



## FOI MEMO

Projekt  
Avskanning

Sidnr  
1 (9)

Projektnummer  
E12555

Uppdragsgivare  
Försvarsmakten

FoT-område

Program för forskningsskanning och teknisk prognos

Författare

Tobias Öhman, Roger Bodén, Ulrika Wickenberg  
Bolin, Cecilia During, Petrus Hemström, Göran  
Kindvall, Anna Lindberg, Axel Runnholm, Erik  
Wachtmeister, Eva Dalberg

Datum

2025-12-15

Memo nummer

FOI Memo 9125

# Avskanning av forskningsfronten 2025

Titel  
Avskanning av forskningsfronten 2025Memo nummer  
FOI Memo 9125

# 1 Projekt Avskanning av forskningsfronten 2025 – en sammanfattning

Detta memo sammanfattar verksamheten inom projektet *Avskanning av forskningsfronten 2025* (del av Försvarmaktens beställning AT.9221607 Omvärldsbevakning FOI 25). Projektet är ett av tre projekt som FOI genomför i *Programmet för Omvärldsbevakning*<sup>1</sup>, ett program som ingår i Försvarmaktens samlingsbeställning av forskning och teknikutveckling (FoT).

Projektet syftar till att stödja Försvarmaktens omvärldsanalys och framsyn genom att identifiera och analysera vetenskaplig och teknisk utveckling som kan ha påverkan på framtida försvar och säkerhet. Projektets resultat kan därmed ge en föräning om de hot och möjligheter som framväxande och banbrytande teknologier kan utgöra.

Verksamheten inom projektet indelas i följande områden:

- **Avskanningar** – innefattar att tillsammans med Försvarmakten identifiera, prioritera och analysera framväxande teknikområden med potentiellt stor betydelse för framtida försvar och säkerhet. Förutom skriftlig rapportering genomförs seminarier för att delge och nyttiggöra information och kunskap samt avskanningsworkshops med Försvarmakten och Försvarets materielverk (FMV).
- **Metod- och verktygsutveckling** – innefattar utveckling och vidmakthållande av metoder och verktyg för avskanning av forskningsfronten.
- **Expertstöd, samverkan och nätverk** – innefattar tillhandahållande av tekniskt expertstöd till Försvarmakten och FMV, deltagande i konferenser och seminarier, samt att upprätthålla nationella och internationella kontaktnätverk.

I efterföljande avsnitt återfinns korta presentationer av 2025 års verksamhet inom de tre områdena.

Kunskapsöverföring och nyttiggörande av projektets verksamhet sker bl.a. genom skriftlig rapportering, seminarier och workshops. De senare kan antingen genomföras med resultatredovisning som primärt syfte eller för kunskapsuppbyggnad och underlagsframtagning.

Under året har en skriftlig publicering gjorts:

- Bodén, R., During, C. (2025). Digitala tvillingar och metaversum för försvar och säkerhet. FOI Memo 8914.

Ett antal föredrag och webinarier med fokus på resultatredovisning har genomförts:

- Ett webinarium med resultatredovisning från avskanningen inom extremt värmetaliga material genomfördes den 4 mars.
- Tre webinarier med resultatredovisningar från avskanningen inom bioteknik genomfördes under våren 2025.
- Två föredrag inom AI samt bioteknik genomfördes vid FMV:s Deep Tech-seminarium den 30 september.
- Ett webinarium om digitala tvillingar och metaversum genomfördes den 14 november med ett 30-tal deltagare.

---

<sup>1</sup> Tidigare benämnt Programmet för forskningsskanning och teknisk prognos.

