåga att snabbt reagera på förändringar i stridsmiljön (Withington 2023, s. 32–33).

För varje plattform jämförs:

- Grupperingstid: tid från start av förflyttning till färdig operationell position.
- Transportmöjligheter: krav på fordon, markförhållanden och logistiskt stöd.
- Flexibilitet: möjligheten att snabbt ändra position för att möta förändrade taktiska behov.

Jämförelserna presenteras i tabeller som illustrerar skillnader mellan plattformarna, där snabbare etablering och flytt bidrar till högre operativ rörlighet, vilket i förlängningen ger fördelar i OODA-loopens tempo och divisionens förmåga att behålla initiativet (Martinsen, Pace & Fisher 2014).

### 3.3 Skydd

Skydd avser de åtgärder som minskar sårbarhet och exponering för egna system. I relation till manöverkrigföring innebär hög skyddsnivå att systemen kan nyttjas utan att motståndaren får möjlighet att störa eller förstöra dem, vilket stärker möjligheten att upprätthålla handlingsfrihet och informationsdominans (Withington 2023, s. 32).

Analysen omfattar:

- Exponeringstid: tid då plattformen är synlig eller identifierbar för motståndaren.
- Signaturminimering: hur ljud, värme och elektromagnetiska utsändningar hanteras för att minska upptäckt.

Genom att jämföra skyddsegenskaper för Skeldar V-200, TP30, TP35 och Teleskopsmast 25m, kan studien visa hur skyddsnivåer påverkar möjligheten att genomföra ES-uppdrag effektivt, och hur exponeringstid kan kombineras med rörlighet för att maximera taktisk fördel.

### 3.4 Uthållighet

Uthållighet avser systemens kapacitet att operera under längre tid utan avbrott, vilket är avgörande för kontinuerlig signalinsamling och stöd till manöverkrigföringens tempo.

Uthållighet påverkas av bränslekapacitet, batteritid, underhållsbehov och operatörsresurser.

I denna studie nämns uthållighet för Skeldar V-200, TP30, TP35 och Teleskopsmast 25M utifrån:

- Flygtid / drifttid
- Återförberedelse och tankning: tid och resurser som krävs för att återställa systemet för nytt uppdrag.

Analysen visar hur skillnader i uthållighet påverkar möjligheten att upprätthålla kontinuerlig ES-verksamhet, vilket i sin tur stärker underrättelseförmåga och ger operativa fördelar enligt SURULV-modellen och OODA-loopens principer.

## 4 Empiri

### 4.1 Skeldar V-200

Denna UAS kan nyttjas för att lösa en mängd olika uppgifter inom militär verksamhet och eftersom den klarar av att bära relativt stor och tung last på olika sätt, kan den nyttjas för olika uppdrag. Att skifta last går relativt snabbt, varför systemet skulle kunna nyttjas till fler uppgifter om så krävs. Den har förmågan att hovra, vilket innebär att den kan stå stilla i luften på samma ställe, något den klarar utan interaktion från en operatör. Eftersom Skeldar i detta fall endast agerar antennbärare behövs ingen signalbehandling i plattformen och därmed behövs ingen hårdvara monterad som last, denna process sköts av utrustning på marken.

Skeldar har en maximal operationshöjd på 3500 meter över havet, vilket innebär att den kan nyttjas inom hela Skandinavien och stora delar av NATO:s operationsområden. Den kan dessutom starta på 2400 meter över havet (Wikipedia Skeldar 2026). Systemet har en god förmåga att motstå sidovind och kan kompensera för detta autonomt. Systemets förmåga nedgår inte i mörker.

När systemet behöver tankas för att på nytt kunna operera krävs få andra åtgärder på marken och tankningen i sig är ett snabbt förfarande. Enligt samtal med tekniskt kunnig personal visar det sig att det rör sig om mycket korta perioder, dessa skrivs dock inte ut i denna studie.

Enligt tillverkaren kan systemet drivas av samma bränsle som Försvarsmakten nyttjar till sina dieselfordon, vilket gör att det inte behöver tillföras ytterligare bränsletyp till detta system.

Ett sätt att upptäcka UAS är genom akustisk detektion, vilket innebär att lyssna efter systemet. Eftersom Skeldar drivs av en 2-takts dieselmotor genererar denna en akustisk signatur.

Dessutom är plattformen konstruerad med två rotoror, vilka avger en distinkt ljudprofil.

Motståndaren kan fånga upp dessa akustiska signaturer med tekniska sensorer, de kan också uppfattas av det mänskliga örat. Det vanligaste sättet är att en människa lyssnar. (Stephenson u.å, sid 2) Oaktat vilken sensor som nyttjas behöver hänsyn tas till att Skeldar avger en akustisk signatur. Då företaget bakom Skeldar informerade om plattformen angavs att fortsatt utvecklingsarbete på avgasljuddämparen stod högt på tillverkarens prioritetslista, varför den akustiska signaturen förväntas minska med framtida generationer av Skeldar. FM skulle också kunna påverka detta i kravspecifikation säkerställa låg akustisk signatur.

Förbränningsmotorer har vissa effektförluster, varav värme är en sådan. Detta innebär att motorn i sig värms upp, samtidigt som de avgaser som bildas i förbränningen når en hög temperatur relativt omgivningen. Den värme som bildas går att avläsa med IR-sensorer.

Systemet kan transporteras på olika sätt, tillverkaren har förevisat hur systemet kan transporteras i en minibuss av större modell. Det går också att frakta systemet med hjälp av en lastbil. Med tekniska anpassningar skulle systemet kunna fraktas på en bandvagn. För att lösa detta skulle ett bandvagnssläp kunna nyttjas, där släpet anpassas för att kunna transportera Skeldar. Anpassningen skulle också innebära att panelen för att styra Skeldar skulle kunna integreras i bandvagnen.

