

RÄTT VÄG TILL
INNOVATION

SVÅRT FÖRENA
OLIKA TEMPON

UPPFINNINGARS
MODER ÄR KRIGET

OMVÄRLD

TEKNISK PROGNOIS 2025

TEMA:

INNOVATION

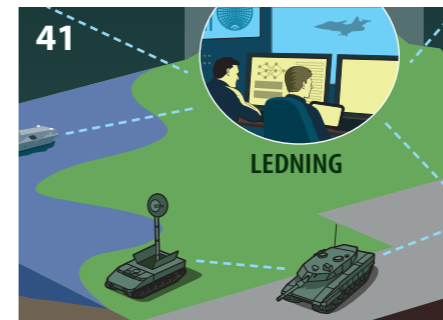
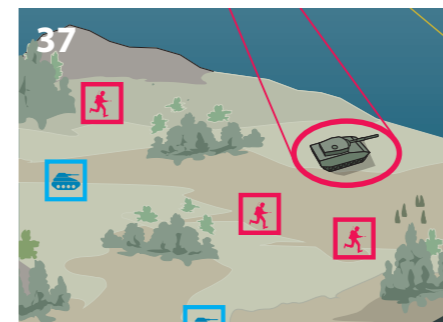
I en hotfull omvärld innebär den snabba civila teknikutvecklingen att nya militära hot plötsligt uppstår. Försvaret måste tänka nytt och agera snabbare.

Innovation har blivit en avgörande förmåga för svensk säkerhet.

OMVÄRLD

TEKNISK PROGNOIS 2025

- 4 Krönika:**
"Farligare värld kräver ett nytt sätt att tänka."
- 6 "Utan kreativitet, ingen innovation"**
Generalmajor Johan Pekkari om hur Försvarsmakten ska bli mer innovativ.
- 8 Kraftfull innovatör**
Marcus Tynnhamar öppnar dörren till flygvapnets nya experimentkontor.
- 14 Stolt svenskt innovationsarv**
Forskaren Ingrid Kihlander varnar för innovationsteater.
- 17 Mötesplats för innovatörer.**
På Uppsala Innovation Center visar Fredrik Bruhn vägen framåt.
- 22 Civila krafter leder ukrainas innovation**
Innovationsexperten Pär Lager om vad Sverige bör lära av Ukraina.
- 28 Den mest innovativa vinner kriget**
Defence Innovation Highway tar nordiska innovatörer till Ukraina.
- 31 Business Swedens Kiev-kontor växer**
- 32 Startups för en kamp mot tiden**
Inkubatorn Lead hjälpte Synclair Vision till Ukraina.
- 38 "Vi lägger rälsen medan vi kör"**
Sveriges civil-militära innovationsprogram är under snabb utveckling.
- 40 FMV sänker trösklar till testning**
- 42 Rebell i marinen**
Thomas Engevall rundar nej-sägare och letar ja-sägare.
- 48 Konsten att ducka tekniktugg och satsa miljoner**
Därför skyr investerare startups med fokus på statliga kunder.
- 52 FMV: "innovation ska göra nytta"**
Så vill FMV öka takten från start till mål.
- 58 Karlskrona i fokus**
FMV om att bygga en ny marin drönarstryka för test och övning.
- 62 Alltid se till helheten**
Innovatörfamiljens väg till smarta glasögon.



FRAUNHOFER

- 66** Dags för kolforskare att nå nytt genombrott
- 69** Sensorer in på bara skinnet
- 72** Nya möjligheter att skapa nya material
- 75** Drömmen om en superröntgen

GRAFIK

- 11** Att frigöra innovation
- 20** Vad är innovation?
- 26** Innovation i Ukraina
- 37** Drönare med fisköga
- 41** Cyber Test Range
- 55** Fem upphandlingsförfaranden
- 65** Smarta glasögon
- 68** 3D-grafen
- 71** Elektronisk hud, E-Skin
- 73** Mekaniska metamaterial
- 77** Transportabla muonkällor

Publikationen Omvärld är sammanställd av FoT-projektet Omvärldsbevakning med teknisk prognos.

TEXT: Jan-Ivar Askelin och Kajsa Skarsgård om inte annat anges

FOTO: Jan-Ivar Askelin och Tomas Ärlemo om inte annat anges

GRAFIK: Martin Ek

GRAFISK FORM: Peter Ehrlin

TRYCK: ÄTTA45

OMSLAGSFOTO: Getty Images, Weiquan Lin

KRÖNIKA

FARLIGARE VÄRLD KRÄVER ETT NYTT SÄTT ATT TÄNKA

Det vi länge trodde var otänkbara – ett storskaligt krig i Europa – är återigen verklighet. Internationella relationer präglas av misstro och brutna löften. Världshandeln och globala värdekedjor delas upp i olika intressesfärer. Auktoritära regimer flyttar fram sina positioner. Omvärldsläget har återigen blivit komplext, dynamiskt och osäkert. Efter decennier av relativ stabilitet står försvarssektorn nu inför en rad utmaningar som kräver en ny logik och ett nytt sätt att tänka. Den snabba teknologiska utvecklingen, med exempel som AI, drönarteknik, halvledarteknik och kvantteknik, innebär att försvarssektorn måste jobba snabbare för att hänga med. Hybridkrig och det konstanta cyberhotet gör också att ingen del av samhället längre är förskonat.

För att försvara vår frihet har teknologisk överlägsenhet och innovationsförmåga blivit minst lika avgörande som militär styrka. Under de senaste åren har begreppet försvarsinnovation blivit högaktuellt och regeringen har tagit fram en strategi för försvarsinnovation.

TRADITIONELLT HAR FÖRSVARSANSKAFNINGAR

varit långsamma och byråkratiska, men dagens omvärldsläge kräver snabbare innovationscykler. Vi måste ta lärdom av Ukrainas krigserfarenheter, där ny teknik testas, anpassas och skalas i realtid. Experimentera, misslyckas snabbt och snabbt skala upp det som fungerar, kräver en ny inställning till innovation, där vi prioriterar snabba beslut, anpassningsförmåga och samarbete.

SVERIGES INTRÄDE I Nato öppnar också för tätare samarbete kring försvarsinnovation i ett större perspektiv. Innovationer och ett snabbt införande av ny teknik får inte ske på bekostnad av att systemen inte fungerar ihop. Gemensamma standarder och fokus interoperabilitet är avgörande för att undvika parallella, ineffektiva lösningar.

SVERIGE HAR EN lång tradition av ingenjörskonst, entreprenörskap och civila innovationer som kan översättas till försvarssektorn. Men vi måste bygga broar mellan civila startups, akademin och försvarsindustrin för att frigöra denna potential. Detta kräver att vi hanterar regelverk, sekretess och upphandlingar på ett sätt som inte hämmar tempo och kreativitet.

Innovation i försvarssektorn handlar inte bara om teknik, utan också om nya samarbetsformer, ledarskap och arbetssätt.

I DETTA SPECIALNUMMER av Omvärld har vi intervjuat entreprenörer, investerare och försvarsmyndigheter som alla arbetar för att anpassa sig till denna nya logik. Vi hoppas att deras berättelser och erfarenheter kan inspirera och vägleda i vår strävan efter att skapa en mer innovativ och effektiv försvarssektor. □



Foto: Tomas Arlemo

Mikael Schönström, fil.dr, FMV
mikael.schonstrom@fmv.se
Projektledare, Omvärldsbevakning
med teknisk prognos.

Johan Pekkari är generalmajor och chef för försvarsstabens strategienhet. Men inspirationen till Försvarsmaktens innovationsarbete hämtar han ur sina första erfarenheter som ung officer vid Bergslagens artilleriregemente i Kristinehamn.

UTAN KREATIVITET, INGEN INNOVATION

Det var tidigt 1990-tal när Johan Pekkari började sin militära bana.

– Då fanns förslagsverksamhet på alla förband, där vem som helst kunde lämna in vilket förslag som helst för att utveckla verksamheten, om det

nu var på pjäsplutonen eller pjäskompaniet eller regementet som helhet. Alla kunde påverka, förbättra och bidra till förbandets utveckling, berättar han.

– Det premierades också. Det var närmast en skyldighet att fundera över ständiga förbättringar. Huvuddelen av förslagen användes säkert inte, men några var ju guldskorn. Vi använde hela organisationens kraft för att tillsammans bli bättre. Det är detta som har präglat mig.

Vad hände då med denna kultur som han först mötte i Försvarsmakten? Johan Pekkari pekar framför allt på att åren av nedskärningar har påverkat organisationen såväl som personerna som jobbar i den.

– Det har inte funnits samma fria utrymme att göra verksamheten bättre eller att fånga tillfället i flykten. I stället har det varit relativt stelopererade planer. Att hålla budget och inte ta risker var ju A och O.

HAN MÅLAR UPP bilden av en triangel med ekonomi, förmåga och tid i varsitt hörn.

– Nu ligger tyngdpunkten på tid och förmåga, medan det var ekonomin som stöd i centrum förut.

Att det finns utrymme för risk och nytänk igen skapar lust och kraft. Det märker Johan Pekkari i mötet med verksamheten, som när han fick höra hur delar av flygbasjägar- na jobbar med innovation.

– En kapten berättade hur de testade och vågade pröva

nytt, inte minst med mjukvaror av olika slag, och hur de löpande utforskade sina egna mandat och gränser. Det var riktigt inspirerande att se hur medvetet de jobbar med att ta innovationsarbetet så långt de bara kan.

– Har man rätt individer med rätt förutsättningar och rätt mandat, då kan man också komma långt. Det gäller att skapa det här kreativa utrymmet. För utan kreativitet, ingen innovation.

Överbefälhavaren Michael Claesson har själv uppmanat till riskapitet och ansvarsglädje.

– Det måste genomsyra organisationen ledarskapsmässigt. Att verkligen vilja utforska sitt ansvarsutrymme, våga ta ut svängarna och egentligen ta så stort ansvar som jag bara kan, inte vänta på att någon ska tala om för mig vad jag ska göra utan vilja hitta vägar framåt, säger Johan Pekkari.

RISKAPITET HANDLAR OM att våga göra fel, men kräver också en organisation som tillåter det.

– Du kanske inte har alla svaren på plats, men du har en tillräckligt bra grund och kör på det. Du tar en medveten risk och riskhanterar i stället.

Försvarsmakten håller också på att förändra sitt förhållningssätt till små och medelstora företag och start-ups. Från att ha hållit dem på avstånd och hänvisat dem till några få specifika formella kanaler behövs nu fler forum där möten kan ske. Framför allt behövs mötesplatser med aktörer som inte enbart utgör de stora drakarna, vilka redan har utvecklat kanaler in i Försvarsmakten.

Entreprenörers bild av Försvarsmakten och Försvarets materielverk är att de är väldigt svåra att få kontakt med.

– Jag har full förståelse för det. Det är klart att vi alltid kommer ha saker som är sekretess, men om vi aldrig kommer beskriva de militära problemen kommer vi heller aldrig



Foto: Tomas Årlemo

att hitta några lösningar på dem. Vi måste helt enkelt delge vår syn på dagens och framtidens operationsmiljö samt de militära problem som behöver lösas.

– Jag uppfattar att vi kan vara mer öppna än vad vi är, men jag tror också att vi faktiskt är mer öppna än vad många tror.

DE ETABLERADE FÖRSVARSFÖRETAGEN spelar också en viktig roll i att föra ut de militära problembilderna till nya och mindre aktörer som kan ha civilt utvecklade lösningar, påpekar Johan Pekkari.

Han betonar också att Försvarsmakten har ett materiellt arv som måste vara så operativt relevant som det bara går i varje given stund.

– Ofta fokuseras det på nyanskaffning av materiel, men det som vi redan har måste också förbli operativt relevant. Så jag vill slå ett slag för att också få in mer av innovation i perspektivet för vidmakthållande.

Internationellt ses Sverige som ett innovativt land med en stark försvarsindustri och en Försvarsmakt som har kompetent personal, berättar Johan Pekkari.

– Visionen måste vara att vi ska kunna omhänderta all den kompetens och kunskap som hela Sverige besitter, oavsett var vi den finns, för att få ett så starkt och kvalitativt försvar som det bara går.

”En del civila forskare och innovatörer är däremot

tvexamma till, eller emot, att närma sig försvarssektorn på grund av osäkerheten kring i vilka aktörers händer och i vilka krig ens teknik kan hamna i slutändan. Farhågan kan Johan Pekkari ha viss förståelse för. Samtidigt menar han att det finns en global, kontinuerlig kunskapsspridning från civil till militär sektor, och att det därför knappast går att isolera en viss teknik eller innovation till ett specifikt ändamål över tid.

– Det är en evig kapplöpning där nationer och försvarsmakter, likt vi i Sverige, strävar efter att ligga på framkant och därmed nå strategiska fördelar. Den rörelsen har vi svårt att påverka och det värsta för oss som nation torde vara om motståndaren har tillgång till kunskapen, men inte vi.

När det sedan gäller export av försvarsmateriel är det inte en fråga som Försvarsmakten hanterar, konstaterar Johan Pekkari, utan det gör andra myndigheter och ytterst regeringen.

Det är inte heller bara ett starkt innovationssystem som spelar roll för Sveriges förmåga att försvara sig mot olika typer av angrepp.

– Grunden för Försvarsmaktens förmåga är också att samhället fungerar. Finns det till exempel inte ett finansiellt system, energiförsörjning, telekommunikation och transporter, samt vatten och sjukvård på plats, begränsas också Försvarsmaktens förmåga. □

KRAFTFULL INNOVATÖR

Michelangelo skapade inte sin skulptur. Han plockade fram den ur marmorblocket. Med denna liknelse från renässansen förklarar Marcus Tynnhammar hur han ska plocka fram innovationskraften ur flygvapnet. Frågan är om det finns en Michelangelo som kan hitta innovationskraften i Försvarsmakten.

Foto: Jan-Ivar Askelin

Sedan några månader är Marcus Tynnhammar, som kanske också kan beskrivas som en renässansmänniska, chef för det så kallade experimentkontoret vid flygvapnets luftstridsskola i Uppsala.

– Jag har mött människor som säger att de vill berätta om sin idé som de haft i 30 år, men ingen har lyssnat eller så blir det ett nej. Nu fick de prata och är tacksamma för att någon har lyssnat. Jag vill lyssna på alla som kommer med idéer. Jag vill få dem att känna att någon lyssnar på dem. Och framför allt att man ger dem verktygen så att de vågar att prata med varandra. Det är lite av nyckeln här. Hur låser jag upp individerna så att de vågar att prata med alla andra? Hur låser jag upp individen så att det bästa kommer fram.

Marcus Tynnhammar är övertygad om att innovationskraften finns där. Det gäller bara att plocka fram den.

Han säger att Försvarmakten trots allt har goda förutsättningar.

– Försvaret bygger på tillit. Vi ska kunna lita på varandra för ute i kriget kan vi inte bygga relationer. Vi har uppdragstaktiken som plockar fram kreativiteten ur officeren.

Marcus Tynnhammar beskriver en bild där Försvarmakten är så mycket mer än en förvaltningsbyggnad. Det är alla dessa människor som möter verkligheten i sin vardag och det är där man ska leta efter innovationskraften.

– Och så har vi två stora tillgångar i Sverige. Vi är fortfarande ingenjörsmässiga och vi är ruggigt bra på att samarbeta.

Försvarmakten beskrivs i våra intervjuer som långsam och tungfotad. Här finns vrångpellar och nejsägare och rätt mycket osäkerhet och rädsla, vilket kan skapa nejsägare. Systemet är byggt för att köpa stora och dyra saker i långa projekt. Andra talar om att försvarmakter i allmänhet är konservativa och planerar för gårdagens krig. Dagens krig finns i Ukraina. Innovationskraften där har fått många att tänka om.

– Det är jättebra att myndigheter lägger pengar på uppstartare, säger Marcus Tynnhammar.

– Problemet är att de sedan vill komma in i värmen och där blir det stopp.

DET SOM STARTADE allt var en Powerpointpresentation som inte föll på hälleberget. Flygvapenchefen Jonas Wikman sade kör. Grunden, stödet från ovan, var säkrat. Det skulle bli ett experimentkontor och chefstjänsten lystes ut. Vid intervjun sade Marcus Tynnhammar att "jag kommer att sparka in dörrar hos folk som säger nej".

Luftstridsskolan arbetar med utveckling och är en

naturlig plats för experimentkontoret, och sedan finns en koppling till forskningschefen vid flygstaben, Patrik Stensson.

– Flygvapnet är fortfarande långt framme i tänket och i tekniken och allting. Så att vi är de första är inte så konstigt. Och det har varit andra grupperingar också. Alla möjliga inom Försvarmakten vill komma och titta på vad vi gör för att förstå och komma vidare. Inom en månad kom flygvapenchefen och försvarsministern hit och gav tummen upp, säger Marcus Tynnhammar.

Det är viktigt att känna stödet ovanifrån, men det gäller att bygga rätt från grunden och då handlar det inte bara om teknik och prylar.

– Nu har vi fyra anställda soldater och hoppas på att få fler. Vi söker personer som är kreativa och är intresserade av teknik och innovation. Vi vill få hit de här människorna som vågar utmana, testa saker och komma med egna idéer.

En renässansmänniska ska kunna mycket om mycket. Skulptera, måla och rita en helikopter om det behövs. Marcus Tynnhammar har en del av de egenskaperna.

– Som doktorand undervisade jag i både industriell design och arkitektur så jag täcker upp de bitarna av att vara en renässansperson. Jag är i grunden smålänning och uppvuxen med en skruvmejsel i handen. Jag har alltid varit intresserad av att plocka isär saker för att se vad som finns inuti.

– Jag kan tala med en tekniker på fältet och med försvarsministern

Via olika arbeten och studier kom han till >

»Försvaret bygger på tillit. Vi ska kunna lita på varandra för ute i kriget kan vi inte bygga relationer. Vi har uppdragstaktiken som plockar fram kreativiteten ur officeren.«

ATT FRIGÖRA INNOVATION

En innovationsprocess kan lika mycket handla om att släppa fram redan inneboende kreativitet och förmåga, som att skapa någonting helt nytt från grunden. På samma sätt som en skulptör måste slå bort material för att frilägga en skulptur, måste en innovationsprocess tillåta att man gör sig fri från tungfotad organisationskultur och invanda mönster.





Foto: Jan-Ivar Askelin

»Det kom en soldat och frågade om man inte kunde skjuta ned drönare med hagelbrakare. Visst, sa vi, kom hit och pröva.«

Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI och forskade kring innovation, teknik och logistik. Och därifrån bar det iväg till Uppsala.

EXPERIMENTKONTORET HÅLLER PÅ att ta form. Det ska bli en miljö där den enskilde soldaten vågar att vara kreativ, så mycken möda läggs på färg och belysning.

Kaffebryggare är enligt Marcus Tynnhammr, 41 år, till för den äldre generationen.

– Vi dricker energidrycker och äter proteinkakor.

Pengar tycks inte vara något problem.

– Helt ärligt så är det ingen som vågat att sätta en övre gräns. Om det ska köpas något dyrt, som vår AI-server, så blir det en diskussion där vi motiverar varför den behövs. Den är fyra gånger så stark som den behöver vara för att träna en modell. Sedan kan den användas till mycket annat. Som till exempel att simulera nästa generations flygplan.

I ett rum ligger diverse vapen för att användas i en miljö med virtuell verklighet.

– Det kom en soldat och frågade om man inte kunde skjuta ned drönare med hagelbrakare. Visst, sa vi, kom hit och pröva.

Grunden i arbetet beskriver Marcus Tynnhammr i tre delar.

- Slå sönder idén och se om det är ett militärt problem och om det kan leda till militär förmåga.
- Testa och jämför lösningar i försök.
- Analysera vem som vi skickar det vidare till.

– I första steget när man analyserar vad som är problemet använder jag legobitar enligt metoden Lego serious play som funnits i över 25 år och jag är certifierad i att använda den, säger Marcus Tynnhammr och tar fram sin "gula hemliga låda".

– Metoden går ut på att ge kreativa och icke så kreativa en gemensam grund att så på. Att leka med lego låser upp något hos folk. Att rita på en tavla kan vara en begränsning.

– Vi är ute efter att testa alla lösningar för att se vad som funkar och vad som inte gör det. Men lösningen

kan i sig vara intressant. Då sparar vi den i vår AI-styrda databas till en annan gång.

– Vi är väldigt tillåtande och kreativa och vi får göra saker och ting som skiljer sig från den militära hierarkiska ordregivningen. Men vi har också en struktur för att göra det. Vi är både strukturerade och kreativa. Jag som chef har båda delarna i huvudet hela tiden. "Nu börjar vi färglägga lite väl utanför pappret. Det ska vi inte göra". Men samtidigt säga att vi faktiskt har färglagt figuren korrekt. Så då kan vi vara nöjda och säga att då färglägger vi lite på bordet också utanför pappret för att testa.

En sådan vild idé kan vara en svensk månbas.

– Den får vila, men så har någon fått tips om en amerikan som kan bygga en billig månbas.

Denna någon kan vara Fredrik Bruhn som intervjuas på sidan 17. Fredrik Bruhn arbetar vid Uppsala Innovation Center där Marcus Tynnhammr var en hel dag för att träffa företagare, höra om deras produkter men främst för att se vilka kompetenser som finns.

– Jag träffade några som var bra på sensorer, senare några andra som var duktiga på AI och slutligen några som byggde drönare. Så jag sa att vi samlas och så bygger vi en drönare med AI-styrda sensorer. Varje företag för sig ser inte det här sammanhanget.

– Vi samarbetar med Uppsala, Uppsala innovation center, och försöker att bygga liknande samarbete på andra ställen som en civil väg in. Man borde ha en lokal mötesplats, eller i varjefall att varje flottilj har en kontaktperson. Jag vill att det ska finnas en supertydlig väg in. Det finns inte idag och jag tror inte att det kommer att finnas en enda väg heller. Jag tror att vi kommer att ha flera vägar in. Men allting ska in i samma låda. Det är det som är det viktiga. Det måste vara tydligt att oavsett hur du försöker komma in så ska du kunna komma in. Och hamna i den här lådan. En försvarsmaktslåda helst. Nu är det en flygvapenlåda.

I Linköping finns Lead, en framgångsrik så kallad inkubator som har ett civilmilitärt program. (se sid 32)

– Det kommer aldrig att funka för lead är långt borta från soldatens verklighet. Jag satt på försvarsstaben när beslutet om Lead togs. Nu är det ingen som riktig fattar hur det gick till eller vem som fattade beslutet. Eller så vill man inte erkänna det. Men någon måste ju ha talat med någon.

– **DET FINNS INGEN** motsats mellan att vara strukturerad och kreativ. Alla människor är en blandning. Vi försöker att låsa upp den delen som du kanske inte har utvecklat så mycket. Som Michelangelo som plockade fram sin skulptur ur marmorblocket. Han skapade den inte utan tog fram den.

– Många fastnar i planering, planering, planering. Så gör man något och då är man kreativ. Sedan varvar man planering med kreativitet, säger Marcus Tynnhammr.

– Har du två minuter på dig hinner du inte tänka och då tvingas du bli kreativ. Det är det vi ser i Ukraina. Man hinner inte vänta på besked från administrationen. Utan man säger att "vi ska överleva".

