



SAAB

C-UAS

Counter-Unmanned
Aircraft Systems

대(對)드론 시스템





드론 전쟁의 경제성

무인항공기(UAV)가 초래하는 위협은 전세계 군에게 더 이상 주변적인 문제가 아닌 핵심 과제로 진화했다. 특히 우크라이나에서 확인되었듯, 저가 드론은 기반시설, 기계화부대, 개별 병력을 상대로 효과적으로 운용되고 있다.

러-우 전쟁은 위협의 규모뿐 아니라, 효과적이면서도 비용 효율적인 대응 수단을 신속하게 도입해야 할 필요성을 보여준다. 그리고 이는 본질적으로는 경제적 경쟁이다. NATO가 고가의 미사일과 복잡한 시스템만으로 저가 드론을 대응 하는 방식은 지속가능하지 않기 때문이다. 따라서 결정적인 요소는 단순한 기술적 효과성이 아닌, 대규모 운용 환경에서도 유지 가능한 비용 대비 효과의 비율(cost-exchange ratio)을 확보하는 것이다.

지상기반방공체계(GBAD)는 크게 다음의 세 가지 핵심 요소로 구성된다.

- 작전에서 '눈' 역할을 담당하는 센서
- 작전의 '두뇌' 역할인 지휘통제(command-and-control, C2) 체계
- 위협을 무력화하는 수단인 이펙터(effector)

Saab의 세계 선도적인 Giraffe 1X와 같은 첨단 센서는 매우 작은 표적까지 정밀하게 탐지 및 식별할 수 있으며, 표적 유형과 거리, 운용 환경에 따라 레이더 반사면적(RCS)이 0.01m² 미만인 물체까지 탐지가 가능하다. 그러나 센서 성능이 더욱 고도화 될수록 실시간으로 처리해야 하는 데이터의 양 또한 방대해진다.

이러한 환경에서 현대 지휘통제(C2) 체계는 향상된 연산 처리 능력과 인공지능(AI)의 기반 분석 기능을 활용해

이러한 데이터를 초 단위보다 짧은 시간 안에 처리할 수 있다. 그러나 드론으로 포화된 오늘날의 전장 환경에서 효과적인 대(對)드론 시스템(C-UAS) 역할은 단일 지휘체계보다 회복탄력성을 갖춘 네트워크형 생태계에 더욱 의존하게 된다. 이러한 네트워크 중심의 접근 방식은 전선에서 전달되는 신속한 피드백을 바탕으로 센서, 타격 수단, 전자전, 인간-기계 협업 체계를 하나의 네트워크로 통합한다. 이 네트워크는 성능 저하를 견디더라도 임무 수행을 지속할 수 있어야 하며, 새로운 센서와 이펙터를 신속히 통합하고 분산형 작전 수행을 지원할 수 있어야 한다. 궁극적으로 우위를 확보하는 쪽은 상대보다 더 빠르게 탐지하고, 분류하고, 우선순위를 결정하며, 교전을 수행하는 동시에 유리한 비용 대비 효과를 유지하는 세력이다. 이를 통해 확보되는 상황인식은 신속한 의사결정을 가능하게 하고, 가장 적합한 이펙터를 선택할 수 있도록 뒷받침한다.

소프트킬 vs. 하드킬 - 각각의 비용 논리
소프트킬과 하드킬 중 무엇을 선택할지는 궁극적으로 경제적 판단의 문제다. 가능한 경우에는 전자공격을 활용하고, 필요에 따라 화기와 기동 사격팀을 운용하며, 대량 위협에는 저비용 요격 드론을 투입하는 한편, 가장 까다로운 표적에는 고성능 미사일을 남겨두는 등의 선택이다.

적절한 비용으로 적절한 위협에 맞는 이펙터를 배분하는 것이야말로 C-UAS 아키텍처가 대규모로 지속 가능할지를 결정한다. 이러한 논리는 체계가 평시 민간 기반시설 보호를 위한 방호체계와 군집 드론으로부터 최전선 병력을 보호하기 작전 환경 모두에 동일하게 적용된다. 또한 군용 기성품(MOTS) 기반으로 구축됐는지, 상용 기성품(COTS) 기반으로 구축됐는지도 무관하게 적용된다.

우크라이나의 경험은 C-UAS가 점차 소모전 양상의 비용 경쟁으로 변화하고 있음을 보여준다. 드론 한 대의 가격은 수백 유로에 불과할 수 있지만, 첨단 방어체계는 수백만 유로의 비용이 소요될 수 있으며, 생산에 도 상당한 시간이 소요된다.