Titel  
Avskanning av forskningsfronten 2025Memo nummer  
FOI Memo 9125

Ett flertal interna workshops och möten för kunskapsuppbyggnad och underlagsframtagning har genomförts, varav två med FOI-extern medverkan:

- Workshop om Compact Fusion Reactors genomförd med 5 deltagare från FOI och FMV.
- Digitala tvillingar och metaversum – genomförd den 27 mars med ett 20-tal deltagare från FOI, Försvarmakten, FMV och försvarsindustrin

## 2 Avskanningar

Ett urval av ämnen för avskanning gjordes 2023 där bioteknik, digitala tvillingar och extremt värmetaliga material prioriterades.<sup>2</sup>

En modifierad process för nytt urval genomfördes under 2025. Processen startades med insamling av uppslag och idéer under februari. Inriktningen var, som tidigare, att fokusera på ny, potentiellt banbrytande teknik som bedöms kunna ha framtida relevans för Försvarmakten och som inte redan behandlas i andra existerande FoT-områden eller –program.

Styrgruppen för FoT-programmet fick möjlighet att bidra med idéer, liksom projektgruppen för FoT (PgFoT) och det uppmuntrades att engagera fler intressenter inom Försvarmakten, FMV och Förvarshögskolan (FHS). Inom FOI gavs forskningsområdesföreträdare, materielområdesföreträdare samt kontaktpersoner för FoT-program möjlighet att inkomma med idéer, liksom projektgruppen för Avskanningsprojektet. Totalt sammanställdes 18 idéer (se Figur 1) inom de övergripande fyra kategorierna sensorteknik, material och produktionsteknik, bioteknik samt omvärldsbevakning inom forskning och utveckling. Områden inom vilka FOI redan bedriver forskning filterades bort.

Följande kriterier togs fram för prioritering:

- i) Försvarsrelevans, bedöms den vara uppenbar, trolig eller oklar, finns förutsättningarna att hantera området, finns beroenden av annan utveckling, har det potential att vara ett strategiskt område för Sverige?
- ii) Grad av förnyelse, inklusive potential till disruptivitet (såväl som en möjlighet eller hot). Är det en reell förnyelse eller mest ett byte av terminologi, är det en känd civil teknik men kan användas på nytt sätt inom försvarsdomänen?
- iii) Angelägenhetsgrad, såsom huruvida området behöver hanteras här och nu eller kan hanteras på längre sikt, hur stort risktagande det innebär att vänta eller helt ignorera området. Är det något som kan vara till nytta för krigsförbanden här och nu?

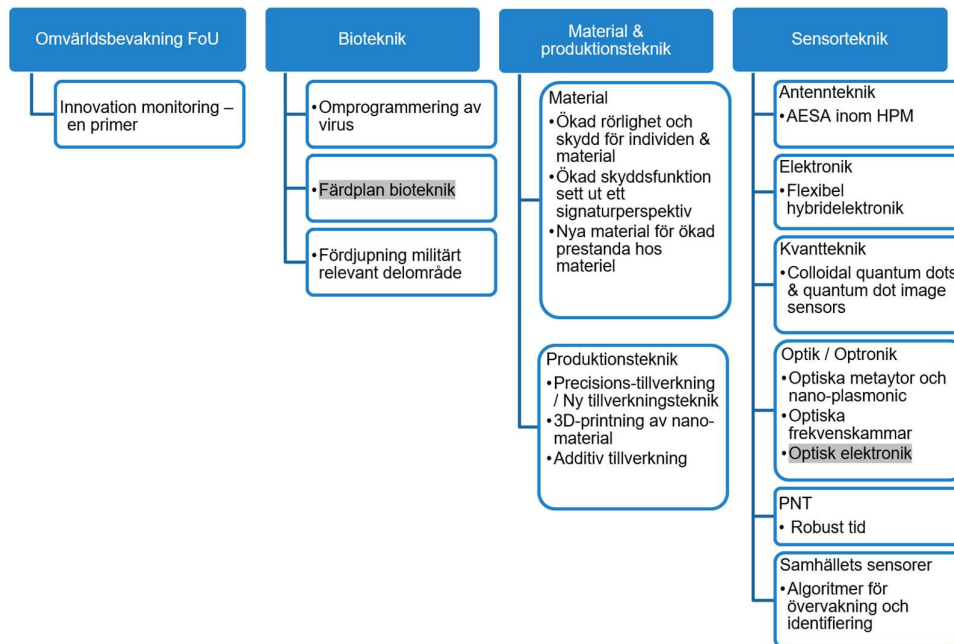
Kriterierna användes i en diskussion mellan FoT-programmets ordförande och representanter för projektet och resulterade i att det nya området ”Optisk elektronik” prioriterades för fortsatt avskanning och att mer resurser skulle läggas inom bioteknikområdet eftersom det finns stora behov av översyner av det området även inom angränsande verksamheter.