Skeldar V-200 används i studien då dess egenskaper och konstruktion medger att den används för att bära lasten och kunna operera statiskt i luften.

#### 4.1.1 Grunddata Skeldar V-200

Skeldar V-200 är en UAS som kan lösa olika typer av uppgifter inom militär verksamhet, tack vare sin förmåga att bära relativt tung last och att den kan hovra statiskt i luften. Den behöver ingen kontinuerlig inmatning från en operatör. I denna studie används Skeldar som en plattform för elektronisk stödverksamhet, där dataanalyseringen sker på marken och antennerna bärs av Skeldar.

- Huvudrotordiameter: 4,6 meter
- Maximal startvikt: 235 kg (245 kilo uppdaterad data från tillverkaren)
- Maximal lastvikt: 40 kg (45 kg)
- Maximal flygtid per uppdrag: 6 timmar
- Bränsle: Jet A1, JP5, JP8
- Maximal starthöjd: 2 400 meter
- Maximal flyghöjd: 3 500 meter
- Förberedelsestid för start: mindre än 15 minuter
- Start- och landningsarea: en diameter om 10 meter

(Wikipedia samt datablad från SAAB 2025-12-16 u.s)

#### 4.2 Mastbaserade ES-system

Dessa system representeras av tre master, TP-30, TP-35 och Teleskopsmast 25m. Att visa tre exempel på master syftar till att visa upp en bred bild för jämförelse med systemet där Skeldar utgör plattform.

Masterna bär i denna studie samma antenner som återfinns på Skeldar och det antas att dessa kan placeras på mastens maximala höjd. Grupperingstider och andra faktorer avseende masterna hämtas ur handböcker och beskrivs i avsnittet 2.2. Dock återfinns inte grupperingstider för teleskopsmasten, denna information har i stället hämtats av en person som har god erfarenhet av att nyttja systemet under taktiska förhållanden.

Masterna har förmåga att bära annan utrustning än den som presenteras här, detta utelämnas dock i syfte att fokusera på relevanta uppgifter för denna studie.

#### 4.2.1 Grunddata transportabla mastsystem

- Typ av system: Fordonsdragna transportabla master
- Masthöjd: 30m respektive 35m
- Bärförmåga: Klarar samma antenner som Skeldar och teleskopsmasten
- Mobilitet: Flyttas med fordon, kräver platt mark för att gruppera
- Bemanning: 3 personer för gruppering och drift
- Grupperingstid dagsljus: 2–4 timmar
- Grupperingstid mörker: 5 timmar
- Bryta grupperad mast dagsljus: 2–4 timmar
- Bryta grupperad mast mörker: 5 timmar
- Risker: Klämrisk för personal, skada mastens ingående delar vid montering eller demontering (FMV IBOK TP-30 u.å) samt (FMV IBOK TP-35 u.å)

#### 4.2.2 Grunddata teleskopsmast

- Typ av system: Teleskopsmast 25m
- Masthöjd: 25 meter
- Bärförmåga: Klarar samma antenner som Skeldar och övriga master
- Mobilitet: Kan fästas på container, flyttas med en kärra eller separat
- Bemanning: 3 personer för gruppering och drift
- Grupperingstid dagsljus: 45 minuter
- Grupperingstid mörker: 1 timma 30 minuter
- Bryta grupperad mast dagsljus: 45 minuter
- Bryta grupperad mast mörker: 1 timma 30 minuter
- Risker: Klämrisk för personal, skada mastens ingående delar vid montering eller demontering (FMV IBOK Teleskopsmast 24M/25M u.å)

### 5 Konceptuella ES-system

Detta kapitel beskriver de konceptuella elektroniska stödverksamhetssystem (ES-system) som ligger till grund för den jämförande analysen i studien. Syftet är att skapa jämförbara system baserade på de plattformar som presenterats i empirin, för att möjliggöra en systematisk analys av deras operativa egenskaper.

#### 5.1 Konceptuellt ES-system med Skeldar som plattform

Avsnittet beskriver Skeldar V-200 och dess tekniska kapacitet. Syftet är att visa hur denna plattform kan användas för elektronisk stödverksamhet och hur dess egenskaper, jämfört med mastsystem, i de områden som bedömts som intressanta för den teoretiska ramen.

I denna studie föreslås ett ES-system som använder Skeldar V-200 som plattform. Till systemet används antenner för att bedriva ES inom fyra områden. Dessa område delas in i HF (High Frequency), VHF (Very High Frequency), UHF (Ultra High Frequency) samt SHF (Super High Frequency). Dessa fyra antenner behöver varsin antennkabel för att kunna leverera informationen vidare från plattformen. Analysinstrumenten som krävs för att bearbeta data från antennerna placeras på marken, och handhas av systemets operatörer.

Utöver antennkablar nyttjas en kabel för att säkerställa styrning av plattformen, vilket medger att den kan användas i en miljö där motståndaren avser påverka oss med elektronisk störning av våra flygföretag. Enligt Braszko (2025 u.s) minskar denna kabel också den egna signaturen avseende elektromagnetisk strålning. Detta ger oss sammanlagt fem kablar, vilka i detta förslag sammanflätas i färdiga kabelflätor, för att minska risk för trassel och korta ner grupperingstiden för systemet.