이러한 과제에 대응하기 위해 Saab 드론 대응 작전을 위해 특별히 설계된 저비용, 발사 후 망각(fire-and-forget) 방식의 미사일 'Nimbrix(님브릭스)'를 개발하고 있다. 사거리 2~4km의 이 미사일은 능동형 탐색기와 군집 드론을 격퇴할 수 있는 공중폭발 탄두를 사용한다. 이 체계는 독립 운용은 물론, 더 큰 방공 아키텍처에 통합 운용될 수 있도록 설계됐다.

빠른 혁신, 그리고 우크라이나가 만들어낸 속도

드론전은 이미 매우 빠른 속도로 진화하고 있지만, 우크라이나에서 나타나는 변화의 속도를 새로운 차원으로 끌어올리고 있다. 우크라이나는 기존의 주기를 단순히 단축한 것이 아니라, 완전히 다른 속도의 혁신 주기 안에서 움직이고 있다. 최전선의 피드백, 민간 기술 혁신, 스타트업 생태계, 신속 시제품 제작이 주 주 또는 수일 단위로 압축되고 있으며, 공격용 드론 전술과 정보·감시·정찰(ISR) 역량은 3~4개월마다 눈에 띄게 변화하고 있다.

NATO에 있어 이는 명백한 도전 과제다. 드론과 대드론 시스템이 끊임없이 진화하는 위협 환경에서 전통적인 조달 체계만으로는 그 속도를 따라가기 어려울 것이다. 따라서 C-UAS는 명확한 종료 시점이 정해진 단일 사업이 아니라, 지속적인 통합, 시험, 전력화 및 성능 개량을 가능케하는 메커니즘을 중심으로 구축되는 적응형 역량으로 접근할 필요가 있다.

이러한 발전 속도에 대응하기 위해 Saab는 사용자, 운용 중인 시스템, 엔지니어링 조직 및 산업 파트너 간의 지속적인 운용 피드백 순환 체계(feedback loop)를 구축하고 있다. Saab 제품이 활용되는 훈련, 실전 운용, 분쟁 환경에서 도출된 데이터는 신속하게 수집되어 시스템 개발, 소프트웨어 개량, 통합 작업 및 전술적 운용 과정에 빠르게 반영된다. 전장에서 확보된 경험을 신속하게 산업적 대응으로 연결시킬 수 있게끔 시간을 단축할 수 있는 역량은 오늘날 기술적 우위만큼이나 중요한 요소가 되고 있다.

이러한 접근 방식을 보여주는 대표적인 사례가 스웨덴 공군, 스웨덴 방위물자청(FMV), Saab 및 Saab 파트너사 간 협력을 통해 개발된 '로케(Loke)' 시스템이다. 단 84일 만에 전투 부대를 위한 기동형·적응형 C-AUS 솔루션이 개발 및 배치되었다. 이 모듈형 시스템은 전체 킬 체인(kill chain)을 포괄하며, 검증된 지라프 1X(Giraffe 1X) 레이더와 경량 단거리 방공(SHORAD) 기반 지휘통제(C2) 솔루션과 트랙파이어(Trackfire) 원격무장장치에 탑재된 소형 포와 같은 이펙터(effectors)를 통합하여

완전한 대드론 역량을 제공한다. 이러한 시스템은 지상 플랫폼은 물론 Saab의 컴뱃보트 90(Combat Boat 90)과 같은 해상 함정에서도 탑재할 수 있으며, 2025년 4월부터 9월까지 폴란드 말보르크(Malbork) 공군기지에서 실제 NATO 임무에 실제 투입돼 그 운용성을 입증했다.

로케(Loke) 개념의 핵심은 통상적인 장기간 개발 사업 주기를 따르는 대신, 기존에 검증된 시스템을 활용하면서 새로운 기능과 기술을 신속하게 통합하는 방식으로 개발되었다. 이는 플랫폼 자체를 공급하기 보다는 다양한 체계를 통합하는 시스템 통합 주체로서 Saab가 역할을 반영하는 것으로, 새로운 체계를 처음부터 개발하기보다 기존 역량의 통합을 우선시하는 개방형·기술 중립적 아키텍처에 기반하고 있다. 그 결과, 새롭게 등장하는 위협에 맞춰 지속적으로 진화할 수 있는 확장성과 적응성을 갖추고 있다. 또한 로케는 기동 중에도 운용 능력을 유지할 수 있도록 설계되어, 재배치 과정에서도 지속적인 방호를 태세를 갖추 수 있도록 한다.