---

<sup>2</sup> Kortfattat beskrivet i projektet årsrapport för 2023 (FOI Memo 8353) samt i Lindberg, A., Kindvall, G., Dalberg, E. (2023). Nya ämnen för avskanning. FOI Memo 8213.

Titel  
Avskanning av forskningsfronten 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9125



Figur 1: 18 sammanställda idéer från urvalet grupperade i fyra övergripande kategorier: sensorteknik, material och produktionsteknik, bioteknik samt omvärldsbevakning inom forskning och utveckling.

## 2.1 Extremt värmetåligena material

I början av mars genomfördes ett webinarium baserat på den avskanning inom extremt värmetåligena material som rapporterades under 2024<sup>3</sup>. Avskanningen identifierade delar av flygande farkosters framdrivningssystem samt delar som utsätts för högt luftmotstånd och därmed friktionsvärme som intressanta i sammanhanget. Hypersoniska system och stridsflygplan identifierades som särskilt viktiga, eftersom det är viktigt att materialen tål höga temperaturer samtidigt som de också ska klara av att leda bort värme, vara lätta och tåla hög last.

Webbinariet var därför särskilt riktat mot ett urval FoT-områden, men var även öppet för en bredare krets av intresserade. Webbinariet samlade en blandning av materialspecialister och experter på tillämpningar. Cirka tio personer från FMV deltog, en person vardera från FHS och ISP, samt ett 20-tal personer från FOI där samtliga teknikavdelningar var representerade.

## 2.2 Digitala tvillingar och metaversum

Under året har en avskanning inom digitala tvillingar och metaversum slutförts och rapporterats såväl skriftligt<sup>4</sup> som vid ett webinarium med ett 30-tal deltagare från FM, FMV, FHS, industrin och FOI.

Informationsinhämtning till rapporten gjordes genom såväl explorativa som strukturerade litteratursökningar av vetenskaplig litteratur. Kompletterande information inhämtades genom deltagande i en workshop

<sup>3</sup> Resultat från avskanningen rapporterades i Karlsson, L.H., Dalberg, E., Andersson, P., Dalenbring, M. och Parmhed, O. (2024a). Extremt värmetåligena material – avskanning av forskningsfronten. FOI Memo 8675 och en beskrivning av metod och genomförande i Karlsson, L.H., Kindvall, G. och Dalberg, E. (2024b). Metodbeskrivning: Avskanning av forskningsfronten inom extremt värmetåligena material. FOI-D--1353--SE.

<sup>4</sup> Bodén, R., During, C. (2025). Digitala tvillingar och metaversum för försvar och säkerhet. FOI Memo 8914.

Titel  
Avskanning av forskningsfronten 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9125

arrangerad av Europeiska försvarsbyrån (EDA). Ytterligare inhämtning skedde genom en workshop med 19 deltagare från FOI, Försvarsmakten, FMV och representanter från försvarsindustrin.

En digital tvilling är ett standardiserat begrepp<sup>5</sup> och utgör en digital representation av t.ex. en process, en komponent eller ett system med datakopplingar som möjliggör konvergens mellan de fysiska och digitala tillstånden med en lämplig synkroniseringstakt. Den digitala tvillingen kan användas som ett verktyg i en produkts hela livscykel. Digital tvilling har blivit ett modebegrepp som ofta används även för digitala modeller. En digital modell har dock inte samma funktionalitet som en digital tvilling eftersom kopplingen mellan den digitala tvillingen och den fysiska motsvarigheten saknas.