För att räkna ut hur högt systemet kan flyga behöver vikterna på respektive komponent tydliggöras. Eftersom bränslemängden vid flygstart i systemet kan justeras finns en möjlighet att påverka systemets maximala nyttolast i viss mån. Denna variabel möjliggör att nyttja flera olika höjder varifrån systemet kan nyttjas. I och med att en snabb grupperingstid kan vara en framgångsfaktor föreslås därför tre färdiga kabelflätor. Den uträkning som ligger till grund för vilken längd vi kan nyttja på kablage följer nedan.

***Samtlig data är utdrag ur Försvarsmaktens grund och förvaltningsdata (GOF) via FMV IDA***

| <b>Antenntyp (rundstrålande)</b> | <b>Fbet</b>  | <b>Fben</b>      | <b>Vikt (kg)</b> | <b>Kommentar</b>            |
|----------------------------------|--------------|------------------|------------------|-----------------------------|
| <b>HF</b>                        | M1922-855010 | ANTENN HF        | 2,5              | För 2-30 MHz                |
| <b>VHF</b>                       | M1921-657010 | ANTENN 6570      | 3                | Fordonsantenn för 30-88 MHz |
| <b>UHF</b>                       | M1921-791010 | ANTENN UHF       | 0,2              | För 100-520 MHz             |
| <b>SHF</b>                       | M1922-808710 | ANTENN UHF/SHF   | 1                | Antenn för 0,8 GHz - 3 GHz  |
| <b>Koaxialkabel</b>              | M1814-227425 | KOAXIALKABEL N-N | 0,2/m            | 5 kablar totalt             |
| <b>Antennfästen</b>              |              |                  | 3                |                             |

*Tabell 1, vikter för komponenter*

Max nyttolast för Skeldar V-200 uppges till 45 kilo av tillverkaren vid besök december 2025, detta skiljer sig mot den data som finns tillgänglig för systemet på internet. Detta inkluderar då det drivmedel som systemet nyttjar. Maxvikten uppgavs vid samma besök till 245 kilo. I samtal med tekniskt kunniga representanter från tillverkaren uppgavs att max nyttolast inte begränsas av konstruktionen i sig, den begränsande faktorn uppgavs vara motorn. I denna studie analyseras kabellängderna 30, 40 och 50 meter. De vikter som anges ovan ger en sammanlagd kabelvikt på 1 kilo per meter. Om kabellängden 50 meter väljs kommer detta följaktligen innebära att bränslemängden behöver justeras ned för att inte överbelasta systemets motor. Vikterna avrundas till närmsta helt kilo.

| Kabellängd | Vikt antenner (kg) | Vikt fästen (kg) | Vikt kablar (kg) | Total vikt (kg) |
|------------|--------------------|------------------|------------------|-----------------|
| 30 m       | 7                  | 3                | 30               | 40              |
| 40 m       | 7                  | 3                | 40               | 50              |
| 50 m       | 7                  | 3                | 50               | 60              |

Tabell 2, vikter för kablar

För att lösa eventuella bekymmer avseende startvikt bör det säkerställas att systemet har en bränslemätare som kan visa hur mycket bränslesystemet bär med sig, alternativt att någon form av våg tillförs eller så kan bränsletanken bytas, för att snabbt kunna återfylla bränslet utan att behöva riskera överlast. Flygtiden vid nyttjandet av kabelflätan som är 50 meter nedgår således i jämförelse med om kabelflätan som är 30 meter nyttjas. Det som styr detta är behovet av flyghöjd och behovet av operationstid i luften. Systemet antas kunna flyga i 4 timmar med reducerad bränslemängd och 50 meter kabelfläta.

Den ökade kabelvikten vid högre höjd reducerar flygtiden, vilket innebär att operativ uthållighet måste vägas mot höjdens fördelar i signalupptagning. Detta utgör en central jämförelsepunkt mot mastbaserade system.

## 5.2 Konceptuella mastbaserade ES-system

De mastbaserade systemen TP-30, TP-35 och Teleskopsmast 25m utgör exempel på master som kan bära samma typ av antenner som Skeldar V-200. De transportabla masternas höjd ger god räckvidd för ES, men grupperingstiden är relativt hög och det krävs ett relativt stort sammanhängande område med platt mark för att kunna upprätta systemen. Teleskopsmasten har en lägre höjd och den tar inte lika lång tid att gruppera som de två andra masterna. Det krävs tre personer för att montera respektive systemet. Montering och demontering av systemet innehåller flera moment där det föreligger risk för skador på personal eller själva systemet.

Teleskopsmast 25m kan monteras på olika plattformar, vilket gör systemet mångsidigt och tack vare sin relativt låga vikt kan systemet flyttas för hand.

## 6 Resultat och analys

I syfte att jämföra Skeldar V-200, TP30, TP35 och Teleskopsmast 25M upprättas en jämförelsematrix. I matrisen läggs relevant data in som är tänkt att indikera systemens egenskaper inom valda områden. Matrisen fokuserar endast på utvalda delar av systemen, med syftet att koppla frågeställningarna till de prestandaegenskaper som är mest relevanta för studien.

Resultaten baseras på en jämförelsematrix som visar systemens prestanda inom skydd, underrättelse, uthållighet och rörlighet. Syftet är att analysera hur dessa egenskaper påverkar effektiviteten i ES-verksamhet

Tabellerna nedan bygger på räckviddsberäkningar med utgångspunkt i fri sikt och antennernas höjd över marknivå. Beräkningarna är förenklade och tar inte hänsyn till alla praktiska faktorer, men ger en översiktlig jämförelse av systemens potentiella räckvidd.