– Militärer är superkreativa. Det är bara det ingen har formulerat kreativitet för dem. Frågar du en taktisk officer hur ett problem ska lösas kommer det att vara på en massa olika sätt. På frågan hur det gick till är svaret att uppdragstaktiken gav mig möjlighet att vara kreativ.

Uppdragstaktikens kärna är att den som är närmast situationen är bäst på att hantera den.

– Till samma slutsats kom den amerikanske professorn Eric von Hippel redan på 1970-talet när han letade efter innovationskraften. Det kvittar hur mycket utvecklingsteam du sätter upp, hur mycket företag, institutitioner, myndigheter, eller vad som helst. Du ska kolla på vem som sitter och använder produkten hela dagarna i ända. Och vilka som reparerar produkten. Det är där innovationskraften finns. De som silvertejpar kommer att hitta egna lösningar. De kanske inte är jättebra. Men de kommer att visa vad som är problemet. □



Foto: Jan-Ivar Askelin



STOLT SVENSKT INNOVATIONSARV

Försvarsmakten ska bli bättre på innovationer. Ingrid Kihlander vid Försvarshögskolan, FHS, undersöker hur det går. En innovationsmaskin är ett komplext system. Man får passa sig så att det inte blir ett jippo, en innovationsteater, säger hon.

Ingrid Kihlander är forskare och har arbetat i tio år med hur man skapar innovationsförmåga hos såväl privata som offentliga organisationer, och individer.

Ordet innovation kommer från latinets *innovare*, att förnya. En innovation är resultatet av en utvecklingsprocess och ett kreativt tänkande, ofta under en längre tid.

– Det räcker inte med nytänkande, säger Ingrid Kihlander.

– Det ska också skapa nytta.

Sverige som innovationsland har en stolt historia. Johan Häggglund hade nog inte hört talas om innovationer när han 1899 på den egna gården i Gullänget utanför Örnsköldsvik tillsammans med sin hustru Hulda, grundade en snickerifabrik. Verksamheten växte. Det blev bussar, bilar, spårvagnar, flygplan, gruvmaskiner, fartygskranor och en hel del annat. Hela tiden kunde familjeföretaget anpassa sig. Nu är allt i utländsk ägo och det tillverkas stridsfordon på löpande band.

INGVAR KAMPRAD HADE nog inte heller så mycket kunskap och innovationsteorier när Ikea kom på att låta kunderna montera sina möbler. Så föddes idén med de platta paketen.

För andra gick det sämre. Facit i Åtvidaberg trodde inte på elektroniker. Det gjorde förmodligen inte Kodak heller.

Vad kan vi lära oss av detta?

– De som misslyckats är exempel på när stora och oerhört framgångsrika organisationer saknar nytänkandet. Det räcker inte med att leverera idag. Man måste kunna tänka: "vad ska levereras i morgon?" säger Ingrid Kihlander.

– En riktig innovatör måste vara systematisk och se helheten.

– Det är många hinder på vägen för innovatören. Det är ett komplext system och man vet inte idag vilka morgondagens lösningar kommer att bli, fortsätter hon.

– Vad skulle hända om det vi vet idag inte gäller?

»Det räcker inte med att leverera idag. Man måste kunna tänka: vad ska levereras i morgon?«

Då behöver man jobba både med att vara bra på det man gör idag, nytänkande angående för att förfinas det, men också jobba med hur vi bygger förmågan att hantera det vi ännu inte kan se.

– Vad ska vi sluta göra? Det är ju jättejobbigt att ta bort förmågor som man är bra på. Det är nog mänskligt. Man kanske har investerat en massa i infrastruktur och utveckling. Då blir det ännu viktigare att organisationen vågar utmana sig själv. ▸

MÖTESPLATS FÖR INNOVATÖRER

Hubben i Uppsala är en mötesplats för innovatörer. Här arbetar Fredrik Bruhn en dag i veckan. Han är innovatör, entreprenör och är inne på sitt fjärde företag. Han öppnar dörren för oss och ut kommer Marcus Tynnhammar från Luftstridsskolans experimentkontor. Slutrepliken från filmen Casablanca ligger i luften. "I think this is a beginning of a beautiful friendship".

Efterfrågar ledningen nytänkande, och vad gör den när det kommer upp? Det är inte säkert att ledningen tillåter det, säger Ingrid Kihlander.

ALLT ÄR INTE SVÅRIGHETER. Det finns starka krafter för att utveckla det svenska nytänkararvet.

– Det finns en massa vilja och en massa smarta personer och det finns mycket kunskap att ta hjälp av, säger Ingrid Kihlander.

– Det finns också en massa bra idéer som lagts på hyllan därför att tiden inte var mogen. Vi måste ha en förmåga att gå tillbaka och se när det är dags att titta på idéerna igen.

Det finns numera standarder att ta hjälp av när man önskar bygga organisatorisk innovationsförmåga.

– Men det kommer ju inte att göra hela grejen, säger Ingrid Kihlander.

– Standarderna är en hjälp men det räcker inte om man inte har den rätta viljan.

Den högsta ledningen säger att det efterfrågas ett nytänkande.

– Det gäller att man inte bara pratar om det och håller tummarna. För då blir det ett jippo, en innovationsteater, säger Ingrid Kihlander.

– Ledningen har ett ansvar för att det tillsätts resurser men man får inte glömma den svåra biten – att följa upp.

– I min forskning undersöker jag hur innovationsarbete leds och stöttas och var det kan finnas glapp. Ett problem för många organisationer, både i och utanför försvarssammanhanget, är att man sällan vill öka variationen och därmed riskerna. Det finns ett inneboende hinder mot förändring. Men att jobba med nytänkande är att vara obekvämt.

– Försvarets processer kanske inte är gjorda för att störas för att hitta lösningar som kanske ligger utanför det som var tänkt.

– När man krockar med strukturer och processer är frågan vad man får bryta mot. Då måste någon säga ja eller nej, och då är det tydligt att det hänger på ledarskap och individer. Ledare på alla nivåer måste ifrågasätta nuläget. Det är väldigt svårt att bygga en innovativ organisation om man inte gör det.

Ingrid Kihlander har ett projekt där hon undersöker en del av Försvarsmakten.

– Som forskare skulle jag gilla att undersöka hela organisationen, men det är inte jag som bestämmer.

En annan sak som Ingrid Kihlander är nyfiken på är vad AI kan göra på innovationsområdet.

– Vad är det vi kommer att kunna göra som vi inte idag kan föreställa oss? Vad finns bakom horisonten? Det är lite som att utforska rymden när det första teleskopet kom. □

Flygvapnet har en bra kultur för lärande. Misstag rapporteras och man lär av misstagen. Det krävs många dåliga landningar innan det blir rätt, säger Fredrik Bruhn som talar av egen erfarenhet. Han har lärt sig att flyga och har ett eget flygplan.

– Den som inte vågar göra fel lär sig inget. Jag har arbetat en tid med Försvarsmakten och upplever att det där finns en rädsla för att misslyckas.

– Därför är Marcus Tynnhammars experimentkontor lovande. Han söker upp och parar ihop och jobbar tidigt med kunden. Det kanske kan vara ett sätt att hitta tillbaka till den snabba vägen.

– Ett stort problem med att skapa innovationer är att man har fel definition. Enligt skolboken krävs en kund för att det ska få kallas innovation. Det räcker inte med en teknisk lösning, hur fiffig den än är, om man inte har en kund, säger Fredrik Bruhn. Den svenska paradoxen är att man är bra på att hitta på men inte riggad för att prata om pengar. Vinnova och andra drar igång innovationssatsningar och börjar i fel ände. Man gör en teknisk utlysning. Egentligen borde alla utlysningar skrivas om. Det vi gör här på Uppsala innovation center, UIC, är att inpränta detta och hjälpa till att göra affärsmodeller. Utan kund, ingen innovation.

– Det här får även andra konsekvenser. Saab måste enligt aktiebolagslagen tänka främst på sina aktieägare och därmed maximera användandet av tjänster och ▷



Foto: Jan-Ivar Askelin



Foto: Jan-Var Askelin

produkter från den egna hyllan. En lovande innovation måste gynna aktieägarna. Till skillnad från Sverige har USA medel för att stödja små och medelstora företag genom en genomarbetad struktur för tjänste- och produktutveckling (det så kallade STTR (tidig forskning/innovation mellan akademi och företag, och de företagsorienterade SBIR programmen där två procent av varje myndighetsbudget måste vika till småföretagsupphandling. (Se *1).

ETT SÅ KALLAT gränssnitt i ett system måste vara öppet för andra än det stora företaget (Se *2), och från rymdområdet Space Development Agencies NEBULA standard (Se *3).

Under en tioårsperiod måste 24 procent av det stora företagens ordervärde gå till små och medelstora företag. Ett medelstort företag i USA kan ha 500 anställda, i Sverige är det 250. Så det handlar om rätt stora företag ändå. Rocket Lab i USA fick nyligen en order på motsvarande 450 miljarder kronor.

Ukraina sägs vara ett bevis för att kriget är uppfinningarnas moder. När existensen står på spel blir det stor efterfrågan på innovatörer. Exemplet Ukraina

»Ukraina sägs vara ett bevis för att kriget är uppfinningarnas moder. När existensen står på spel blir det stor efterfrågan på innovatörer. Exemplet Ukraina ligger bakom mycket av Försvarens försök att locka innovatörer.«

ligger bakom mycket av Försvarens försök att locka innovatörer.

– Men vi glömmer att för vapentillverkarna i Ukraina handlar det om stora pengar. Det är idag olagligt för ukrainska företag att exportera utomlands, men gissa vilka företag som kommer att ha försprång när freden kommer? Ukraina tillverkar över 1,5 miljoner drönare om året nu och har flest fälttestade system i Europa, säger Fredrik Bruhn.

– Valet mellan något som fungerar på slagfältet och en vacker teoretisk svensk produkt är enkelt.

Även atombomben kan enligt Fredrik Bruhn räknas som en innovation. Visserligen gjorde USA inte bomben för att sälja atombomber, men forskningen lade grunden till bland annat kärnkraften och det atomparaply som skyddar vår västerländska sociala modell, och där kommer pengarna in i bilden.

FREDRIK BRUHN ÄR inne på sitt fjärde bolag. De tre första är sålda och verksamma. Så han har många erfarenheter att dela med sig av till kommande entreprenörer och innovatörer.

- De som startade bolaget och skaffade den första kunden är inte alltid lämpliga att driva bolaget när det går över i serieproduktion. Ett litet bolag har sällan resurser att starta en ny utvecklingsavdelning under tiden som den första produkten sjösätts, vilket gör att de små bolagen efter "valley of death" har ett distinkt annorlunda beteende. Man ska växla folk när företaget byter fas från innovation till produktion.

– Själv ruttar jag som person när en start-up går över till scale-up-fas och därmed för ett tag tappar den yttersta innovationskraften, säger Fredrik Bruhn.

- Det är ofta en dålig idé att ta en höjdare från ett stort bolag och sätta i ett litet. Höjdaren är van vid resurser och en stab som fixar allt. I det lilla bolaget måste alla göra allt.

- Brilljanta forskare blir ofta mediokra affärsmän.

– I ett av mina företag gjorde vi rymddatorer. En sådan måste fungera perfekt från första stund. Det finns inga butiker i rymden där man kan hämta en ny. Nu skulle företaget skala upp och folk från mobilbranschen visste minsann precis hur man gjorde. Företaget var enligt sitt noteringsprospekt till börsen tre veckor från konkurs innan styrelsen och ledningen samt en del andra byttes ut, säger Fredrik Bruhn.

Det krävs två för att dansa tango. Innovatören kräver en kund. Hur ser den här dansen ut från innovatörens horisont? Fredrik Bruhn säger att försvarsinnovatören ska göra tre svåra saker på en gång:

- 1 Förstå hur militären tänker och försvarets behov.
- 2 Bygga nya bolag som kan sälja till försvaret.
- 3 Hantera en danspartner som inte hänger med. Varken Försvarensmakten eller FMV är riggade för snabba beslut.

DET KRÄVS EN del också för att göra Försvarensmakten till en värdig tångodansör. Eller för att ta liknelsen (s 11) med Michelangelo och skulpturen – vad måste slås bort för att få fram dansören?

Fredrik Bruhn säger att försvaret lider av sviterna från de många årens neddragning och därmed också stopp i utvecklingen. Det är få som vet hur man utvecklar. På dessa problem finns inga enkla lösningar. Däremot menar Fredrik Bruhn att det finns saker som är något mindre svåra att komma åt: Att börja tala om pengar och förstå värdekedjorna. Det är också ett absolut måste att ändra kulturen. Som Peter Drucker sa "Culture eat strategy for breakfast").

– Det har pågått uppmärksammade försök med drönarsvärmar med Saab i spetsen som blev publikt vid folk och försvarskonferensen i januari 2025 under ledning från regeringskansliet med Nils Bildt. Projekt GNADD visade att det kraftigt går att korta utvecklingstiden, i detta fall implementerat genom Saab Emerging Technologies och toppstyrning av myndigheter centralt. Den intressanta frågan är dock för innovatören hur man tar ett "guldkort" och lärdomar från GNADD-projektet och implementerar det genom hela det statliga upphandlings- och innovationssystemet. Trots allt har de flesta småföretagen inte Nils Bildt, Wallenbergssfären eller Saabkoncernen som champions. Under alla år som jag drivit företag har 90 procent av intäkterna kommit från utlandet, i första hand från USA. Det är först när försvaret förstått att det amerikanska försvaret är intresserat som man visar ett eget intresse. □

*1 <https://www.sbir.gov/about> och <https://www.sbir.gov/tutorials/data-rights/tutorial-4>

*2 <https://www.dsp.dla.mil/Programs/MOSA/>

*3 <https://www.sda.mil/wp-content/uploads/2024/11/SDANEBULAStandardv3.05Final.pdf>



Foto: Tomas Arlemo

CIVILA KRAFTER LEDER UKRAINAS INNOVATION

Tydliga problembilder. Det är vad svenska företag saknar från Forsvarsmakten. Det är också just det som Ukrainas militär har lärt sig att formulera, och som gjort innovatörer och gräsrotter till en ovärderlig tillgång i försvaret mot Ryssland. I Ukraina testas dessutom innovationerna ständigt i fält, och den möjligheten skulle Sverige kunna ta bättre vara på, menar Pär Lager.

Pär Lager trodde att han hade kommit fel. I Sverige jobbar han som senior rådgivare vid Forsvarshögskolan, och han hade rest till Ukraina som expert inom innovation och lärande för att samla in erfarenheter. Han skulle träffa Andriy* som utvecklar drönare till flera brigader, men adressen hade tagit honom till en lokal full med mat.

Detta visade sig vara Andriys sidoverksamhet – mat till krigsveteraner – och i närheten låg faktiskt en av Ukrainas så viktiga innovationsverkstäder. Där hängde hyllor med drönare, försedda med elektroniskt försvar för att inte störas ut av Ryssland. En rysk drönare, tillverkad i Kina, låg isärplockad för att ge nya lärdomar.

GENOM APPEN SIGNAL står Andriy och hans team i direktkontakt med soldater vid fronten som berättar hur väl drönarna fungerar eller inte. Drönaren kanske måste anpassas för att det har blivit vinter, den kanske måste lagas, eller styrsystemet justeras.

– Då kan Andriys team göra det för det är de som tillverkar drönaren. Eller så behövs mer splittereffekt, och då tar de fler granater för hans team tillverkar dem också. Innovationscykeln där är en till tre dagar, säger Pär Lager.

Andriy var civil utvecklare inom tech före Rysslands fullskaliga invasion, och han jobbar helt utanför Ukrainas officiella militära struktur. Han tillverkar tusentals drönare i veckan, finansierar en del av verksamheten själv och driver en fyra veckor lång drönarskola för operatörer.

Andriy är inte ensam. Tvärtom är det gräsrotter som har stått för mycket av den snabba innovationen och utvecklingen till försvar för Ukraina. De tar reda på behoven, kollar om staten kan möta dem, och samlar annars själva ihop pengar och kompetens för att lösa uppgiften.

– Militärer i Ukraina har tvingats att bli bra på att definiera militära problem och förklara dem för personer som kanske inte har gjort militärtjänst, än mindre har varit ute på slagfältet, men som kanske sitter på lösningen. Detta har varit avgörande i Ukraina, och där har vi en konkret sak vi kan lära av dem, säger Pär Lager, som utöver arbetet på Forsvarshögskolan är medgrundare till ett investeringsinitiativ inom försvarstech i Ukraina.

Liksom Andriy har Pär Lager kunnat vara snabbfotad genom att i sin civila roll jobba utanför etablerade strukturer och hierarkier. Han har knutit kontakter i Ukraina, bjudit dem till Sverige och kopplat ihop sina olika nätverk. Han åkte till Ukraina för att hämta hem

erfarenheter innan de andra försvarsmyndigheterna hade kommit i gång att resa, och tog sedan med dem och andra aktörer dit när det blev lättare.

Ett drygt år efter den fullskaliga innovationen lanserade Ukraina Brave1, en statligt finansierad plattform för försvarsinnovation. Den kan liknas vid en snabbversion av USA:s innovationsmodell Darpa (Defense Advanced Research Projects Agency), eller Natos Diana (Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic).

BRAVE1 KOPPLAR IHOP militära problem med innovatörer och investerare, och ger företagen stöd att testa och skala upp. Brave1 lyfts ofta fram som en framgångssaga nu, men i Ukraina sörjer man att det nuvarande ekosystemet för försvarsinnovation inte fanns på plats redan innan den fullskaliga invasionen. – De säger till mig: "Gör inte om vårt misstag! ▷



Foto: Tomas Arlemo

»De som misslyckats är exempel på när stora och oerhört framgångsrika organisationer saknar nytänkandet. Det räcker inte med att leverera idag. Man måste kunna tänka vad ska levereras i morgon.«

Vänta inte, det är inte värt hundratusentals människor som har skadats eller dödats!” berättar Pär Lager.

Både Ukraina och Sverige har en stark försvarsindustri och hög kompetens inom tech och it. Pär Lager tror att även Sverige skulle kunna få innovationshjuln att snurra snabbt efter ett-två år av fullt krig.

– Men ska vi vänta på det? Kan vi i stället använda det som avskräckning? Så att när ryssarna tittar på oss, tycker de att det blir för jobbigt att anfälla, för Sverige har ett sånt jäkla agilt innovationssystem och en enorm folkrörelse.

Snabba lägesbilder har blivit ett av Ukrainas vapen. Delta heter militärens främsta system för lägesbild och ledning, och det utvecklades av volontärer innan det skalades upp och inleddes under det ukrainska försvarsdepartementet. Från början var det ett kartverktyg, men efterhand lades fler och fler funktioner och informationskällor till. Delta är nu uppkopplat till alla drönarens sensorer i realtid.

– Det är så överkligt. Om man skriver in ”Pokrovsk” så – bang! – kommer det upp hundratals drönare som är i luften just nu. Så kan man zooma in eller trycka på en knapp så att man får prata med drönarpiloten, berättar Pär Lager.

Kropyva är ett annat system och det kan användas på en smarttelefon eller läsplatta. Det används främst av artilleriet och har utvecklats av den ideella organisationen Army SOS. I Kropyva kan militära enheter kommunicera sömlöst med varandra, räkna ut hur ryska soldater eller andra mål ska träffas, kartlägga minfält eller var dödade personer har lämnats kvar för att senare kunna hämtas.

Ukrainska militären använder också meddelandeappen Signal för att snabbt få en lägesbild och kunna ändra taktik. Detta fick Pär Lager se under ett besök.

Det plingande till i den ukrainska generalens mobil, och i en av alla hans chattgrupper på Signal hade ett fysiskt spaningsförband postat bilder på en ny typ av utrustning för elektronisk krigsföring som det hade hittat. Då tittar analytiker på bilderna direkt, skriver ner en rekommendation och skickar ut den i hela systemet.

Är det helt säkert att använda Signal på ett sådant sätt? Nej, men ukrainarna har inte tid att vänta.

– Det är inte information som läcks som dödar, utan information som inte sprids. Det är ukrainarnas devis.

PÄR LAGER MENAR att säkerhetsskyddet i Sverige ibland är onödigt rigoröst och ett stort hinder för innovationen. Det saknas däremot exempel på om de snabba, mer risktagande arbetssätten och innovationerna i Ukraina också har lett till allvarliga skador eller sårbarheter – den informationen vill landet inte lika gärna skylta med.

Pär Lager påpekar att han inte skulle vilja se sin egen son dö för att självmordsdrönaren han skulle hantera inte var ordentligt testad.

– I Sverige ska vi inte ta den risken, vi är ju i fred. Vi har etiska dilemman och frågor som vi ska svara på och testa innan vi släpper lös ett nytt vapensystem. Men det är inte detta som gör innovationsprocessen här till tre år i stället för tre dagar, utan byråkrati och att vi inte vet vad det finns för lösningar.

Den kanske viktigaste civila innovationen kopplat till kriget i Ukraina är appen Air Alert. På bara några dagar efter Rysslands fullskaliga invasion utvecklades den från idé till en fungerande app som kunde ge ukrainare flyglarm direkt i mobilen.

Nu kan den också varna för artilleribeskjutning, gatustrider, radiologiska och kemiska hot, liksom förmedla information från ukrainska myndigheter. Genom appen kan användaren också nå psykologiskt stöd.

Men det är inte bara teknisk innovation som är Ukrainas bästa försvar – ibland är det värnandet av det gamla. När Ukraina moderniserade sitt elsystem sparades den tidigare utrustningen, och denna har använts för att snabbt kunna reparera systemen efter ryska attacker.

PÅ EN KARTA över Europa pekar Pär Lager på en motorväg mellan Odesa och Kiev i Ukraina. Han frågar retoriskt varför Ryssland slutade att bomba den, såväl som järnvägen där även vapen transporteras. Jo, fortsätter han, för att ukrainarna ändå reparerade dem så snabbt.

– Avskräckning genom reparation. Om det civila försvaret är innovativt och snabbfotat så kan man till och med avskräcka fienden från att fjärrbekämpa. Visst är det häftigt?

Pär Lager berättar att de Iran-utvecklade självmordsdrönarna, som Ryssland numera tillverkar på löpande band, kan bära 90 kilo sprängmedel och flyga

Foto: Tomas Årlemo



200 mil i 180 kilometer per timme med sin vanliga mopedmotor. Med en jetmotor flyger den nu 500 kilometer i timmen. Han pekar på Europakartan igen.

– Från Kaliningrad, Sankt Petersburg och Murmansk når man stora delar av Sverige på tre timmar med drönarna som har de svagaste motorerna. Med jetmotor tar det mycket kortare tid, sen är man i Stockholm. Hur mycket har vi tränat på att ta ner de här drönarna? Har vi lärt oss av Ukraina?

Inte tillräckligt, tycker Pär Lager.

– Ukrainarna säger: ”Varför lär ni er inte mer av de vapensystem som kommer att finnas ännu mer i framtiden? Om vi förlorar kriget så kommer bara Ryssland att ha den erfarenheten.”

Både Sverige och andra länder har skänkt svensk-tillverkade vapen till Ukraina, och med Saab i spetsen har det kommit i gång ett systematiskt arbete för att lära av hur de fungerar i kriget.