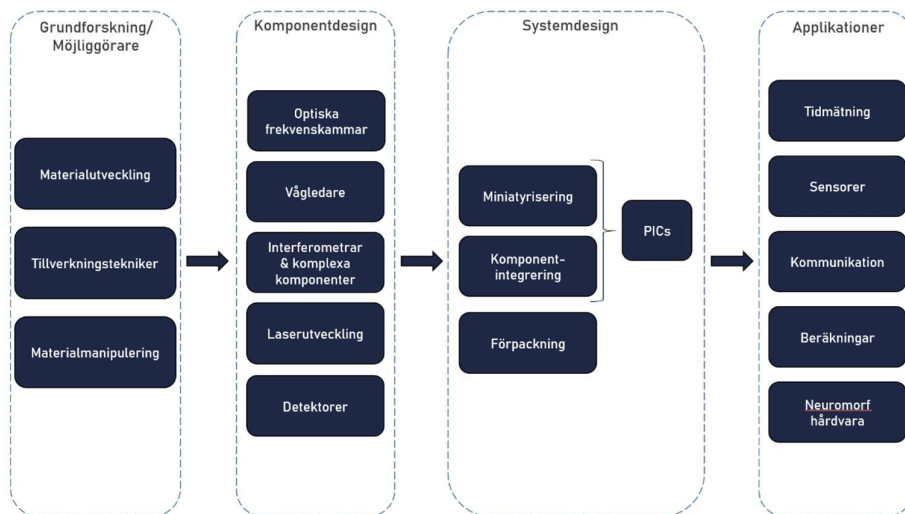
Metaversum är en samlingsterm för interaktiva virtuella världar. Digitala tvillingar kan sättas in i ett metaversum för att genomföra interaktioner som av olika anledningar, exempelvis hög risk eller hög kostnad, inte är lämpliga att genomföra i verkligheten.

I takt med att de möjliggörande teknikerna utvecklas kommer digitala tvillingar och metaversum gradvis bli mer avancerade och kunna omfatta hela system-av-system-lösningar. Genom möjligheten att simulera olika utfallsrum kan beslutsfattare få stöd i att välja bland olika handlingsalternativ. På lång sikt förväntas digitala tvillingar och metaversum också bli mycket användbara verktyg för multidomänoperationer.

Försvarsmakten rekommenderas att identifiera tydliga militära behov, konkretisera den förväntade nyttan, hantera säkerhetsfrågor och initiera etablering av infrastruktur. Det är också viktigt att se över frågor som kravställning, standardisering, interoperabilitet samt validering och ackreditering.

## 2.3 Optisk elektronik

Under andra kvartalet påbörjades en avskanning av optisk elektronik. Efter en initial kartläggning fokuserades arbetet mot fotoniksystem. En genomsökning av akademisk litteratur gjordes, som sedan låg till grund för en översiktlig sammanställning av området på en skala från grundforskning till tillämpningar.



Figur 2: En översikt av optisk elektronik från grundforskning till applikationer.

Området beskrevs i ett utkast som utgjorde underlag för en diskussion vid en workshop med sakkunniga experter inom FOI. Efter ytterligare studier har vi funnit att området är potentiellt högtintressant inom flera

<sup>5</sup> ISO/IEC 30173. Digital twin – Concepts and terminology.

Titel  
Avskanning av forskningsfronten 2025Memo nummer  
FOI Memo 9125

områden med stort potentiellt framtida militärt intresse, bl.a. för avancerade sensorer. Vår preliminära rekommendation är att viss experiment- och utvärderingsverksamhet vid FOI bör prioriteras samtidigt som den primära utvecklingen med nödvändighet kommer bedrivas civilt och därmed behöver bevakas, möjligen kompletterat med väl utvalda samarbeten. Arbetet planeras rapporteras under första kvartalet 2026.