## 6.1 Underrättelser

Beräkningar avseende räckvidd visar att Skeldar kan pejla på längre avstånd tack vare högre antennhöjd och flexibilitet i höjjustering. Räckviddsberäkningarna baseras på fri sikt och tar inte hänsyn till terräng, vegetation eller andra praktiska faktorer, men ger en översiktlig jämförelse av systemens potentiella räckvidd. Skeldars förmåga att hovra och justera höjd ger dessutom större taktisk flexibilitet, då systemet kan anpassa sig efter omgivande terräng och hotbild. Dock nedgår den procentuella skillnaden i räckvidd om motståndarens system höjs upp från marknivå, till exempelvis 15 meter.

Analysen visar att även om den absoluta räckvidden ökar med motståndarens antennhöjd, minskar den relativa skillnaden mellan egna plattformar. Detta indikerar att valet av högre mast får mindre taktisk betydelse i scenarier med förhöjda motståndarsystem.

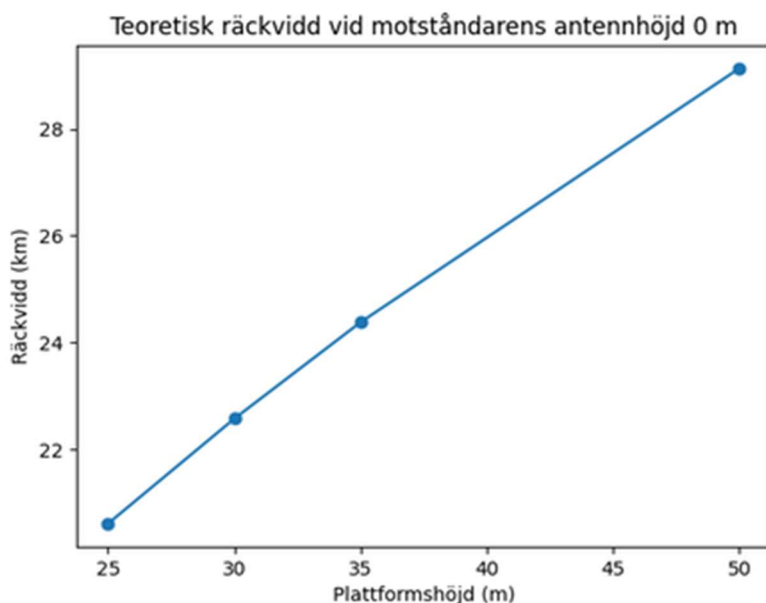


Diagram 1, teoretisk räckvidd

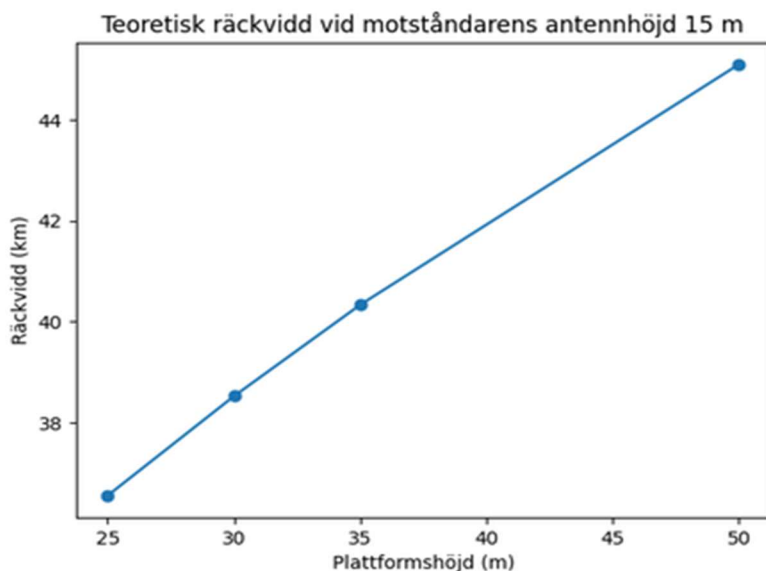


Diagram 2, teoretisk räckvidd

## 6.2 Rörlighet

| System                  | Skeldar V-200 | TP-30      | TP-35      | Teleskopmast 25M |
|-------------------------|---------------|------------|------------|------------------|
| Grupperingstid/dagsljus | ca 15 minuter | 2-4 timmar | 2,5 timmar | 45 minuter       |
| Grupperingstid mörker   | ca 15 minuter | 5 timmar   | 5 timmar   | 1,5 timme        |
| Bryta systemet dagsljus | ca 15 minuter | 2-4 timmar | 2,5 timmar | 45 minuter       |
| Bryta systemet mörker   | ca 15 minuter | 5 timmar   | 5 timmar   | 1,5 timme        |
| Max hastighet transport | 120 km/h      | 80 km/h    | 80 km/h    | 120km/h          |

Tabell 3, värden inom rörlighet

Då systemen baserat på Skeldar jämförs med systemen baserat på master visar jämförelsematrisen att Skeldar sticker ut avseende grupperingstiderna och brytandet av systemen. Skeldar kan upprättas och brytas på sammanlagt 30 minuter, oaktat om det råder dagsljus eller mörker. TP master tar cirka 2 timmar och 45 minuter att upprätta och 2 timmar och 45 minuter att bryta i dagsljus i genomsnitt. Detta ger en sammanlagd tid på 5 timmar och 30 minuter. Vid mörker åtgår minst 10 timmar för att upprätta och bryta systemen med master. Teleskopsmasten ger sammanlagda tider på 1,5 timme för dagsljus och 3 timmar i mörker.