Men varför skickar vi mest gamla vapen till Ukraina? undrar Pär Lager. Varför skickar vi inte också 1000 av de nya uniformssystemen för att få veta hur de fungerar på slagfältet? Och 1000 av det nya eldhandvapnet som vi köpt av Finland?

– Vi kommer ju att få testa det i fem år om vi ska skjuta lika mycket som en ukrainare skjuter på en vecka, säger Pär Lager.

Bristen på möjlighet att testa sina produkter i operationell miljö är ett av hindren som startupföretag i Sverige möter. Därför har vissa i stället tagit direkt kontakt med ukrainarna, och från dem fått ovärderlig återkoppling på sina produkter.

Pär Lager påpekar att Sverige hamnar i topp i mätningar av innovationsklimat, men menar att murarna mot Försvarsmakten måste rivas.

– Vi måste bli nyfikenare, mer öppna för förändring, bättre på att jobba med förändring, och – kanske det viktigaste – vi måste ta bort administration. Om vi omvandlar våra startups, vår kompetens och vårt kreativa tänkande till försvar så är vi oslagbara! □

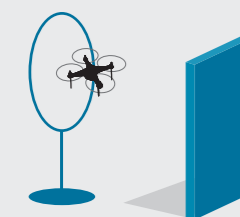
*Andriys namn är fingerat och vissa detaljer är ändrade av säkerhetsskäl.

INNOVATION I UKRAINA

Det nya drönarkriget på i Ukraina är ett komplex nätverk bestående av många olika drönartyper där så kallade fpv-drönare (first personal view) spelar en ny avgörande roll. Men även radar och andra sensorer är viktiga för både offensiv och defensiv bekämpning. EW – telekrig används på båda sidor. Både "jammers" som stör ut drönare samt "detektorer" som varnar.

4 VECKORS UTBILDNING

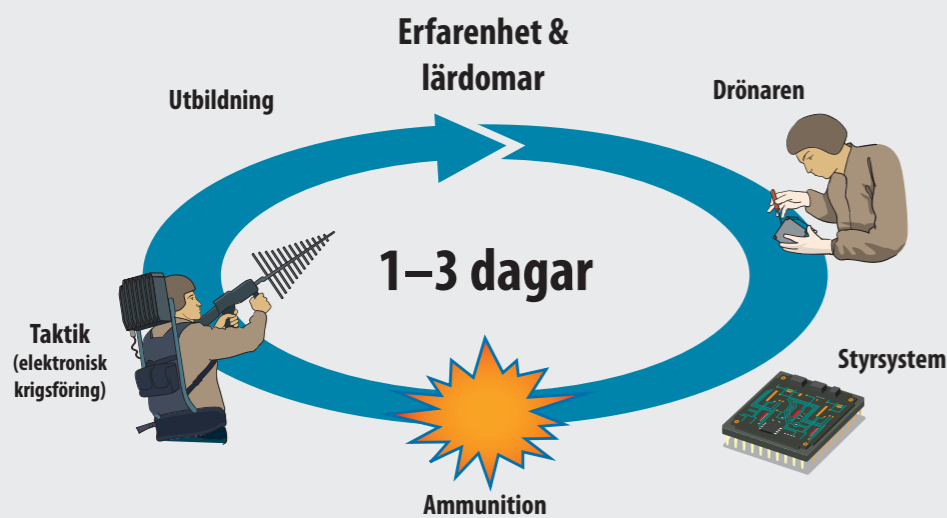
Utbildningstiden för en fpv-pilot är kort och består av i huvudsak fem steg och är normalt avslutad på några veckor.



- Spel
- Drönarbana inomhus
- Utomhusbana – skarp ammunition
- Taktik & elektronisk krigsföring
- Examnестest

KORT INNOVATIONSCYKEL

Innovationscykeln på drönarslagfältet går blixtnsabbt. För att behålla ett överläge kan tekniska/taktiska erfarenheter och lärdomar leda till förbättrade eller nya drönarsystem på bara några dagar.



THE KILL ZONE

Något som är typiskt för ett slagfält som domineras av det nya drönarkrigsföringen är att det dödliga området mellan de stridande parterna hela tiden växer ju längre drönarna når.



TRANSPORTDRÖNARE

En tydlig trend är att använda olika former av obemannade farkoster som transporterar en större mängd fpv-drönare närmare målen. I anslutning till målen aktiveras fpv-drönarna på distans och flyger mot de identifierade målen. Det mest kända exemplet är den Ukrainska operationen "Spiderweb".

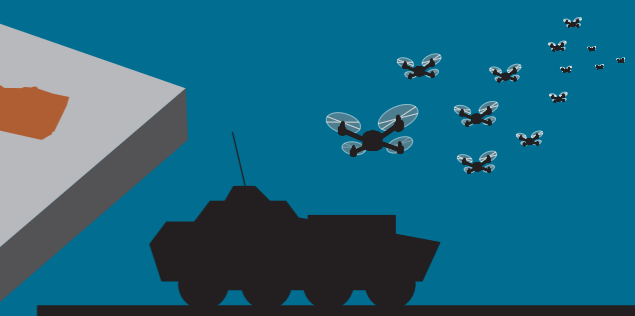
I LUFTEN

Stora "mother drones" som transporterar och släpper många fpv-drönare.



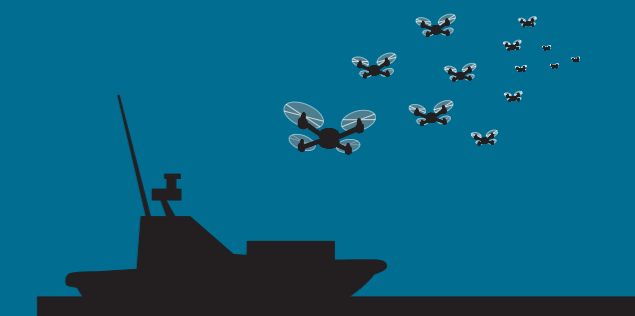
PÅ MARKEN

UGV:er (unmanned ground vehicles) tar sig 10-tals kilometer in bakom fiendens linjer och transporterar många fpv-drönare.



TILL SJÖSS

Obemannade båtar som transporterar och släpper många fpv-drönare.



DEN MEST INNOVATIVA VINNER KRIGET

Foto: Privat

Minst en gång i månaden åker startup-representanten Esben Gadsbøll till Ukraina med en delegation innovatörer. Han har startat Defense Innovation Highway för att koppla samman innovation i Norden med Ukraina – och försöka få med myndigheterna på den snabba färden.

Världen är liten när vägarna för försvars-startups är få. "Dansken" är en person som återkommande nämns som möjliggörare när olika personer i startup-Sverige berättar om hur en lovande idé också fick möta det militära problemet – inte

på hemmaplan, men i Ukraina.

"Dansken" är Esben Gadsbøll, ordförande för Danish Tech Startups. Det är en organisation som grundades 2020 för att föra sektorns talan gemensamt och stärka varandra inom den. Esben Gadsbøll är en av medgrundarna och själv entreprenör. Han ser ett problem och hittar vägar för att lösa det. Nu är problemet att Ryssland krigar mot Ukraina, och startups kan ha lösningen.

Tillsammans med den ukrainska försvarstech-experten Iryna Supruniuk startade han organisationen Defence Innovation Highway år 2023 för att koppla samman försvarsinnovation i Ukraina och Norden.

– Vi tror att om Ukraina vinner kriget så är det tack vare innovation. Drönare ligger bakom 70–80 procent av förlusterna. En av världens största flottor gömmer sina skepp för att den är rädd för ukrainska sjögående drönare. Det finns en stor potential att stötta denna innovation i Ukraina, men det görs inte tillräckligt av de nordiska länderna i dag.

IDÉN TILL DEFENCE INNOVATION HIGHWAY föddes i maj 2023 när Danish Tech Startups gästades av Estlands dåvarande premiärminister Kaja Kallas, numera EU:s höga representant för utrikes frågor och säkerhetspolitik.

– Jag undrade: Hur kan det vara så att vi har så många smarta företag och alla vill hjälpa Ukraina, men ingen gör något? Hur kan vi koppla ihop dessa punkter?

Han blev då medbjuden till Ukraina av en estländare, och sedan dess har Esben Gadsbøll själv tagit dit ett stort antal innovatörer, främst från Norden. Defence Innovation Highways delegationsresor sker minst en gång i månaden.

– Vi gör ett tredagarsprogram där de får träffa företag eller personer från militären som jobbar inom de olika tekniska områdena som är under stor förändring: drönare, AI, autonomi och elektronisk krigföring. De får också träffa lokala investerare.

Delegationsresorna har varit så framgångsrika att Defense Innovation Highway nu vill skapa Nordic Defense Tech House på plats i Kiev. Där ska aktörer från de olika länderna kunna paras ihop, och ett rum för utställare finnas så att ukrainska tillverkare kan komma dit och inte riskerar att röja sina fabriker.

– Vår plan A är att militären och våra politiker gör saker i rätt tid. Men plan B är att vi löser det privat, för innovation är så kritiskt för att vinna kriget. Saab och Terma får röda mattan och ambassaderna kan hjälpa dem mycket, men startups och små och medelstora företag har svårt att få rätt hjälp och kontakter, säger Esben Gadsbøll.

Att det var just en estländare som bjöd med Esben Gadsbøll till Ukraina är ingen slump. Enligt honom har många ukrainska försvarstechbolag nu ett moderbolag i Estland, Storbritannien eller USA. Där är villkoren är goda, korruptionen mindre och investerare vågar satsa pengar. Defense Innovation Highway vill göra det lättare och mer attraktivt för ukrainska försvarsteknikbolag att också etablera sig i de nordiska länderna.

MILJARDERNA RAMLAR NER på de nordiska försvarsmyndigheterna och de stora materieföretagen snabbare än de kan leverera. Ett problem för många unga ukrainska försvarsbolag är att de inte har tillgång till ordentlig finansiering, ändå lyckas de ofta skala upp med vad de har. Och det går snabbt. Esben Gadsbøll berättar om en träff med en drönar-startup i Ukraina, som ett halvår senare var på väg att också tillverka missiler, och nu blickar framåt mot satelliter.

– De här innovatörerna är väldigt visionära.

Sett till de enorma försvarsbudgeterna handlar det ofta om små summor som kan göra stor skillnad i startup-miljön. Ukrainas accelerator Defence Builder ▷

»Jag säger till dem: Skippa den svenska militären! Skippa den danska! Åk till Ukraina och få din innovation testad.«

har tillsammans med Defense Innovation Highway till exempel föreslagit ett särskilt programsamarbete för nordiska småskaliga innovatörer. På plats i Ukraina skulle de få möjlighet att utveckla och testa sin teknik, med målet att göra den redo att användas i fält och intressant för statliga upphandlare.

Esben Gadsbøll bedömer att programmet skulle kunna starta någon månad efter att finansieringen för den första omgången är säkrad: 90 000 euro. I skrivande stund har igen finansiär nappat.

– I stället sätter varje land upp egna, dyrare strukturer, som inte är kopplade till Ukraina.

Ett annat förslag i samma budgetklass handlar om att vidareutbilda ukrainska kvinnor inom försvarsteknologi. Försvars-startups i Ukraina har nämligen svårt att rekrytera eftersom männen kallas in i armén. Männen har också reseförbud, vilket har gjort det svårt för dessa företag att delta i delegationerna till Norden där investerare kan finnas. Defense Innovation Highway och Kiev School of Economics har tillsammans gjort en utbildningsplan med namnet SheLeads, men finansiering saknas.

– Vi trodde att så länge vi gör vad som är rätt och fokuserar på målet, så skulle pengar följa, vi skulle hitta de här små summorna. Men det har varit svårare än vi trott, och därför ska vi anställa en fundraiser.

Förhoppningen är att under år 2025 också få en representant för Defense Innovation Highway i varje nordiskt land.

– I Ukraina vet de inte vilka företag och kompetenser som finns i Sverige. I Sverige är det säkert också som i Danmark, att universiteten har teknologi i världsklass som är viktig i kriget, men ingen eller liten kontakt med Ukraina. Så nu jobbar vi med att få danska universitetet att arbeta mycket mer med Ukraina.

EN SVÅRIGHET FÖR Esben Gadsbøll i kontakter med de nordiska länderna är att han har varit okänd, liksom många av bolagen i hans delegationer. I Ukraina bor han på samma hotell som de officiella representanterna, men bär varken medaljer eller myndighetsblem. Intresset att prata med honom har varit svalt, men ökat när de sett hur aktiv han är i Ukraina.

– Jag har sagt att vi kan hjälpa er att få kontakter här, eller själva vara kontoret som startups kommer till. Men



Foto: Privat

det här är en extremt dynamisk miljö och man måste vara flexibel nog att förändras månad till månad, och det är det svårt för offentliga institutioner att vara.

Esben Gadsbøll hör från danska och svenska startups att det kan vara lättare att få prata med den amerikanska militären än den egna.

– Jag säger till dem: Skippa den svenska militären! Skippa den danska! Åk till Ukraina och få din innovation testad. Om den funkar så kommer din försvarsmakt att vilja tala med dig.

Han har lång erfarenhet av att jobba mot politiker för att försöka förenkla för startups och vet hur svårt det är, men har ändå förvånats över hur konservativ militären är.

– Det verkar inte vara ett svenskt eller ett danskt problem, utan militären till sin natur. Du kanske har jobbat i 40 år och leder marinen som har stora skepp, och plötsligt säger någon att de inte behövs, utan i stället ska du sitta på ett kontor i Stockholm eller Kiev och över satellit kontrollera sjögående drönare som sänker de ryska skeppen. Så det är inte lätt.

Han tillägger:

– Men jag är glad att se att det i Sverige nu finns en form av ödmjukhet inför detta och en nyfikenhet att göra saker på ett annat sätt. □

Obs! Verksamhet som rör känslig teknik, produkter med dubbla användningsområden (PDA) eller krigsmateriel kan vara tillståndspliktig. Om du avser bedriva sådan verksamhet mot utlandet bör du kontakta Inspektionen för strategiska produkter (ISP).

Business Swedens Kiev-kontor växer

Sedan 2023 har Business Sweden ett kontor i Kiev för att stötta svenska företag på plats. Fokus är på energi, infrastruktur och hälsovård, men företag kan även få hjälp att navigera den ukrainska försvarssektorn.

Fram till juni 2025 hade Business Sweden ordnat fem delegationsresor till Ukraina, under olika teman och alltid med ambitionen att en svensk minister ska följa med. I mars 2025 var temat försvar, men ministern var upptagen. 15 företag deltog. Det var jättar som Saab, Bofors, Hägglunds, Volvo och Scania som redan har varit mycket i Ukraina, men också några mindre företag som kom till landet för första gången.

Delegationsresorna är ett sätt att försöka sänka tröskeln för mindre företag att åka till Ukraina, berättar Andreas Giallourakis som är utsedd av regeringen att chefa över Kiev-kontoret. Han tycker att det är väldigt positivt att aktörer som Defence Innovation Highway också finns.

– För vissa är de kanske en bättre plattform än vad vi är, och ibland kanske vi har något att bidra med där de inte förmår hela vägen. Ju fler goda krafter desto bättre.

Business Sweden är finansierat av svenska staten och näringslivet, och Kiev-kontoret har åtta anställda. Planen är att de ska flytta till ett större kontor i Kiev där svenska företag och myndigheter ska kunna hyra plats och olika affärsfrämjande aktiviteter ska hållas.

Ett verktyg som Andreas Giallourakis saknar är projektbidrag för att hjälpa små- och medelstora bolag i början på sin internationaliseringsresa.

– Man kanske har kommit på en smart lösning för att drönare ska kommunicera bättre i en telekrigsstörd miljö, och skulle vilja saluföra den i Ukraina, men har inte uppbyggda kontakter här.

Tidigare hade Sverige ett projektbidrag kopplat till biståndet som hette Swedpartnership. Det svenska företaget kunde då få upp till två miljoner kronor för att bygga långsiktiga kommersiella samarbeten i det andra landet.

– Strukturen var bra och skulle passa svenska företag i Ukraina, säger Andreas Giallourakis.

Svenska företag på plats kan också hjälpa de som är nya i Ukraina.

– Ju fler lyckosamma exempel som kan berätta sin story och visa hur man har gjort ett avtryck i Ukraina, desto lättare blir det för andra att komma in. □

STARTUPS FÖR EN KAMP MOT TIDEN

När de officiella kanalerna inte har gått tillräckligt fort har inkubatorn Lead skapat sina egna vägar för att stötta bolagen i det nya civil-militära acceleratorprogrammet. De vägarna tog det svenska startupföretaget Synclair Vision till Ukraina.



entrén till Lead i Linköping hänger tavlor med namn på alla de startups som finns på inkubatorn för att få stöd att utvecklas till starka företag. På en vägg hänger namnen på de 15 bolag som valdes ut av Forsvarsmakten och Vinnova att gå Sveriges första civil-militära acceleratorprogram. Ett av dem är Synclair Vision.

Civil-militära innovationer är i sig inget nytt under Leads tak, men nu ska bryggan till försvarssektorn stärkas. På Lead finns professorer som efter ett helt yrkesliv i forskningens tjänst försöker omvandla sin kunskap till en innovation för marknaden. Här finns också unga entreprenörer som nyss var studenter.

SYNCLAIR VISION TILLHÖR de senare. Gänget bakom start-upen är 24–28 år. Grundarna kom på produktidén under sitt kandidatprojekt i data- och mjukvaruteknik på Tekniska högskolan vid Linköping universitet. Nu har de utvecklat ett AI-drivet kamerasystem till drönare som ger ett 360-gradigt synfält, till skillnad från dagens gimbaldrivna kameror som kan rotera 360 grader men bara titta åt ett håll i taget. Tillsammans gör dessa två kamerasystem det möjligt för operatören att zooma in på ett specifikt mål, och samtidigt ha en fullständig vy över vad som sker runtomkring.

Det civil-militära acceleratorprogrammet har hjälpt Synclair Vision att utveckla sitt bolag, men en viktig del saknades länge i programmet:

– Vår upplevelse är att det är svårt att veta vad behovet är i försvarsindustrin och i Forsvarsmakten specifikt. Den typen av dialoger som bara handlar om informationsin-

samling och lärande behöver gå snabbare. Om det handlar om affärer kan det givetvis ta tid, säger Synclair Visions vd Carl Wikström.

DEN UPPLEVELSEN DELAR han med andra deltagare i det sex månader långa programmet. Först i den senare delen kom kontakterna med försvarsmyndigheterna i gång mer ordentligt. Förklaringen har oftast varit brist på tid.

Men tiden är också det mest dyrbara för startupföretagen, poängterar Leads vd Catharina Sandberg.

– De här bolagen vet inte om de kan betala sin skatt om två månader. De vet inte om de kan betala ut lön. De vet inte om de kan betala sin hyra. De kan inte vänta.

Hon har i den entreprenörsanda hon verkar i därför också försökt att bana väg för deltagarna på egna sätt. Skickat dem till en öppen träff med flygvapnets experimentverkstad i Uppsala (läs mer på s. 8), ringt runt för att själv försöka hitta lämpliga experter i försvarsmyndigheterna, och hjälpt deltagare att åka till Ukraina.

LEAD HAR BLIVIT partner med Ukrainas försvarsinnovationsplattform Brave1. Det skedde genom ett hastigt ihopskrivet brev av Catharina Sandberg som togs dit av en annan person som får saker att hända: Pär Lager vid Försvarshögskolan (läs mer på s. 22).

Detta gjorde att Synclair Vision med kort varsel fick ett videomöte med Brave1. De unga entreprenörerna uppmanades då att resa till Ukraina och delta på Defence Tech Innovation Forum 2025.

Sex veckor senare kom Carl Wikström och hans kollega till ett soligt och snötäckt Kiev, efter en 24 timmar lång resa som hade annordnats av dansken Esben Gadsbøll på Defence Innovation Highway (läs mer på s. 28)

– Där klickade det igång direkt. Vi hann typ bara kliva av tåget och se Kiev, sedan satt vi i ett konferensrum med ukrainska företag, någon EU-representant och alla möjliga personer. Det var den första dagen som Esben hade ordnat, och det var egentligen en mjukstart.

Under sina tre dagar i Kiev träffade Synclair Vision drönarförtag och andra konferensdeltagare på dagarna, var på VIP-tillställningar i rökiga rum på kvällarna och tog skydd i källarbunkrar när flyglarmet gick.

– Där var aktörer som vi, två nyutexade studenter från Linköping, inte räknade med att vi skulle träffa. Det kändes väldigt häftigt, och förstås viktigt, berättar Carl Wikström.

Mötena bekräftade för Synclair Vision att deras kamerasystem kan spela viktig en roll på slagfältet. Först två månader efter att de kom hem med denna information från Ukraina fick de ett möte med en svensk försvarskontakt genom acceleratorprogrammet.

– I Ukraina träffade vi inte någon representant från ukrainska försvarsmakten, utan där handlar det snarare om att bolagen har nära kontakt med försvarsaktörerna och kan redogöra exakt för vad de behöver. Om vi pratar med drönartillverkare här i Sverige så har de ingen >



Leads vd Catharina Sandberg.

Foto: Jan-Ivar Askelin

»Men tiden är också det mest dyrbara för startupföretagen – de här bolagen vet inte om de kan betala sin skatt om två månader. De vet inte om de kan betala ut lön. De vet inte om de kan betala sin hyra. De kan inte vänta.«



Foto: Jan-Ivar Askelin



Foto: Tomas Arleno

Synclair Visions vd Carl Wikström.

aning om Försvarsmaktens behov, eller så får tillverkarna inte berätta, säger Carl Wikström.

SYNCLAIR VISION HAR väckt intresse i Ukraina, Tyskland, Frankrike – och nu även i Sverige. Kontakterna här har blivit lite lättare med tiden, berättar Carl Wikström. Men det bygger delvis på slumpen, som att ett drönarbolag som de hade möte med fick besök av personer från Försvarsmaterielverket (FMV) samma dag, och Synclair Vision då fick möjlighet att träffa även dem.

Han märker ändå av en vilja att ställa om, också inom försvarsindustrin.

– Vi har dialog med en del av de större aktörerna och de säger alla samma sak: om de ska fortsätta vara en seriös försvarsaktör på industrisidan så måste de kunna arbeta snabbt och med innovativa småföretag. Annars kommer de tappa så extremt mycket värde.

Leads vd Catharina Sandberg är stolt över den vägg av guldfärgade kängor där var och en representerar ett företag som har sparkats ut ur inkubatorn för att det har blivit moget nog att ta nästa steg. Men hon vet också att det spretiga stödsystemet för innovatörer liksom bristen på finansiering och ingångar till försvarsmyndigheterna är potentiella dödsfällor för bolagen, även om de har en produkt som möter ett behov.

– Det handlar inte om att vi tror att de här bolagen ska

få ett kontrakt på 300 miljoner kronor över 30 år. De kan inte leverera det. Men de vill förstå de militära problemen och de behov som finns i det svenska försvaret. De behöver också pengar i mindre format för demonstratorer och prototyper så att de överlever för att testa, göra om, göra nytt, testa igen, och sedan få ett klart besked om de passar i försvarssektorn eller inte, säger Catharina Sandberg.

Lead har nominerats av regeringen som den svenska accelerator som ska ingå i Natos motsvarighet Diana (Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic). Samtidigt gör kortsiktigheten i finansieringen av det svenska civil-militära acceleratorprogrammet att det är svårt för inkubatorer som Lead att bygga och behålla kompetens.