## 2.4 Bioteknologi

Avskanningen av bioteknikområdet (inklusive bioengineering) har fortsatt under året, och en rapport är under färdigställande. Då området under avskanningsprocessen kommit alltmer i fokus, främst till följd av den tekniska kapplöpningen mellan Kina och USA, har omvärldsbevakningen fortsatt löpande.

Resultat från avskanningen har presenterats i form av presentationer för Försvarsmaktens ordförande för FoT-programmet, FOI:s forskningsdirektör samt den expertgrupp med 23 ämnesexperter från försvarsrelaterade organisationer som deltog i en kunskapsbyggande workshop under 2024. Under året har även avtappning skett till andra verksamheter, både inom FOI och externt. Den kunskap som byggts upp inom avskanningen nyttjas för närvarande i ett pågående regeringsuppdrag för riskbedömning av bioteknikområdet, samt för medverkan i uppstartsprocessen för Nato Science and Technology Organizations nya panel, TSI (Technology and Science Incubation), där bioteknologi ingår.

Avtappning har även skett vid ett Deep Tech-seminarium anordnat av FMV. Den kunskap som byggts upp under avskanningen har även bidragit till ett kapitel om bioteknologi i publikationen Militärteknik 2050 som kommer att publiceras inom kort.

## 3 Metod- och verktygsutveckling

Metodutvecklingen har under 2025 framför allt bestått i utvecklade arbetssätt för att använda språkmodeller och AI för avskanning, samt i att uppsöka och utvärdera kommersiellt tillgängliga verktyg och plattformar för automatiserad skanning.

Övrig metod- och verktygsutveckling har främst handlat om erfarenhetsinsamling för att dra lärdom av och dokumentera praktiska arbetssätt samt för utbildningsinsatser.

### 3.1 Erfarenhetsinsamling

De avskanningar som genomförs i projektet utgår från den metod som tidigare utvecklats i projektet<sup>6</sup>, vilken bygger på en litteraturöversikt och praktiska erfarenheter. Sedan dess har ytterligare avskanningar genomförts där deltagarna dragit nya praktiska lärdomar.

För att utveckla metoden inleddes därför hösten 2024 en insamling av erfarenheter och lärdomar från det praktiska utförandet av avskanningar under senare år. Dessa avskanningar har varit av olika karaktär och har genomförts i olika kontexter med olika unika förutsättningar. Erfarenheterna sammanställs till ett underlag som projektet avser uppdatera vartefter mer kunskap och erfarenheter inhämtas.

Syftet med att dokumentera såväl framgångsfaktorer som utmaningar i processen är att förbättra kvalitet och effektivitet i avskanningsarbetet, stödja projektmedlemmarna i det praktiska genomförandet av framtida avskanningar samt ge nya projektmedlemmar en god introduktion till processen.

En förnyad litteraturgenomgång planeras för att komplettera/uppdatera litteraturöversikten från 2021.

---

<sup>6</sup> Lindberg, A., Grönwall, C., Lång, E. och Dalberg, E. (2021). A utility focused process for enhancing the use of horizon scanning in defence research, FOI-R--5149--SE.

Titel  
Avskanning av forskningsfronten 2025Memo nummer  
FOI Memo 9125

### 3.2 Avskanning med hjälp av språkmodeller

Under året har arbetet med metoden för domänanalys med hjälp av stora språkmodeller fortsatt. Efter att metoden utvecklades och testades under 2024 har fokus i år legat på att färdigställa och skicka in ett vetenskapligt manuskript till en internationell tidskrift; statusen nu är att återkoppling på manuskriptet inväntas.

