



Marknadsöversikt över störskyddssystem för GNSS

SOFIA BERGSTRÖM

Sofia Bergström

Marknadsöversikt över störskyddssystem för GNSS

Titel	Marknadsöversikt över störskyddssystem för GNSS
Title	Survey of anti-jamming systems for GNSS
Rapportnr / Report No.	FOI-R--5837--SE
Månad / Month	Januari
Utgivningsår / Year	2026
Antal sidor / Pages	52
ISSN	1650-1942
Kund / Customer	Försvarsmakten
Forskningsområde	Telekrig
FoT område	Telekrig
Projektnr / Project No.	E51604
Godkänd av / Approved by	Christian Jönsson
Ansvarig avdelning	Telekrig
Exportkontroll	Nej

Detta verk är skyddat enligt lagen (1960:729) om upphovsrätt till litterära och konstnärliga verk, vilket bl.a. innebär att citering är tillåten i enlighet med vad som anges i 22 § i nämnd lag. För att använda verket på ett sätt som inte medges direkt av svensk lag krävs särskild överenskommelse.

This work is protected by the Swedish Act on Copyright in Literary and Artistic Works (1960:729). Citation is permitted in accordance with article 22 in said act. Any form of use that goes beyond what is permitted by Swedish copyright law, requires the written permission of FOI.

Sammanfattning

Pådriven av den ökade användningen av GNSS-störning i konflikthärdar har även marknaden för störskyddssystem ökat det senast decenniet. Det är inte längre bara de stora försvarsföretagen som har möjlighet att bygga ett störskyddssystem utan även mindre nystartade företag har tagit fram egna lösningar.

Denna rapport ger en sammanställning över produkter från nitton tillverkare av störskyddssystem som finns på marknaden. Syftet med rapporten är att ge en öppen marknadsöversikt över utbudet samt övergripande gå in på de olika typerna av störskyddssystem.

Nyckelord: GNSS, störskyddssystem, CRPA

Abstract

Driven by the increased level of GNSS jamming in conflict zones, the market for anti-jamming systems has also increased the last decade. It is not only the large defence companies that are able to build anti-jamming system, but also smaller start-ups have its own solutions.

This report provides a summary of anti-jamming systems available on the market by nineteen different manufactures. The purpose of this report is to provide an overview of anti-jamming systems and go through the different types of anti-jamming solutions.

Keywords: GNSS, anti-jamming system, CRPA

Innehållsförteckning

Förkortningar	6
1 Inledning	9
2 Om störskyddssystem	11
2.1 Typer av störskyddssystem	11
2.2 Nyttan av störskydd	12
2.3 Hur funkar det?	12
3 Kommentarer om undersökningen	15
3.1 GNSS-signaler	15
3.2 Funktioner hos störskyddssystem	16
3.3 Exportregelverk	16
4 Störskyddssystem per tillverkare	19
4.1 BAE Systems Inc	19
4.2 Calian	23
4.3 Chelton	23
4.4 Collins Aerospace	25
4.5 Diehl Defence	26
4.6 Elbit Systems	27
4.7 Israel Aerospace Industries	27
4.8 InfiniDome	28
4.9 Kosminis Vytis	30
4.10 L3Harris	32
4.11 Lockheed Martin	32
4.12 Meteksan Savunma	33
4.13 Mayflower Communications	34
4.14 Novatel	36
4.15 Quantum Reversal	38
4.16 Raytheon UK	39
4.17 ST Engineering	41
4.18 Thales	41
4.19 Tualcom	42
5 Avslutande kommentarer	47
Referenser	50
A Appendix	51

Förkortningar

AE	Antenna electronics
AJ	Anti-jamming
BFEA	Blue force electronic attack
CRPA	Controlled radiation pattern antenna
EAR	Export administration regulations
FIR	Finite impulse response
GNSS	Global navigation satellite system
INS	Inertial navigation system
ITAR	International traffic in arms regulations
J/S	Jammer-to-signal-ratio
OEM	Original equipment manufacturer
PRS	Public regulated service
QTD	Quiescent time delay
SAASM	Selective availability anti-spoofing module
SFAP	Space-frequency adaptive processing
STAP	Space-time adaptive processing
SWaP	Size, weight and power

1 Inledning

Globala satellitnavigeringssystem (GNSS) är en viktig källa för position och tid i dagens samhälle, såväl militärt som civilt. Då GNSS-satellitssignalerna är väldigt svaga när de når jorden krävs det inte mycket effekt för att störa ut dessa. Tekniken att skydda sin egen nyttosignal utvecklades för radarsystem under kalla kriget men kom snart att användas även inom GNSS. Det första systemet för GPS utvecklades av Roke Manor redan 1984 [1]. Pådriven av den ökade användningen av GNSS-störning i konflikthärdar har även marknaden för störskyddssystem ökat det senaste decenniet. Det är inte längre bara de stora försvarsföretagen som har möjlighet att bygga ett störskyddssystem utan även mindre nystartade företag har tagit fram egna lösningar.

Denna rapport ger en sammanställning över några av de störskyddssystem som finns på marknaden. Syftet med rapporten är att ge en öppen marknadsöversikt över utbudet samt övergripande gå in på de olika typerna av störskyddssystem. Utvecklingen går snabbt framåt inom störskyddssystem för GNSS och denna rapport är tänkt som en uppdaterad och fristående variant på *Störskyddssystem för militär GPS, en marknadsöversikt* [2] från 2014.

Observera att denna rapport inte gör anspråk på att täcka in alla tillgängliga störskyddssystem på marknaden utan endast är tänkt som en översiktlig sammanställning. Vid intresse av ett system bör leverantören kontaktas för att få den senaste informationen. Tanken är att rapporten kommer uppdateras då nya system kommer ut, varpå författaren gärna tar emot tips på nya system eller ändringar.

Denna rapport inleds med ett kapitel som översiktligt förklarar hur störskyddssystem fungerar, vilka olika typer av lösningar det finns samt nyttan av störskydd. Kapitel 3 innehåller författarens kommentarer på undersökningen. Detta kapitel förklarar även olika begrepp. Kapitel 4 består av en genomgång av störskyddssystem uppdelat på 19 olika tillverkare. För varje störskyddssystem presenteras kortfattad öppen information i de fall den finns tillgänglig. Rapporten avslutas med avslutande kommentarer i kapitel 5.

Rapporten är framtagen under beställningen *Telekrig FOI 25 (AT.9220822)* inom FoT-projektet *TK mot GNSS (25-27)*.

2 Om störskyddssystem

Störskyddssystem går ibland under benämningen *anti-jamming system* (AJ), men även *controlled radiation pattern antenna* (CRPA) är vanligt förekommande. Observera att det inte finns en fastställd definition av vad ett störskyddssystem är, hur de ska delas upp eller vad olika begrepp innebär. Det finns andra metoder för att skydda sig mot störning som ibland också går under beteckningen störskyddssystem. Vissa antenner undertrycker signaler som inkommer nära horisonten. Det finns mottagare som detekterar förhöjd effekt i GNSS-banden och där digitalt placerar ett smalt bandspärrfilter, ett så kallat *notch*-filter. Dessa fungerar av naturliga skäl endast då störningen inkommer nära horisonten eller är smalbandig relativt nyttsignalen. Den effektivaste störskyddsmetoden är att använda en gruppantenn, de vill säga en antenn med flera antennelement, tillsammans med en så kallad elektronikenhet där viss signalbehandling sker. Elektronikenheten kallas ofta för AE eller *antenna electronics*. Denna rapport fokuserar på elektronikenheter i olika varianter. Det finns även andra metoder för att förbättra robustheten hos sin navigationslösning, till exempel olika varianter på tröghetsnavigeringssystem (INS) eller stöttning från andra sensorer, men dessa utelämnas här.

Detta kapitel beskriver översiktligt hur störskyddssystem är uppbyggda, nyttan av störskydd samt hur störskyddssystem fungerar.

2.1 Typer av störskyddssystem

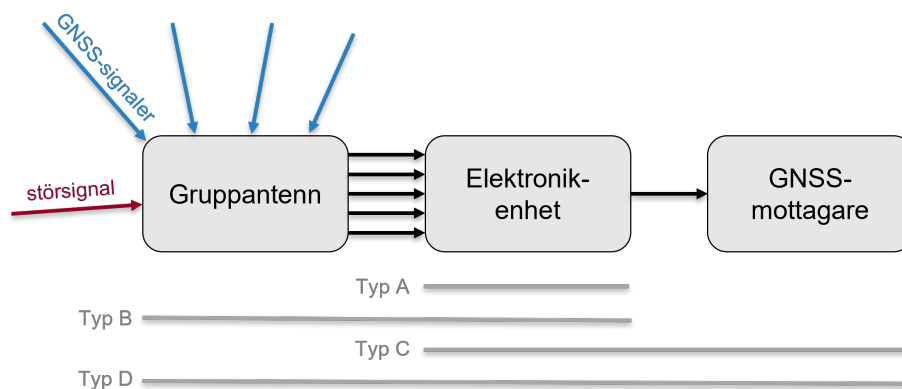
För att erhålla störskydd till en plattform krävs en antenn, en elektronikenhet och en GNSS-mottagare. Störskyddslösningar kommer dock i många olika varianter. I vissa fall kan en lösning också finnas i flera olika varianter. För att underlätta för läsaren delar rapporten in dessa i fyra olika typer, vilka också illustreras i figur 2.1:

Typ A Separat elektronikenhet

Typ B Integrerad antenn och elektronikenhet

Typ C Mottagare med inbyggd elektronikenhet

Typ D Integrerad antenn, elektronikenhet och mottagare



Figur 2.1: Störskyddssystem uppdelat i sina tre grunddelar. Rapportens uppdelning av olika typer visas också. (Bild: FOI)

Det finns fördelar och nackdelar med alla varianter. En integrerad antenn och elektronikenhet (typ B) underlättar monteringen på plattformen då lösningen kan ersätta en tidigare oskyddad antenn, men fortfarande utnyttja samma mottagare. Elektronikenhet med inbyggd mottagare (typ C) kan ge mer funktionalitet, till exempel

mer avancerade algoritmer, då mottagaren kan ta del av mer information. När mottagaren inte är integrerad i lösningen är utsignalen från elektronikenheten oftast en analog RF-signal som är kompatibel med alla mottagare.

Störskyddssystem kan förekomma i en integrerad variant, det vill säga i en oftast vädertålig integration, eller som ett kretskort som går att bygga in i andra produkter. Det senare kallas oftast OEM, vilket står för *original equipment manufacturer* och syftar till ett företag vars produkter kan används som komponenter i andra företags produkter.

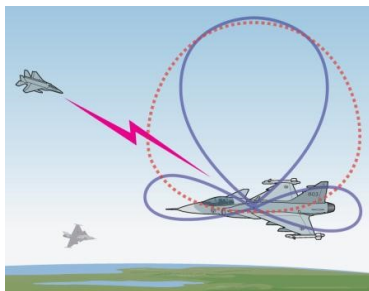
2.2 Nyttan av störskydd

Militär GPS finns på flertalet av Försvarsmaktens plattformar. Den är robustare mot störning än civila mottagare på grund av större bandbredd samt att signalen är krypterad för att hindra vilseledning. Dock kan robustheten mot störning ökas betydligt genom att lägga till ett störskyddssystem. Idag är störning av GNSS mycket vanligt och ett störskyddssystem är därför nödvändigt för att säkra tillgång på GNSS-data.

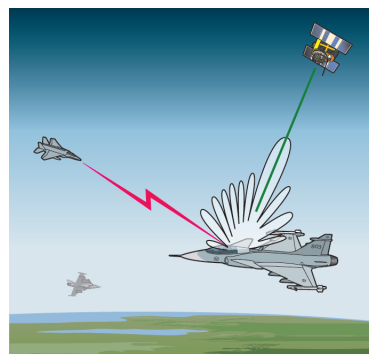
2.3 Hur funkar det?