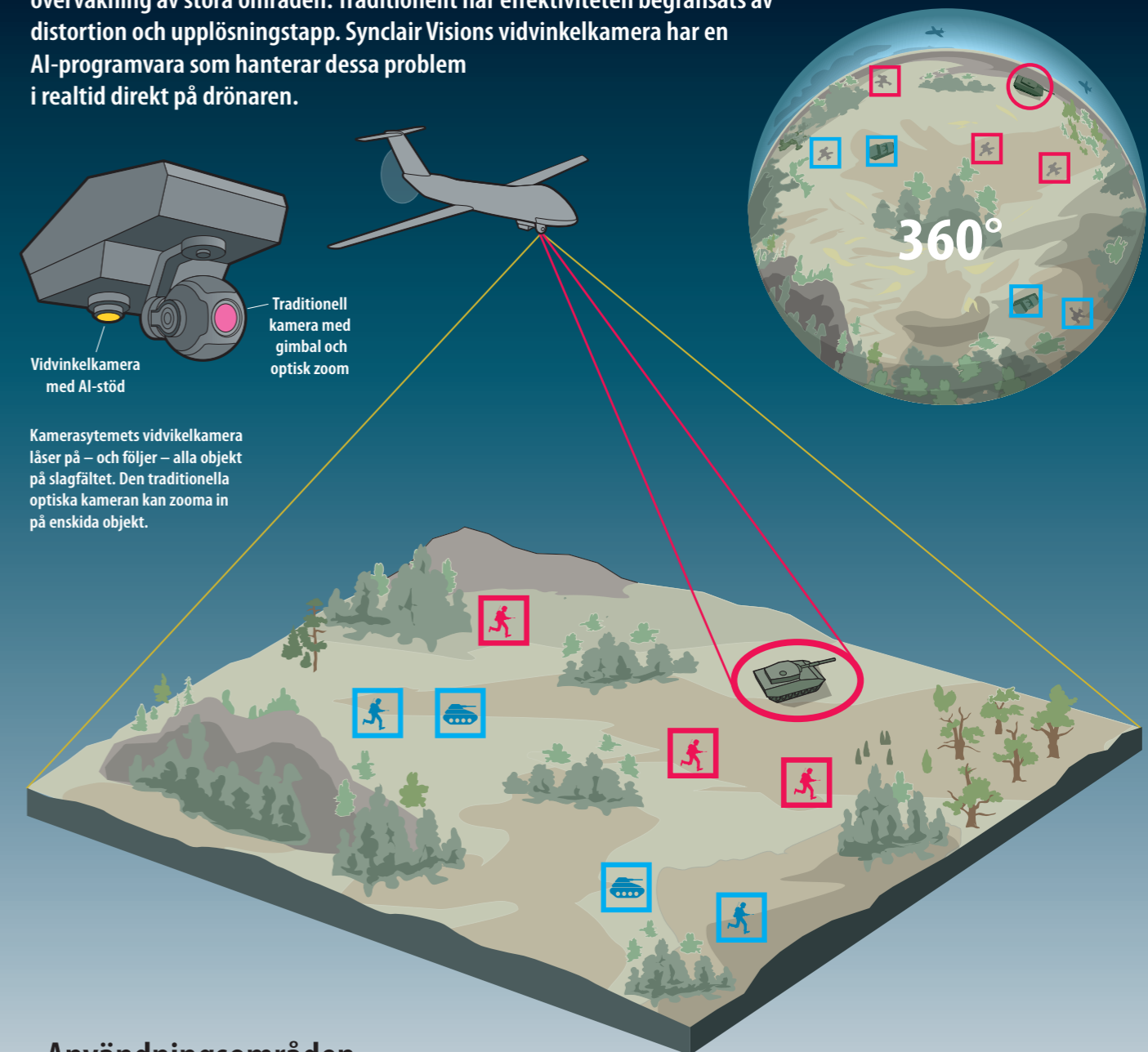
– Om vi vill få fart på försvarsinnovationen tror jag att Sverige behöver peka ut ett par noder och ge finansiering för minst tio år framåt, i likhet med hur de har gjort med Diana-acceleratorn i Danmark, säger Catharina Sandberg.

Men det handlar inte bara om pengar, understryker hon, utan också om att det krävs ett kulturskifte i försvarsmyndigheterna för att bli snabbare och mer innovativa.

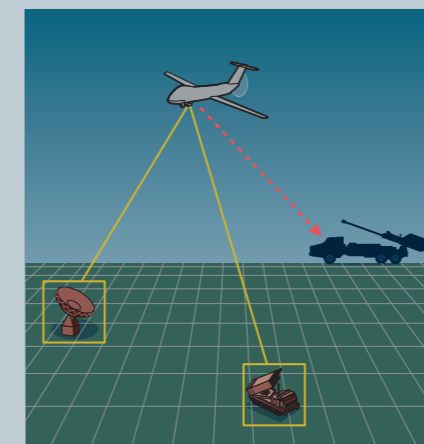
– Vi förstår att detta är en utmaning och att det kommer att ta tid. Samtidigt ser vi hur både Försvarsmakten och FMV börjar ta till sig nya synsätt. Deras intresse för innovativa startups och för vårt civil-militära acceleratorprogram tog verkligen fart under våren 2025 och har till och med lett till några affärsdialoger. □

DRÖNARE MED FISKÖGA

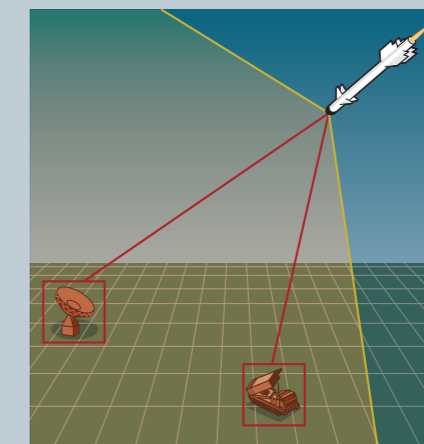
Vissa vidvinkelkameror erbjuder ett 360-gradigt synfält som är perfekt för övervakning av stora områden. Traditionellt har effektiviteten begränsats av distorsion och upplösningstapp. Synclair Visions vidvinkelkamera har en AI-programvara som hanterar dessa problem i realtid direkt på drönaren.



Användningsområden



Inhämtning av målkoordinater



Intern digital bildstabilisering



Situationsmedvetenhet för fordon

“VI LÄGGER RÄLSEN MEDAN VI KÖR”

Sverige första civil-militära innovationsprogram satsar på en företagsaccelerator för ny teknik, samverkan mellan olika aktörer och på att utveckla ekosystemet för försvarsinnovation. Programmet går samtidigt igenom sin egen snabba utvecklingsresa.

Det bubblar lite överallt, både underifrån och ovanifrån. Så beskriver Malin Tornberg arbetet med innovation inom Försvarsmakten. Hon är sektionschef på strategienhetens utvecklingsavdelning. Hon är också ansvarig för det civil-militära innovationsprogrammet (CMIP) som Försvarsmakten driver tillsammans med Vinnova sedan juni 2024. Detta är en mer utåtriktad verksamhet än de innovationssatsningar som genomförs internt på förbanden, inom försvarsgrenarna och i Försvarsmakten gemensamt.

Acceleratorprogrammet inom CMIP ska snabba på utvecklingen av civila tekniker som även har potential att lösa försvarsrelaterade problem. Deltagare i den första programomgången var generellt sett nöjda, men upplevde att kontakterna med Försvarsmakten dröjde för länge (läs mer s. 32).

Malin Tornberg förklarar att Försvarsmakten har gått

»Vi har brustit i vissa saker, men vi lägger rälsen medan vi kör och vi kommer att bli bättre och bättre.«

från att ha lite pengar och mycket tid, till att ha mycket pengar men lite tid. Samtidigt förväntas Försvarsmaktens omställning från nedskärning till utveckling gå fort.

– Vi har brustit i vissa saker, men vi lägger rälsen medan vi kör och vi kommer att bli bättre och bättre, säger Malin Tornberg.

Till den andra omgången, som startar i december 2025, är planen att tydliggöra förväntningarna inom acceleratorprogrammet.

CMIP främjar också samarbeten mellan aktörer i den civila respektive den militära sektorn, till exempel mellan försvarsföretag och mindre civila företag. Sommaren 2025 kunde sådana samarbeten söka en till sju miljoner kronor för att på ett år ta fram lösningar på problem som kommer av det så kallade transparenta slagfältet.

En tredje satsning inom CMIP bidrar till utvecklingen av en nationell infrastruktur för civil-militära innovationsmiljöer.

– CMIP är den bredaste tratten, för att få in aktörer som vanligtvis inte når Försvarsmakten, säger Josefin van der Meer som är programansvarig på Vinnova.

– Sedan vill vi trätta ner det, så att det kanske finns ett steg nummer två där bolag får jobba mer mot försvarsmyndigheterna och till exempel utföra test- och demonstratorverksamhet, och till sist kanske det kommer att bli några som får göra mer skarpa projekt med Försvarsmakten. □

Foto: Getty Images, wichianduangsri

FMV SÄNKER TRÖSKLAR TILL TESTNING

CYBER TEST RANGE FÖR GEMENSAMMA OPERATIONER

Ett ökande antal sensorer och programvaror i de olika militära systemen bidrar till lägesbilder, bekämpning av en motståndare och ledning. Dessa komplexa tekniska system behöver fungera tillsammans över stridsdomänerna: sjö, luft, mark, cyber och rymd. De behöver också fungera tillsammans med de andra Nato-ländernas system. I en konfliktsituation kan det vara ett Nato-land som detekterar ett hot, ett annat som identifierar det, och ett tredje som bekämpar det.

FMV:s nya Cyber Test Range ska skapa en spegling av verkliga militära virtuella miljöer så att det på ett säkert sätt går att utvärdera hur olika system fungerar tillsammans. Där ska också ny teknik och programvara kunna testas på ett sätt som sänker trösklarna in för civila och mindre företag, liksom kortar ledtiderna för Forsvarsmaktens tekniska utveckling.

FROM INNOVATION TO BATTLEFIELD DEMONSTRATION WEEK

Under 2026 ska en ny typ av test- och demonstrationsvecka genomföras av FMV Test och evaluering tillsammans med Forsvarsmakten, FOI och FHS. Aktiviteten är tänkt att vara årligen återkommande för samtliga militära domäner.

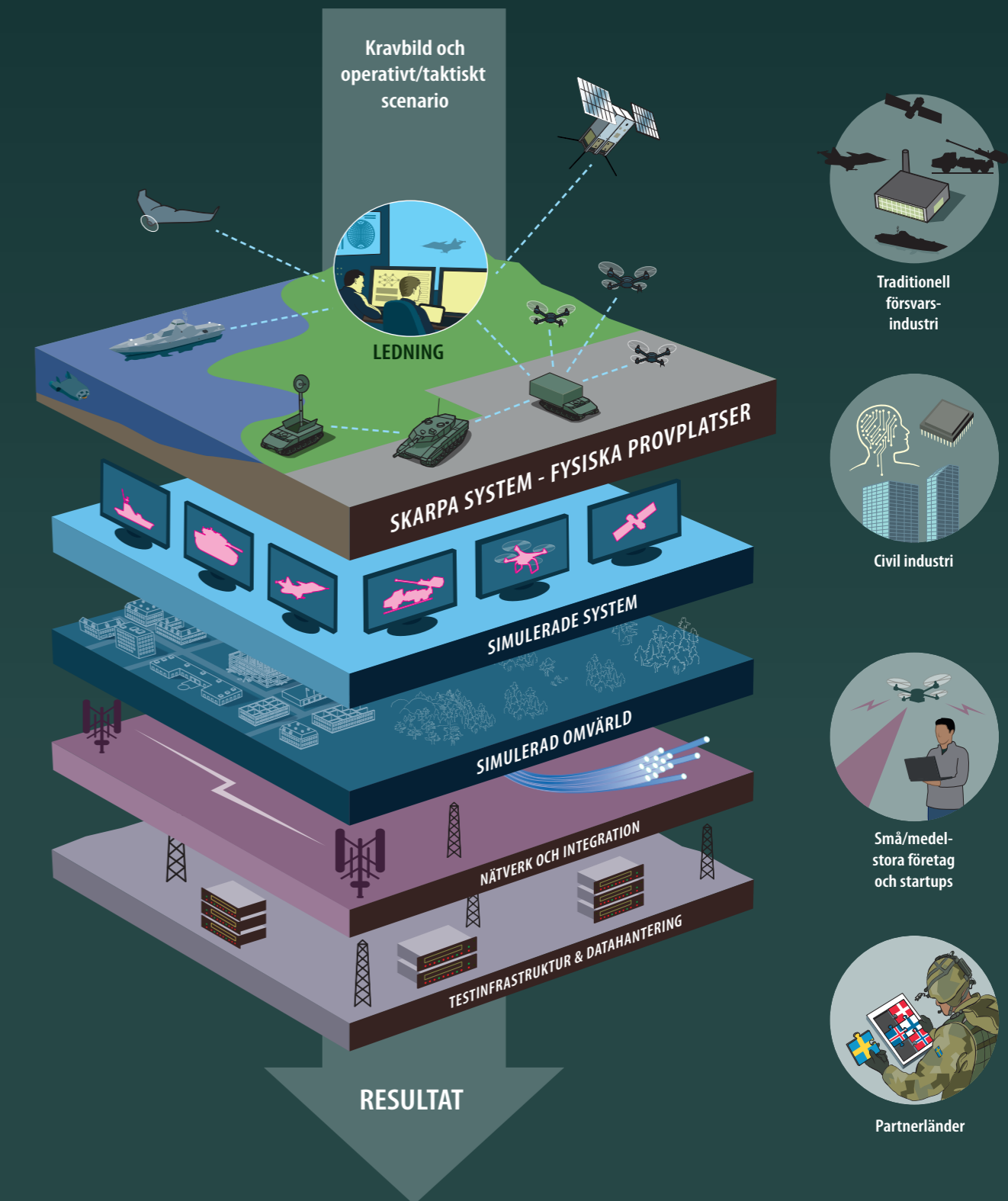
Inför respektive vecka ska operativa och/eller taktiska militära problem presenteras för företag inom och utanför försvarssektorn. Under själva veckan ska sedan företagen erbjudas möjlighet att testa sina produkter mot problemet på någon av FMV:s provplatser. Veckan ska avslutas med att företagen demonstrerar produkterna för slutanvändare, experter och seniora representanter från

allierade och partnerländer. Därefter ska en upphandlingsprocess kunna ta vid.

Syftet med satsningen är att snabbare få ut mogna innovationer till krigsförbanden och till Ukraina. Målgruppen är framför allt företag utanför den traditionella försvarssektorn. From Innovation To Battlefield Demonstration Week kommer att vara öppen för såväl svenska som internationella företag.

CYBER TEST RANGE

En digitalt baserad provplats för verifiering och validering (VoV) – med möjlighet att integrera digitala såväl som fysiska plattformar, provplatser och system – är under utveckling av FMV i samarbete med FOI. Den är tänkt att nyttjas som stöd för prov och utveckling av gemensamma operationer inom samtliga domäner. Cyber Test Range ska även möjliggöra för både större och mindre aktörer utanför de militära myndigheterna att lättare testa sina koncept. Dessutom ska den digitala provplatsen göra det lättare för Sverige att utveckla VoV-förmågan tillsammans med andra partnerländer.



REBELL I MARINEN

Året var 1989. Berlinmuren faller. Thomas Engevall blir örlogskaptan. En båt som inte ser ut som andra båtar ska byggas. Den kallas Smyge och är ett provprojekt. Det roligaste jobb jag haft, säger Thomas Engevall. Ett gäng entusiastiska 30-åringar hade fått fria händer. Ordet innovation nämndes knappt och det fanns nog inga matriser för hur det skulle gå till.



»Vi letade efter egenskaper. Om projektet lyckades hade vi misslyckats för då hade vi inte spämt bågen tillräckligt.«

Thomas Engevall kom till Sjökrigsskolan i Näsbypark två dagar efter studenten 1979. Det blev långresa med Älvsnabben och en sommar på en torpedbåt, sedan studier på Chalmers. När Thomas Engevall var klar var han löjtnant och mariningenjör och kommenderades till Försvarets materielverk (FMV).

– Nästan alla chefer på huvudavdelningen för marinmateriel var officerare. Det är annorlunda idag. Efter ett år på FMV blev det tio år till sjöss. Många dygn tillbringades på patrullbåtar. Det här var ubåtsjakternas tid.

THOMAS ENGEVALL KAN se tillbaka på ett yrkesliv i marinen. Steve Jobs sade om sig själv att det är roligare att var pirat än i marinen. Thomas Engevall hittade en egen kurs, han blev en rebell i marinen. Mycket handlade om att hantera motståndet. Krångelpellar och nejsägare som han sade i en artikel i Dagens Nyheter 2022. Man kan runda motståndet eller leta efter jasägare, personer högre upp som stöttar nytänkare.

– Ytterst handlar det om personer och personligheter, säger Thomas Engevall.

– Chefens anda ska genomsyra organisationen. En bra chef ser till att det finns tillit, öppenhet och att man vågar ta initiativ utan att bli idiotförklarad och riskera karriären.

Smyge började med idéer om vad som skulle prövas. Sedan valdes rätt personer för att testa idéerna.

– Vi letade efter egenskaper. Om projektet lyckades hade vi misslyckats för då hade vi inte spämt bågen tillräckligt.

Thomas Engevall betonar vikten av att ha rätt människor. Man vill inte ha med sådana som säger att "så här har vi aldrig gjort". Du ska vara nyfiken på att testa grejer och inte hetsa upp dig om saker går fel. Personerna ska känna tillit till sina chefer, kamrater och projektet. Om man kör i diket ska inte karriären ryka. Man får inte tappa sugen om det inte lyckas

utan ta nya tag och pröva från en annan vinkel.

– Vi utbildade besättningen i hur det är tänkt, vad som är viktigt, hur vi tar hand om resultaten. Var inte rädda för att ta initiativ.

Ombord fanns sex officerare och åtta värnplikliga. Thomas Engevall var chef för verksamheten på land tillsammans med en provtursingenjör.

– Efter ett tag insåg vi att det behövdes en taktisk provledare för att komplettera de tekniska provledarna som kom från FMV, Försvarets forskningsanstalt (FOA) och industrin. Hur skulle våra resultat omsättas i taktik? Vem skulle leda det arbetet? Vem hade de rätta egenskaperna?

Det blev fartygschefen Allan Moberg. Han var tidigare fartygschef på en robotbåt i Karlskrona.

– Vi förstod att vår man var att söka bland dessa fartygschefer. Några vid FOA hade hittat på en datamodell som kunde ge en prognos för lokal radarutbredning. Forskarna ville gå till sjöss med sin laptop, men fick nej av de flesta håll med motiveringar som att civilister "bara är i vägen och det finns ingen plats ombord." Dessutom blir de sjösjuka. Chefen Allan tyckte dock att det kunde vara en idé att pröva och forskarna fick testa sitt program. När det var klart undrade Allan om de inte kunde lämna kvar datorn ombord. De borde ju vara intresserade av hur programmet fungerade i vardagen.

På den tiden hade robotbåtar från Karlskrona och Stockholm duellövningar.

Allan började vinna duellerna oftare än andra och började betraktas som ett taktiskt snille. Ända tills det fram att det var FOA som låg bakom. De som inte ville ha civilister ombord förlorade duellerna.

Så Allan var självskriven som fartygschef och taktisk provledare för Smyges verksamhet.

FÖR ATT HA råd att bygga Smyge samlade FMV och marinen nästan alla utvecklingspengar till ett gemensamt projekt. Industrin bidrog också och fick möjligheten att prova egna system ombord. Motorer och navigeringssystem som var avsedda som reservdelar för andra fartyg lånades till >



Foto: Jan-ivar Askelin

»Vitsen med roboten är bland annat att ingen vet var den är. Den kan stå i en lada, men vilken lada? En fartygsburen robot kan bara finnas på en båt och båtarna kan man lättare hålla koll på än alla lador i landet.«

Smyge under ett antal år. Varken FMV eller marinen hade var för sig de medel som behövdes.

DET VAR FRÄMST tre saker som skulle prövas.

1. Fungerar smygtekniken?

Den var ganska ny på den tiden. USA hade byggt ett flygplan, F-117 som inte såg ut som normala flygplan. En professor från Kungliga Tekniska Högskolan hade delvis medverkat i detta och ingick i Smygeprojektet. Efter diverse inre diskussioner lyckades man bli någorlunda eniga om hur smyg målet skulle nås. Det visade sig också att det fungerade. Båten syntes dåligt på radar, utstrålade inte så mycket värme, gav små spår på sjön i form av vågor och gick relativt tyst. Ibland vill man dock inte smyga utan markera närvaro. Då hissar man upp en mast med radarreflektor. Det kan ha en avskräckande verkan på samma sätt som luftvärnets spaningsradar.

2. Får ett fartyg se ut så här?

Går den att förtöja? Det finns ju inga synliga pollare på däck då all sådan utrustning döljs bakom luckor ombord. I marinen fanns en skepsis som grundades på uppfattningen om hur ett fartyg ska se ut. Hemlighetsmakeriet kring Smyge bidrog också till att ryktet började gå på mässarna att försöket var på väg att haverera.

– Så vi funderade på vad som verkligheten behövde vara hemligt och bjöd skeptikerna ombord. När de fick se att båten invändigt var som en vanligt fartyg och de fick vara med och köra, svängde det fort, säger Thomas Engevall.

3. Kan en sidokölsvävare fungera?

Sidokölsvävare är ett fartyg med två skrov, katamaran, som har gummiqjolar i för och akter. När fartyget höjs går den från ett djupgående på två meter till en halv meter. Vattenmotståndet minskar då och under perfekta förhållanden visade Smyge fram i 50 knop. Det var förstas för bra för att vara sant. Efter ett par års testande beslöt sig verkligheten att hålla bokslut. I riktigt hårt väder kom inte båten upp i fart och det blev olidligt ombord. Smyge var prototypen till Visbykorvetterna. Så nu fick man tänka om och Visby fick därför ett enkelskrov.

SAMMANTAGET VISADE SMYGEPROJEKTET på en riktig innovation. Vad som krävs, inte minst på den mänsk-

liga planet, för att det ska lyckas. Och hur gick det sedan?

Efter några år till sjöss och i USA kom Thomas Engevall tillbaka och blev projektledare för Visby. Nu skulle resultaten från Smyge tas om hand. Då dök det upp nya och andra problem och en sjätte korvett försvann på vägen.

– Det var första gången någon byggde ett så stort fartyg i kolfiber. Problemen var inte bara tekniska utan också hur projektet löpte. Nu är fartygen bra, men det tog alldeles för lång tid att komma hit. Alla ville ha med sin speciella utveckling. Inte minst ubåtsjaktssystemet och integration av vapensystem tog tid. Det blev helt enkelt för mycket utveckling på en gång. Man måste veta när man ska sluta utveckla och börja jobba på verkstaden. Nu blev det för många inte färdigutvecklade system som sattes in.

Den sjätte korvetten som försvann är enligt Thomas Engevall "fortfarande en tagg i hjärtat".