Max hastighet vid transport är högre för systemet med Skeldar och teleskopsmasten då dessa kan transporteras i en minibuss som tillåts köra i 120 km/h. En lastbil som drar släpkärran med transportabla master får köra i 80 km/h. Skeldar och teleskopsmasten skulle kunna transporteras i en lastbil med högre terränggående förmåga i stället för en minibuss. Detta skulle minska max hastighet till 90 km/h, samtidigt som rörlighet i terräng skulle öka. Det antas möjligt att transportera och operera Skeldar-systemet och teleskopsmasten med hjälp av en bandvagn med släp. Detta skulle öka rörligheten ytterligare, framför allt i vintermiljö.

## 6.3 Skydd

| System                  | Skeldar V-200 | TP-30 | TP-35 | Teleskopmast 25M |
|-------------------------|---------------|-------|-------|------------------|
| IR-signatur             | Hög           | Låg   | Låg   | Låg              |
| Synlighet               | Medel         | Medel | Medel | Låg              |
| Radarsignatur           | Medel         | Låg   | Låg   | Låg              |
| Akustisk signatur       | Hög           | Låg   | Låg   | Låg              |
| Risker för personal     | Låg           | Medel | Medel | Medel            |
| Risk att skada systemet | Låg           | Medel | Medel | Låg              |

Tabell 4, värden inom skydd

Bedömning av systemens exponering och skydd utgår från teoretiska signaturer: akustisk, IR, radar och visuell. Studien analyserar hur dessa signaturer påverkar systemens synlighet och sårbarhet, vilket i sin tur påverkar den operativa förmågan enligt SURULV-modellens skyddskomponent. Bedömningarna baseras på konceptuella antaganden och principer, inte på faktiska mätningar. Syftet är att jämföra systemen med avseende på deras akustiska, IR-, radar- och visuella signaturer, samt att koppla dessa egenskaper till rörlighet och uthållighet, för att visa hur exponering och upptäckbarhet kan påverka den taktiska förmågan i operationsområdet.

### **6.3.1 Akustik**

Skeldar har en akustisk signatur som är större än den som uppbringas av mastsystemen i denna studie, eftersom den har en förbränningsmotor och rotorerna som genererar akustiska signaturer. Dessa signaturer kan färdas relativt fritt om systemet flyger på 50 meter. Alla som hört en tvåtakts mopedmotor eller en helikopter känner igen ljuden, varför reducering av akustisk signatur är högprioriterad. Systemets komponenter som placeras på marken måste kraftförsörjas och detta kan ske via nätuppkoppling eller via ett elverk.

De mastbaserade systemen avger en akustisk profil i de fall då dessa kraftförsörjs av ett elverk som drivs av en förbränningsmotor. Detta ger dock samma akustiska profil som systemet med Skeldar, varför dessa kan anses ta ut varandra. Sammantaget förväntas den akustiska signaturen vara lägre för masterna.

### **6.3.2 IR**

Systemens IR-signatur bestäms av de komponenter som genererar temperaturer som överstiger omgivningen och som inte kan isoleras eller döljas. Skeldars förbränningsmotor genererar värme och avgaser. Viss del av motorns signatur döljs och isoleras med hjälp av skrovet, men det antas att inte all signatur försvinner. Avgaserna kommer inte kunna döljas så signaturen från dessa kvarstår. Mastsystemen har i rest läge i princip ingen signatur gällande IR i själva masten då dessa saknar komponenter som genererar värme.

De komponenter som återfinns på marken förväntas generera likvärdig signatur som hos Skeldar. Sammantaget förväntas IR-signaturen vara lägre för masterna.

### **6.3.3 Radar**

Eftersom den flygande plattformen når en högre höjd kan dess radarsignatur upptäckas på längre avstånd. Även om systemets utformning kan bidra till att reducera radarsignaturen genererar rotorerna en tydlig radarreflektion. Mastbaserade system ger också upphov till en radarbild, men denna kan reduceras genom gruppering i terräng som maskerar systemet, exempelvis framför skog med likvärdig höjd. Sammantaget framstår Skeldar som den plattform som avger den tydligaste radarsignaturen.

Masterna kommer att avge en radarbild, dock kan denna minska om systemen grupperar framför skog med likvärdig höjd. Med rätt taktik borde radarsignaturen kunna minskas. Sammantaget bedöms Skeldar avge en tydligare radarsignatur.

### **6.3.4 Visuell**

Den flygande plattformen har en visuell fördel, sammankopplingen med farkosten är endast en kabelhärva som går ner till marken.

Masterna är relativt lätta att upptäcka med blotta ögat då deras form sticker ut från omgivningen. Återigen är systemens markbaserade komponenter likvärdiga, varför risken för upptäckt på marknivå bör anses likvärdiga. Sammantaget bedöms risken för visuell upptäckt till likvärdiga för systemen. Teleskopmasten är smalare och det antas därför att den har en lägre synlighet i förhållande till de andra masterna.

## 6.4 Uthållighet - Personal och drift

| System             | Skeldar V-200 | TP-30      | TP-35      | Teleskopsmast 25M |
|--------------------|---------------|------------|------------|-------------------|
| Personal upprätta  | 2 personer    | 3 personer | 3 personer | 3 personer        |
| Personal för drift | 2 personer    | 2 personer | 2 personer | 2 personer        |
| Drift före avbrott | 4 timmar      | Obegränsat | Obegränsat | Obegränsat        |

Tabell 5, värden inom uthållighet

Skeldar-systemet kan upprättas, brytas och bemannas av två personer. Dessa behöver då kunna hantera systemet avseende upprättande/brytande, drift och underhåll. I och med att Skeldar drivs av en förbränningsmotor behöver systemet landa, tankas och underhållas genom ett antal kontrollpunkter. Detta skapar ett avbrott i driften och denna faktor bör beaktas.

För mastsystemen kräver dessa uppgifter tre personer, medan driften endast kräver två personer.