I ett störskyddssystem modifieras antenndiagrammet med olika metoder för att digitalt minimera känsligheten i riktning mot störaren. I en gruppantenn (antenna array) som har flera antennelement når den inkomna signalen elementen med en tidsdifferens (vilket ger upphov till ett smalbandigt fasskift av signalen). Genom att justera amplitud och fas för varje antennelement (så kallade viktcoefficienter) kan signalerna i olika riktningar förstärkas eller undertryckas med negativ eller positiv interferens. Antenndiagrammet styrs således via lobformning så att antennvinsten är hög eller låg i en önskad riktning. Teoretisk kan ett störskyddssystem med n antennelement undertrycka $n - 1$ störriktningar. Finns det satelliter i de riktningarna undertrycks dock även dessa.

Hur dessa viktcoefficienter väljs beror på vilken metod som används i systemet. Många metoder bygger på att adaptivt minimera den inkomna effekten under vissa bivillkor. Det är möjligt att minimera effekten utan hänsyn till nyttosignalerna från satelliterna eftersom dessa är under brusgolvet. På senare år hade det tillkommit implementering av algoritmer som utöver att minimera påverkan från störarna, se Figur 2.2a, även skapar lobber mot satelliterna, se Figur 2.2b. Detta ger ökad prestanda då man undviker att få oavsiktliga minima i satellitriktningarna utan i stället ofta en förhöjd antennvinst. Vid lobformning mot satellit är antennvinsten mot satelliten proportionell mot antal antennelement. Detta är dock mer komplext eftersom elektronikenheten måste få information både om plattformens orientering och om satelliternas positioner. Varje satellit får då egna adaptiva viktcoefficienter. Detta kallas ibland för tredje generationens störskyddssystem.



(a) Standardantenn (röd streckad) och vid adaptiv störundertryckning (blå).



(b) Adaptiv störundertryckning med lobformning mot satellit.

Figur 2.2: Illustration av känslighet hos olika antensystem vid störning. (Bilder: FOI)

Den adaptiva lobformningen kan vara analog, digital eller dessa i kombination. Varianterna har olika fördelar och nackdelar främst i form av störundertryckningsförmåga och tidsfördröjning. Tidsfördröjningen (QTD, quiescent time delay) anger hur mycket signalen fördröjs genom elektronikenheten på grund av signalbehandlingen. Notera att denna tidsfördröjning kan behöva kompenseras för i mottagaren, speciellt om systemet ska användas som skydd för ett system där tid är kritiskt, till exempel för en tidserver. Vissa mottagare har inbyggda funktioner för att kompensera för detta, andra har det inte.

Analog implementation Analog beräkning av viktvektorn och filtrering av signalen där störundertryckningen begränsas av den analoga noggrannheten. Fördröjningen av GNSS-signalen genom systemet är låg men systemet kan ha en begränsad störundertryckningsförmåga. Detta beror på kvalitén av ingående delkomponenter.

Hybrid implementation En digital beräkning av viktvektorn men med analog filtrering som begränsar noggrannheten. Det är låg fördröjning genom systemet och god störundertryckningsförmåga.

Digital implementation Digital beräkning och filtrering av vikterna vilket generellt ger hög noggrannhet och hög störundertryckningsförmåga. Däremot måste RF-signalen omvandlas från analog till digital till analog om mottagaren och störskyddssystemet är separerade (det vill säga inte av typ C eller D), vilket kan medföra en relativt stor fördröjning.

Alla här diskuterade störundertryckningsalgoritmer arbetar genom att lägga ett smalbandigt minima i riktning mot störaren, så kallad spatiell undertryckning. Algoritmer som även inkluderar undertryckning baserat på frekvens kallas STAP (space-time adaptive processing) eller SFAP (space-frequency adaptive processing) [3]. Dessa är generellt bättre och många tillverkare framhåller användandet av STAP/SFAP. I STAP/SFAP passerar den digitaliserade signalen från varje antennelement igenom ett adaptivt FIR-filter (finite impulse response) vars koefficienter är en del av ovannämnda viktvektor och summeras därefter till en utsignal.

3 Kommentarer om undersökningen

Det finns många olika störskyddslösningar på marknaden där mer eller mindre information finns tillgänglig. Om inget annan källa anges så härstammar information om systemet från respektive datablad. Det finns inga öppna jämförande undersökningar om hur störskyddssystemen presterar eller om de uppnår till den angivna prestandan. Vissa tillverkare anger störundertryckningsförmåga i form av vilket stör-till-signal-förhållande (J/S) störskyddssystemet klarar av att undertrycka i olika situationer. Dessa siffror bör jämföras med försiktighet eftersom en del företag här även inkluderar mottagarens prestanda.

Nomenklaturen är oftast inte samstämmig. Även produktnamn kan vara samma mellan olika tillverkare oftast på grund av att de startade som ett utvecklingsprojekt där flera företag var med i utvecklingen. Det gäller till exempel systemet DIGAR. Företag kan också byta namn, köpas upp eller torgföra andra leverantörers produkter. En produkt kan även ha ny programvara utan att namnet ändras. Allt sammantaget gör att det kan vara svårt att hitta och tolka information.

Gemensamt för många produkter idag är att de framhålls vara SWaP (size, weight and power) vilket innebär att de är små, lätta och energisnåla. Många framställs också vara anpassade för autonoma plattformar, i synnerhet flygande, där SWaP är viktigt. Många tillverkare framhäver även att systemet är *combat proven*, vilket ofta innebär att det har använts eller testats under en väpnad konflikt.

För att underlätta jämförelse mellan system sammanställs informationen i kapitel 4 i tabeller. Tabell 3.1 innehåller förklaringar av de fält som förekommer i tabellerna.

Tabell 3.1: Förklaring av fält som förekommer i tabeller i kapitel 4.

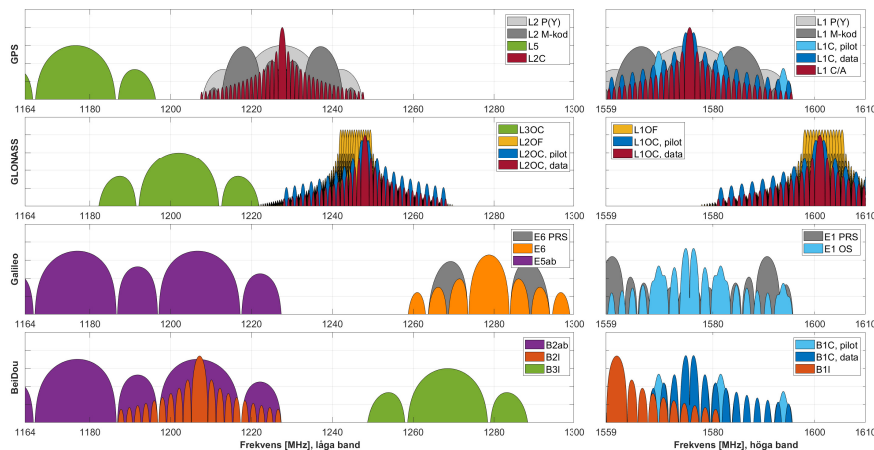
Kategori	Vilken typ av störskyddssystem som avses, se avsnitt 2.1.
Vikt	Angiven vikt på system.
Storlek	Storlek hos system angiven som i datablad. Ibland med höjd och diameter och ibland som höjd-bredd-djup.
Frekvensband	Vilka frekvensband som systemet klarar av att skydda angiven som i datablad. För översikt över signaler, se avsnitt 3.1.
Antal element	Hur många antennelement systemet använder. Då ett intervall anges kan systemet verka med olika antal element beroende på antenn.
Tidsfördröjning	Anger hur mycket signalen fördröjs igenom systemet. Utelämnas då informationen saknas.
Effektförbrukning	Effektförbrukning som den anges i datablad.
Krypterade signaler	Om systemet anges klara av att skydda de krypterade signalerna från GPS (M- eller P(Y)-kod) eller Galileo (PRS).
Övrigt	Övrig information som anges i datablad och bedöms vara intressant, till exempel tillgänglig bandbredd, om systemet anges klara hög acceleration eller kan pelja störsändare.

3.1 GNSS-signaler

Tillverkarna anger ofta att de skyddar olika konstellationer och signaler och anger ibland dessa med olika nomenklatur. Översiktligt kan signalerna delas in i fyra globala konstellationer: GPS, Glonass, Galileo och BeiDou. Dessa konstellationer sänder olika signaler inom frekvensbanden 1164–1300 MHz och 1559–1610 MHz. Till exempel har GPS de fyra civila signalerna GPS L1 C/A, GPS L1C, GPS L2C och GPS L5. En översikt över de öppna signalerna inom GPS, Glonass, Galileo och BeiDou ses i Figur 3.1. Dessa beskrivs även närmare i [4].

Det finns flera krypterade signaler inom GNSS-banden men de som förekommer i rapporten är de som sänds från GPS och Galileo. GPS har de krypterade signalerna M-kod och P-kod, båda på L1- och L2-banden. Om en mottagare anges som SAASM tar den emot P(Y)-kod. Galileo har den krypterade signalen PRS på E1- och E6-banden.

Det finns även regionala system, NavIC/IRNSS och QZSS, eller tilläggsystem i form av SBAS. I vissa störskyddssystem anges att systemet släpper igenom L-bandkorrektioner eller RTCM-stöd. Mottagaren kan då använda denna data till att förbättra positionen då den får information om bland annat atmosfäregenskaper och tidsfel i satelliterna. Ibland skyddas även Iridium, vilket är en kommunikationssignal som sänds från låg omloppsbana kring 1620 MHz.



Figur 3.1: Översikt över de öppna signalerna från GPS, Glonass, Galileo och BeiDou, samt de krypterade signalerna från GPS och Galileo. (Bild: FOI)

3.2 Funktioner hos störskyddssystem

Förutom att skydda GNSS-signalerna mot störning kan vissa störskyddssystem användas som telekrigssensor. En funktion som oftast framhålls är pejling (directional finding) vilket innebär att systemet kan ange riktning till en eller flera störare. En annan funktion är ge en lägesbild (situational awareness). Då kan systemet varna om det är störning i luften och ibland även specificera vilken typ av störning som har använts samt mäta störeffekten.

Andra egenskaper hos ett störskyddssystem kan vara om det är anpassat för vapensystem och därför tål hög acceleration (eller många g-krafter) och klarar av att rotera snabbt. *Graceful degradation* innebär att systemet kan klara av att undertrycka störning även om ett eller flera antennelement har slutat att fungera.

En annan funktion som ibland förekommer är skydd mot *BFEA* (blue force electronic attack). BFEA innebär selektiv störning mot de civila GNSS-signalerna utan att påverka GPS-signalen M-kod eller Galileo PRS. För att klara av detta innehåller störskyddssystemet notch-filter eller matchade filter som kan slås på då detta läget aktiveras. Med filter kan systemet potentiellt använda sina fler resurser till att undertrycka störare inom andra band.

3.3 Exportregelverk

Många länder har exportrestriktioner för störskyddssystem. Bland annat räknas vissa system som krigsmateriel (ML) eller som produkter med dubbla användningsområden (dual use), vilket betyder att tekniken kan ha både civila och militära tillämpningar. Exportregler från olika länder och tillverkare bör undersökas tidigt i inköpsprocessen.

Innan 15 september 2025 räknades amerikanska störskyddssystem för GNSS som *International traffic in arms regulations* (ITAR) vilket innebar att exporten av varor gick via amerikanska utrikesdepartementet. Idag räknas störskyddssystem under den mindre begränsande *Export administration regulations* (EAR) som ligger under amerikanska handelsdepartementet. Detta innebär sannolikt att störskyddssystem från USA blir mer lättillgängliga. De omfattas fortfarande av exportkontroll, men räknas inte längre alltid som krigsmateriel [5]. Hur detta påverkar inköpsprocessen från USA för Försvarsmakten eller andra myndigheter är inte känt.

4 Störskyddssystem per tillverkare

Detta kapitel går igenom störskyddssystem uppdelat på tillverkare i bokstavsordning. Tabell 4.1 ger en översikt över tillverkare, ursprungsland samt vilka typer av system tillverkaren tillhandahåller. För närmare beskrivning av de olika typerna se avsnitt 2.1. Observera att en mer detaljerad tabell över alla störskyddssystem och vissa egenskaper återfinns i appendix A.

Tabell 4.1: Översikt över tillverkare samt vilka typer av störskyddssystem de tillverkar: Separat störskyddssystem (A), integrerad antenn och störskyddssystem (B), mottagare med inbyggt störskyddssystem (C) samt integrerad antenn, elektronikenhet och mottagare (D).