– Varvet fick betalt för sex fartyg och fick bygga fem. Vi hade allt utom skrov till det sjätte fartyget. Hade staten investerat 500 miljoner till hade vi haft det sjätte fartyget idag. Nu kom visserligen mycket av utrustningen till det sjätte fartyget till användning ändå, men i alla fall.

Thomas Engevall tycker att de pengar som då fattades inte är mycket om man jämför med de miljarder som sedan dess pumpats in i andra projekt som drabbats av fördrifningsproblem.

– Ett av skälen till fördrifningar och förseningar är minskad kompetens hos de inblandade parterna. Man får till stor del lära om och det tar tid som i sig kostar pengar. Det är samma sak med kärnkraften. Att tro att det bara är att trycka på en knapp och sno ihop kärnkraftverk på tio år saknar all form av trovärdighet, det är rena skämtet.

– Det roligaste efter Smyge var när vi återaktiverade den landbaserade robot 15, säger Thomas Engevall.

– Runt 2015 gick det rykten om att de kustrobotssystem som försvann vid kustartilleriets nedläggning skulle kunna väckas ur sömnen. Grejerna fanns ju. Robotarna hade vi koll på, lastbilar från vilka de skulle avfyra fanns kvar hos tillverkaren Saab. Återstod gjorde ledningssystemet samt att åter bygga ihop det till ett skjutande system. I berget i Muskö fanns det ledningssystem från skrotade robotbåtar och korvetter.

– På hösten 2015 hade vi fått det att fungera. Då visste vi vad det skulle kosta och då gick det inte att stoppa. Våren 2016 sköts ett provskott utanför Härnösand. I november blev det officiellt. Då hade roboten flugit under radarn på många höjdare.



Foto: Försvarmakten

EFTER PROVSKOTTET UTVECKLADES det hela inom ramen för tredje sjöstridsflottiljens hägn, först som en "robotenhet" men sedan våren 2025 som en egen "kustrobotdivision". Hade inte Thomas Engevall och ett antal dedikerade individer i Försvarmakten, marinen och FMV utnyttjat sina mandat till max och låtit bli att fråga "alla om lov" tio år tidigare hade denna division inte funnits idag. Därav citatet "det gällde att hålla undan krångelpellar och nejsägare". Vitsen med kustrobotssystemet är bland annat att det är väldigt svårt för ett motståndare att veta var det är. Det kan stå i en lada, men vilken lada? Är det på Gotland eller på fastlandet? En fartygsburen robot kan bara finnas ombord på fartygen som är lättare hålla koll på än alla lador i landet.

Nytänket bestod inte i ny teknik utan att ta det som fanns. Ungefär som Gustav II Adolf. Sin tids taktiska snille.

Nu ska försvaret satsa på innovationer. Vad säger en person med erfarenhet?

– Det gäller att det blir verkstad, säger Thomas Engevall.

– När jag ser det lite från sidan ser jag problemet. Det finns processer, program, militära innovationsprogrammet, och så vidare. Men det går för långsamt. Det gäller att det blir någonting. Något som gör Försvarmakten farligare och mer kompetent. Då har man inte mycket tid på sig.

– Hade Ukraina använt vårt regelverk och it-ackreditering hade kriget varit förlorat 2022. Det är jag övertygad om. Ukrainarna har arbetat under press och tillverkat drönare. De har kopplat ihop alla som kan styras varifrån som helst. Det går att byta frekvensband på en vecka eller kortare tid. Nu när vi verkligen skulle vilja prova olika sys-

tem måste vi kunna gå förbi regler vi själva satt upp eller hitta en snabbare process.

Och så handlar det inte minst om ledarskapet.

– Chefen måste skapa en tillåtande atmosfär, understryker Thomas Engevall.

– Håller man sig bara till reglerna och inte vågar testa gränserna går det åt skogen. Smyge var ett happy ship. Vi fick ett fantastiskt ansvar och stor frihet. Vi var entusiastiska 30-åringar. I vilken atmosfär växer dagens 30-åringar i försvaret upp? Får de lära sig att våga misslyckas?

INNOVATIONER FÖDS PÅ olika sätt. Det kan vara svar på ett behov. Det kan vara svar på en analys, det här borde vi kunna göra. Eller de kan komma varifrån som helst.

Thomas Engevall återkommer till ett nyckelord – tillit.

– En marinchef samlade en gång ihop tio framåttänkare. Tala om för mig vad som behövs. Jag ska skydda er från organisationen, det kan ni lita på. Officerarna kände tillit och ur tänket kom dagens amfibiesystem.

– Idag kan jag se det här hos flygvapnet. De ligger längst fram i nytänket. Chefen uppmuntrar till att tänka nytt i stort som smått.

– Det personliga ledarskapet har extremt stor betydelse. När man vet att chefen verkligen tror på det här håller det undan många krångelpellar. Och så krävs det att man vågar utnyttja mandatet till sin absoluta gräns, och ibland en liten bit till ... Det om något är kustroboten ett exempel på.

– Och så måste man kunna känna sådan tillit att man kan delegera. Du kan inte sitta och peta med allt själv. Det går ju inte. □

KONSTEN ATT DUCKA TEKNIKTUGG OCH SATSA MILJONER PÅ MÄNSKLIG FÖRMÅGA

Med minimal information ska investerare avgöra vem som lyckas på fem-tio år. Inom försvarsinnovation kan en felbedömning kosta Sverige säkerheten. I pågående upprustning krockar investerarnas och myndigheternas världar: snabba miljonbeslut och risktagande respektive byråkrati och riskeliminering.

Riskkapitalets landskap verkar affärsänglar och family offices som investerar sina egna pengar, oftast i tidiga faser. Venture Capital-fonder (VC) investerar andras pengar via en fondstruktur där förvaltarna får incitament genom en prestationsbonus kallad "carry" – vanligen 20 procent av fondens avkastning. VC-fonder opererar med definierade strategier som sätter ramar för geografi, bransch och faser – allt från AI och klimat till försvar och hårdvara.

Under 2023 investerade VC-fonder cirka 54 miljarder kronor i svenska startups. Merparten går till bolag som kommit längre – med färdig produkt, betalande kunder – allra helst kundintäkter från avtal som löper över flera år. I mogna bolag finns en historia och en bredd av datapunkter som underlättar genomlysningen av bolaget. Ofta kombineras investeringar med EU-bidrag och banklån som reducerar risken. Men när innovationen bara existerar som vision, marknaden ännu inte finns och det enda underlaget är grundarens övertygelse skapas en stor utmaning: hur ska disruptiv innovation bedömas och utvärderas?

HAMPUS JAKOBSSON DRIVER riskkapitalfonden Pale blue dot som är specialiserad på klimatinnovation. På 10 år (VC-standard) ska en investerad miljard

bli tre miljarder, vilket kräver fokus på disruptiva lösningar. Partners på Pale blue dot bedömer startupbolagen direkt för att inte missa disruptiva guldkorn.

– Titta på när Klarna kom, 2005. Det var ju en idiotisk idé. E-handlarna och kreditkortsföretagen kommer inte att acceptera det, ingen kommer att acceptera det. Alla accepterar det idag, säger Hampus Jakobsson.

YOUTUBE OCH AIRBNB visar samma mönster – radikal innovation som först avfärdades som omöjlig. Många erfarna investerare tackade nej. Detta sammanfattar investerardilemmat för Hampus Jakobsson – att avgöra genialitet kontra galenskap.

– Om du tänker dig alla idéer eller alla människor på ett spektrum från "ett till fem". Där "fem" är fantastiskt, överkligt imponerande. Och "ett" är en fullständig idiot som du blir irriterad på att sitta i samma rum med i tre sekunder. Det som är väldigt intressant är att "femmorna" och "ettorna" är ganska lika. Det är väldigt svårt att avgöra om det är crazy good eller crazy bad, säger Hampus Jakobsson.

Pale blue dot-modellen handlar om att hitta femmor – banbrytande personligheter med insikter om framtiden och en plan att agera.

– Med femmorna får du 5 procent sannolikhet att de är värda en miljard. Om du gör tio sådana inves-

teringar så får du plötsligt en rätt så schysst profil, säger Hampus Jakobsson.

Eric Slesinger, General Partner på 201 Ventures, har arbetat för CIA och In-Q-Tel. Fonden han driver idag fokuserar på europeisk försvarsförmåga med stöd från Nato Innovation Fund. I tidig fas fokuserar han på entreprenörens förmåga.

– I'm seeking a PhD that could win a barfight.

Eric Slesinger använder William "Wild Bill" Donovan's citat från andra världskriget för att beskriva sin investeringsfilosofi. Han förtydligar vad han menar:

– Jag som investerare ska inte på ett par timmar kunna nå till botten av entreprenörens kunskaper. Det är inget bra tecken.

– Jag letar efter människor, inte företag att investera i.

– Det är en så tidig fas att entreprenören kommer att ändra sin idé. Allt kommer att förändras: produkten, marknaden och strategin, säger Eric Slesinger.

Rami Almudafar, partner och fondchef på Bling Capital, betonar också den mänskliga dimensionen:

– Hög grad av empati och förmåga att sätta sig in i entreprenörernas skor. Man är inte arrogant och det är ömsesidigt väljande.

INTERVJUER OCH ENKÄTER sammantaget pekar på att startups som saknar djup förståelse för slutkund är investerarens främsta "red flag" (86,7 procent). På ja-sidan är enigheten ännu högre – 100 procent menar att stark tro på grundarteamet ofta är avgörande för investeringsbeslut i tidiga faser.

»En bra investerare fattar beslut på timmar till dagar. Veckor är för långt, månader oförsämligt.«

På Pale blue dot är en av lösningarna att partners kan ta autonoma investeringsbeslut då de har slopat både konsensus och hierarkier – alla partners har nämligen "ja-veto". Om en partner vill investera blir de andras uppgift att argumentera emot investeringen.

– De två andra personernas uppdrag är att försöka hindra dig att göra det och säga varför det är en dålig idé, säger Hampus Jakobsson.

Eric Slesinger betonar vikten av snabba beslut:

– En bra investerare fattar beslut på timmar till dagar. Veckor är för långt, månader oförsämligt.

»Jag letar efter människor, inte företag att investera i.«

– Jag börjar alltid med anledningar till att säga nej, säger Eric Slesinger.

För investerare är det utöver optimerad tidskostnad även naturligt att acceptera att sju-nio av tio satsningar misslyckas – en diversifieringsstrategi likt V75 där spridning reducerar risk och behåller därmed chans att vinna stort.

MYNDIGHETER ARBETAR ANNORLUNDA. De fokuserar på att eliminera risker med prispress och på tekniska krav enligt bokens regler, noggrant prövade fall för fall. Detta fungerar för mogna produkter men skapar problem för nya bolag och innovation – som ofta bygger på komplexitet och osäkerhetsfaktorer som kräver iterativ utveckling. Med andra ord omöjligt att kontrollera både tekniska detaljer och risk i förväg. Stora verksamheter, både industrikoncerner och myndigheter, är tyngda av dragningskraften till gamla hjulspår. Samtidigt är det välkänt att innovation kräver motsatsen – handlingsutrymme, risktagande och hastighet.

Investerare fokuserar i stället på att bedöma människors förmåga att lösa problem över tid.

För att visualisera skillnaden: investerare satsar inte på Duplantis kolfiberstav – de investerar i Duplantis förmåga att slå rekord på rekord.

Startups utan kundintäkter riskerar också konkurs i väntan på myndighetsbeslut – en process som tar minst 24 månader från första kontakt. Detta föder en "valley of death" – ett finansiellt glapp mellan prototyp och serieproduktion där innovation och behovsägare inte möts snabbt nog för att attrahera riskkapital.

Stefan Lindeberg, erfaren ängelinvesterare med fokus på tidiga faser, bekräftar problemet: ▸

»Så fort ett bolag bara ska jobba mot offentlig sektor så ryggas vi investerare tillbaka för att det är så otroligt långa processer. Det kan lätt ta tolv månader innan de får ett svar.«

– Det bästa innovationssystemet kan göra är att fortsätta skapa förutsättningar för nya idéer. Men det krävs också att det finns någon mottagare av alla de här nya idéerna.

INVESTERARNA HAR PROBLEMBILDEN klar: startups som har fokus på statliga kunder uppfattas som förhöjd risk, vilket sänker investeringsaptiten.

– Jag blir mycket negativ till startups med statliga kunder på grund av långa säljcykler och begränsad marknad, säger Fabian Hagman, tidigare officer i Försvarsmakten numera ängelinvestorare

Han fortsätter:

– I offentlig sektor kostar inte tid något och de kan inte räkna på effektivisering.

Viktor Johansson på Chalmers Ventures noterar även han de statliga riskerna:

– Bolagets affärer kommer präglas av långsamma processer, komplexa regelverk, och utdragna och osäkra försäljningscykler, vilket inte är något positivt.

Ida Haväng Herbertsson, investeringschef på Skåne Ventures, ser områden som kan förbättras:

– Förenklade processer. Så fort ett bolag bara ska jobba mot offentlig sektor så ryggas vi investerare tillbaka för att det är så otroligt långa processer. Det kan lätt ta tolv månader innan de får ett svar.

Problemet är strukturellt, förklarar Fabian Hagman. Privat kapital undviker att finansiera långa säljcykler där startups väntar månader eller år på myndighetsbeslut. Investerare attraheras helt enkelt inte av "1-kund-produkter". Kombinerat dessa med offentlig sektor blir risken skyhögt och offentlig sektor döms ut som en "big no no". Investerare söker i första hand skala i produkt, affär och kundstock.

– FMV måste attrahera idéer och entreprenörer, bjuda in till gemensam problemlösning, medfinansiera prototyper och hitta inköpslösningar. Då kommer det privata kapitalet, säger Fabian Hagman.

Flera försvarsinnovationer riskerar idag att misslyckas

av strukturella skäl eller gå till utländska intressenter. Framför allt riskerar svensk försvarsförmåga att gå miste om de bästa entreprenörerna – de som Hampus Jakobsson beskriver som "femmor", entreprenörer med potential för genombrott som kan förändra spelplanen. Därutöver står många av de mest erfarna investerarna fortfarande vid sidan av planen. Ryktet är att få förändringar sker och att det fortsatt är riskfyllt, komplicerat och långsamt med försvarsmyndigheter.

FMV HAR CHANSEN att ta täten och bevisa att myndighetssverige, likt Danmark, behärskar nytänk som samtidigt kräver genom att visa upp ett miljonköp direkt från startups inom tre till sex, maximalt nio, månader fördelat som fleråriga licensavtal – då kommer riskkapitalet springande med miljarder för att finansiera både radikal och inkrementell innovation. Möjligheten är enorm när riskkapital under vårens transatlantiska tull-bulens lämnat Nasdaq för att invänta stabilitet och attraktiva möjligheter i säker guldhalm. Men riskkapitalet riskerar att snart bindas i utländska försvarssatsningar eller AI-bolag.

Alternativet är att vanetryggt blåddra fram till tunnel-ljus i de fullteknade försvarskoncernernas orderböcker och i slutändan acceptera premiumpriser på 5-20x och leverans om tre till fem år. Men varken dyr premium eller metodisk trygghet hjälper Ukraina och vår egen försvarsförmåga inom acceptabel tid och till en försvarbar kostnad. Det nya kriget är här och stridsförmåga har demokratiserats med billiga tekniker som slår ut traditionell långsamhet och miljardtunga försvarsinvesteringar.

– När Spotify skulle utmana skivbolagen, byggde de inte en fabrik för att sälja CD-skivor. De gjorde något helt annorlunda. På samma sätt bör Sverige, som ett litet land i relation till Ryssland, undvika en-till-en-förhållande i resurser för att en sådan strid kan vi inte vinna. Med innovation skapar vi våra egna förutsättningar och tvingar motståndare till kostsamma anpassningar, säger Magnus Jernberg, överstelöjtnant i flygvapnet.

Sällan har risken att göra som vi alltid gjort varit större. Allt fler – investerare såväl som entreprenörer – varnar för att svensk försvarsförmåga varken har tid eller råd att missa innovationer eller snabbtåget med privat kapital som hävstång. □

Text: Daniel Kindstrand

KLAVIATUR – INVESTERARNAS SPRÅK

AKRONYM/TERM	UTSKRIVET	FÖRKLARING
VC	VENTURE CAPITAL	FOND SOM INVESTERAR ANDRAS PENGAR I STARTUPS MED FÖRVÄNTAN OM HÖG AVKASTNING
LP	LIMITED PARTNER	INVESTERARE SOM BIDRAR MED KAPITAL TILL VC-FONDER
DD	DUE DILIGENCE	SYSTEMATISK ANALYS AV BOLAG, TEAM OCH MARKNAD FÖRE INVESTERINGSBESLUT
MVP	MINIMUM VIABLE PRODUCT	MINSTA PRODUKTVERSION FÖR ATT TESTA IDÉ PÅ MARKNADEN
POC	PROOF OF CONCEPT	BEVIS PÅ ATT TEKNOLOGI ELLER AFFÄRSIDÉ FUNGERAR I PRAKTIKEN
PMF	PRODUCT-MARKET FIT	NÄR PRODUKTEN LÖSER VERKLIGT PROBLEM SOM KUNDER BETALAR FÖR
TAM	TOTAL ADDRESSABLE MARKET	DEN TOTALA MARKNADSPOTENTIALEN FÖR PRODUKTEN
ARR	ANNUAL RECURRING REVENUE	ÅRLIGA ÅTERKOMMANDE INTÄKTER FRÅN PRENUMERATIONER
MRR	MONTHLY RECURRING REVENUE	MÅNATLIGA ÅTERKOMMANDE INTÄKTER FRÅN PRENUMERATIONER

DISRUPTIVA INNOVATIONER SER FÖRST UT SOM GALENSKAP

Klassiska exempel: från "galenskap" till genombrott

INNOVATION	START	"GALENSKAPEN"	KAPITAL/GENOMBROT	BRANSCHKOLLAPS
AIRBNB	2007	SOVA HOS FRÄMLINGAR	2011 KAPITAL	2020 HOTELLBRANSCHEN
UBER	2009	OKÄNDA BILAR	2011 EXPANSION	2015 TAXIBRANSCHEN
YOUTUBE	2005	AMATÖRVIDEOS	2006 GOOGLE \$1,65 MRD	2010 TV-MONOPOL
SPOTIFY	2006	STREAMING FUNGERAR EJ	2008 LANSERING	2018 SKIVBRANSCHEN
KLARNA	2005	KREDIT SKA VARA SVÅRT	2010 EUROPAEXPANSION	2020 BANKBRANSCHEN
WHATSAPP	2009	SMS RÄCKER	2014 FACEBOOK \$19 MRD	SMS-INDUSTRIN
STARLINK	2015	42K SATELLITER = GALET	2019 FÖRSTA UPPSÄNDNING	2022 TRADITIONELL SATELLIT

Försvarsinnovationer: samma mönster

INNOVATION	START	"GALENSKAPEN"	GENOMBROT	FÖRÄNDRING
ENIGMA-DECHIFFRERING	1939	OMÖJLIG KOD	1943 BLETCHLEY	KRIGETS VÄNDPUNKT
DRÖNKRIGET	2010	LEKSAKER VS RIKTIGA VAPEN	2020 NAGORNO-KARABACH	REVOLUTIONERAD KRIGFÖRING
IRON DOME	2005	"SKJUTA PROJEKTILER MED PROJEKTILER"	2011 OPERATIV	FÖRSVARSPARADIGM

FMV: "INNOVATION SKA GÖRA NYTTA"

Nytt, nyttigt och nyttiggjort. Det är ledorden när Försvarets materielverk (FMV) vässar sin innovationsförmåga för att fler idéer ska bli till ny teknik som stärker Försvarmakten. Fler ingångar ska skapas, trösklarna till testning sänkas och upphandlingsvägarna utökas. Vägen från start till mål ska också hänga ihop bättre så att färre företag hamnar i "dödens dal" i onödan.

Presentationen om FMV:s strategi för att öka den egna innovationsförmågan börjar med en AI-genererad bild på en person som kämpar mot ett pappersmonster. Vapnet är eld, så förutsättningarna att vinna är goda.

I verkligheten är det svårare att förändra en hel organisations kultur och arbetssätt. Detta särskilt när den länge haft som uppdrag att spara genom att få så mycket som möjligt ut av det gamla, och nu i stället snabbt ska få in det nya – samtidigt som den långsiktiga anskaffningen av materiel ska fortsätta.

– Ibland kan vi inbilla oss att vi håller på och utvecklar teknik, men det gör vi ju inte. Vi sitter och pappersarbetar, det vill säga hanterar information, mitt emellan de som vill ha någonting och de som utvecklar teknik, säger Anna Siljeström som är huvudsamordnare för forskning och utveckling på FMV och har haft en viktig roll i framtagandet av FMV:s nya innovationsstrategi.

– Om vi får för oss att vi är tekniska innovatörer blir det lätt att vi lägger för mycket krut på idéerna, när vårt största bidrag till innovationsförmågan i själva verket är att vi underlättar hur vi anskaffar saker och underlättar för den nya tekniken att leta sig in i de system som vi köper. Innovation handlar inte bara om nya idéer, utan om förmågan att ta dem hela vägen tills de faktiskt gör nytta någonstans och används. Det är också när hela FMV:s maskineri blir bättre på att plocka upp den civila tekniken som finns kommersiellt tillgänglig som vi förnyar Försvarmaktens förmåga på riktigt.

KONTINUERLIGA TAKTISKA FÖRÄNDRINGAR på slagfältet behöver mötas med snabba utvecklingscykler, så som i Ukraina. Samtidigt krävs en mer komplex och långsiktig innovation i hela Försvarmakten för att förnya de förmågor som skapas i underrättelse- och bekämpningskedjor där olika materielssystem från flera aktörer ingår.

Innovationsarbetet involverar hela FMV, och rör generella förenklingar såväl som avgränsade program. Ett exempel är FMV:s militära innovationsprogram (MIP). Det är en relativt sett liten, men ändå viktig, satsning för att nå innovatörer på ett tidigt stadium och utveckla metoder för att på kortast möjliga tid omsätta civila innovationer till militära lösningar. Inom ramen för programmets Tech Days kan företag tävla om beställningar från FMV för att utveckla en idé. Den senaste Tech Day hade temat "Framtidens energisystem".

Teknikutmaning kallas en utlysning där företag kan vinna en beställning på att utveckla ett innovativt koncept och demonstrera att det fungerar. Våren 2025 var temat "Teknik för övervakning av mänsklig prestation", och riktade sig särskilt till civila små- och medelstora företag. Utlysningen skedde i samarbete med Neder-

länderna och Frankrike som ett sätt att också lära av varandra.

I ett andra steg är det viktigt att sänka trösklarna för företag att testa sina produkter i verklighetsnära miljöer. FMV:s testplatser är ledande i Europa – och väldigt upp-bokade och dyra att använda. Men flera projekt pågår för att skapa fler ingångar till testning (läs mer på s. 40).

EN ANNAN VIKTIG del är att skapa upphandlingar där det finns utrymme för mindre spelare, och för att testa och utveckla en produkt längs vägen. När frågan kom om vem som ville utveckla metoder för detta, stäckte Ove Lundgren upp handen. Han har under sina år på FMV arbetat i olika delar av anskaffningsprocessen. I sin tidigare karriär undervisade han i entreprenörskap och jobbade med teknikutveckling i företag.