완벽한 방어체계는 없다

Saab는 이미 대형 드론 및 항공기와 헬기 같은 공중 위협에 대응하는 하드킬(Hard-Kill)요격체계 분야를 선도하고 있다. 대표적으로 RBS 70 NG와 같은 체계는 사람이 교전 과정에 직접 개입하는(Man-in-the-Loop) 레이저 유도 방식을 적용하고 있기 때문에 전파교란(재밍)의 영향을 받지 않는다. 또한 RBS 70 NG는 보다 광범위한 시스템 오브 시스템(System of Systems) 개념의 일부로서, 단일 플랫폼 내에 미사일과 감시·정찰 기능을 통합하고 있으며, 다양한 요격 수단이 하나의 통합 아키텍처 하에서 운용될 수 있도록 설계됐다. 특히 이동형 원격 사격통제장치(Remote Firing Unit) 구성은 MSHORAD(Mobile Short-Range Air Defense·기동형 단거리 방공체계)의 핵심 요소로 작용하며, 신속한 전개와 유연한 배치를 통해 군에 상당한 전술적 우위를 제공한다. 동시에 재밍, 포획망(Net), 그리고 이른바 '헌터 드론(Hunter Drone)' 과 같은 소프트킬(Soft-Kill) 솔루션의 중요성도 점차 커지고 있다.

Saab는 스타트업 및 산업 파트너들과 협력해 현재 및 미래의 위협에 대응할 수 있는 새로운 기술 개발을 지속적으로 추진하고 있다. 그러나 단 하나의 '만능 해법(Golden Solution)'은 존재하지 않는다.

현대 드론전에 대응하기 위해서는 지역별 위협 양상과 작전 요구조건에 맞춰 조정된 다양한 체계를 기반으로 다층 방어 개념을 구축해야 한다. 이러한 아키텍처에는 초기 단계부터

위협 수준에 맞는 역량을 적정 비용으로 투입한다는 비용 효율 논리가 반영되어야 한다. 즉, 모든 위협에 가장 고가의 수단을 사용하는 것이 아닌, 위협 수준에 맞는 적절한 비용으로 운용할 수 있어야 한다는 의미다. 국가별 안보 우선순위가 여전히 다수의 국방 전략을 결정하는 중요한 요소로 작용하고 있지만, NATO 회원국 간 긴밀한 협력의 중요성은 갈수록 커지고 있다.

결국 우크라이나에서 얻을 수 있는 핵심교훈은 C-UAS가 단순한 기술적 방어 과제가 아니라는 점이다. 이는 네트워크, 경제성, 제도 차원의 적응 역량이 결합된 경쟁이다. 앞으로의 경쟁력은 단순히 앞선 기술 그 자체만이 아니라 얼마나 빠르게 혁신, 통합, 상호운용성, 훈련, 전술적 적응의 속도를 확보하는 것이 관건이다. 드론전에 대응할 수 있는 만능 해법은 존재하지 않지만, 효과적이고 확장 가능한 C-UAS 역량을 조속히 전력화해야 할 필요성은 그 어느 때보다 분명해지고 있다.

The Economics of Drone Warfare

The threat posed by Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) has evolved from a marginal issue into a major challenge for armed forces worldwide. This is particularly clear in Ukraine, where low-cost drones are used effectively against infrastructure, mechanised units, and individual soldiers.

The conflict highlights not only the scale of the threat, but also the urgent need for effective and cost-efficient countermeasures. At its core, this is an economic contest: NATO cannot afford to defeat cheap drones primarily with expensive missiles or complex systems. The decisive question is not only technical effectiveness, but sustainable cost-exchange ratios at scale.

Ground Based Air Defence (GBAD) systems rely on three core elements:

- sensors – the eyes of the operation,
- command-and-control systems (C2) – the brain,
- and effectors – the means to neutralise threats.

Advanced sensors, such as Saab's world-leading Giraffe 1X, already enable precise detection and classification of very small targets. Depending on the target type, range, and environmental conditions, the radar can detect objects with a radar cross section of less than 0.01 square metres. However, increasingly sensitive sensors also generate vast amounts of data that

must be analysed in real time. Modern C2 systems, supported by growing processing power and, increasingly, by artificial intelligence, can process these data points within fractions of a second. Yet in today's drone-saturated battlespace, effective Counter-Unmanned Aircraft Systems (C-UAS) depend less on a single command system and more on a resilient, networked ecosystem. This networked approach integrates sensors, shooters, electronic warfare and human-machine teaming with rapid feedback from the front line. The network must tolerate degradation, integrate new sensors and effectors quickly, and support decentralised execution. The side that can detect, classify, prioritise and engage faster – while maintaining a favourable cost ratio – will have the advantage. The resulting situational awareness enables rapid decision-making and supports the selection of the most suitable effector.