Tillverkare	Land	Typ			
BAE Systems Inc	USA	A	B	C	
Calian	Kanada		B		
Chelton	Storbritannien	A	B		
Collins Aerospace	USA		B		
Diehl Defence	Tyskland		B		
Elbit Systems	Israel	A			
Israel Aerospace Industries	Israel	A			
InfiniDome	Israel	A			
Kosminis Vytis	Litauen	A	B	C	D
L3Harris	USA	A		C	
Lockhead Martin	USA	A			
Mateksan Savunma	Turkiet	A			
Mayflower Communications	USA	A	B		
Novatel	Kanada	A	B		
Quantum reversal	Kanada	A	B		
Raytheon UK	Storbritannien	A	B		
ST Engineering	Singapore		B		
Thales	Frankrike	A			
Tualcom	Turkiet	A	B	C	D

4.1 BAE Systems Inc

BAE Systems Plc är en stor försvarskoncern baserad i Storbritannien. Det amerikanska dotterbolaget BAE Systems Inc har flera störskyddslösningar där IGAS, SABR, NavStorm och NavFire är inriktat mot vapensystem och DIGAR är utvecklat för plattformar. Samtliga kan ses i figur 4.1. BAE Systems Inc tillverkar även militära GPS-mottagare.

4.1.1 DIGAR

Digital GPS anti-jam receiver (DIGAR) utvecklades ursprungligen av dåvarande Rockwell Collins. Den ursprungliga varianten av DIGAR går under namnet DIGAR-100. BAE systems har nu två varianter på marknaden, DIGAR-200 och DIGAR-300, båda designade för mark, luft och marina plattformar. DIGAR-300 är mindre och anpassat för UAS:er och farkoster med rotor och har varit i produktion sedan 2020. DIGAR-200, i produktion sedan 2019, har samma formfaktor som AE-1, ADAP och GAS-1 och är mer anpassad för *fixed wing* [6]. I övrigt verkar systemen vara lika, se tabell 4.2.

DIGAR går även att få i en variant med integrerad militär mottagare. I de fallet är systemet ett så kallat tredje generationens störskyddssystem, det vill säga ett system som kan göra lobstyrning mot satelliterna. Den integrerade mottagaren finns idag med SAASM/P(Y)-kod men utveckling pågår mot M-kod. En version av DIGAR kommer

finnas på andra på amerikanska flygvapnets F-15 Eagle och F-16 Falcon [7] samt på europeiska Eurofighter Typhoon [8]. Även markbaserade system som vapensystemet HIMARS ska enligt [9] uppgraderas med DIGAR.

Tabell 4.2: Specifikation för DIGAR-200 och DIGAR-300 från BAE Systems.

Kategori	Typ A eller C	
Vikt	Under 5,5 kg (< 12 lbs)	(DIGAR-200)
	Under 2,3 kg (< 5 lbs)	(DIGAR-300)
Storlek	30,48 x 20,32 x 5,77 cm	(DIGAR-200)
	17,78 x 14,22 x 4,83 cm	(DIGAR-300)
Frekvensband	L1 och L2	
Antal element	2 till 7 element	
Effektförbrukning	50 W (nominell), 70 W (max)	
Krypterade signaler	Y-kod, M-kod	
Övrigt	Direction finding, STAP/SFAP, undertrycker J/S > 125 dB	

4.1.2 DIGAR GUARDIAN

DIGAR GUARDIAN är uppbyggd kring en DIGAR-300 men innehåller förutom elektronikenhet även en inbyggd antenn, se tabell 4.3. Systemet tillkom som en mer ruggad formfaktor för marina tillämpningar. Prototyper finns tillgängliga [6].

Tabell 4.3: Specifikation för DIGAR GUARDIAN från BAE Systems.

Kategori	Typ B
Vikt	11,34 kg
Storlek	Diameter: 381 mm, höjd: 142,75 mm
Frekvensband	L1 och L2
Antal element	7 element
Effektförbrukning	50 W (nominell), 85 W (max)
Krypterade signaler	P(Y)-kod, M-kod
Övrigt	STAP, undertrycker J/S > 120 dB

4.1.3 IGAS

Integrated GPS Anti-jam System, IGAS, är ett störskyddssystem med inbyggd GPS-mottagare (typ C) som härstammar från NavStrike- och JDAM-mottagare. Lösningen är byggd för vapensystem och kan användas med eller utan stöttning från en INS eller *doppler reference system*. Används i vapensystemet JDAM [6]. För mer information om IGAS, se tabell 4.4.

Tabell 4.4: Specifikation för IGAS från BAE Systems.

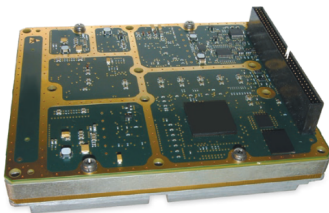
Kategori	Typ C, vapensystem
Vikt	Under 910 g (< 2 lbs)
Storlek	11 x 13 x 2,3 cm (4,35 x 5,15 x 0,9 inch)
Frekvensband	GPS L1: C/A och P(Y)
	GPS L2: P(Y)
Antal element	4 element
Effektförbrukning	Under 12 W (vid drift)
Krypterade signaler	P(Y)-kod
Övrigt	Undertrycker J/S > 85 dB, klarar stöt på 150g



(a) DIGAR



(b) DIGAR GUARDIAN



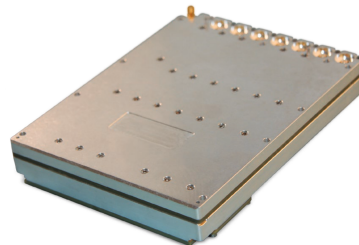
(c) IGAS



(d) NavFire



(e) NavStorm



(f) SABR

Figur 4.1: Störskyddssystem från BAE Systems. Observera att figurerna inte är skalnligna. (Bilder: BAE Systems)

4.1.4 NavFire

NavFire är en GPS-mottagare med inbyggt störskyddssystem skapat för vapensystem, se tabell 4.5. Systemet kan användas som det är eller med stöttning av en INS. Används i vapensystemen Vulcano och Paveway [6].

4.1.5 NavStorm

NavStorm är en GPS-mottagare med inbyggt störskyddssystem (typ C) skapat för vapensystem. NavStorm finns i två varianter: NavStorm+ och NavStorm-M, där den senare även tar emot M-kod. Formfaktorn är samma men andra egenskaper skiljer systemen åt, se tabell 4.6. Båda systemen ska klara acceleration på över 10g och stöt på 20 000g. Används i vapensystemen SDB-II och Excalibur [6].

Tabell 4.5: Specifikation för NavFire från BAE Systems.

Kategori	Typ C, vapensystem
Vikt	80 g
Storlek	Diameter: 41,3 mm, höjd: 24,13 mm
Frekvensband	GPS L1: C/A och P(Y) GPS L2: P(Y)
Antal element	2 element
Effektförbrukning	Under 2,8 W
Krypterade signaler	P(Y)-kod
Övrigt	Undertrycker J/S > 86 dB (tracking), klarar stöt på 25000g

Tabell 4.6: Specifikation för NavStorm från BAE Systems.

	NavStorm+	Navstorm-M
Kategori	Typ C, vapensystem	Typ C, vapensystem
Vikt	250 g	275 g
Storlek	Diameter: 27,94 mm Höjd: 71,12 mm	<i>Samma som NavStorm+</i>
Frekvensband	GPS L1: C/A och P(Y) GPS L2: P(Y)	M, P(Y) <i>eller</i> C/A M, P(Y)
Antal element	2 till 5 element	2 till 5 element
Effektförbrukning	Under 5 W	Under 19 W
Krypterade signaler	P(Y)-kod	P(Y)-kod, M-kod
Övrigt (båda)	Undertrycker J/S > 92 dB (tracking), klarar stöt på 20000g	

4.1.6 SABR

Strategic anti-jam beamforming receiver (SABR) är en GPS-mottagare med inbyggt störskyddssystem (typ C) skapat för vapensystem eller andra små applikationer. SABR finns i de två varianterna SABR-Y och SABR-M där den senare utöver Y- även kan ta emot M-kod, se tabell 4.7. Används i vapensystemet MOP [6].

Tabell 4.7: Specifikation för SABR från BAE Systems.

	SABR-Y	SABR-M
Kategori	Typ C, vapensystem	Typ C, vapensystem
Vikt	Under 1,8 kg (4 lb max)	Under 1,2 kg (2,5 lb max)
Storlek	11,7 x 15,2 x 2,4 cm (4,6 x 6 x 0,95 inch)	11,7 x 15,2 x 2,4 cm (4,6 x 6 x 0,95 inch)
Frekvensband	GPS L1: C/A och P(Y) GPS L2: P(Y)	M, P(Y) <i>eller</i> C/A M, P(Y)
Antal element	1 eller 7 element	1 eller 7 element
Effektförbrukning	35 W (typiskt)	37 W (typiskt)
Krypterade signaler	P(Y)-kod	P(Y)-kod, M-kod
Övrigt (båda)	Undertrycker J/S > 100 dB	

4.2 Calian

Calian är ett kanadensiskt företag med produkter inom flera olika områden, däribland försvar.

4.2.1 CR8894SXF+

CR8894SXF+, se figur 4.2, är ett integrerat störskyddssystem från Calian (typ B) med fyra antennelement som kan undertrycka en signal på den låga bandet och en signal på det höga. Framtida versioner ska kunna undertrycka tre signaler per band. Systemet släpper igenom signaler mellan 1189-1254 MHz och 1559-1591 MHz vilket innebär att systemet täcker in GPS L1 och L2, Galileo E1 och E5b, BeiDou B1 och B2b samt Glonass G2 och G3. Bandbredden tillåter även användning av M-kod. För mer information, se tabell 4.8.

Tabell 4.8: Specifikation för CR8894SXF+ från Calian.

Kategori	Typ B
Vikt	535 g
Storlek	137 x 137 x 48,8 mm
Frekvensband	L1- och L2-banden
Antal element	4 element
Effektförbrukning	Framgår ej
Krypterade signaler	P(Y)-kod, M-kod
Övrigt	<i>Situation awareness</i> som inkluderar <i>directional finding</i>



Figur 4.2: CR8894SXF+ från Calian.

4.3 Chelton

Chelton är ett brittiskt företag grundat 1947 som tidigare även har gått under namnet Cobham. Cheltons störskyddssystem kallas DACU eller *Digital Antenna Control Unit*. De tillhandahåller tre olika typer av elektronikenheter (typ A) och en integrerad lösning med elektronikenhet och antenn (typ B), se figur 4.3.

Chelton (och tidigare Cobham) har kontrakt på störskyddssystemet till de brittiska helikoptrarna Lynx Wildcat [10] och AW149 [11] samt den amerikanska UAS:en Gray Eagle [12] [13]. Deras produkter finns även på moderna stridsflygplan [14].

4.3.1 7-6008 DACU8

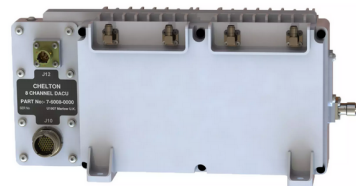
DACU8 är en elektronikenhet med åtta element som används på den amerikanska militärens UAS Grey Eagle. Systemet ska ha *directional finding* mot flera separerade störare, enligt datablad. Systemet anges också ha möjlighet att dämpa smalbandig störning utan att utan att nyttja tillgängliga frihetsgrader. För information, se tabell 4.9.

Tabell 4.9: Specifikation för DACU8 från Chelton.

Kategori	Typ A
Vikt	2,06 kg
Storlek	131 x 97 x 257 mm
Frekvensband	Framgår ej
Antal element	8 element
Tidsfördröjning	29,36 μ s
Effektförbrukning	Under 42 W
Krypterade signaler	M-kod
Övrigt	Directional finding, STAP



(a) DACU8b



(b) 7-6008 DACU8



(c) 7-6005



(d) 7-6150 DACU4c

Figur 4.3: Störskyddssystem från Chelton. Observera att figurerna inte är skalnliga. (Bilder: Chelton)

4.3.2 7-6005

7-6005 är en elektronikenhet med fyra kanaler och är tänkt att kopplats ihop med Cheltons 20-7009 vilket är en aktiv CRPA med fyra element. Systemet har även, liksom DACU8 möjlighet att ta bort smalbandig störning. För information, se tabell 4.10.