– Jag skulle påstå att FMV historiskt har arbetat mycket med innovation eftersom det har varit viktigt för Försvarmakten att alltid ha en ny och anpassad förmåga. I den strategiska timeouten var det sedan mycket som drogs ner, och även om FMV aldrig släppte innovationsfrågan helt så var den inte i fokus från mitten av 2000-talet, säger Ove Lundgren som numera är enhetschef på avdelningen för marknad och inköp.

Nu ska Försvarmakten både höja sin förmåga snabbt och höja sin förmåga genom innovationer. ▷

»Innovation handlar inte bara om nya idéer, utan om förmågan att ta dem hela vägen tills de faktiskt gör nytta någonstans och används.«

– Det finns en målkonflikt i detta. Snabbaste sättet att höja förmågan är ju att köpa det som är färdigt och beprövat, att vi inte ställer så mycket extra krav utan får ut det i bruk snabbt. Om vi vill ha innovation så betyder det oftast att det är någonting som inte finns på marknaden utan måste utvecklas. Och det finns en osäkerhet i om den här innovationen som man tror på kommer att bli framgångsrik och ha så mycket förmåga som man har hoppats på. Båda de här sakerna behöver hanteras.

DET ÄR CIVILA FÖRETAG och forskare som leder utvecklingen inom bland annat AI, kvant och materialteknik och som därför behöver fångas upp genom nya arbetssätt på FMV. Det handlar dels om att ha mer öppna krav på prestanda och funktionalitet i de traditionella upphandlingarna, dels om att skapa nya upphandlingsvägar (se illustrationerna på s. 55-57).

Företag behöver också uppmuntras att lägga in anbud i samarbete, genom konsortier, för att både leverera spetsteknik och systemlösningar, berättar Ove Lundgren.

Överprövningar av upphandlingar skapar längre och mer tungrodda processer. Det har också bidragit till en ångslighet i upphandlande organisationer. Av rädsla att anklagas för att bryta mot likabehandlingsprincipen hålls dialoger med företag till ett minimum eller inte alls. Det finns däremot ett stort utrymme inom lagen om offentlig upphandling att ha olika förberedande aktiviteter, så som marknadsdialoger.

– Vi vill utmana den ängsliga tolkningen av lagen. Jag tror mycket på dialog med marknaden, att bjuda in till informationsmöten om hur vi tänker kring ett ramavtal och lyssna in deras synpunkter. Men också föra en dialog kring varför det här är viktigt, att det handlar om att man ska få försvara Sverige snabbare och bättre. Företag behöver också ha en viss förståelse för att vi gör vårt absolut bästa och att vi kommer att redovisa hur vi tänker och hur vi väljer, säger Ove Lundgren.

LIKA VIKTIGT SOM att FMV vässar sina olika delprocesser och sänker trösklarna in i dem, är att delarna bättre sys ihop och att leverantörerna kopplas ihop med slutanvändarna i Försvarsmakten. Varje initiativ för att möta ett behov hos Försvarsmakten bör ha en uttänkt väg fram till målet att stärka dess förmåga, påpekar både Anna Liljeström och Ove Lundgren. Så kan byråkratin minskas, takten öka och färre företag hamna i den väntan som kallas "dödens dal".

Det kräver däremot en färdig finansiering som är klar i början av processen, och det är svårt eftersom olika delar ligger under olika anslag till myndigheterna.

– Jag tror att man behöver se över anslagsfinansieringen, så att en viss del av anslaget inte är bestämt för ett visst system, för att man ska kunna gå från studier till

»Vi vill utmana den ängsliga tolkningen av lagen. Jag tror också mycket på dialog med marknaden.«

förmåga med de här mindre och intressanta företagen, säger Ove Lundgren.

Flera av FMV:s nya mål och metoder sattes i verket i utlysningen Militär innovationsutmaning för Ukraina i maj 2025. Ett tydligt militärt problem: hot från flygfarkoster. En snabb process där företag enskilt och tillsammans får erbjuda potentiella system- eller dellösningar för motmedel. En successiv urvalsprocess där de utvalda får stöd hela vägen från konceptutveckling till upphandling och leverans till Ukraina inom ett år.

FMV har haft en dialog med Säkerhets- och försvarsföretagen (SOFF) inför utlysningen och dess första betyg på den var "Utmärkt".

Att hela processen ligger under en budgetpost till stöd för Ukraina gör den lättare att genomföra, likaså att det inte är kravlistor för leverans till det svenska försvaret som ska bockas av. Ove Lundgren hoppas ändå att den utmaningsdrivna Ukraina-upphandlingen ska ge lärdomar och inspiration även till andra upphandlingar för det svenska försvaret.

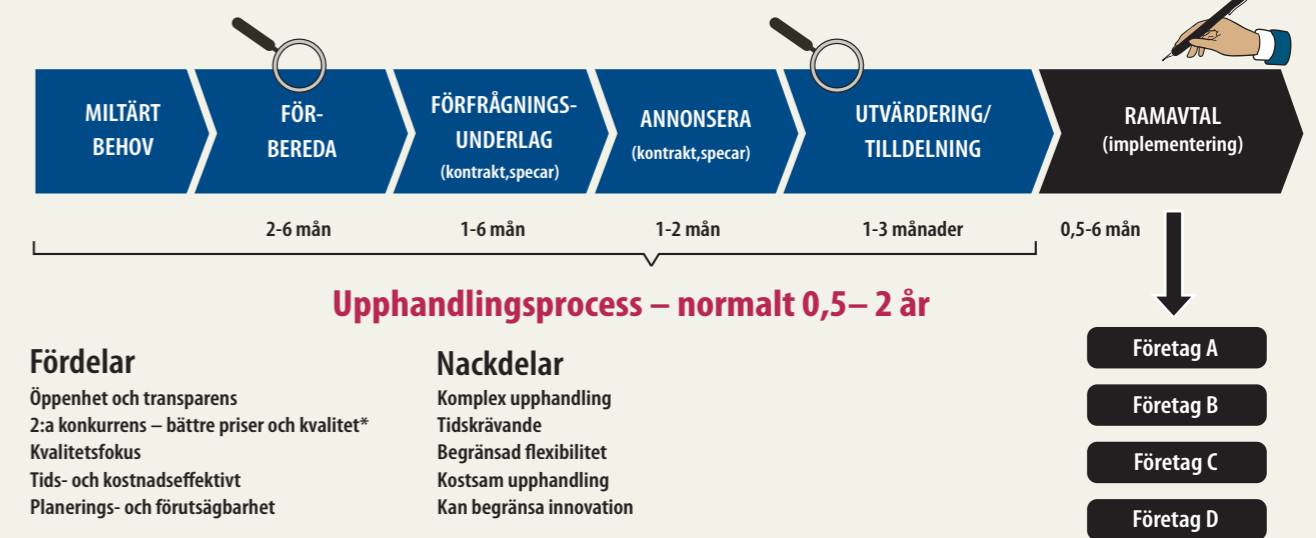
– Vi letar lämpliga militära problem och matchning med anslag så att vi har finansiering hela vägen. Så fort vi har de pusselbitarna på plats vill vi köra utmaningsdrivna upphandlingar för utvalda områden för att stödja svensk försvarsförmåga, säger Ove Lundgren. □

FEM SÄTT ATT GÖRA EN UPPHANDLING

Försvarets materielverk (FMV) använder offentlig upphandling för att köpa allt från soldatutrustning till avancerade vapensystem. Det finns flera sätt att upphandla. Valet beror på vad som ska köpas och hur komplex affären är. Dagens krig, men kanske i ännu högre grad framtidens, kan komma att avgöras av att ha ett taktiskt och tekniskt övertag. Genom att använda rätt upphandlingsmetoder kan nästa generations försvarsteknik tas fram snabbare.

1. TRADITIONELL UPPHANDLING – RAMAVTAL

FMV använder traditionell upphandling av ramavtal genom en strukturerad process med en förberedelsefas där behov analyseras och specificeras. Utifrån detta tas ett förfrågningsunderlag fram med tydliga och noggrant specificerade krav. Förfrågningsunderlaget annonseras enligt lagen om offentlig upphandling (LOU) eller lagen om upphandling på försvars- och säkerhetsområdet (LUF5). Anbudsgivare lämnar sina anbud vilka FMV utvärderar mot uppställda krav. Ramavtal tecknas sedan med den eller de anbudsgivare som har lämnat bästa anbud enligt uppställda förutsättningar. Det här arbetssättet säkerställer att anbudsgivare kommer att leverera enligt vad FMV har krävställt i upphandlingen. Fördelar är leverans i enlighet med förväntan och uppställda kvalitetskrav. Nackdelar kan vara begränsad konkurrens och inläsningseffekter.

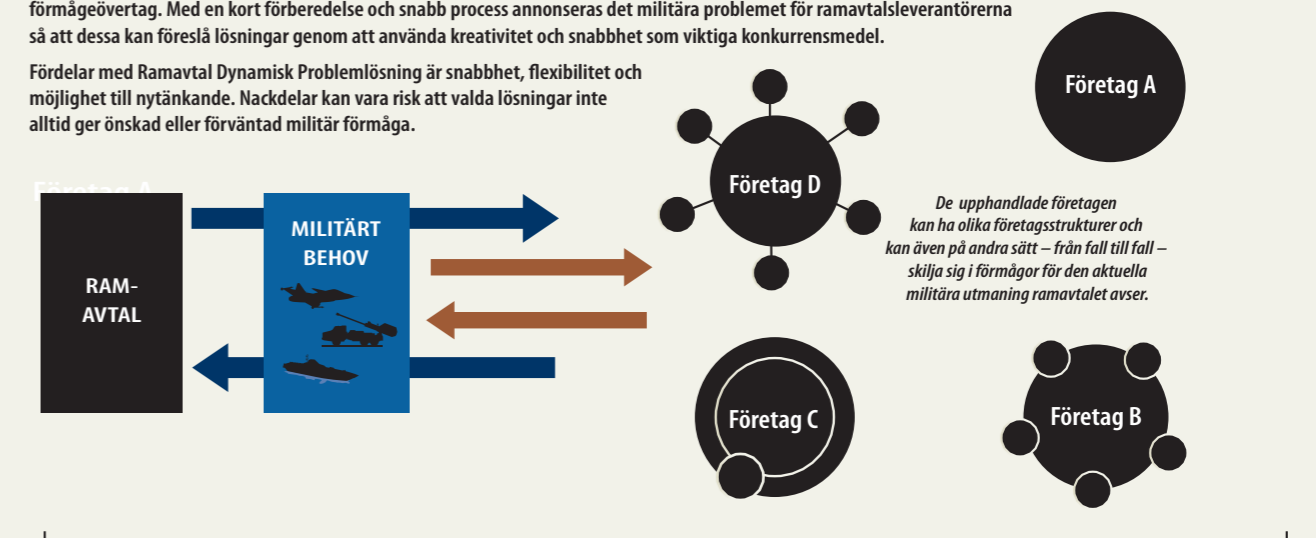


* 2:a konkurrens är då FMV konkurrensutsätter leverantörer som alla är ramavtalsleverantörer för att avgöra vem som ska få ett specifikt uppdrag.

RAMAVTAL – DYNAMISK PROBLEMLÖSNING

FMV avser att genomföra upphandlingar av ramavtal där ramavtalsleverantörer får konkurrera om att snabbt kunna ta fram nya och innovativa lösningar på presenterade militära problem, ofta utan detaljerade specifikationer. FMV vill på det här sättet uppmuntra leverantörer att bli ramavtalsleverantörer för att lösa komplexa militära utmaningar med nytänkande lösningar för att skapa ett förmågeövertag. Med en kort förberedelse och snabb process annonseras det militära problemet för ramavtalsleverantörerna så att dessa kan föreslå lösningar genom att använda kreativitet och snabbhet som viktiga konkurrensmedel.

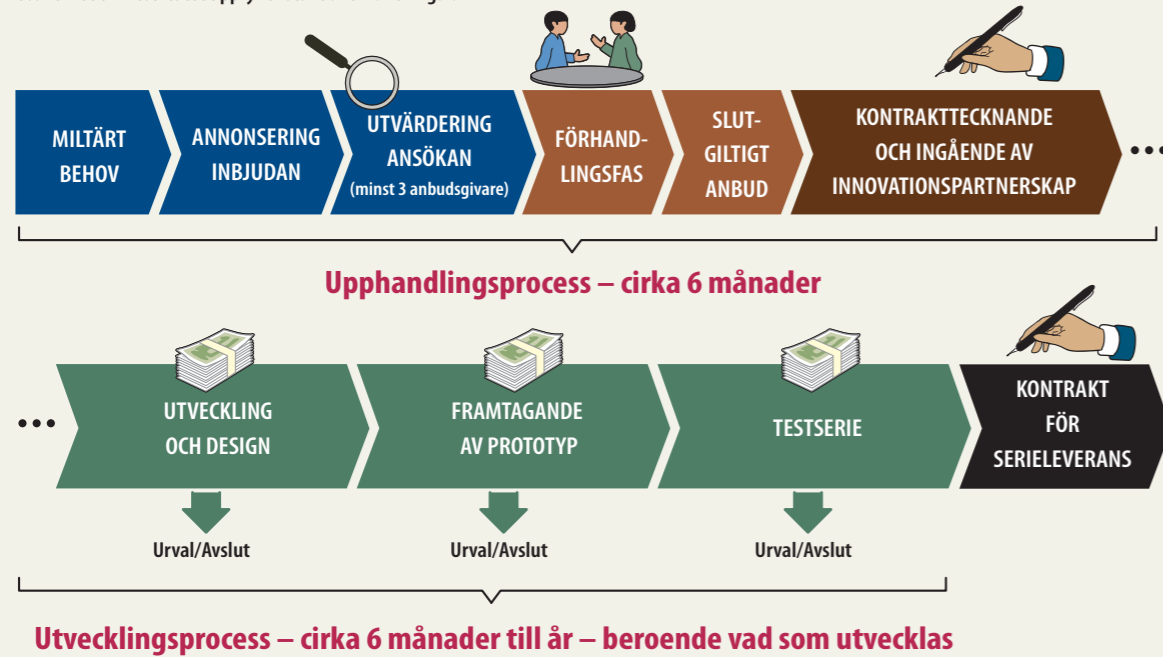
Fördelar med Ramavtal Dynamisk Problemlösning är snabbhet, flexibilitet och möjlighet till nytänkande. Nackdelar kan vara risk att valda lösningar inte alltid ger önskad eller förväntad militär förmåga.



Process (efter befintligt ramavtal) – ett par veckor till några få månader

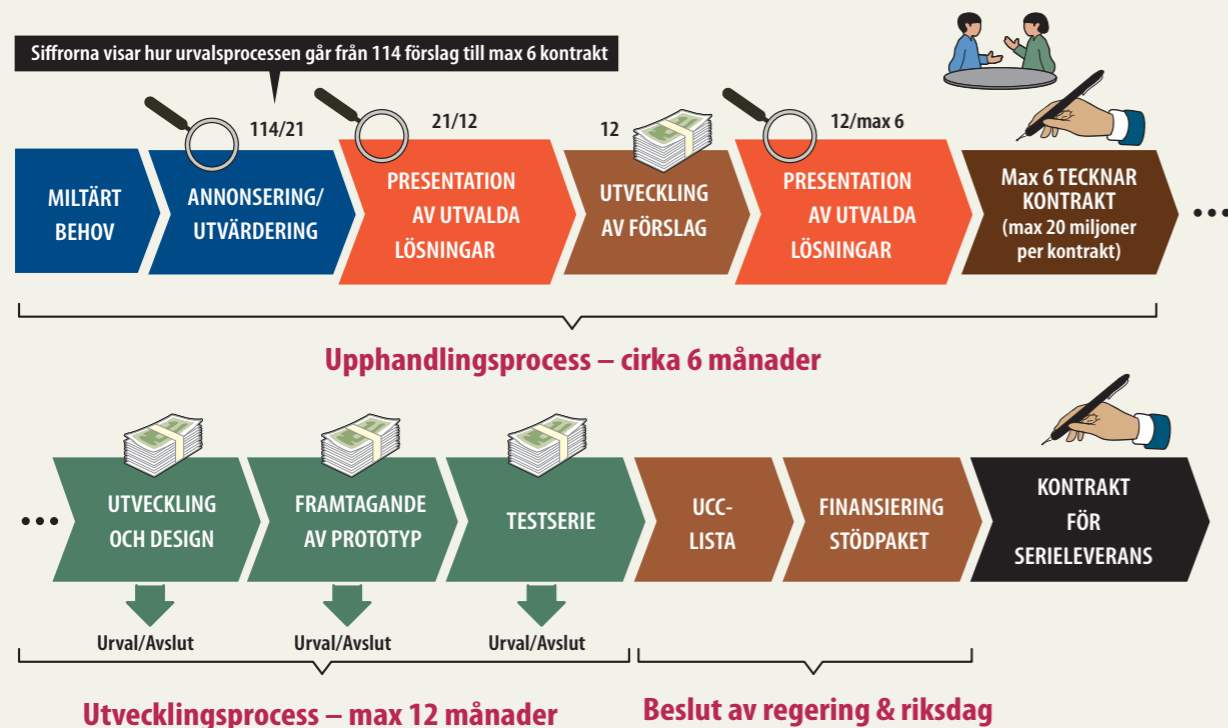
2. INNOVATIONSPARTNERSKAP

Innovationspartnerskap är ett upphandlingsförfarande som kan användas för att utveckla nya och innovativa lösningar. Avsikten är att använda detta upphandlingsförfarande när befintliga produkter eller tjänster på marknaden inte löser ett aktuellt behov. Förfarandet är reglerat av lagen om offentlig upphandling (LOU). I ett innovationspartnerskap arbetar leverantörer och FMV fram nya lösningar, ofta utan detaljerade specifikationer. Fördelarna är möjlighet till nyskapande resultat och flexibilitet, medan nackdelarna kan vara hög komplexitet, kostnader och osäkerhet om resultatet uppfyller ställda förväntningar.



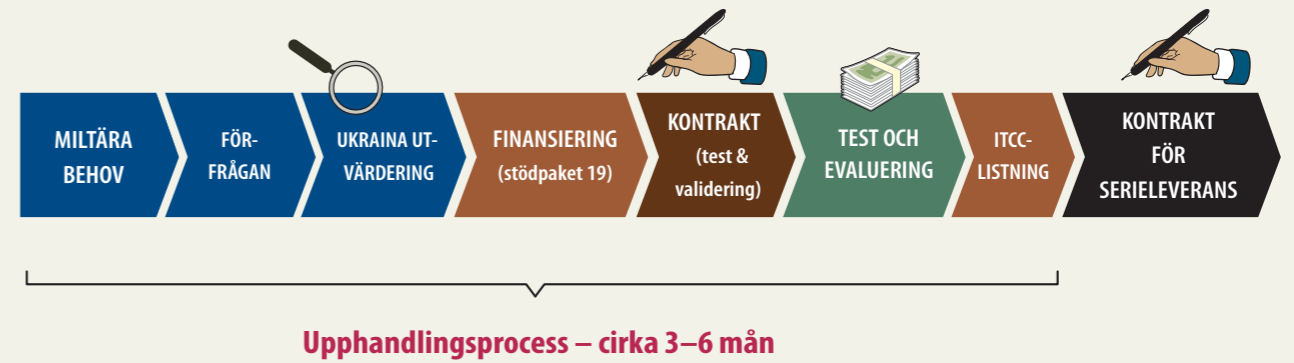
3. MILITÄR INNOVATIONSUTMANING UKRAINA

I regeringens stödpaket 19 avsätts medel för att finansiera tekniska innovationer som behöver kapital för att färdigställas och användas i Ukraina. FMV ska identifiera och finansiera lösningar som kan stärka Ukrainas försvar. FMV genomför en speciell upphandling för att hitta innovativa koncept med militär potential men som behöver produktifiering och militär tillämpning för att kunna användas. Företag, inklusive mindre och nya aktörer, välkomnas att delta genom att lämna förslag på lösningar som kan utvecklas och sättas in på slagfältet. Exemplet nedan visar på en sådan pågående upphandling.



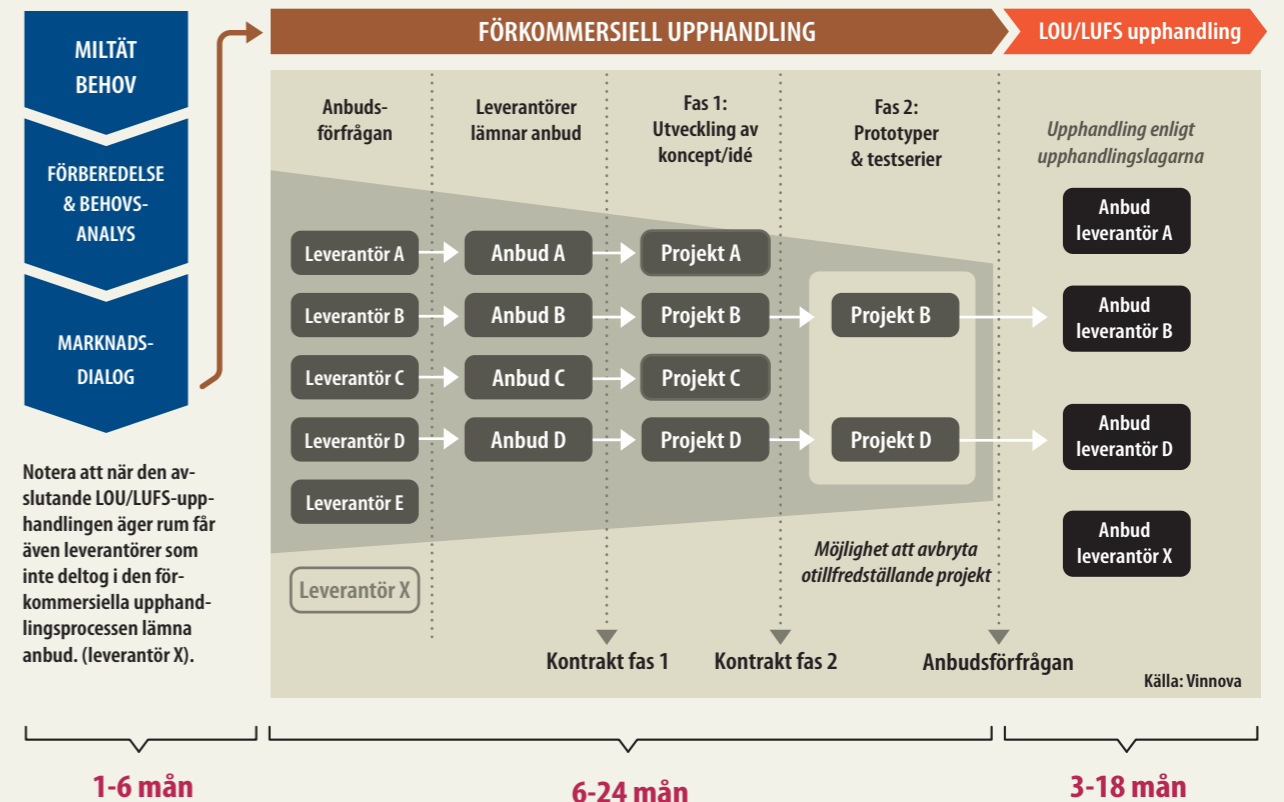
4. UTMANINGSDRIVEN UPPHANDLING UKRAINA

Sverige stödjer Ukraina i kriget mot Ryssland och FMV har fått i uppdrag av regeringen att upphandla försvarsmateriel för donation. FMV samarbetar med ukrainska myndigheter, bland annat genom förmågekoalitioner inom Ukraine Defence Contact Group där FMV bland annat ingår i IT Capability Coalition (ITCC). I början av 2025 bjöd FMV, med stöd av SOFF, in över 20 företag med drönbekämpningslösningar. Ukrainas militär valde en lösning som bedömdes ge störst effekt. FMV har förhandlat med vald leverantör och lösningen testas under andra halvåret 2025. Fortsatt finansiering för ytterligare leveranser kan beslutas av riksdag och regering i kommande stödpaket.