## 6.5 Sammanfattande analys

Skeldar V-200, med monterade antenner och tillhörande antennkablar, samt de mastbaserade systemen TP-30, TP-35 och Teleskopsmast 25m uppvisar olika egenskaper som påverkar divisionens förmåga inom manöverkrigföring.

Analysen visar att Skeldar har kortare grupperingstid och högre rörlighet, vilket möjliggör snabbare upprättande och avbrytande av pejling. Detta kan skapa förutsättningar för en mer flexibel användning i samband med framryckning och förändrade taktiska lägen.

De mastbaserade systemen uppvisar däremot lägre akustisk, IR- och radarsignatur, vilket kan minska risken för upptäckt i vissa operativa miljöer. Teleskopsmast 25 m har kortare grupperingstid jämfört med TP-30 och TP-35, vilket ger en viss flexibilitet, men systemet når fortfarande inte Skeldars nivå av snabbhet och följsamhet. Deras förmåga till kontinuerlig drift utan behov av landning och tankning kan även vara fördelaktig vid långvariga eller mer statiska operationer.

Sammanfattningsvis visar studien att systemen erbjuder olika operativa egenskaper. Analysen indikerar att rörlighet och signatur framstår som centrala avvägningar mellan systemen, där Teleskopsmast 25 m utgör ett mellanalternativ mellan de stora mastsystemen och den mycket flexibla Skeldar-plattformen.

## 7 Diskussion

Den sammanfattande analysen visar att systemen uppvisar tydliga skillnader avseende rörlighet, signatur och operativ flexibilitet. I detta kapitel diskuteras vilka konsekvenser dessa skillnader kan få inom ramen för manöverkrigföring, där tempo, anpassningsförmåga och informationsöverläge är centrala faktorer.

Den kortare grupperingstiden och högre rörligheten hos Skeldar-systemet skapar förutsättningar för att snabbare etablera och avbryta pejling i takt med divisionens rörelser. Detta kan påverka tempot i beslutsprocesser och möjliggöra en mer dynamisk användning av telekrigsresurser. Samtidigt innebär den högre signaturen hos systemet en potentiellt högre risk för upptäckt, vilket kan påverka systemets överlevnadsförmåga i en motståndarmiljö med god sensortäckning.

De mastbaserade systemen uppvisar lägre signaturer och möjlighet till mer kontinuerlig drift, vilket kan vara fördelaktigt i mer statiska eller uthållighetskrävande operationer. Sämre egenskaper i förhållande till rörlighet och grupperingstid innebär dock att systemen är mindre följsamma i snabbt föränderliga situationer.

## 7.1 Diskussion i relation till manöverkrigföring

Sett ur ett manöverkrigföringsperspektiv innebär nyttjandet av ett flygande ES-system med fast kablage en tydlig potential att öka divisionens handlingsfrihet i både tid och rum. Den kraftigt reducerade grupperingstiden jämfört med mastbaserade system skapar förutsättningar för att snabbare initiera egen verksamhet och lika snabbt avbryta den, vilket bidrar till att behålla initiativet gentemot motståndaren. Detta ligger i linje med manöverkrigföringens grundläggande strävan efter överlägsenhet i tempo och att fatta snabbare beslut än motståndaren.

Genom att möjliggöra pejling längre fram i operationsområdet och från en högre höjd, kan systemet bidra till divisionens möjlighet att tvinga motståndaren att agera på ofullständig information eller under tidspress. Denna förmåga kan försätta motståndaren i ett dilemma där denne antingen måste fortsätta sända och därmed riskera upptäckt, eller bryta sitt samband och därigenom förlora delar av sin ledningsförmåga.

Samtidigt innebär systemets ökade signaturer, främst avseende akustik och eventuellt radar och IR, en risk ur ett manöverkrigföringsperspektiv. Besitter motståndaren förmåga att snabbt upptäcka och bekämpa flygande system kan detta leda till att divisionen förlorar initiativ. Dessa nackdelar kan dock delvis vägas upp av systemets möjlighet till minskad exponeringstid, vilket minskar motståndarens möjlighet att hinna genomföra alla steg i sin bekämpningskedja.

Sammantaget visar studien att ett flygande ES-system som integreras och används på rätt sätt kan öka divisionens förmåga till manöverkrigföring avseende flera centrala principer. Systemet kan bidra till ökat tempo, ökad hastighet och ökad handlingsfrihet. Systemets begränsningar måste dock omhändertas eller reduceras, vilket kan göras genom anpassning i taktik, minskning av signaturer genom vidare forskning och experiment. Sårbarheterna hos UAS-plattformen i form av ökade signaturer innebär i dagsläget att det inte är tydligt att detta system kan ersätta befintliga system. Plattformen skulle kunna utgöra ett komplement och användas parallellt med master och andra plattformar.

De mastbaserade systemen kan ur ett manöverkrigföringsperspektiv tolkas på ett mer nyanserat sätt än vad enbart deras längre grupperingstider antyder. Även om de inte medger samma hastighet i förflyttning och omgruppering som det flygande systemet i studien, kan deras lägre signaturer och högre uthållighet bidra till en annan form av handlingsfrihet, som bygger på svårupptäckthet och långvarig närvaro snarare än snabb förflyttning.

Samtidigt innebär mastsystemens lägre rörlighet att de i större utsträckning kräver förutseende planering. De är mindre lämpade för att snabbt exploatera uppkomna möjligheter eller för att omedelbart stödja framryckande manövrar. Om motståndaren identifierar systemets gruppering kan den längre tiden det tar att bryta systemet dessutom innebära en ökad sårbarhet.