Metoden kallas för LLM-Enhanced Horizon Scanning Pipeline (LEHSP) och är en semiautomatisk metod för att effektivisera datainsamling och strukturering inom breda och komplexa teknikområden. Metoden kombinerar generativa språkmodeller med semantisk inbäddning, klustring och automatiserad sammanfattning

Artikeln beskriver, förutom metoden, även resultaten av den praktiska tillämpningen på området bioteknologi med försvarsfokus, inklusive jämförelser med den expertbaserade validering som tidigare genomfördes (se avsnitt 2.4). Arbetet visar hur metoden kan bidra till att på ett effektivt sätt ge en strukturerad översikt av komplexa teknikområden och stödja identifieringen av framväxande forskningsfält av betydelse för försvaret.

### 3.3 Verktyg för framsyn

Under året har projektet i samarbete med andra närliggande projekt initierat en upphandling av en kommersiell plattform för framsynsarbete som underlättar skanning och bearbetning med hjälp av AI och visualiseringar.

En marknadsöversyn har genomförts och tre potentiella leverantörer har identifierats, varav en valdes i upphandlingen. Verktyget kommer börja användas från januari 2026.

### 3.4 Introducerande kursmaterial

I januari 2025 genomfördes en FOI-intern orienterande heldagskurs inom Framtidsstudier. Projektet bidrog med ett pass rörande Horizon scanning. Passet genomfördes som en introducerande föreläsning om projektets avskanningsmetod samt en utblick mot andra aktörers metoder inom området, följt av en interaktiv övning.

Materialet har även använts som introduktionsmaterial till nytilkomna medarbetare i projektet samt som underlag för diskussioner inom projektet.

Denna verksamhet faller inom uppgiften att förvalta existerande metoder och verktyg. Det finns ett fortsatt utvecklingsbehov av mer enhetlig projektgemensam terminologi och en bättre översikt av olika metoder och verktyg. Detta inte minst i ljuset av en större omsättning av personal, där nya medarbetare tillför nya perspektiv samtidigt som det är viktigt att inte förlora erfarenheter och kompetens när andra lämnar verksamheten.

Titel  
Avskanning av forskningsfronten 2025Memo nummer  
FOI Memo 9125

## 4 Expertstöd, samverkan och nätverk

### 4.1 Internationell samverkan

Att upprätthålla och utveckla ett internationellt nätverk är av stor vikt för omvärldsbevakande projekt. Projektet har redan ett brett nätverk men det behöver underhållas och breddas, bl.a. med hjälp av nya medarbetare som tillför kontakter.

Under året har projektet deltagit vid ett flertal event och möten kopplade till Nato STO så som den ovannämnda nya TSI-panelens möten, där workshoppar genomförts inom bioteknik och kvantteknik, men också aktiviteter kopplade till SAS-panelen och andra delar av Natos S&T-verksamhet.

Projektet har deltagit på ett digitalt möte med brittiska Dstl där information utbyts om pågående verksamheter. Under året har dialog även förts med nederländska TNO. Längre tillbaka har gemensamma skanningar genomförts med TNO och med kanadensiska DRDC. Diskussioner om att återigen genomföra sådan direkt samverkan har förts under ett stort antal år men har av olika skäl inte realiserats. Istället har FOI under hösten 2025 genomfört ett tvådagarsbesök till TNO som resulterat i ett antal åtgärdsförslag. En Nato-aktivitet inom SAS-panelen kommer att användas som en plattform för fortsatt samverkan, men även andra samverkansformer kan bli aktuella. TNO har stor erfarenhet av att använda sin egenutvecklade Future Innovation Radar där deras försvarsdepartement bl.a. ges tillgång till information om teknikområden och deltar i att värdera dessa.