5. FÖRKOMMERSIELL UPPHANDLING

EU:s upphandlingsregler har undantag för forskning och utveckling (FoU) vilket innebär att dessa inköp inte behöver följa alla vanliga upphandlingsregler. Ett exempel är förkommersiell upphandling (PCP) där myndigheter kan köpa utveckling av idéer eller teknik innan de når marknaden. Detta ger större frihet i upphandlingsprocessen, till exempel vid samarbete med företag eller forskare.



KARLSKRONA I FOKUS

Kring örlogsstaden Karlskrona växer ett nytt ekosystem inom marin försvarsinnovation fram. En del i detta är en marin test- och övningsförmåga i form av en multidomän mobil marin drönarstyrka som kan köras ut med egna fordon och agera där behovet finns. Målbilden för *Test and Evaluation Marin* (T&E Marin) på Försvarets materielverk (FMV) är att utöka till en helt ny provplats i framtiden som också akademien och företag enkelt ska kunna använda.

Text: FMV T&E Marin

En vacker dag ligger de här på havsbotten. Då har vi lyckats, säger Fredrik Pettersson, projektledare på T&E Marin, och pekar på två obemannade ytgående farkoster (*unmanned surface vehicle, (USV)* som i detta fall är ombyggda vattenskotrar.

Under sina grå, heltäckande skal har de fjärrstyrningssystem. Den ena har en lucka på taket för att kunna släppa ut luftburna drönare (*unmanned aerial vehicle, UAV*). De är inte en del av det svenska försvaret. Tvärtom – de ska agera som en trovärdig modern hotbild som vi idag kan se exempelvis i kriget i Ukraina.

Ukraina har visat det går att sänka avancerade och dyra örlogsfartyg med liknande små och billiga farkoster. Ryssland har kunnat dra lärdomar av de erfarenheterna.

T&E Marin använder sig av obemannade farkoster med två olika fokusområden. Dels för att verifiera och validera tekniska system ombord på örlogsfartyg, men även för att evaluera och träna marina militära förband och enheter.

– Vi ska hitta innovativa sätt att använda obemannade system på för att se hur det svenska försvarets teknik, stridsteknik och taktik fungerar mot dessa system i praktiken. Hinner vi upptäcka en fjärrstyrd båt som kommer i full fart? Kan vi skjuta på den och träffa? Hur lång är beslutskedjan? Behöver vi justera vår teknik eller taktik?

VERKSAMHETEN INOM T&E MARIN måste ständigt utvecklas för att möta utvecklingen i omvärlden. Nu tittar Fredrik Pettersson och hans team på möjligheten att som en ny test- och övningsförmåga skapa en marin drönarstyrka. För att kunna bygga upp dessa förmågor har teamet lämnat det renodlade kontoret för en mer ändamålsanpassad industrilokal utanför Karlskrona.

– Behov finns för att utöka vår förmåga för att testa och utvärdera materiel inom det marina området, bedömningen vi gjorde var att vi skulle få störst effekt med att börja använda obemannade farkoster som stöd i vår verksamhet för att göra vårt arbete snabbare, effektivare och billigare, säger Fredrik Pettersson.

Han är en son av bygden, med sin långa marina och militära historia. Hans pappa jobbade på Saab Kockums som bygger örlogsfartyg, och själv kommer han närmast från NKT som tillverkar högspänningskablar. Sådana har blivit mål för sabotage i hybridkriget i Östersjön, och på sikt kan de bli bärare av viktiga sensorer för bevakning av undervattensmiljön.

NKT:s två – snart tre – höga fabriksstorn har blivit en del av Karlskronas siluett, och företaget är numera stadens största privata arbetsgivare. Den hårda konkurrensen om marinteknisk kompetens i området sinkar utökningstakten på FMV:s nya testverksamhet i Karlskrona.

En av Fredrik Petterssons kollegor är Richard Johans-



Foto: Tomas Ärlemo

»Vi ska hitta innovativa sätt att använda obemannade system på för att se hur det svenska försvarets teknik, stridsteknik och taktik fungerar mot dessa system i praktiken.«

son. Han har lämnat maskinrummen på de svenska ubåtarna för att i stället bygga upp testförmåga för att verifiera och validera tekniska system på svenska marinens fartyg och enheter med hjälp av olika typer av obemannade farkoster.

EN FLYGPLANSLIKNADE DRÖNARE, så kallad *fixed wing*, ligger öppen och omonterad på ett arbetsbord. Den är gjord i svart frigolit, kostar omkring 5 000 kronor – och kan flyga upp till 220 kilometer i timmen om väderet är gynnsamt. Planen är att den ska agera självmordsdrönare i en kommande marin övning.

I hyllorna bredvid ligger boxar med andra sorters flygande drönare. Amerikanska, kinesiska, svenska, smarta, dumma, dyra, billiga. Vissa är möjliga för gemene man att klicka hem på nätet.

– Vi har fått vara kreativa och flexibla för att snabbt kunna lösa vårt uppdrag. Vi använder lösningar med civila produkter som inte är tänkta att agera i de miljöer som vi använder dem i. Precis som vi ser i Ukraina, säger Richard Johansson som på sin helsingborgska ibland får agera militär tolk till Fredrik Pettersson som ännu inte behärskar lingot helt.

Att det är flest luftburna farkoster som finns i lokalen handlar om att de på ett innovativt sätt snabbt kan användas i T&E:s test- och provverksamhet och ge omedelbar effekt.

– Då vi är under uppbyggnad är fokus för vår verksamhet stor effekt med en liten personalinsats. Vi håller oss uppdaterade om den tekniska utvecklingen inom området och har en bra bild av vad som behövs och anskaffar materiel som vi behöver för att klara vårt uppdrag. Även om utvecklingen går i rasande takt har vi en bra omvärldsbevakning inom FMV vilket gör att vi ligger rätt i vår utveckling ▷

av vår verksamhet, säger Fredrik Pettersson.

– Men vi behöver göra kompletteringar. Anskaffa fler farkoster och system, och som nästa naturliga steg blir sedan att ge oss in på undervattensfarkoster (*unmanned underwater vehicle, UUV*). Samtidigt ser vi behovet av att rekrytera ytterligare personal för att möta den ökade efterfrågan av förmåga och tjänster.

Vi har även börjat undersöka förutsättningar för att i framtiden eventuellt etablera en marin provplats. Målbilden med marin provplats är att FMV tillsammans med Försvarsmakten, akademien, industrin och andra aktörer ska kunna mötas på en gemensam arena och utveckla framtida innovativa tekniska lösningar på militära problem.

DEN MARINA PROVPLATSEN är en viktig fråga, inte bara för att öva nya scenarier för att öka Försvarsmaktens innovationsförmåga, utan även för att utveckla testverksamheten för ny teknik. I nuläget använder Drönarstyrkan Försvarsmaktens marina övningsområden när möjlighet finns.

– Att vi får ha tillgång till Försvarsmaktens övningsområden är jättebra när vi vill göra känslig verksamhet, men om studentprojekt, akademien eller civil industri vill visa upp något vill vi också kunna säga, ”Ja, kom hit om en vecka”. Har vi en infrastruktur för att testa materiel är det förhoppningsvis också attraktivt för civila företag att komma och använda vår provplats och vi kan då dela kompetens och tankar med varandra, säger Fredrik Pettersson.

Vikten av en ny provplats poängterar också Mårten Silvanius som har anlänt till lokalen i sin privata bil där hans egen innovation är installerad för testning: en elektronikbox som gör att en bensinmotor kan köra på flytande elektrobränsle. Tekniken utvecklar han på fritiden.

Mårten Silvanius är marinofficer och har disputerat i systemteknik. Han är vid den här tiden också chefsingenjör marin och kontaktperson för innovation inom FMV:s verksamhetsområde *Test and Evaluering*. I den rollen har han en fot i konsortiet *Marine Technology Center (MTC)*. Det är ett ekosystem inom marinteknik och försvarsinnovation med bas i Karlskrona. I MTC ingår bland andra Blue Science Park, Blekinge tekniska högskola, Försvarsmakten, FMV, Kustbevakningen, Saab Kockums och NKT.

– I stället för att alla aktörer ska bygga upp egna provplatser tittar vi på vad vi kan göra gemensamt här och nu, säger Mårten Silvanius.

Han är ivrig med att komma igång men upplever också en del bromsar i innovationssystemet i form revirtänk, mellan organisationer och geografiskt.

– Det kanske är helt naturligt innan man har hittat sin roll i det här nya landskapet, men samverkan är ju den enda vägen framåt.

FÖRRA ÅRET VÄNDE sig några studenter till MTC med påståendet att de på tre månader kunde bygga ett drönarssystem med bärkraft för en granat och som inte



Mårten Silvanius



Richard Johansson

Samtliga foton detta uppslag: Tomas Årlemo



Fredrik Pettersson

»Det kanske roligaste med det här jobbet är att vi inte riktigt vet vart vi kommer landa i den här utvecklingen.«

kunde störas ut på väg mot sitt mål. De fick möjlighet att demonstrera det för FMV och Försvarsmakten.

– Då tror jag att det var ganska många som höjde på ögonbrynen för att glada amatörer hade byggt det här systemet, och för att det fungerade.

MTC och FMV utlyste nu studentutmaningar över sommaren. Fyra lag fick 50 000 – 75 000 kronor var för att utveckla lösningar inom drönardetektering och drönarbekämpning.

– Vi fick in jättemycket knasiga idéer, precis som man vill ha det.

MTC är öppet för alla intresserade företag, och Mårten Silvanius hoppas att centret ska fungera som en plattform för att dela och diskutera Försvarsmaktens behov. Personligen skulle han vilja se att liknande domänspecifika innovationshubbar utvecklas i olika delar av Sverige.

– De skulle kunna fungera som en länk mellan det komplexa men fungerande civila ekosystemet för innovation och den militära utvecklingsprocessen, för de talar inte samma språk och det behövs en brygga.

En sak som den civila sidan behöver förstå bättre är vilka säkerhetskrav som ställs på leverantörer till Försvarsmakten, menar Mårten Silvanius.

– Om ni har skapat någonting fantastiskt, hur gör vi för att säkerställa att tekniken inte vänder sig mot oss när vi ska använda den? Och hur ser vi till att individerna som kan det här är på den sida som vi förväntar oss? Det går tyvärr inte att vara naiva längre, men jag tror att vi kan jobba med olika nivåer av sekretess.

Det är dags för Fredrik Pettersson att funktionstesta ett antal flygande drönare så att de kan agera hot i en kommande övning. En provplats för detta finns en kort biltur bort på ett fält kantat av små blommor i vitt, gult och lila. De spridda skottsälvorna som hörs bortom träden avslöjar att det inte är vilket naturområde som helst. Ljudet av vindens spel i trädskronorna får snart sällskap av en drönarens högfrekventa surr.

Fredrik Pettersson premiärflyger en av teamets drönare, han låter den stiga och riktar sedan kameran mot vattnet som omger Karlskronas centrum på Trossö. Han zoomar in, och snart guppar en fritidsbåt på skärmen. Bilden är grymig men båten syns tydligt – en mil bort.

– Du kanske tänker att du är säker mot drönare för att du kan detektera en drönare fem kilometer bort. Men då ställer jag mig sju kilometer bort och kan se dig lika bra ändå. På så sätt kan jag visa att du inte är helt säker.

NÄSTA DRÖNARE FREDRIK Pettersson testkör är betydligt mindre och kostar endast omkring 7000 kronor. Han har tagit på sig en cyklopliktande ögonmask och i den ser han drönarens kameraperspektiv, så kallat *first person view (FPV)*. Han står stilla, men bara genom en liten skiftning med tummen på fjärrkontrollens spak kan han få drönaren

att flyga upp till 170 kilometer i timmen.

På en tredje liten drönare har Fredrik Pettersson satt fast ett enkelt släppsystem som han köpte från en hobbybutik. Drönaren kan bära en last på några hundra gram. En enkel vattenballong som vi använder i test och övnings syfte får symbolisera vad som kan vara en mindre sprängladdning i ett framtida hotbildsscenario.

– Alla olika drönare har olika syften. De har olika storlekar, drifttider, förmågor, går på olika styrlänkar och frekvenser. Inriktningen är att vi också kommer ha flera obemannade farkoster på vattnet (USV) i skiftande storlekar och med olika förmågor för att möta de aktuella hotbilderna och scenarierna som krävs för att testa och evaluera marin försvarsmateriel.

Fredrik Pettersson har landat den sista drönaren han skulle testflyga den här dagen. Han packar in den i fordonet, som enkelt också kan dra släpet med USV:er till andra delar av landet.

– Det kanske roligaste med det här jobbet är att vi inte riktigt vet vart vi kommer landa i den här utvecklingen. Vi vet att vi behöver ha en modern och innovativ förmåga som följer omvärldsutvecklingen i att testa militär materiel och vi vet att behovet är jättestort, men exakt vad det kommer att se ut och utvecklas inom ett par år är svårt att säga.

FMV T&E:s provplatser är, på kommersiella villkor, öppna för externa aktörer som har behov att prova eller öva. Då företrädesvis projekt som i förlängningen stärker Sveriges eller Natos försvarsförmåga. □



ALLTID SE TILL HELHETEN

Fadern Bert Ericsson var en ingenjör som formade mycket av Sveriges kollektivtrafikinfrastuktur. Hans tre söner, Mikael, Jonas och Daniel, tog till sig hans råd om att alltid se till helheten – ett tankesätt som kom att prägla deras karriärer och företagsbygge.

Vår drivkraft har alltid varit att förena funktion, estetik och effektiv produktion i lösningar som skapar verkligt värde, säger Mikael Eriksson.

Bröderna specialiserade sig inom elektronik, mekanik och produktion

och startade en konsultbyrå som genomfört över 300 projekt för svensk industri, tillsammans med kollegorna Johan Vestberg och Fredrik Hanson. Men viljan att skapa något eget ledde dem vidare.

SOM BÅTMÄNNISKOR IDENTIFIERADE de ett behov av innovativa produkter inom båtlivet. Under varumärket Skarg (första fem bokstäverna i skärgården, utan prickar), inspirerat av skärgårdens miljö, lanserade de en designad förtöjningslina — en produkt som kombinerade tradition och modern livsstil. Skarg fick snabbt premiumsynlighet, med flaggor och logotyper på populära turistplatser i Stockholm. När efterfrågan växte började kunderna efterfråga fler accessoarer som kläder och solglasögon. I stället för att välja märkeslösa standardprodukter, utvecklade företaget egna modeglasögon med elektriskt växlande linser baserade på flytande kristall-teknologi och skyskräpelfönster. Idén föddes ur behovet av ett funktionellt och snyggt hjälpmedel — att kunna plocka upp segel i mörker utan att behöva ta av sig glasögonen.

Men innovationen stannade inte där. I takt med insikter om solglasögonens begränsningar i snabbt

växlande ljusmiljöer växte idén om en ny generation smarta glasögon fram. Inspiration kom både från erfarenheter i skärgårdens ljusspel och en önskan om att kunna navigera enkelt i hög fart.

ÅR 2015 GRUNDADES SKUGGA — ett företag dedikerat till att revolutionera glasögonindustrin. Med en modulär teknikplattform utvecklade Skugga smarta glasögon som styr ljusinsläpp elektroniskt i stället för mekaniskt. Svårigheterna var betydande — att bara utveckla ett gängjärn som klarade 25 000 böjningar samtidigt som ledningar diskret fördes genom skalarna tog fem år.

Under en intensiv utvecklingsfas, finansierad av den egna konsultverksamheten, tog Skugga sig framåt. Kontakter i Italiens glasögonindustrial öppnade nya möjligheter — Milano blev en andra bas när flera av världens ledande glasögonaktörer visade intresse för teknologin. ▷

»Vår drivkraft har alltid varit att förena funktion, estetik och effektiv produktion i lösningar som skapar verkligt värde«



Samtliga foton: Tomas Årlemo

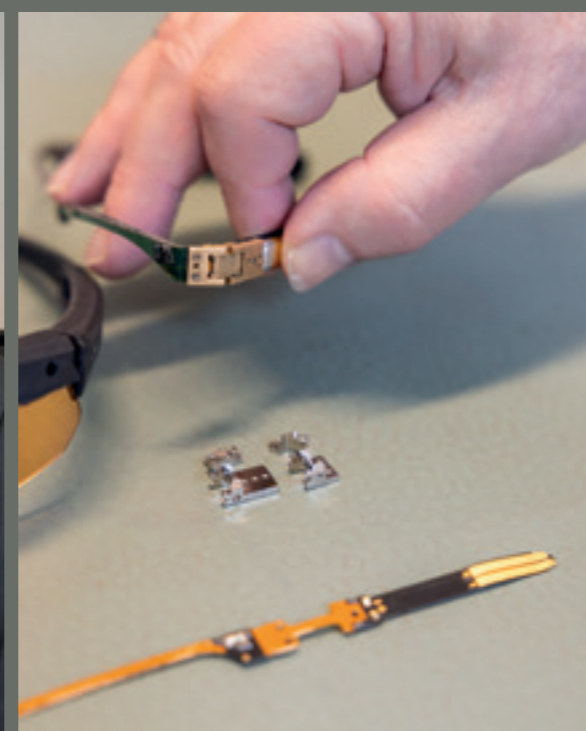




Foto: Tomas Arlemo

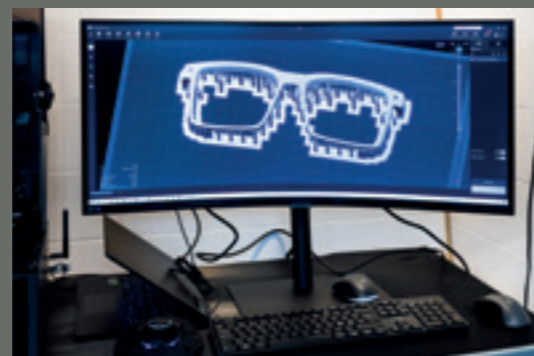
Medan marknaden började få upp ögonen för smarta glasögon, insåg Skugga snart att potentialen sträckte sig betydligt längre än dynamiska solglas. Glasögonens naturliga placering på huvudet — nära kroppens viktigaste sinnen — erbjuder en optimal plattform för avancerade sensorer.

– Vi ser glasögon som framtidens sensorplattform för personlig hälsa och välbefinnande. Genom att kombinera sensordata med AI skapas en helt ny typ av självvård, säger Jonas Eriksson.

MED SKUGGAS PLATTFORM kan realtidsdata om användarens aktivitet, miljö och hälsotillstånd samlas in och analyseras. Glasögonen blir ett gränssnitt till personliga AI-agenter som ger stöd i vardagen — från träningsråd till optimerad livsstilscoaching.

Denna vision om "self-care" — att möjliggöra förbättrad hälsa och livskvalitet genom teknik som är med användaren varje dag — är central i Skuggas strategi. Och teknologin kan ha lika stor relevans för individens hälsa som för framtidens försvar. □

»Vi ser glasögon som framtidens sensorplattform för personlig hälsa och välbefinnande. Genom att kombinera sensordata med AI skapas en helt ny typ av självvård«

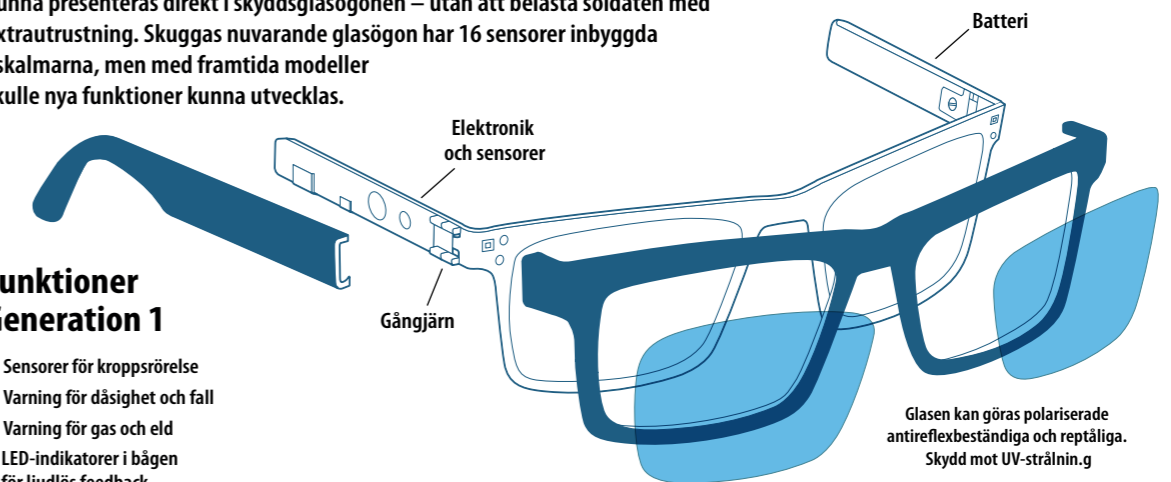


SMARTA GLASÖGON

Soldater på det framtida slagfältet kan behöva förlita sig på realtidsdata om både sin egen och andras status. Med utvecklade smarta glasögon skulle vital information som trötthet, exponering för kyla och fysisk stress kunna presenteras direkt i skyddsglasögonen — utan att belasta soldaten med extrautrustning. Skuggas nuvarande glasögon har 16 sensorer inbyggda i skalmarna, men med framtida modeller skulle nya funktioner kunna utvecklas.

Funktioner Generation 1

- Sensorer för kroppsrörelse
- Varning för dåsighet och fall
- Varning för gas och eld
- LED-indikatorer i bågen för ljudlös feedback



Glasen kan göras polariserade antireflexbeständiga och reptåliga. Skydd mot UV-strålning.



Nio-axlig rörelsesensor
Registrerar huvudposition, acceleration och kroppsrörelser. Registrerar även beteenden som trötthet.



Sensor för UV- och naturligt ljus
Kan användas för att veta om det är inomhus/utomhus etcetera.



Sensor för luftkvalitet och gaser
Upptäcker koldioxid och flyktiga organiska föreningar, men också alkoholer, aldehyder, ketoner, organiska syror med mera.



Barometer
Registrerar altitud och aktuella väderförhållanden.



Temperatur och luftfuktighet

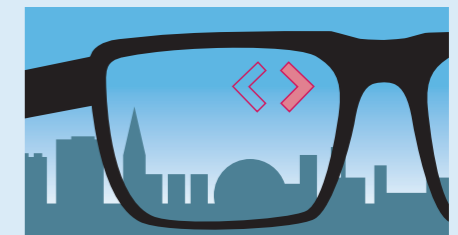


Led-lampor
Två högintensitets fullfärgs-leds. Kan användas för visuella aviseringar vid navigering etc.