Sammantaget kan de mastbaserade systemen därför ses som mer lämpade för att understödja en metodisk och mer uthållig tillämpning av manöverkrigföring, där låg signatur och stabilitet i informationsinhämtningen prioriteras.

## 7.2 Situationsanpassad användning

Resultaten indikerar att systemens taktiska värde i hög grad beror på den kontext de används i. I operationer där högt tempo och hög hastighet är avgörande kan ett flygande system för ES skapa förutsättningar för att snabbt upprätta och omgruppera pejling i takt med förbandets rörelser. Den korta grupperingstiden och möjligheten att tillfälligt höja sensorn över hinder i terrängen kan bidra till ökad flexibilitet och minskad reaktionstid för andra insatser, såsom vapenverkan.

Vid operationer som är mer statiska eller kräver en högre uthållighet kan däremot mastbaserade system vara ett bättre alternativ. Deras lägre signatur och möjlighet till kontinuerlig drift utan avbrott kan minska risken för upptäckt och skapa en mer stabil sensorbild över tid. Om motståndaren besitter god förmåga till luftmålsbekämpning och har radarstationer för upptäckt av luftmål, minskar risken för bekämpning om masterna används.

Sammantaget är det inte bara tekniska data och prestanda som avgör om ett system är lämpligt, det är också hur dess egenskaper sammanvävs med andra delar av divisionen och dess uppträdande som spelar roll. Det handlar om hur systemet används taktiskt, hur dess fördelar nyttjas som styrkor och hur taktiken reducerar dess svagheter. Att kombinera systemen som avhandlas i studien skulle ge många fördelar för divisionen i dess strid.

Diskussionen visar därmed att valet av plattform inte enbart handlar om teknisk prestanda, utan om hur respektive systems egenskaper samverkar med den taktiska kontexten, hotbilden och uppdragets karaktär.

Eftersom krysspejling innebär att information behöver delas mellan platser måste detta ske på ett sätt som inte avslöjar de egna systemen i ett känsligt läge. Syftet med att genomföra passiv pejling förloras om andra delar av förmågan avslöjar förbandets position

## 7.3 Studiens begränsningar

Denna studie bygger till stor del på antaganden om systemens prestanda och operativa egenskaper, snarare än faktiska mätningar. Jämförelserna mellan Skeldar V-200 och mastbaserade system utgår från tekniska data, tillverkarinformation och teoretiska beräkningar av räckvidd och signatur. Detta innebär att resultaten främst visar på tendenser och möjligheter, snarare än exakta operationella värden.

Vidare begränsas studien av det begränsade antalet system som analyserats. Endast tre mastsystem och en flygande plattform har inkluderats, vilket kan påverka generaliserbarheten av slutsatserna till andra system med liknande egenskaper. Analysen tar heller inte hänsyn till miljöfaktorer såsom terrängvariation, väder eller elektronisk störning, som kan påverka både rörlighet, räckvidd och sårbarhet i verkliga operationer.

Ett ytterligare övervägande är att vissa värden i jämförelsematrisen bygger på uppskattningar och antaganden snarare än faktiska mätningar. Detta medför en osäkerhet i slutsatserna, vilket bör beaktas när resultaten tolkas, särskilt vid jämförelser mellan olika system och plattformstyper. Studien är dessutom koncentrerad på en tekniskt och taktiskt avgränsad problemställning. Faktorer som logistisk support, underhåll, kostnader och långsiktig uthållighet har inte fullt ut behandlats. Det innebär att slutsatserna främst gäller systemens taktiska egenskaper vid specifika operationella scenarier.

Trots dessa begränsningar bidrar studien med en första jämförelse mellan flygande och mastbaserade ES-system, vilket kan ge underlag för vidare forskning och kompletterande praktiska tester.

## 8 Förslag på vidare forskning

Denna studie kan till viss del belysa behovet av vidare forskning och teknikutveckling inom området UAS som plattform för monterade antenner och kablage för pejling av motståndaren.

En viktig aspekt är reducering av signaturer, både akustiska, IR, radar och visuella. En möjlig väg är att utveckla en motsvarande plattform som drivs med elmotor, vilket skulle kunna minska både ljudnivå och värmesignatur. Genom att strömförsörja systemet via kabel från marken istället för en förbränningsmotor skulle IR-signaturen kunna minskas ytterligare, samtidigt som värmeavgivningen från avgaser elimineras. Vidare skulle plattformen kunna isoleras bättre, vilket ytterligare minskar risken för upptäckt.

Vidare forskning bör också fokusera på signaturanpassning och mätning av faktiska signaturer under realistiska operationella förhållanden. Det innefattar experimentella studier av IR, radar, visuell och akustisk signatur vid olika höjder, hastigheter och miljöförhållanden. Resultaten kan användas för att optimera UAS-design och taktik, till exempel hur plattformen kan flyga eller positioneras för minimal upptäcktsrisk.

Ett annat område är optimering av lastkapacitet och kablage. Vikten på systemets komponenter kan påverka både flygtid och rörlighet, varför alternativa kablar bör testas. Exempelvis kan fiberkablar användas för dataöverföring, förutsatt att signalbehandlingen fortfarande kan utföras på systemets markbaserade del. Vidare kan forskning undersöka modulära plattformar, där antenner och kablage kan bytas eller anpassas efter uppdragets krav, vilket ökar flexibiliteten och minskar logistikberoende.

Slutligen bör framtida studier inkludera fältbaserade tester och simuleringar för att jämföra mastbaserade och flygande system under olika terräng- och hotförhållanden. Detta skulle ge bättre underlag för att bedöma systemens bidrag till divisionens tempo, handlingsfrihet och manöverförmåga i praktiska operationer.