4.3.3 7-6010 DACU8b

DACU8b är en elektronikenhet som både skapar nollställen och använder beamforming för att följa satelliterna. Den används på KAI KF-21, Sydkoreas nya stridsflygplan, tillsammans med en GPS/INS-mottagare från Honeywell enligt datablad. För mer information, se tabell 4.11.

Tabell 4.10: Specifikation för 7-6005 från Chelton.

Kategori	Typ A
Vikt	1,6 kg
Storlek	231 x 125 x 60 mm (exklusive kontakter)
Frekvensband	Framgår ej
Antal element	4 element
Tidsfördröjning	29,36 μ s
Effektförbrukning	Framgår ej
Krypterade signaler	M-kod
Övrigt	Direction finding, STAP

Tabell 4.11: Specifikation för DACU8b från Chelton.

Kategori	Typ A
Vikt	2,25 kg
Storlek	128 x 86 x 256 mm
Frekvensband	GPS L1 och L2
Antal element	8 element
Effektförbrukning	Under 50 W (vid drift)
Krypterade signaler	P(Y)-kod
Övrigt	Nulling och beamforming

4.3.4 7-6150 DACU4c

DACU4c är ett störskyddssystem med integrerad antenn och elektronikenhet (typ B). För information, se tabell 4.12.

Tabell 4.12: Specifikation för DACU4c från Chelton.

Kategori	Typ B
Vikt	Under 1 kg
Storlek	Diameter: 120 mm, höjd: 85 mm
Frekvensband	L1/E1 och L2
Antal element	4 element
Effektförbrukning	Under 17 W
Krypterade signaler	P(Y)-kod, M-kod
Övrigt	STAP, undertrycker J/S > 90 dB, directional finding

4.4 Collins Aerospace

Collins Aerospace är ett amerikanskt företag specialiserat på luftfart och försvarsindustri. Collins Aerospace är en sammanslagning med bland andra Rockwell Collins och United Technologies och ägs idag av försvarskonsernen RTX Corporation, som även äger Raytheon.

4.4.1 MSAS-100

MSAS står för *Multi-Sensor Antenna System* och är Collins Aerospace integrerade störskyddssystem (typ B), se figur 4.4. Det är en del av deras MAPS (Mounted Assured Positioning, Navigation and Timing System). MAPS generation II är utvalt av den amerikanska armén till deras bemannade markfordon [15]. Systemet ska enligt datablad kunna styra 24 samtida loober, vilket innebär att systemet förutom

att undertrycka störare även följer satelliterna, även kallat tredje generationens störskyddssystem. För att använda lobstyrning krävs att systemet används tillsammans med en militär GPS-mottagare från Collins som benämns NAVHUB-100. För mer information, se tabell 4.13.

Tabell 4.13: Specifikation för MSAS-100 från Collins Aerospace.

Kategori	Typ B
Vikt	Under 5 kg (< 11 lbs)
Storlek	23 x 20 x 10 cm (9 x 8 x 4 inch)
Frekvensband	GPS L1 och L2
Antal element	7 element
Effektförbrukning	34 W (nominell)
Krypterade signaler	P(Y)-kod, M-kod
Övrigt	Undertrycker J/S \approx 95 dB, SFAP



Figur 4.4: MSAS-100 från Collins Aerospace. (Bild: Collins Aerospace)

4.5 Diehl Defence

Diehl defence är en tysk vapentillverkare som bland annat är specialiserade på luftförsvar och missiler.

4.5.1 NavProtect M

Diehl har ett integrerat störskyddssystem (typ B) utvecklat för marin användning, se figur 4.5. Systemet skyddar GPS L1/L2 och Galileos E1/E6 och är förberett för M-kod och Galileo PRS. Det ska vara möjligt att få ut information om storkällor samt riktning till störare via ett digitalt interface. Systemet använder STAP-algoritm [16].



Figur 4.5: NavProtect M från Diehl defence. (Bild: Diehl defence)

4.6 Elbit Systems

Elbit systems är ett israeliskt vapenföretag grundat 1966.

4.6.1 iSNS

iSNS står för *Immune Satellite Navigation System*. Lösningen verkar vara möjlig att få som OEM eller som elektronikenhet (typ A), se figur 4.6. År 2021 avslöjades att iSNS skulle byggas in på flygplan av typen F-15 för en okänd kund där kontraktet var värt ungefär 100 miljoner dollar [17, 18].



Figur 4.6: iSNS från Elbit systems. (Bild: Elbit systems)

4.6.2 JaGuard

JaGuard står för *Jamming Guard* och är en elektronikenhet (typ A) eller elektronikenhet med inbyggd mottagare (typ C). Systemet är byggd för en fyraelementsantenn. Den anges vara bra för flyg-, mark- och marintillämpningar men anger även att den tål 15g i acceleration. Vilka GNSS-konstellationer som lösningen skyddar framgår inte tydligt av databladet men varierar mellan modeller. Lösningen använder STAP-teknik.

4.7 Israel Aerospace Industries

Israel Aerospace Industries, IAI, grundat 1953, är ett stort företag inom flyg- och försvarsindustri som ägs av den israeliska staten. Teknologin anges vara *combat proven*.

IAI har två störskyddssystem med antenn (typ A) inriktade på flygande plattformar, se tabell 4.14. ADA är det lite större systemet designat för flygande plattformar av varierande storlek och Compact ADA (C-ADA) är för vapen eller UAS:er. ADA släpper även igenom M-kod. Systemen kan antingen använda en intern GNSS-mottagare eller en extern dito genom en RF-kabel.

Tabell 4.14: Specifikation för ADA och C-ADA från IAI.

	ADA	C-ADA
Kategori	Typ A	Typ A
Vikt	Under 2,6 kg	Under 1,1 kg
Storlek	230 x 190 x 52 mm	140 x 110 x 50 mm
Frekvensband	L1 och L2	L1 och L2
Antal element	Framgår ej	Framgår ej
Effektförbrukning	45 W	Under 25 W
Krypterade signaler	P(Y)-kod, M-kod	P(Y)-kod



Figur 4.7: Störskyddssystem från Israel Aerospace Industries. Observera att figurerna inte är skalenliga. (Bilder: IAI)

4.8 InfiniDome

InfiniDome är ett israeliskt företag som specialiserat sig på störskyddssystem för små eller medelstora UAS:er, lastbilsflottor samt tidsservrar i kritisk infrastruktur. Sedan våren 2024 finns, förutom i Israel, även ett kontor i USA [19, 20].

InfiniDome har fyra störskyddssystem, se figur 4.8, varav ett anges som obsolet. Samtliga är av typ A, det vill säga en separat elektronikenhet. Systemen kräver ingen flerelementsantenn utan fungerar med flera identiska aktiva en-elementsantenner.



Figur 4.8: Störskyddssystem från InfiniDome. Observera att figurerna inte är skalnliga. (Bilder: InfiniDome)

4.8.1 GPSDome och GPSDome OEM

GPSDome lanserades under 2019 och är ett specialiserat på att skydda UAS av klass 1-3, det vill säga UAS med en vikt upp till ungefär 600 kg enligt [21]. Systemet är utvecklat för att vara lätt, litet, billigt och energisnålt. Lösningen finns både som

elektronikenhet (typ A) och som OEM-kort. Lösningen skyddar GPS L1 och det är valbart om ingen ytterligare signal, GPS L2, GPS L5 eller Glonass G1 släpps igenom. Störning indikeras via lysdiod på systemet eller via en datakabel. För mer information, se tabell 4.15. InfiniDome anger lösningen som obsolet [19].

Tabell 4.15: Specifikation för GPSDome från InfiniDome.

Kategori	Typ A
Vikt	150 g (OEM: 35 g)
Storlek	74 x 47 x 25 mm (OEM: 40 x 65 x 11 mm)
Frekvensband	GPS L1 C/A
Antal element	2 element
Tidsfördröjning	100 ns \pm 15 ns
Effektförbrukning	Under 1 W (nominell)
Krypterade signaler	Nej
Övrigt	Anges vara obsolet

4.8.2 GPSDome-SunStone

Detta är den nya varianten av GPSDome vilken presenterades hösten 2024. Databladet anges fortfarande som preliminärt. Grundkonfigurationen är att den skyddar en av frekvenserna GPS L1/Galileo E1, GPS L2, GPS L5 eller Glonass G1. Det går även att beställa till en extrafrekvens mot en något högre vikt och större formfaktor. Två ytterligare av dessa band kan då släppas igenom av störskyddssystemet, dock oskyddade. Systemet kan rapportera störarens frekvensband och effekt i realtid via en datakabel. Det finns även en lysdiod som indikerar störning. För mer information, se tabell 4.16.

Tabell 4.16: Specifikation för GPSDome-SunStone från InfiniDome.

Kategori	Typ A
Vikt	100 g (OEM: 50 g)
Storlek	80 x 79 x 28 mm (OEM: 42 x 70 x 16,2 mm)
Frekvensband	Valbart, se text
Antal element	2 element
Tidsfördröjning	100 ns \pm 15 ns (fixed)
Effektförbrukning	Under 1 W (i medel), under 2,7 W (maxvärde)
Krypterade signaler	Nej

4.8.3 GPSDome2 och GPSDome2M

GPSDome2 lanserades under hösten 2022 [22]. Den är större än sin föregångare och har möjlighet att koppla in fyra antennelement samt förmåga att undertrycka signaler på två frekvenser. GPSDome2 är likt GPSDome specialiserad på små till medelstora UAS:er men också bemannade och obemannade markplattformar. Det finns två snarlika varianter, GPSDome2 och GPSDome2M, där skillnaden är att GPSDome2M även skyddar Galileo E1 som delar frekvens med GPS L1. Båda systemen skickar igenom GPS L2, GPS L5 eller Glonass G1 oskyddade [19]. För mer information, se tabell 4.17.

Under markoffensiven i Gaza används GPSDome2 för att skydda de israeliska mini-UAS:erna mot störning [23]. Även innan Gazakriget var GPSDome2 påtänkt att integreras i israeliska plattformar [24]. Även andra länder som USA, Indien och Korea har stöttat utvecklingen av systemet [25].

Tabell 4.17: Specifikation för GPSDome2 från InfiniDome.

Kategori	Typ A
Vikt	500 g
Storlek	99,4 x 95,7 x 56 mm
Frekvensband	L1 + G1 eller L1 + L2 (GPSDome2) L1/E1 + G1 eller L1/E1 + L2 (GPSDome2M)
Antal element	2 till 4 element
Tidsfördröjning	100 ns
Effektförbrukning	Under 9 W (i medel), under 16 W (maxvärde)
Krypterade signaler	Nej

4.8.4 OtoSphere och OtoSphere OEM

OtoSphere är specialiserad på att skydda fordon och tidsservrar. Den är anpassad för den civila marknaden och kräver därför ingen exportkontroll. Likt GPSDome är OtoSphere skapad för att vara lätt, liten, billig och energisnål. Störskyddssystemen har mycket gemensamt men en viktig skillnad är att OtoSphere endast släpper igenom GPS L2 och Glonass G1 där GPSDome även låter GPS L5-signalen passera. Även här finns både en integrerad variant och ett OEM-kort [19]. För mer information, se tabell 4.18.

Tabell 4.18: Specifikation för OtoSphere från InfiniDome.

Kategori	Typ A
Vikt	150 g (OEM: 35 g)
Storlek	74 x 47 x 25 mm (OEM: 40,3 x 65,2 x 12,3 mm)
Frekvensband	GPS L1 C/A
Antal element	2 element
Tidsfördröjning	100 ns \pm 15 ns
Effektförbrukning	Under 1 W
Krypterade signaler	Nej

4.9 Kosminis Vytis

Kosminis Vytis (fritt översatt rymdjakt) är ett litauiskt företag specialiserat på navigeringsutrusning. De har tre olika kategorier av störskyddssystem: OEM-kort, elektronikenhet med inbyggd mottagare (typ C) och elektronikenhet med integrerad antenn (typ B eller D), se figur 4.9. Företaget säljer även flerelementsantennor.