### 4.2 Rapporter tillhandahållna av FMV

Varje år beställer FMV några tekniska rapporter om framtida teknologier från Fraunhoferinstitutet i Tyskland. Normalt gör FHS på uppdrag av FMV en värdering av dessa teknologiers potentiella militära nytta med hjälp av sin metod MUAFT (Military Utility Assessment of Future Technology). FOI brukar bjudas in att delta och bidra med expertis. FMV kunde av budgetskäl inte beställa en sådan värdering av FHS under 2025. Då rapporterna redan levererats bl.a. till FOI och experter identifierats valde avskanningsprojektet att ändå läsa rapporterna och på ett enklare sätt bedöma tekniken som rapporterna beskriver. Årets ämnen var

- Power Beaming
- Quantum Assisted Communication
- Biohybrid Robotics
- Compact Fusion Reactors

Alla rapporter lästes, sammanfattades<sup>7</sup> och hanterades sedan på olika sätt.

Rapporten om Power Beaming skickades till ämnesexperter på avdelningen för Vapen, skydd och säkerhet och slutsatsen drogs att ämnet är väl omhändertaget och bevakat inom nuvarande forskningsverksamhet på FOI. Ett exempel på detta är ett examensarbete som under våren handledes inom området med fokus på kraftöverföring till drönare<sup>8</sup>.

Quantum Assisted Communication skickades vidare till FoT-projektet Skyddsvärd teknik och har ingått i underlaget för en handlingsplan för kvantteknologi som det projektet ska producera.

Rapporten Biohybrid Robotics har använts som ett underlag i arbetet med avskanning av bioteknologi.

<sup>7</sup> Se FOI-2025-34:2 - FOI-2025-34:4.

<sup>8</sup> <https://umu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1983730>

Titel  
Avskanning av forskningsfronten 2025

Memo nummer  
FOI Memo 9125

För den sista rapporten, Compact Fusion Reactors, kunde inte något pågående forskningsprojekt identifieras. Projektet organiserade därför en workshop tillsammans med en handfull deltagare från FOI:s avdelningar för Vapen, skydd och säkerhet och CBRN-skydd och säkerhet samt FMV, där rapportens innehåll diskuterades i detalj. Slutsatsen från workshopen var att tidshorisonten där denna teknologi potentiellt kan tas i bruk är mycket lång och att de teknologiska framsteg som krävs för att nå dit är mycket tydliga och inte kommer att kunna missas om enkel omvärldsbevakning görs inom området. Det finns därför inte något behov för FM att finansiera satsningar på området inom överskådlig framtid.

### 4.3 Stöd till FMV Deep Tech-seminarium

Under året har två presentationer getts som stöd till FMV:s anordnade Deep Tech-seminarium, den ena inom AI och den andra inom bioteknologi.

Mariela Garcia Lozano beskrev i den första presentationen, "AI:n som formar framtidens slagfält", centrala aspekter av hur AI-genererat material används för att missleda och luras, samt hur AI används för beslutsstödsystem i nu pågående konflikter i världen.

Petrus Hemström baserade den andra presentationen, "Vart är biotekniken på väg och vilka är konsekvenserna för försvaret?", på den avskanning som gjorts inom projektet under 2024-25. Bioteknologi ses av många som ett framtida disruptivt område för försvar och säkerhet. Bioteknologi är idag inte ett område som omfattas av FoT eller som direkt omhändertas av forskning vid FOI, så presentationen fokuserade främst på framtiden och vad som eventuellt skulle kunna bli möjligt.

### 4.4 Övrig samverkan inom omvärldsbevakning

Projektet har generellt haft ambitionen att öka samarbetet med andra försvarsmyndigheter angående omvärldsbevakning, där ett första samverkansområde som identifierades var FMV:s nyhetsbrev Framtid. Därför påbörjades arbete för en kompletterande omvärldsbevakning som stöd till detta månatliga nyhetsbrev. Arbetet fokuserades på att bevaka källor som, främst utifrån tidigare utgåvor av nyhetsbrevet, antogs ligga utanför FMV:s ordinarie omvärldsbevakning, och mer forskningsnära källor som FOI förväntades kunna bevaka lättare än FMV. Formen för nyhetsbrevet är dock under överseende.

Projektet har vidare bidragit med underlag till handlingsplan Bioteknik inom grannprojektet Skyddsvärd teknik.