Soft kill vs. hard kill – and the cost logic behind each one

The choice between soft kill and hard kill is, at its heart, an economic decision: electronic attack where possible; guns and mobile fire teams where appropriate; low-cost interceptor drones for mass threats; and high-end missiles reserved for the most demanding targets. Matching the right effector to the right threat at the right cost is what determines whether C-UAS architecture is sustainable at scale. This logic applies whether systems are intended to protect civilian infrastructure in peacetime or frontline troops against drone swarms, and applies whether they are built around military-grade (MOTS) or commercial (COTS) components.



Ukraine's experience shows that C-UAS is becoming an attritional economic contest. While a drone may cost only a few hundred euros, advanced defensive systems can cost millions and often require long production times.

To address this challenge, Saab is developing "Nimbrix", a low-cost fire-and-forget missile designed specifically for counter-drone operations. Offering a range of 2-4 kilometres, the missile uses an active seeker and an air-burst warhead capable of defeating drone swarms. The system is designed for both independent operation and integration into larger air defence architectures.

Innovation at speed – and the pace set by Ukraine

Drone warfare evolves at exceptional speed, but the pace in Ukraine goes beyond mere acceleration. Ukraine is not operating on a faster version of the traditional cycle; it is operating on a fundamentally different one. Frontline feedback, civilian technology, startups and rapid prototyping are compressed into weeks or even days, while offensive drone tactics and ISR capabilities shift significantly every three to four months.

For NATO, this is a direct challenge: a conventional procurement process will struggle to keep pace with a threat environment where both drones and counter-drone systems are updated continuously. C-UAS must therefore be treated as an adaptive capability – built around mechanisms for continuous integration, testing, fielding and replacement – rather than a fixed programme with a defined endpoint.

To keep pace with this development, Saab relies on a continuous operational feedback loop between users, deployed systems, engineering teams, and industrial partners. Lessons from exercises, operational use, and conflict environments where Saab products are employed are captured and fed rapidly back into system development, software updates, integration work, and tactical adaptation.

This ability to shorten the loop between battlefield experience and

industrial response is becoming as important as the technology itself. A notable example is the "Loke" concept, developed through cooperation between the Swedish Air Force, the Swedish Defence Materiel Administration (FMV), Saab, and partners. In only 84 days, a mobile and adaptable C-UAS solution for combat units was developed and fielded. The modular system covers the full kill chain and combines the proven Giraffe 1X radar with a lightweight SHORAD-based C2 solution. Effectors, such as a small gun mounted on a Trackfire remote weapon station, complete the concept. These systems can operate on land platforms or naval vessels such as Saab's Combat Boat 90 and have already been deployed and proven in a live NATO mission at Malbork Air Base in Poland between April and September 2025.

Instead of following traditional multi-year development cycles, the concept relied on repurposing existing systems and rapidly integrating new functions and technologies – the natural result of Saab's role as a systems integrator rather than a platform vendor, drawing on an open, technology-agnostic architecture that prioritises integration over reinvention. The result is a scalable and adaptable solution that can evolve with emerging threats. Loke can also remain operational while moving, ensuring continuous protection during relocation.

There is no perfect system

Saab is already a leader in hard-kill effectors for large drones and aerial threats such as aircraft and helicopters – with systems like the RBS 70 NG, which is laser-guided with a man-in-the-loop and therefore unjammable. As part of a broader System of Systems concept, the RBS 70 NG integrates both missiles and surveillance capabilities on the same platform, enabling several different effectors to operate together in a unified architecture. Its mobile and remote firing unit configuration also makes it a key component of MSHORAD (Mobile Short-Range Air Defense), giving forces a significant tactical advantage through rapid deployment and flexible positioning. At the same time, soft-kill solutions such as jamming, nets,

and "hunter drones" are becoming increasingly important. Together with startups and industry partners, Saab continues to research new technologies to counter both current and future threats. However, no single "golden solution" exists.

Modern drone warfare requires layered defence concepts built around different systems adapted to regional threats and operational requirements. The layered cost logic must be embedded in these architectures from the outset: the right capability, at the right cost, against the right threat. Closer cooperation within the NATO is becoming ever more important, although national security priorities still dominate many defence strategies.

Ultimately, the central lesson from Ukraine is clear: C-UAS is not just a technical defence problem. It is a networked, economic and institutional adaptation race. The key challenge is no longer technology alone, but speed: speed of innovation, integration, interoperability, training, and tactical adaptation. There is no universal answer to drone warfare, but there is an urgent need to deploy effective and scalable C-UAS capabilities now.



Saab builds trusted partnerships that strengthen industrial capabilities, accelerate technology transfer, and create long-term economic and strategic value.

Saab는 산업 역량을 강화하고 기술이전을 촉진하며, 장기적인 경제적·전략적 가치를 창출하는 신뢰 기반의 파트너십을 구축합니다.



saab.com



SAAB