Figur 4.9: Störskyddssystem från Kosminis Vytis. Observera att figurerna inte är skalenliga. (Bilder: Kosminis Vytis)

4.9.1 PEGASUS

Pegasus är Kosminis Vytis kombinerade antenn, störskyddssystem och mottagare (typ D) som även kan användas som endast antenn och störskyddssystem (typ B), se tabell 4.19. Systemet är tänkt för lantbruk, obemannade flygande system eller för marina system enligt hemsidan. Systemet ska klara av att undertrycka en störsignal med ett J/S på upp till 115 dB eller flera störsignaler upp till 107 dB [26].

Tabell 4.19: Specifikation för PEGASUS från Kosminis Vytis.

Kategori	Typ B eller D
Vikt	1400 g
Storlek	Diameter: 140 mm, höjd: 56 mm
Frekvensband	L1 (GPS, Galileo, Glonass)
Antal element	4 element
Effektförbrukning	Under 15 W
Krypterade signaler	Nej

4.9.2 KV-AJ3-serien

KV-AJx-serien består av fyra olika systemlösningar där det gemensamma är att alla är en elektronikenhet med inbyggd mottagare (typ C), se tabell 4.20. Skillnaden mellan KV-AJx och KV-AJx-A-mottagarna är, förutom formfaktorn, att den senare är klassad enligt MIL-STD 810G och 461G. Båda systemen finns i en variant som kallas RAJA vilken även skyddar S-bandet från NavIC. Systemen kan ha en utsignal som består av en RF-signal, en digital signal eller både och.

Tabell 4.20: Specifikation för KV-AJx-serien från Kosminis Vytis.

	KV-AJx (RAJA)	KV-AJx-A (RAJA)
Kategori	Typ C	Typ C
Vikt	610 g	1650 g
Storlek	137 x 111 x 23 mm	208 x 165 x 52 mm
Frekvensband	Valbart, upp till tre band	Valbart, upp till tre band
Antal element	4 element	4 element
Effektförbrukning	Under 12,8 W	Under 12,8 W
Krypterade signaler	Nej	Nej
Övrigt (båda)	Klarar av att undertrycka J/S på 100 dB	

4.9.3 KV-4AJ4x-serien

KV-4AJ4x-serien består av elektronikenheter (typ A), se tabell 4.21. Serien har, likt KV-AJx, fyra olika lösningar där KV-4AJ4x-RO-R är den militärklassade varianten, där R står för *rugged enclosure*. Att jämföra med KV-4AJ4x-RO-A där A står för *A-enclose*. Även här förekommer varianten RAJA som även skyddar S-bandet. Systemen finns i tre olika signalkonfigurationer men det är möjligt att skraddarsy vilka signaler som ska skyddas.

Tabell 4.21: Specifikation för KV-4AJ4x-serien från Kosminis Vytis.

	KV-4AJ4.x-RO-A (RAJA)	KV-4AJ4.x-RO-R (RAJA)
Kategori	Typ A/C	Typ A/C
Vikt	1750 g	660 g
Storlek	208 x 165 x 52 mm	137 x 111 x 23 mm
Frekvensband	Valbart	Valbart
Antal element	4 element	4 element
Effektförbrukning	Under 11 W	Under 11 W
Krypterade signaler	Nej	Nej
Övrigt (båda)	Klarar av att undertrycka J/S på 100 dB	

4.9.4 OEM-serie

Kosminis Vytis har tre OEM-lösningar: KV-AJ2.C-OEM, KV-AJx-OEM och KV-4AJ4.x-RO-OEM, där den första anges som preliminär och de två senare även finns som RAJA-variant (som även skyddar S-bandet), se tabell 4.22. Samtliga system anges klara av att undertrycka ett J/S på 100 dB vid användande av mottagare från annan leverantör.

Tabell 4.22: Specifikation för KV-AJ2.C-OEM, KV-AJx-OEM och KV-4AJ4.x-RO-OEM från Kosminis Vytis.

	KV-AJ2.C-OEM	KV-AJx-OEM	KV-4AJ4-OEM
Kategori	Typ A	Typ A	Typ A
Vikt	Under 25 g	305 g	50 g
Storlek	85 x 50 x 7,5 mm	137 x 85 x 16 mm	113 x 78 x 9,5 mm
Frekvensband	Dualband	3 band	4 band
Antal element	4 element	4 element	4 element
Effektförbrukning	Under 7 W	Under 14,5 W	Under 11 W
Krypterade signaler	Nej	Nej	Nej

4.10 L3Harris

L3Harris är ett amerikanskt företag som bildades år 2019 i och med ihopslagningen av L3 Technologies och Harris Corporation.

4.10.1 TruNav-M

TruNav-M är L3Harris störskyddssystem med inbyggd GPS-mottagare (typ C) på ett gemensamt kretskort men kan också användas enbart som störskyddssystem (typ A). TruNav-M finns även i en mindre variant: LR PGK [27].

4.11 Lockheed Martin

Lockheed Martin är ett amerikanskt företag inom flyg-, försvars- och rymdindustri.

4.11.1 GSTAR

Lockheed Martins störskyddssystem består av en elektronikenhet (typ A). GSTAR (GPS spatial temporal anti-jam receiver) är skapad för bemannade och obemannade plattformar. Lockheed Martin har sålt mer än 4000 GSTAR-system och GSTAR ska bland andra integreras i moderniseringsfasen av stridsflygplanet F-35 från Lockheed

Martin [28].

GSTAR är uppbyggt kring byggklossar som går att modifiera efter egna önskemål. Systemet använder, förutom att lägga nollställen i antenndiagrammet i störarnas riktning, även teknik för att rikta antenndiagrammet mot satelliterna, även kallad tredje generationens störskyddssystem. Systemet förekommer i en Selective availability anti-spoofing module (SAASM)/P(Y)-variant och en variant som stödjer både SAASM/P(Y) och M-kod, se tabell 4.23.

Tabell 4.23: Specifikation för GSTAR-M från Lockheed Martin.

Kategori	Typ A
Vikt	5,4 kg (11,9 lbs)
Storlek	30,5 x 20,6 x 7,4 cm (12,0 x 8,1 x 2,9 inch)
Frekvensband	L1 och L2
Antal element	7 element
Effektförbrukning	48 W
Krypterade signaler	P(Y)-kod, M-kod

4.12 Meteksan Savunma

Meteksan Savunma är ett turkiskt vapenföretag grundat 2006 som ibland går under namnet i översättning: Meteksan Defense.

4.12.1 AGNOSIS

AGNOSIS är ett störskyddssystem (typ A). Den kommer i tre olika varianter: AGNOSIS AJ-430-X/R-M, AGNOSIS AJ-430-X/R och AGNOSIS AJ-460-X, där skillnaden ligger i frekvensband, kommunikationslänkar och formfaktor, se tabell 4.24 och figur 4.10. På L1-bandet skyddas GPS L1, E1, QZSS L1, B1C, B1I, SBAS och G1 samtidigt. AJ-460-X skyddar även GPS L2, Glonass L2 samt L-bandskorrektioner. Samtliga system går att få med GNSS-mottagare som tillval.

Tabell 4.24: Specifikation för AGNOSIS från Mateksan Savunma.

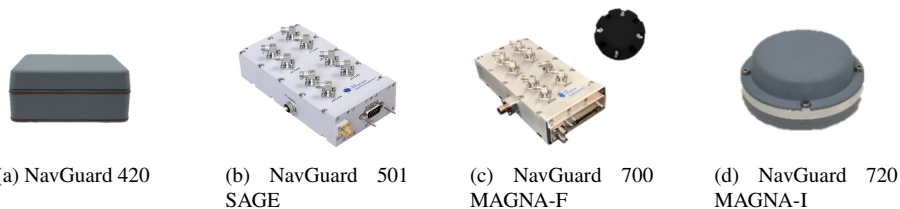
	AGNOSIS AJ-430-X/R-M	AGNOSIS AJ-430-X/R	AGNOSIS AJ-460-X
Kategori	Typ A	Typ A	Typ A
Vikt	300 ±50 g	300 ±50 g	Under 450 g
Storlek	70 x 70,5 x 24,5 mm	135 x 90 x 16 mm	150 x 150 x 24 mm
Frekvensband	L1-band	L1-band	L1, L2, L-bands- korrektioner
Antal element	4 element	4 element	4 element
Effektförbrukning	Under 15 W	Under 15 W	Under 33 W
Krypterade signaler	Nej	Nej	Nej



Figur 4.10: Elektronikenhet för AGNOSIS från Meteksan Savunma. (Bild: Meteksan Savunma)

4.13 Mayflower Communications

Mayflower Communications är ett amerikanskt företag grundat år 1986 som har störskyddssystem med fyra, fem eller sju antennelement, se figur 4.11. Dessa går under namnet NavGuard eller MAGNA (Multi-platform anti-jam GPS navigation antenna).



Figur 4.11: Störskyddssystem från Mayflower Communications. Observera att figurerna inte är skalnliga. (Bilder: Mayflower Communications)

4.13.1 NavGuard 420

NavGuard 420 utvecklades under amerikanskt marinens HI-GAINS-program vilket syftade till att utveckla system för små UAS:er och handhållna enheter. Systemet går att upgradera med funktionalitet att avläsa riktning till störare (direction of arrival). Systemet ska även stödja Blue force electronic attack (BFEA), det vill säga ha möjlighet att störa ut civila signaler utan att påverka M-kod. För mer information, se tabell 4.25.

Tabell 4.25: Specifikation för NavGuard 420 från Mayflower Communications.

Kategori	Typ A
Vikt	113 g (4 oz)
Storlek	6,6 cm x 6,6 cm x 3,0 cm (2,60 x 2,60 x 1,19 inch)
Frekvensband	GPS L1 och L2
Antal element	4 element
Effektförbrukning	Under 10 W
Kryperade signaler	P(Y)-kod, M-kod
Övrigt	STAP, BFEA, undertrycker J/S > 90 dB

4.13.2 NavGuard 501 SAGE

NavGuard 501 SAGE (Submarine anti-jam GPS enhancement) är ett störskyddssystem skapat för ubåtar som har integrerats av amerikanska marinens NIWC-program. För mer information, se tabell 4.26.

Tabell 4.26: Specifikation för NavGuard 501 SAGE från Mayflower Communications.

Kategori	Typ A
Vikt inkl. antenn	750 g (1,65 lbs)
Storlek	3,5 x 7,6 x 14,6 cm (1,364 x 3 x 5,73 inch)
Frekvensband	GPS L1 och L2
Antal element	5 element
Effektförbrukning	Under 15 W
Kryperade signaler	P(Y)-kod, M-kod
Övrigt	STAP, stödjer Iridium

4.13.3 NavGuard 700 MAGNA-F

NavGuard 700 MAGNA-F, där F står för *Federated*, utvecklades under MAGNA fas III i samarbete med den amerikanska armén och har används under militära operationer. Systemet består av en elektronikenhet (typ A) och en tillhörande 7-elementsantenn, som enligt databladet har bra prestanda trots att den bara är 3,5 tum i diameter. Systemet går att uppgradera med funktionalitet att avläsa riktning till störare och *situation awareness*. För mer information, se tabell 4.27.

Tabell 4.27: Specifikation för 700 MAGNA-F från Mayflower Communications.

Kategori	Typ A
Vikt AE	658 g (1,45 lbs)
Vikt CRPA	318 g (0,7 lbs)
Storlek AE	15 x 8 x 3 cm (5,73 x 3 x 1,26 inch)
Storlek CRPA	Diameter: 8,9 cm (3,5 inch) Höjd: 4,4 cm (1,75 inch)
Frekvensband	L1 och L2
Antal element	4 till 8 element
Effektförbrukning	Under 17 W
Kryperade signaler	P(Y)-kod, M-kod
Övrigt	STAP, stödjer BFEA, undertrycker J/S > 90 dB

4.13.4 NavGuard 720 MAGNA-I

NavGuard 720 MAGNA-I, där I står för *Integrated*, är ett störskyddssystem med integrerad antenn och elektronikenhet (typ B) som i övrigt liknar NavGuard 700 MAGNA-F. Systemet utvecklades under den amerikanska arméns PEO Aviation PM Aviation Assured Airspace Access Systems (PM A3S) under MAGNA phase III och har integrerats på amerikanska militärens och amerikanska statens plattformar. Direction of arrival och support för Iridium finns som optioner. För mer information, se tabell 4.28.