Som ett komplement till ett bränsle drivet flygande system kan vidare forskning behandla ett system med elmotor och kablage för strömförsörjning. I denna text har detta valts bort eftersom den information som hittats indikerar på att vikterna skulle öka. Detta indikerar att den aktuella lasten i dagsläget inte kan bäras med Skeldars nuvarande konstruktion och den information som återfunnits om komponenter för eldrift. Grupperingstiden skulle kunna minskas om antalet åtgärder innan det flygande systemet lyfter kan minskas.

Ett annat område som kan utvecklas är kablager. Om kablar som har en lägre vikt kan nyttjas med bibehållen möjlighet att inte sända någon elektromagnetisk strålning är detta ett starkt alternativ som skulle kunna ge ett mer potent system.

## 9 Referenser

Alex Braszko, (2025) Center for Army Learned Fiberoptiska drönare: En betydande utmaning med C-UAS

[https://www-army-mil.translate.google.com/translate/a/287737/fiber\\_optic\\_drones\\_posing\\_a\\_significant\\_c\\_uas\\_challenge?x\\_tr\\_sl=en&x\\_tr\\_tl=sv&x\\_tr\\_hl=sv&x\\_tr\\_pto=sge#:~:text=These%20drones%20use%20a%20thin,systems%20\(c%2DUAS\).](https://www-army-mil.translate.google.com/translate/a/287737/fiber_optic_drones_posing_a_significant_c_uas_challenge?x_tr_sl=en&x_tr_tl=sv&x_tr_hl=sv&x_tr_pto=sge#:~:text=These%20drones%20use%20a%20thin,systems%20(c%2DUAS).)

Biddle, S. (2010) *Military power: explaining victory and defeat on the modern battlefield.*

FMV Instruktionsbok Teleskopsmast (u.å) 24M/25M

FMV Instruktionsbok TP MAST 30M T3/T (u.å) sid. 7-9

FMV Instruktionsbok TP MAST 35M MT (u.å)

Försvarsmakten militärstrategiska doktrin. (2016). *Militärstrategisk doktrin för Sveriges militära försvar.* <https://goteborgsforsvar.se/wp-content/uploads/2016/01/militarstrategisk-doktrin-2016.pdf>

Försvarsmakten (2019) *Handbok Telekrig Marinen*

Ghanad, A, (2025) Veritas University College, Malaysia: *An Overview of Quantitative Research Methods*  
[https://www.researchgate.net/publication/373370007\\_An\\_Overview\\_of\\_Quantitative\\_Research\\_Methods](https://www.researchgate.net/publication/373370007_An_Overview_of_Quantitative_Research_Methods)

International Telecommunication Union. (2024) Recommendation ITU-R P.525-5: Calculation of free-space attenuation.  
<https://www.itu.int/rec/R-REC-P.525-5-202411-I/en?utm>

OKAF DC 24V/12V Portable Telescopic Antenna Mast Vehicle Ground Mounted Camera Pole (Hämtad 2025 december) <https://www.hd-ptzcamera.com/quality-12332021-dc-24v-12v-portable-telescopic-antenna-mast-vehicle-ground-mounted-camera-pole>

Maccuish, Donald (2011) *ORIENTATION: THE KEY TO THE OODA LOOP*, Strategy and Leadership Air Command and Staff College Maxwell AFB, AL 36112, USA

Rantakko, J, J Nygårds (2025) *Obemannade farkoster för mark-striden: Erfarenheter från Ukraina* FOI-R--5723—SE ISSN 1650-1942 Totalförsvarets forskningsinstitut.

SAAB (Hämtad 2025 december 16). *Skeldar V-200*.

<https://umsskeldar.aero/unmanned-vtol-system-v-200-skeldar/v-200-skeldar-flipbook/>

Stephensson J-H, (u.å) Acoustic Signature Measurements and Modelling of sUAS Vehicles (STO-MP-MSG-SET-183 9 – 1) NATO

<https://publications.sto.nato.int/publications/STO%20Meeting%20Proceedings/STO-MP-MSG-SET-183/MP-MSG-SET-183-09.pdf>

Wikipedia. (2025) *Saab Skeldar*. (2025-12-16)

[https://sv.wikipedia.org/wiki/Saab\\_Skeldar\\_u.s](https://sv.wikipedia.org/wiki/Saab_Skeldar_u.s)

Withington, T. (2023). Manoeuvre Warfare and the Electromagnetic Spectrum, The RUSI Journal, 168:6, 32-4. DOI: 10.1080/03071847.2023.2288487

## Bilaga 1 – Begreppslista

- **Telekrig** - ”Telekrigföring är militär verksamhet som utnyttjar det elektromagnetiska spektrumet för att bekämpa, förvanska eller exploatera motparters inhämtning, bearbetning eller delgivning av information samt skydd mot ett för oss ogynnsamt utnyttjande av det elektromagnetiska spektrumet.” (Försvarsmakten 2019, sid 8)
- **UAS – Unmanned Aircraft System** (Obemannat Flygfartssystem)
- **Elektronisk stödverksamhet (ES)** - Informationsinhämtning rörande fiendens användning av utrustning som avger elektromagnetisk strålning (t.ex. radarer, radio, mobiltelefoner, drönare etc.) med signalspaning för att bl.a. identifiera och lokalisera sändande enheter.
- **Pejling** – Innebär i telekrigssammanhang att bestämma riktning och eventuellt identitet till en sändare. Med krysspejling fås position hos sändaren.
- **TP Mast** – Transportabel mast, benämns i Försvarsmakten ofta tillsammans med sin maximala höjd, exempelvis TP-35 för en mast på 35 meter.