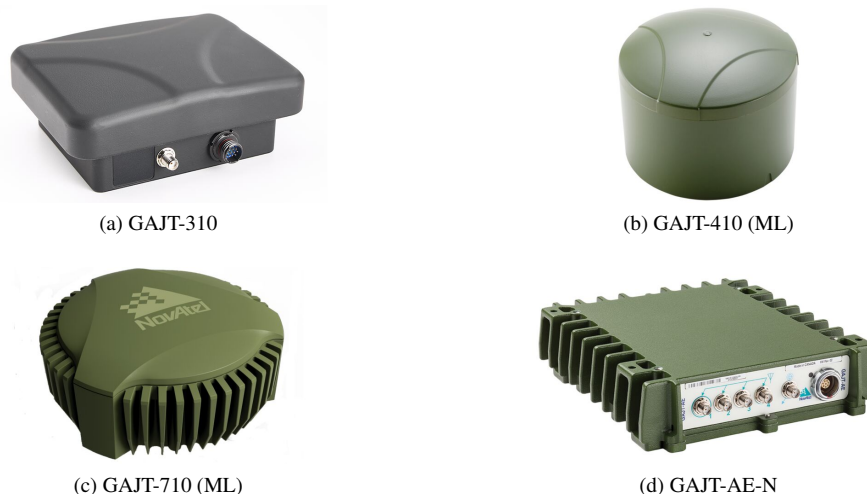
Tabell 4.28: Specifikation för 720 MAGNA-I från Mayflower Communications.

Kategori	Typ B
Vikt	497 g (14 oz)
Storlek	Diameter: 11,4 cm (4,45 inch) Höjd: 5,0 cm (1,95 inch)
Frekvensband	L1 och L2
Antal element	7 element
Effektförbrukning	17 W
Kryperade signaler	P(Y)-kod, M-kod
Övrigt	STAP, BFEA, undertrycker J/S > 90 dB

4.14 Novatel

Novatel är ett kanadensiskt företag som ägs av den svenska koncernen Hexagon. Störskyddssystemen från Novatel kallas GAJT vilket står för *GPS Anti-Jam Technology*. GAJT-produkter hade år 2017 exporterats till 16 länder [29]. Export av GAJT lyder under brittisk och kanadensisk lagstiftning.

Novatel har tre lösningar med integrerad antenn och störskyddssystem (typ B) med tre, fyra respektive sju antennelement, se Figur 4.12. Novatel har även en fyraelements-lösning med endast störskyddssystem (typ A) som går att få integrerad eller som OEM-kort.



Figur 4.12: Störskyddssystem från Novatel. Observera att figurerna inte är skalensliga. (Bilder: Novatel)

4.14.1 GAJT-310

GAJT-310 är den nyaste och minsta i GAJT-familjen. Den är utvecklad för att vara liten och lätt för små fordon och autonoma plattformar. Den finns både som integrerad produkt (typ B) och OEM-kort (GAJT-310 Federated) där antennen och elektronikenheten är separerade (typ A). Enligt [30] kan den lokalisera störare (*directional finding*) med upp till 10 graders noggrannhet även om andra källor inte anger att den har *directional finding*. Systemet skyddar flera signaler på L1 och L2 samtidigt som det släpper igenom bland andra L5. För mer information, se tabell 4.29.

Tabell 4.29: Specifikation för GAJT-310 från Novatel.

Kategori	Typ B (och A)
Vikt	545 g OEM: 73 g
Storlek	130 × 100 × 52 mm OEM : 95 × 75 mm
Frekvensband	L1 och L2
Antal element	3 element
Tidsfördröjning	Under 50 ns
Effektförbrukning	Under 3 W (typiskt)
Krypterade signaler	P(Y)-kod, M-kod

4.14.2 GAJT-410 (ML och MS)

Novatels störskyddssystem med fyra element och med integrerad antenn kallas GAJT-410 och finns som landbaserad (ML) eller sjöbaserad (MS) variant. Skillnaden mellan dessa två varianter är troligen endast färgen. Enligt datablad är GAJT-410 *battle proven*. Systemet undertrycker signaler kring L1 och L2 med en bandbredd av 24 MHz och nämner specifikt GPS L1, Galileo E1, QZSS L1, SBAS L1 samt GPS L2, QZSS L2. För mer information, se tabell 4.30.

4.14.3 GAJT-710 (ML och MS)

Novatels störskyddssystem med sju element och med integrerad antenn kallas GAJT-710 och finns, likt GAJT-410, som landbaserad (ML) eller sjöbaserad (MS) variant. Skillnaden mellan dessa två varianter är troligen endast färgen. Även dessa är *battle proven*. Systemet anges ha en reducerad termisk signatur och ett tyst läge. Systemet undertrycker samma signaler som GAJT-410. För mer information, se tabell 4.30.

Tabell 4.30: Specifikation för GAJT-410 och GAJT-710 från Novatel.

	GAJT-410	GAJT-710
Kategori	Typ B	Typ B
Vikt	1,7 kg	7,5 kg
Storlek	Diameter: 139,8 mm Höjd: 95 mm	Diameter: 289 mm Höjd: 120 mm
Frekvensband	L1 och L2	L1 och L2
Antal element	4 element	7 element
Effektförbrukning	18 W	25 W
Krypterade signaler	P(Y)-kod, M-kod	P(Y)-kod, M-kod
Övrigt	Undertrycker J/S < 50 dB, directional finding	Undertrycker J/S < 55 dB, directional finding, silent mode

4.14.4 GAJT-AE-N och GAJT-AE-R

Novatel har även ett separat störskyddssystem (typ A) anpassat för en extern fyra-elementantenn, se tabell 4.31. GAJT-AE är anpassad för mindre plattformar, så som obemannade flygande plattformar, men används även på olika typer av plattformar. GAJT-AE finns både integrerad (GAJT-AE-N) och som OEM-kort (GAJT-AE-R). GAJT-AE-N finns på Schiebel Camcopter S-100 och testades på M777C1 Howitzer för den kanadensiska armén [29].

Tabell 4.31: Specifikation för GAJT-AE-N och GAJT-AE-R från Novatel.

	Typ A
Kategori	Typ A
Vikt	1,2 kg OEM: 585 g
Storlek	179,5 x 155,5 x 39 mm OEM: 150 x 120 x 35 mm
Frekvensband	L1 (GPS L1, Galileo E1, QZSS L1, SBAS L1) L2 (GPS L2, QZSS L2)
Antal element	4 element
Effektförbrukning	15 W
Krypterade signaler	P(Y)-kod, M-kod
Övrigt	Undertrycker typiskt J/S = 40 dB

4.15 Quantum Reversal

Quantum reversal är ett start-up från Kanada som har tre störskyddssystem där alla anges vara anpassade för små plattformar där effekttillgången är begränsande. Hur mycket effekt system drar framgår dock inte. Quantum reversal har både produkter med bara elektronikenhet (typ A) och med elektronikenhet med inbyggd antenn (typ B).

4.15.1 QR-100

QR-100 består av ett störskyddsenhet (typ A) med tre utgångar där tre separata (helst identiska) antenner ansluts, se figur 4.13a. För mer information, se tabell 4.32.



(a) QR-100



(b) QR-200

Figur 4.13: Störskyddssystem från Quantum reversal. (Bilder: Quantum reversal)

Tabell 4.32: Specifikation för QR-100 från Quantum reversal.

Kategori	Typ A
Vikt	220 g (250 g med antenner)
Storlek	Diameter: 134 mm (med kontakter) Höjd: 45 mm
Frekvensband	GPS L1 och L2
Antal element	3 element
Effektförbrukning	Ej angivet
Krypterade signaler	Släpper igenom
Övrigt	Bandbredd 30 MHz, <i>in band rejection</i> -30 dB

4.15.2 QR-200 och QR-201

QR-200 är består av ett störskyddssystem med inbyggd treelementsantenn vilket gör att den är större än QR-100, se figur 4.13b. Den tar, till skillnad från QR-100 även emot Galileos E1-signal. QR-201 har samma formfaktor som QR-200. Skillnaden är att QR-201 har en större bandbredd och tar emot på fler band, se tabell 4.33. QR201 anges som preliminär.

Tabell 4.33: Specifikation för QR-200 och QR-201 från Quantum reversal.

Kategori	Typ B
Vikt	500 g
Storlek	Diameter: 144 mm, höjd: 58 mm
Frekvensband	L1, L2 och E1 (QR-200) L1, L2, E1, E5b, G1, G2, G3, B1 och B2 (QR-201)
Antal element	3 element
Effektförbrukning	Ej angivet
Krypterade signaler	Släpper igenom
Övrigt	Bandbredd 30 MHz (QR-200), 60 MHz (QR-201)

4.16 Raytheon UK

Raytheon UK (tidigare Raytheon Systems Limited) är ett brittiskt företag som är en del av RTX som är världens största flyg- och försvarbolag. Raytheon har enligt egen utsago levererat störskyddssystem till USA, Storbritannien och över 20 andra nationer och har levererat över 15 000 anti-störenheter [31].

Raytheon har tidigare varit ganska öppna med sina många produkter men det är numera svårt att hitta öppen information. DAR och RCAS nämns i [2] men utelämnas här eftersom det saknas uppdaterad information.

4.16.1 Landshield

Landshield är den version av Landshield som har fyra antennelement. Den har antenn och störskyddssystem integrerat (typ B). För mer information, se tabell 4.34 och figur 4.14.

Tabell 4.34: Specifikation för Landshield från Raytheon UK [2].

Kategori	Typ B
Vikt	Under 1,5 kg
Storlek	Diameter 115 mm, höjd: 50 mm
Frekvensband	L1 och L2
Antal element	4 element
Tidsfördröjning	Under 3 ms
Effektförbrukning	10 W
Krypterade signaler	P(Y), M-kod

4.16.2 Landshield Plus

Landshield Plus är den version av Landshield som har sju antennelement och finns i två varianter: endast elektronikenheten (Landshield Plus AE-M) eller med elektronikenhet och antenn integrerat (Landshield Plus). För mer information, se tabell 4.35 och figur 4.14.



Figur 4.14: Elektronikenhet för Landshield Plus (till vänster) och Landshield från Raytheon UK. (Bild: Raytheon)

Tabell 4.35: Specifikation för Landshield Plus från Raytheon UK [32].

Kategori	Typ B Typ A (AE-M)
Vikt	2,9 kg 3,05 kg (AE-M)
Storlek	Diameter: 198 mm, höjd: 70 mm 230 x 200 x 50 mm (AE-M)
Frekvensband	L1 och L2
Antal element	7 element
Effektförbrukning	18 W (AE-M)
Kryperade signaler	P(Y), M-kod

4.16.3 ADAP

ADAP står för *Advanced Digital Antenna Production* och var det första digitala störskyddssystemet som klarade av att skydda L1 och L2 samtidigt. Systemet använder STAP-algoritmen och kan ge användaren en bild över störsituation (situational awareness). ADAP har blivit installerad på mer än 20 olika plattformar [31]. För mer information, se tabell 4.36.

Tabell 4.36: Specifikation för ADAP från Raytheon UK [2].

Kategori	Typ A
Vikt	4,5 kg
Storlek	220 x 60 x 330 mm
Frekvensband	L1 och L2
Antal element	7 element
Tidsfördröjning	Under 3 ms
Effektförbrukning	48 W
Kryperade signaler	P(Y), M-kod

4.16.4 GAS-1

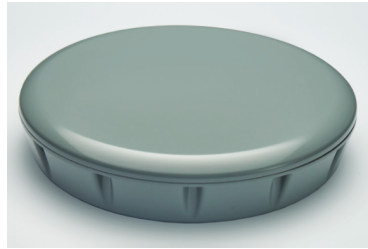
GAS-1 står för *GPS Anti-Jam System-1* och utvecklades på uppdrag av brittiska och amerikanska flygvapnet i början på 90-talet [2] och är baserad på analog teknik [29]. Elektronikenheten genomgick 2011 en uppgradering [2]. GAS-1 som har sju antennelement finns både som elektronikenhet (typ A) och med integrerad antenn (typ B). Systemet kan skydda L1 eller L2 och släpper igenom M-kod [29].

Systemet har använts operativt sedan 1998 [2]. GAS-1 finns installerad på mer än 40 olika plattformar och används av flygvapnet i Storbritannien, USA och Australien [31]. Även Norge och Danmark har anskaffat GAS-1 till fartyg [2].

4.17 ST Engineering

Singapore Technologies Engineering är ett singaporienskt teknikföretag som håller på bland annat med flyg- och försvarstillämpningar. Företaget benämns ibland med förkortningen Stengg.

ST Engineering har ett integrerat störskyddssystem med fyra antennelement (typ B), se figur 4.15. Den har en bandbredd på 20 MHz och anges klara av smalbandig och bredbandig störning. Övrig information kan ses i tabell 4.37



Figur 4.15: Störskyddssystem från ST Engineering. (Bild: ST Engineering)

Tabell 4.37: Specifikation för integrerat störskyddssystem från ST Engineering.

Kategori	Typ B
Vikt	Under 2,5 kg
Storlek	Diameter: 188 mm, höjd: 48 mm
Frekvensband	GPS L1 C/A, L1C, BeiDou B1C, B1I
Bandbredd	20 MHz
Antal element	4 element
Effektförbrukning	Under 12 W
Krypterade signaler	Nej
Övrigt	Undertrycker J/S < 40 dB, bandbredd 20 MHz

4.18 Thales

Thales är ett franskt företag specialiserat på flyg och försvar, som innan år 2000 gick under namnet Thomson-CSF.

4.18.1 TopShield

TopShield är Thales elektronikenhet (typ A) anpassad för flera typer av plattformar däribland vapensystem, se figur 4.16a. Datablad saknas men enligt [33] skyddar systemet militära GPS-signaler på L1 och L2 med en STAP-algoritm och är kompatibel med Galileo PRS. Den kan fungera med alla GNSS-mottagare och släpper därför sannolikt igenom övriga GNSS-signaler.

Thales fick under 2021 ett kontrakt på navigationssystem till franska arméns Falcon 2000LXS Albatros där TopShield ingår [34]. TopShield finns även på franska arméns transport- och tankplan (A330 MRTT) [35].

4.18.2 ScaleFlyt

ScaleFlyt är ett mycket litet störskyddssystem (typ A) utvecklat för UAV-plattformar, se figur 4.16b. Systemet tar emot GPS L1 C/A-signaler samt Galileo E1 OS med en bandbredd på 16 MHz (kring 1575,42 MHz). Även denna använder STAP-algoritm. För mer information, se tabell 4.38.



(a) TopShield



(b) ScaleFlyt

Figur 4.16: Störskyddssystem från Thales. Observera att figurerna inte är skalensliga. (Bilder: Thales)

Tabell 4.38: Specifikation för ScaleFlye från Thales.

Kategori	Typ A
Vikt	96 g
Storlek	77,7 x 54 x 25 mm (utan kontakter)
Frekvensband	L1/E1
Bandbredd	16 MHz
Antal element	2 element
Effektförbrukning	3 W
Krypterade signaler	Nej
Övrigt	Situation awareness indicator

4.19 Tualcom

Tualcom är ett turkiskt företag grundat år 2013 som bland annat arbetar med kommunikationslösningar. Företaget levererar enligt egen utsago till försvarsföretag i Turkiet och ska även ha exporterat produkter till andra länder [36]. Företaget har flera lösningar med två, fyra, åtta eller 16 antennelement.

4.19.1 ANTY (2 element)

ANTY är Tualcoms minsta störskyddssystem som enligt egen utsago även är världens minsta med sina 80 g, se figur 4.17. ANTY har två antennelement och är av typ A, det vill säga en elektronikenhet. Elektronikenheten är utvecklad för den civila marknaden och anges ha en bandbredd på upp till 30 MHz. För mer information, se tabell 4.39.

Tabell 4.39: Specifikation för ANTY från Tualcom.

Kategori	Typ A
Vikt	80 g
Storlek	4,5 x 5,8 x 1,25 cm
Frekvensband	GPS L1, Galileo E1, BeiDou B1, SBAS
Antal element	2 element
Effektförbrukning	Under 3 W
Krypterade signaler	Släpper igenom
Övrigt	Undertrycker J/S > 40 dB

4.19.2 TUALAJ 4000-serie (4 element)

Tualcom har fyra lösningar med fyra antennelement: TUALAJ 4100-MINI, TUALAJ 4200-MINI, TUALAJ 4300 och TUALAJ 4500-D. Tre av dessa är störskyddssystem

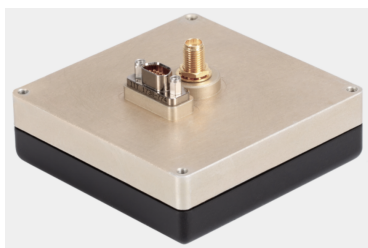


Figur 4.17: ANTY från Tualcom. (Bild: Tualcom)

som går att köpa antingen med eller utan inbyggd GNSS-mottagare. Den fjärde är en antenn med integrerat störskyddssystem som även kan ha en inbyggd GNSS-mottagare som tillägg, se figur 4.18. Dessa skiljer sig bland annat i storlek och i vilka frekvenser som skyddas. I flera av systemen förekommer flera olika optioner över vilka frekvenser som skyddas samtidigt, se tabell 4.40. Till samtliga mottagare finns inbyggd GNSS-mottagare som tillval.

4.19.3 TUALAJ 8000-serie (8 element)

Tualcom har fyra lösningar med åtta antennelement: TUALAJ 8200, TUALAJ 8300, TUALAJ 8600 och TUALAJ 8300-D. Tre av dessa är störskyddssystem antingen med eller utan inbyggd GNSS-mottagare. Den fjärde är en antenn med integrerat störskyddssystem som även kan ha en inbyggd GNSS-mottagare som tillägg, se figur 4.19. Dessa skiljer sig bland annat i storlek och i vilka frekvenser som skyddas, se tabell 4.41.



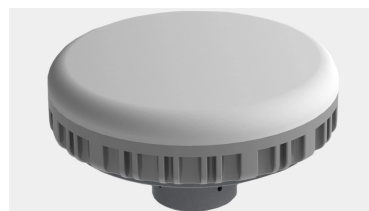
(a) TUALAJ 4100-MINI



(b) TUALAJ 4200-MINI



(c) TUALAJ 4300



(d) TUALAJ 4500-D

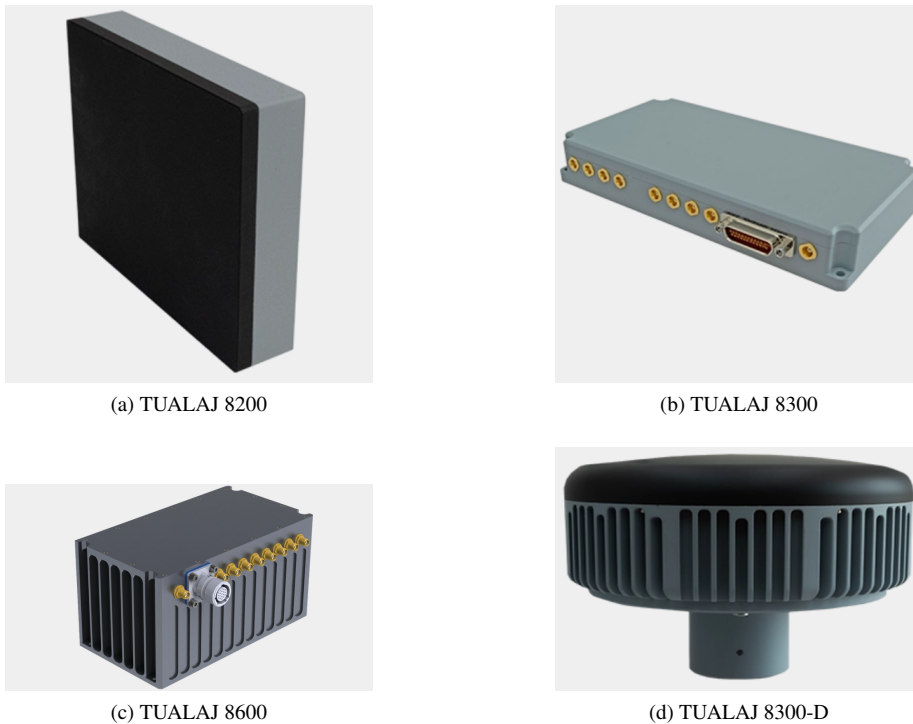
Figur 4.18: Störskyddssystem med fyra antennelement från Tualcom. Observera att figurerna inte är skalenliga. (Bilder: Tualcom)

Tabell 4.40: Specifikation för fyra-elementssystem från Tualcom.

	TUALAJ 4100-MINI	TUALAJ 4200-MINI	TUALAJ 4300	TUALAJ 4500-D
Kategori	Typ A eller C	Typ A eller C	Typ A eller C	Typ B eller D
Vikt	188 g	165 g	440 g	4500 g
Storlek	7,2 x 7,2 x 2,3 cm	7,9 x 5,65 x 2,1 cm	11 x 10 x 2 cm	Diameter: 25 cm, höjd: 13,8 cm
Frekvensband	L1, E1, B1C och SBAS	L1, E1, B1, SBAS	L1, L2, E1, B1, SBAS	L1, L2, L5, E1, E5a, B2a, SBAS, L-bandskorrektion
		<i>och</i>	<i>och</i>	<i>och</i>
		L2 <i>eller</i> L5, E5ab <i>eller</i> G1	G1, G2 <i>eller</i> L5, E5ab	L6, E5b, E6, B2b, B3 <i>eller</i> G1, G2
Bandbredd	Upp till 30 MHz	Upp till 30 MHz	Ej angivet	Ej angivet
Antal element	4 element	4 element	4 element	4 element
Effektförbrukning	Under 6 W	Under 12 W	18 W (max)	30 W (max)
Krypterade signaler	Släpper igenom	Släpper igenom	Släpper igenom	Släpper igenom
Övrigt	Underrtycker J/S > 40 dB	Underrtycker J/S > 40 dB	Underrtycker J/S > 40 dB	Underrtycker J/S > 50 dB

Tabell 4.41: Specifikation för åtta-elementssystem från Tualcom.

	TUALAJ 8200	TUALAJ 8300	TUALAJ 8600	TUALAJ 8300-D
Kategori	Typ A eller C	Typ A eller C	Typ A eller C	Typ B eller D
Vikt	366 g	410 g	2300 g	4150 g
Storlek	9 x 11 x 2,3 cm	13,9 x 7 x 2,1 cm	9,0 x 9,5 x 18,7 cm	Diameter: 25 cm, höjd: 9,8 cm
Frekvensband	L1, G1, E1, B1C, SBAS	L1, L2, E1, B1, SBAS	L1, L2, L5, L6, G1, G2, E1, E5a, E6, B1, B2a, B3, SBAS, L-bandskorrektion	<i>Samma som TUALAJ 8300</i>
		<i>och</i>		
		G1, G2 <i>eller</i> L5, E5ab		
Antal element	8 element	8 element	8 element	8 element
Effektförbrukning	12 W (max)	24 W (max)	45 W (max)	24 W (max)
Krypterade signaler	Släpper igenom	Släpper igenom	Släpper igenom	Släpper igenom
Övrigt	Underrtycker J/S > 50 dB	Underrtycker J/S > 50 dB	Underrtycker J/S > 50 dB	Underrtycker J/S > 50 dB



Figur 4.19: Störskyddssystem med åtta antennelement från Tualcom. Observera att figurerna inte är skalenliga. (Bilder: Tualcom)

4.19.4 TUALAJ 16300 (16 element)

TUALAJ 16300, se figur 4.20, är enligt egen utsago det första och hittills enda störskyddssystem som har 16 antennelement. För mer information, se tabell 4.42



Figur 4.20: TUALAJ 16300 från Tualcom. (Bild: Tualcom)

Tabell 4.42: Specifikation för TUALAJ 16300 från Tualcom.

Kategori	Typ A eller C
Vikt	760 g
Storlek	17 x 10 x 2,8 cm
Frekvensband	L1, L2, E1, B1, SBAS, G1 och G2 <i>eller</i> L1, L2, E1, B1, SBAS, L5 och E5a/b
Antal element	16 element
Effektförbrukning	Under 25 W
Krypterade signaler	Släpper igenom
Övrigt	Undertrycker J/S > 50 dB

5 Avslutande kommentarer

I och med att behovet att skydda sig mot GNSS-störning har ökat och kunskapen om att det finns lösningar även när den civila sektorn kommer sannolikt marknaden för störskyddssystem att fortsätta öka. Detta snabbas på ytterligare av att tekniken blir billigare och att även vissa civila företag börjar tillverka störskyddslösningar. Systemen blir mindre, billigare och skyddar fler signaler än bara GPS L1 och L2.

I den här rapporten har 19 olika tillverkare av störskyddssystem och dess produkter nämnts. Det finns sannolikt fler system som vars information inte är öppet tillgängliga på internet eller som inte har västvärlden som målgrupp. Den som planerar att köpa in ett störskyddssystem till sin plattform har i den här rapporten fått en introduktion till ämnet och en genomgång av vad som finns tillgängligt just nu. Däremot är det svårt att svara på frågan vilket system som är bäst eller vilken lösning som passar dina behov bäst. Det gäller att fundera igenom sina egna behov och begränsningar och undersöka om det råder exportrestriktioner för just det systemet.

Viktigt att tänka på är också att en störskyddslösning påverkas av hela kedjan från antenn till mottagare och därför bör den också beaktas som en helhet. En störskyddslösning består av en gruppantenn, en elektronikenhet och en mottagare. Att sätta in ett störskyddssystem framför sin befintliga mottagare förbättrar sannolikt prestandan, men för att nå upp till den specificerade undertryckningen krävs att hela kedjan är kompatibel. Det är även viktigt att undersöka om störskyddssystemet är kvalificerad för den avsedda tillämpningen, då det är skillnad på till exempel ett stridsfordon eller en stridsbåt.

Störskyddssystem ska inte bara ses som ett system som skyddar GNSS-mottagaren mot störning. Lika viktigt idag är att informera användaren om att störning förekommer. Extra information som indikatorer på störning eller vilseledning samt rikttningsbestämning bör utnyttjas av användaren, både civila och militära.

Referenser

- [1] "Anti-jam technology: Demystifying the CRPA," *GPS World*, april 2017.
- [2] M. Lindgren, "Störskyddssystem för militär GPS, en marknadsöversikt," Technical Report 10FMV6292-24:1, juni 2014.
- [3] I. J. Gupta, I. M. Weiss och A. W. Morrison, "Desired features of adaptive antenna arrays for GNSS receivers," *Proceedings of the IEEE*, vol. 104, nr. 6, s. 1195–1206, 2016.
- [4] S. Bergström och S. Nilsson, "Globala satellitnavigeringssystem: En översikt över öppna signaler och tjänster," Linköping, Sweden, Technical Report FOI-R-5610-SE, oktober 2014.
- [5] R. Knight, "CRPAs to be removed from ITAR list, opening market for US manufacturers," *Inside GNSS*, januari 2025.
- [6] BAE Systems, "Navigation & sensor solutions; airborne MIL-GPS & anti-jam customer brief," maj 2024.
- [7] "BAE Systems provides enhanced GPS technology for F-15 Eagle fighters," <https://www.baesystems.com/en-us/article/bae-systems-provides-enhanced-gps-technology-for-f-15-eagle-fighters>, hämtad: 2025-01-14.
- [8] "BAE Systems selected to enhance GPS technology on Eurofighter Typhoon," <https://www.baesystems.com/en-us/article/bae-systems-selected-to-enhance-gps-technology-on-eurofighter-typhoon>, hämtad: 2025-01-14.
- [9] L. Höller, "Us, allies rush to refit their big guns with gps protections," *Defence News*, mars 2025.
- [10] T. Cozzens, "Cobham secures UK contract for GNSS anti-jamming," *GPS World*, mars 2020.
- [11] "Chelton joins team AW149 UK," <https://chelton.com/about-us/latest-thinking/chelton-joins-team-aw149-uk>, hämtad: 2024-12-17.
- [12] "Chelton to supply anti-jam GPS solution for US army gray eagle UAS," <https://chelton.com/about-us/latest-thinking/chelton-to-supply-anti-jam-gps-solution-for-us-army-gray-eagle-uas/>, november 2020, hämtad: 2024-12-17.
- [13] "Anti-jam GPS for army's gray eagle UAV awarded to Cobham," *Inside GNSS*, november 2020.
- [14] "Anti jam brochure," <https://sgp1.digitaloceanspaces.com/chelton-2025/pdf/chelton-anti-jam-gps-brochure-aug22.pdf>, hämtad: 2025-04-07.
- [15] T. Cozzens, "Collins Aerospace wins contract to improve anti-jamming for warfighters," *GPS World*, oktober 2020.
- [16] "NavProtect M - the GNSS antenna for use under NAVWAR conditions," <https://www.diehl.com/defence/en/products/reconnaissance-and-protection/#crpa-antenna>, hämtad: 2024-12-16.
- [17] "Elbit systems awarded contract worth approximately \$100 million to supply intelligence and EW aircraft to an international customer," <https://elbitsystems.com/pr-new/elbit-systems-awarded-contract-worth-approximately-100-million-to-supply-intelligence-and-ew-aircraft-to-an-international-customer/>, hämtad: 2025-01-09.

- [18] H. Talk, "Boeing selects Elbit anti-jamming system for an F-15 operator," *Israel defence*, maj 2021.
- [19] "Infinidome," <https://infinidome.com/>, hämtad: 2024-12-16.
- [20] J. Khalil, "infiniDome expands operations to the US," *GPS World*, mars 2024.
- [21] "Unmanned aircraft system airspace integration plan," Department of Defense, tekn. rapp., 2011.
- [22] T. Cozzens, "InfiniDome releases GPSdome 2 dual-band anti-jamming technology," *GPS World*, 2022.
- [23] "Israel's GPS warfare aims to keep its own drones flying and enemies baffled," *The times of Israel*, mars 2024.
- [24] "infiniDome introduces new dual-band anti-jamming device, GPSdome 2," *Inside GNSS*, oktober 2022.
- [25] C. Rees, "New funding enables infinidome to bring navigation resiliency to unmanned systems," <https://www.unmannedsystemstechnology.com/2023/04/new-funding-enables-infinidome-to-bring-navigation-resiliency-to-unmanned-systems/>, april 2023, hämtad: 2024-12-16.
- [26] "Pegasus anti-jamming system," <https://kosminis-vytis.lt/products/anti-jamming-solutions/anti-jamming-systems/pegasus/>, hämtad: 2024-12-18.
- [27] "TruTrak M-code product family," <https://www.l3harris.com/sites/default/files/2021-08/as-pes-resource-TruTrak-M-Code-product-family.pdf>, 2019, hämtad: 2024-12-20.
- [28] "Lockheed Martin GPS spatial temporal anti-jam receiver (GSTAR) system to be integrated in F-35 modernization," <https://news.lockheedmartin.com/lockheed-martin-gps-spatial-temporal-anti-jam-receiver-gstar-system-integrated-f35-modernization>, hämtad: 2025-01-15.
- [29] M. Jones, "Anti-jam systems: Which one works for you?" *GPS World*, juni 2017.
- [30] "Anti-jam antenna systems (GAJT)," <https://novatel.com/products/anti-jam-antenna-systems-gajt>, hämtad: 2024-12-16.
- [31] "Assured positioning, navigation & timing," <https://www.raytheon.co.uk/what-we-do/weapons-and-sensors/assured-positioning-navigation-and-timing>, hämtad: 2025-01-08.
- [32] "Raytheon UK unveils latest gps anti-jam antennas," <https://www.edrmagazine.eu/raytheon-uk-unveils-latest-gps-anti-jam-antennas>, hämtad: 2025-01-09.
- [33] "TopShield: The CRPA solution against GPS jamming threats," <https://www.thalesgroup.com/en/markets/aerospace/navigation-solutions/topshield-crpa-solution-against-gps-jamming-threats>, hämtad: 2025-01-08.
- [34] X. Vavasseur, "Thales to equip french navy's Falcon 2000LXS Albatros aircraft," *Naval news*, september 2021.
- [35] C. Rees, "Thales on board France's future tanker aircraft," <https://onboard.thalesgroup.com/thales-board-frances-future-tanker-aircraft/>, juni 2015, hämtad: 2024-12-16.
- [36] "Tualcom: About us," <https://www.tualcom.com/company/>, hämtad: 2025-01-08.

A Appendix

Tabell A.1: Översikt över i störskyddssystem genomgångna i rapporten samt några utvalda egenskaper. Del 1 av 2.

Tillverkare/System	Kategori				Antal element	Under 1 kg	Under 200 g	M- eller P-kod	Vapensystem	OEM
BAE Systems										
DIGAR-200	A				2-7			✓		
DIGAR-300	A				2-7			✓		
DIGAR GUARDIAN		B			7			✓		
IGAS			C		4	✓		✓	✓	
NavFire			C		1-2	✓		✓	✓	
NavStorm			C		2-5	✓	✓	✓	✓	
SABR			C		1-7			✓	✓	
Calian										
CR8894SXF+		B			4			✓		
Chelton										
7-6008 DACU8	A				8			✓		
7-6005	A				4			✓		
7-6010 DACU8b	A				8			✓		
7-6150 DACU4c		B			4	✓		✓		
Collins Aerospace										
MSAS-100		B			7			✓		
Diehl Defence										
NavProtect M		B			?			✓		
Elbit Systems										
iSNS	A				?					✓
JaGuard	A				4				✓	
Israel Aerospace Industries (IAI)										
ADA	A				?			✓		
C-ADA	A				?			✓	✓	
InfiniDome										
GPSDome	A				2	✓	✓			✓
GPSDome-SunStone	A				2	✓	✓			✓
GPSDome2(M)	A				2-4	✓				
OtoSphere	A				2	✓	✓			✓
Kosminis Vytis										
Pegasus		B		D	4					
KV-AJx			C		4	✓				
KV-4AJ4x	A				4	✓				
KV-AJx-OEM	A				4	✓	✓			✓
L3Harris										
TruNav-M	A		C		?			?		

Tabell A.2: Översikt över i störskyddssystem genomgångna i rapporten samt några utvalda egenskaper. Del 2 av 2.

Tillverkare/System	Kategori			Antal element	Under 1 kg	Under 200 g	M- eller P-kod	Vapensystem	OEM
Lockhead Martin GSTAR-M	A			7			✓		
Mateksan Savunma AGNOSIS	A			4	✓		?		
Mayflower Communications NavGuard 420	A			4	✓	✓	✓		
NavGuard 501 SAGE	A			4-8	✓		✓		
700 MAGNA-F	A			7	✓		✓		
720 MAGNA-I		B		7	✓		✓		
Novatel GAJT-310	A	B		3	✓		✓		✓
GAJT-410		B		4			✓		
GAJT-710		B		7			✓		
GAJT-AE	A			4	✓		✓		✓
Quantum reversal QR-100	A			3	✓				
QR-200 och QR-201		B		3	✓				
Raytheon Landshield		B		4			✓		
Landshield Plus	A	B		7			✓		
ADAP	A			7			✓		
GAS-1	A	B		7			?		
ST Engineering Namn saknas		B		4					
Thales TopShield	A			?	✓		?	✓	
ScaleFlyt	A			2	✓	✓			
Tualcom ANTY	A			2	✓	✓	?		
TUALAJ 4100-MINI	A		C	4	✓	✓	?		
TUALAJ 4200-MINI	A		C	4	✓	✓	?		
TUALAJ 4300	A		C	4	✓		?		
TUALAJ 4500-D		B		4			?		
TUALAJ 8200	A		C	8	✓		?		
TUALAJ 8300	A		C	8	✓		?		
TUALAJ 8600	A		C	8			?		
TUALAJ 8300-D		B		8			?		
TUALAJ 16300	A		C	16	✓		?		



FOI
Totalförsvarets forskningsinstitut
164 90 Stockholm

Tel: 08-55 50 30 00
Fax: 08-55 50 31 00

www.foi.se