Generation 2

En utvecklad version kan ha enkla led-symboler direkt på linsen. Det gör det möjligt att få assistans för att spåra och markera mål.

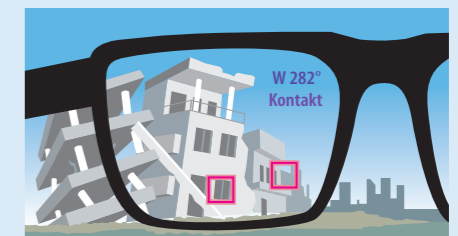
- Enkla led-symboler i linsen
- Blodtryck
- Puls
- Hjärnaktivitet
- EEG
- 5G och GPS
- Led-ficklampa
- Mikrofon



Generation 3

Med *augmented reality* kan information projiceras i realtid på glasögonlinsen tillsammans med kompassinformation.

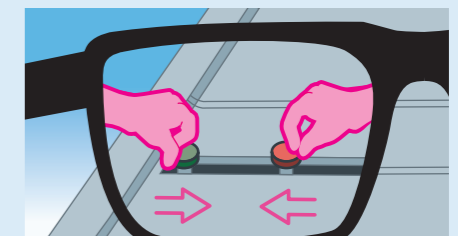
- Kroppstemperatur
- Eye tracking
- Augmented reality
- ID autentisering
- Externa kameror kopplade till glasögon
- Flerfunktionsdisplay att använda i gamla fordon



Generation 4

Med *mixed reality* kan informativ, instruerande information projiceras på glasögonlinsen.

- Kamera inbyggda i glasögonlinsen
- *Mixed reality* med överlagd information



Fraunhofer INT analyserar olika framväxande tekniker på uppdrag av det tyska försvarsdepartementet. Rapporterna är skrivna på tyska och hemliga. Inom ramen för ett MoU-avtal mellan Tyskland och Sverige kan Sverige få tillgång till dessa rapporter om de omarbetas så att hemlig information utgår. Varje år beställer FMV några utvalda rapporter från Fraunhofer som sedan FOI och Försvarshögskolan analyserar i en svensk kontext. Analyserna publiceras i Omvärld. På följande sidor kan ni läsa mer om 3D grafen, elektronisk hud, mekaniska metamaterial och myonkällor, samt hur FHS och FOI resonerar kring deras relevans för det svenska försvaret.

Dags för kolforskare att nå nytt genombrott

Vart tionde år slår kolforskarna till med någon stor upptäckt som ibland belönas med Nobelpris. Runt 1985 kom kol-60 och andra så kallade fullerener. Sedan dök kolnanorören upp och efter ytterligare tio år grafen. Det senaste är från 2011. Det kallas tredimensionell grafenarkitektur, 3DGA. Så nu borde det snart vara dags för ett nytt genombrott, säger Jan Fagerström vid Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI).

Jan Fagerströms tema är signaturanpassningsteknik och han har sin bakgrund som teoretisk fysiker. Tillsammans med Stefan Silfverskiöld, teknisk doktor vid Försvarshögskolan (FHS), har han analyserat en rapport från det tyska forskningsinstitutet Fraunhofer om 3DGA.

Jan Fagerström säger att arbetet som lett fram till vad vi vet om 3DGA är grundforskning inom nanoteknik med bäring på kvantfysik.

En kort grundkurs i hur man kommit fram till 3DGA kan se ut så här:

Man börjar med grafit som finns i jordskorpan och som vanligen används i blyertspennor. Om man avskiljer en skiva, tunn som ett atomlager, från grafit uppstår grafen. Ett ämne som har fantastiska egenskaper. Det är enormt starkt i förhållande till sin volym, lätt, leder ström och kan teoretiskt användas till mycket. Grafen används redan i vissa produkter men fortfarande väntar grafen på det stora genombrottet.

Grafen kan byggas upp med lager på lager. Efter cirka tio lager börjar det fantastiska ämnet grafen övergå till grafit. Lagren liksom klumpar ihop sig. Det är i ytorna som magiken i grafenet finns. Det är ytorna som kan användas till sensorer och annat. När man staplar lager är det bara ytterlagren som är aktiva. Alla andra lager är bundna av varandra. Ju fler lager som läggs på desto mer tappar grafenet sina goda egenskaper.

Grafen är i grunden ett tvådimensionellt material. Det är ett skikt. Med 3D-grafen skapar man i stället grafenskikt i tre dimensioner. Skikten är lagrade slumpmässigt i förhållande till varandra. Man kan behålla ytorna och slipper klumparna. Man stagar upp skikten så att man fortfarande har tillgång till ytan. Den kan ha formen av svampar och skum. Det är mycket porösa material.

DET ÄR FRÄMST den civila marknaden som driver forskningen. Ett skikt med det nya grafenet skulle kunna ge mycket effektivare och billigare konvertering av solenergi till el än dagens solceller. I en vanlig kiselbaserad solcell ger en foton en elektron. Med 3DGA skulle det generas många fler elektroner per foton. Tunna lager av 3DGA skulle kunna läggas runt elektriska ledningar och därmed ge elektromagnetisk skärmning, det vill säga skydd mot störningar. 3DGA har väldigt hög ledningsförmåga längs grafenskikten. Det spekuleras om en massa goda egenskaper med tillhörande tillämpningar som till exempel läkemedel i kroppen.

På forskningsviden ligger Kina långt fram vad gäller materialforskning och tros även satsa på det här området. Svensk grafenforskning hänger med även om den inte är världsledande. Grafenforskning finns vid de större lärosätena.

– Än så länge handlar det om grundforskning, tror Jan Fagerström.

– Man kämpar fortfarande med hur man ska tillverka materialen. Man kan tillverka på vissa sätt och i små mängder men för att det ska bli storskaligt behövs mycket material och utveckling. Det finns ju olika typer av 3D-grafen och det gäller att tillverka och veta vilka egenskaper man får. Det verkar som att det är en av knäckfrågorna. Att ta fram syntesmetoder som är billiga och medger tillverkning i stor skala.

STEFAN SILFVERSKIÖLD TILLÄGGER att man idag inte riktigt har koll på vilka egenskaper som följer på vissa tillverkningsmetoder.

Båda menar att det finns en massa bra egenskaper och om förhoppningarna infrias kan det få stor betydelse. Forskning tar tid, man måste ha tålamod. Tillämpningar och massproduktion lär inte komma före 2040.

Angående den militära användningen lutar det åt att 3DGA kan ha potential för en signifikant militär nytta. Bland annat lär 3DGA kunna göra högeffektiva sprängämnen säkrare att hantera genom att stabilisera ämnena.

I olika scenarier som FHS tagit fram har en expergrupp från Försvarsmakten, Försvarets materielverk, FOI och FHS prövat möjligheterna. Till exempel skulle man kunna göra så kallade strecksensorer i grafen. Då kan man mäta hur mycket en vinge töjer sig och man kan flyga nära brottgränsen, om det behövs, med ett obemannat flygplan. Man skulle också kunna göra en ultralätt drönare beväpnad med högexplosiva sprängämnen eller väva in solceller i en uniform för att kraftförsörja sensorer och kommunikation.

Jan Fagerström påpekar att det öppnas nya vägar för multifunktionella lösningar. Grafen kan både bära last och ha elektriska egenskaper.

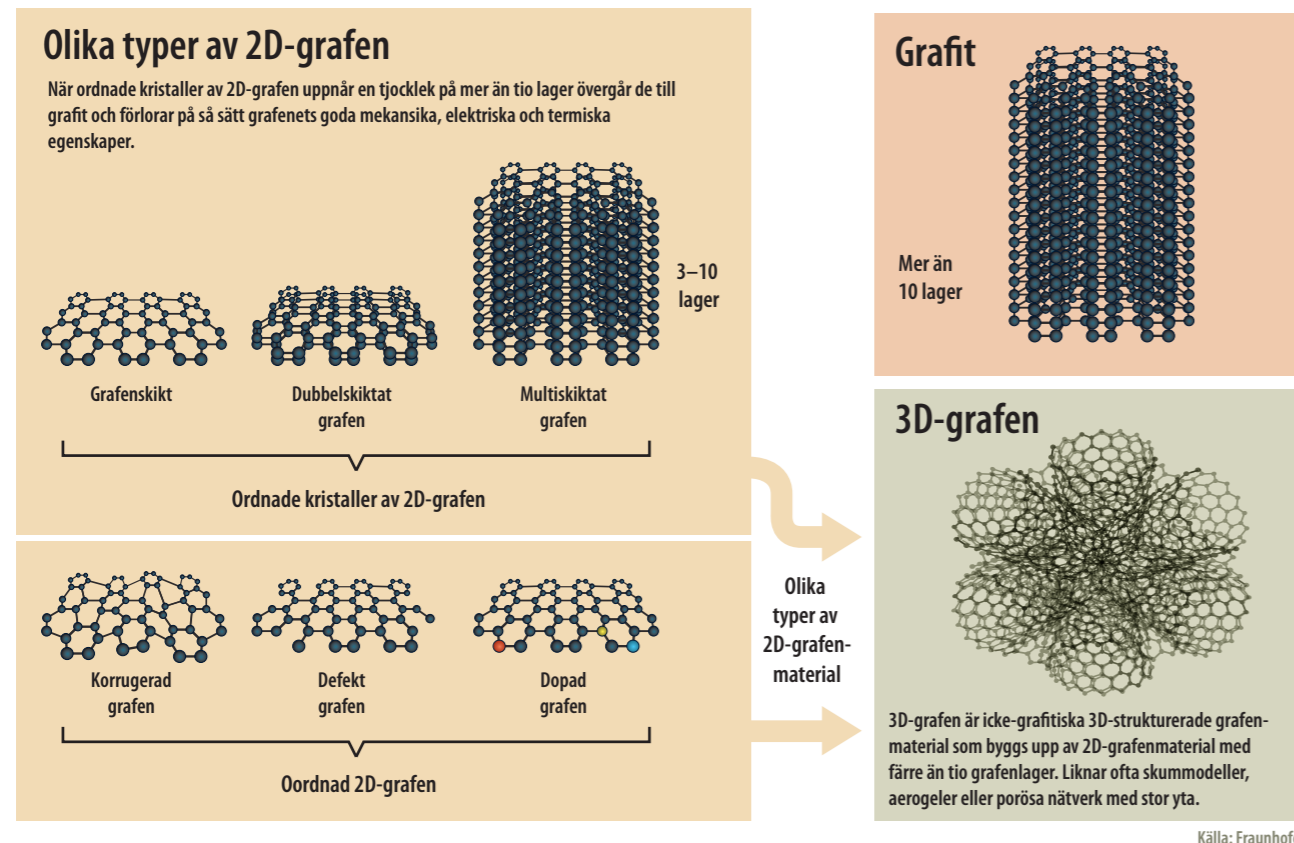
– Jag tror att den stora grejen här är att man kan använda grafen till olika saker samtidigt. Man kan skärma elektronik, få till tunna och lätta solceller, förbättra batterier och bygga in grafen i strukturer.

Signaturforskaren Jan Fagerström ser intressanta egenskaper ur det perspektivet. Man kan få låg signatur i både radarområdet och i det elektrooptiska IR-området. De optiska egenskaperna kanske kan användas för styrbara optiska material som vävs in i maskeringar och kläder.

– Kanske får vi en uniform som anpassas till omgivningen som en kameleont, så kallad adaptiv signaturanpassning. Om vi sträcker oss till 2050 så säger vi att då finns det. □

3D-GRAFEN

2D-grafen består av ett ytterst tunt lager grafen – endast ett eller några få atomlager. Det kännetecknas av utmärkt elektrisk, mekanisk och termisk ledningsförmåga. Nackdelarna är liten yta i förhållande till volym. Det kan också vara känsligt för skador eller föroreningar. 3D-grafen (3GDA), även kallad tredimensionell grafen, är en typ av grafenbaserat material som har en tredimensionell porös struktur. Den skiljer sig från traditionell 2D-grafen genom att bilda ett nätverk av sammanlänkade grafenblad. En fördel med 3DGA jämfört med ren grafen är att materialet har stor yta i förhållande till volym. På ytorna kan olika reaktioner ske och den porösa strukturen kan användas för att bära eller absorbera olika aktiva substanser.



FRAMTIDA TILLÄMPNINGAR

3D-grafen breddar de goda egenskaperna hos grafen till en tredimensionell form, vilket öppnar för nya möjligheter inom avancerade tekniska tillämpningar. De militära tillämpningarna är fortfarande under utveckling, men forskningen pekar på flera potentiella användningsområden.

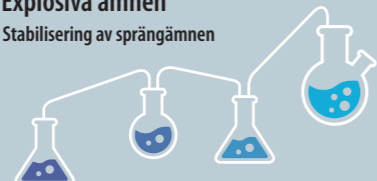
Energilagring och energisystem

Elektroder i batterier, superkondensatorer och andra energilagringseenheter



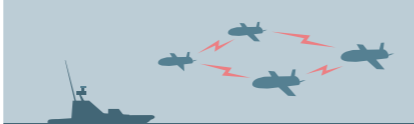
Explosiva ämnen

Stabilisering av sprängämnen



Material till farkoster och drönare

Lätta, starka och ledande material för användning i avancerade fordon



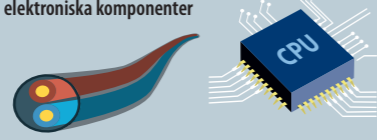
Sensorer och detektering

Sensorer för att upptäcka kemiska och biologiska hot



Skärmingsmaterial

Skärmingsmaterial för att skydda elektroniska komponenter



Katalytiska och kemiska tillämpningar

Exempelvis produktion av vätgas eller nedbrytning av kemiska stridsmedel



Sensorer in på bara skinnet

Huden är vårt största organ. Den reglerar vår temperatur och vätskebalans, skyddar vårt inre mot omgivningen och ger oss en lägesbild med hjälp av ett komplext system av känselkroppar och nervfibrer. Konstgjord hud placerad på en människo- eller robotkropp skulle kunna ge en ännu bättre bild av vad som pågår inuti såväl som utanför den.

A

ret är 2040. En militär styrka övar i norra Sveriges vinterlandskap, och på insidan av soldaternas lår sitter en tunn, plåsterliknande lapp som innehåller små sensorer. Det kallas elektronisk hud, eller e-hud, och mäter soldaternas hälsotillstånd. Så väl gruppbefäl som ledning kan i realtid följa hur det utvecklas individ för individ, strid för strid.

Redan innan två av soldaterna har börjat visa tydliga tecken på nedkylning får gruppbefälet en automatisk varning om att deras kroppstemperatur och puls har sjunkit oroväckande lågt. Hon beslutar om åtgärder som vänder soldaternas nedkylning, och de kan slutföra sitt uppdrag.

Detta skulle kunna vara ett framtida scenario för militär användning av e-hud. All information som den fångar upp och live-sänder skulle också kunna användas för att i efterhand analysera hur olika situationer påverkar soldater på individ- och gruppnivå. Det kan handla om temperatur, puls, vätskenivå, syresättning, blodtryck, elektrolyter, glukos, laktat, UV-exponering, med mera.

– Mitt förslag är att e-hud används på mindre grupper, till exempel specialstyrkor, för att övervaka vitala parametrar och testa soldaternas gränser, säger Nicholas Engelhardt som är militär lärare vid

Försvarshögskolan och ingår i gruppen som för svensk räkning har analyserat Fraunhoferinstitutets framtidsprognos om e-hud.

Han jobbade i den amerikanska militären i fyra år och behövde då ofta göra hälso- och drogtester.

– Det tog mycket tid och resurser, och kroppsvätskor behövde samlas in och skickas till labb. Om sensorer kan göra samma sak i realtid skulle det också spara resurser på så sätt, säger han.

DET ÄR DEN kommersiella industrin som är drivande i utvecklingen av e-hud, och dagens lite större och enklare versioner används redan för viss hälsoövervakning på sjukhus. Redan till 2030 skulle e-hud kunna vara användbart för att samla in hälsodata på soldater, men tekniken förväntas inte leda till banbrytande förändringar. Analysgruppen bedömer att den framtida militära nyttan av e-hud är måttlig.

Skillnaden mot dagens kommersiella hälsoklockor är att e-huden skulle kunna ha en större samling sensorer som fångar upp många fler typer av hälsodata. E-hud väger också mindre och är mer följsamt mot kroppen. Nackdelen är att e-huden kan vara känslig för slitage.

– Men i framtiden kanske e-huden kan hela sig själv, säger Nicholas Engelhardt.

E-hud kan också användas på robotar för att >

öka deras sensoriska datainsamling, men detta ligger sannolikt minst ytterligare fem år framåt i tiden. E-hud skulle till exempel kunna användas på robotar för ammunitionsröjning, och genom haptisk återkoppling ge operatören extra fingerfärdighet på distans.

SENSORER I E-HUD skulle också kunna utvecklas för att identifiera till exempel nervgasförgiftning. Men det kan vara för sent att upptäcka sådana ämnen först när de har nått en soldats hud, berättar Daniel Tobjörk som forskar inom skydd mot kemiska, biologiska, radiologiska och nukleära ämnen (CBRN) på Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI).

– CBRN-sensorer som bärs ovanpå kläderna vore bättre och en prioritet, eftersom de instrument som används i dag är stora, tunga och dyra, säger han.

En avgörande punkt för utvecklingen och den militära nyttan av e-hud är strömförsörjningen. Detta är en utmaning framför allt om e-huden trådlöst ska skicka data, vilket kan kräva en hel del energi. Behovet av batterier är den främsta orsaken till att dagens kommersiella produkter egentligen är för tjocka och rigida för att verkligen kallas e-hud.

Energin skulle i framtiden kanske kunna skapas mekaniskt i e-huden, kemiskt genom svett, eller genom kroppsvärme eller sol, men dessa tekniker innebär i dagsläget olika svårigheter eller har begränsad effekt. En annan möjlighet skulle kunna vara att e-huden med hjälp av närfältskommunikation både får ström från och skickar data till en närliggande apparat, till exempel en mobiltelefon i fickan.

EN RISK MED e-hud är att motståndaren uppfattar signalerna när e-huden sänder data till sin mottagare. E-hud väcker också etiska frågor. Vad tycker soldaterna om att bli så nära övervakade? Hur används informationen och hur påverkar det soldatens autonomi? Vad finns det för risker om denna data hamnar i fel händer eller hackas och ändras?

Med blickarna riktade ännu längre fram i tiden har Nicholas Engelhardt och Daniel Tobjörk diskuterat om e-huden skulle kunna kopplas till en apparat som kan ge soldaten olika slags kemiska stimuli. Smärtstillande om kortisonet blir högt, glukos om blodsockret dippar, acetylkolin vid nervgasförgiftning – och adrenalin eller amfetamin för att öka soldatens vakenhet och smärttålighet.

– Jag tror inte att Sverige skulle vara villigt att göra något sådant. Men kanske andra länder, säger Nicholas Engelhardt. □

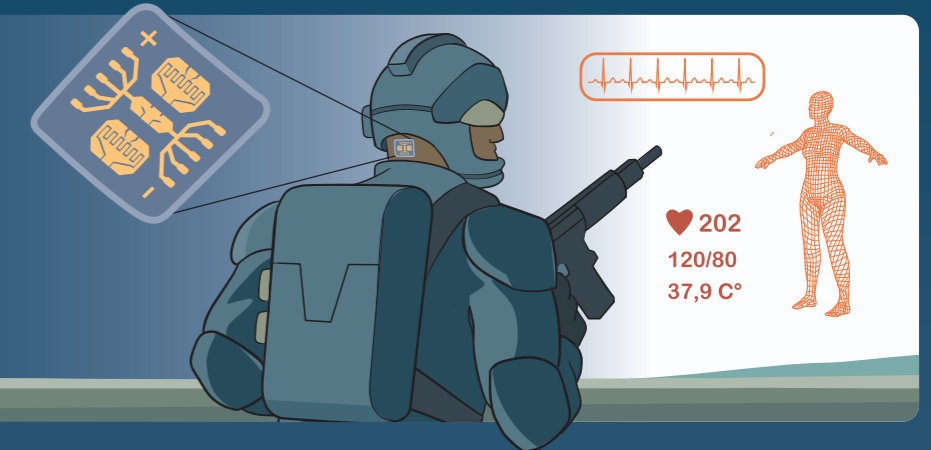
ELEKTRONISK HUD (E-SKIN)

Elektronisk hud (e-hud eller på engelska e-skin) är tunna, flexibla elektroniska enheter som efterliknar människans hud och har potential att användas inom robotik, proteser och hälsovård för att möjliggöra taktill feedback, övervakning av kroppsfunktioner och förbättrad människa-robot-interaktion. De system som finns idag är ofta begränsade till sensorer för att mäta hälsovärden, men framtidens teknik förväntas bli mer avancerad och integrerad.

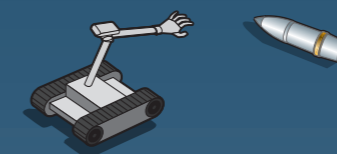
Hälsoövervakning

E-hud-system skulle kontinuerligt kunna övervaka vitala parametrar hos soldater, som hjärtfrekvens, blodtryck och syremättnad, i realtid under insatser. Detta skulle kunna förbättra taktisk medicinsk behandling, varna för fysisk eller mental överbelastning.

Även kemisk stimuli via e-huden skulle kunna vara möjligt, såsom smärtstillande eller medel mot trötthet.



Haptisk återkoppling



Robothänder med e-hud skulle kunna låta obemannade system och drönare manipulera olika föremål på ett försiktigt och kontrollerat sätt under mänsklig styrning med taktill feedback.

E-plåster

BETR (Bioelectronics for Tissue Regeneration) – bioelektronik för vävnadsregenerering, som syftar till en snabbare läkningsprocess för sår.



Miljöförståelse

E-hud skulle kunna användas för att förbättra sensorlösningar för obemannade enheter, så att de kan känna av och tolka sin omgivning bättre, exempelvis vid kollapsade byggnader, tunnlar eller i andra trånga och mörklagda miljöer.



CBRN-sensorer

E-hud kan integreras med biokemiska sensorer för att upptäcka förgiftningar, miljögifter eller sjukdomssymptom tidigt, vilket ger möjligheter till snabb medicinsk respons.



Källa: Fraunhofer

Nya möjligheter att skapa nya material

Många människor undersöker metamaterial. En av dem är Alexander Grötsch. Det är ett spännande forskningsområde, säger han. Metamaterial kan bestå av många olika ämnen, såsom metaller, keramik eller polymerer, bland vilka mekaniska metamaterial bara är en av flera grenar.

Alexander Grötsch är biträdande professor vid avdelningen för material- och strukturmekanik vid Kungliga Tekniska högskolan i Stockholm, KTH. Han kommer ursprungligen från Tyskland och har arbetat i Storbritannien, Schweiz och USA. Bland hans samarbetspartners finns University of California, Swiss National Laboratories for Materials Science and Technology (EMPA) och Massachusetts Institute of Technology (MIT).

Tillsammans med sin kollega Thomas Frisk från Försvarshögskolan (FHS) har Alexander Grötsch analyserat en rapport om mekaniska metamaterial som sammanställts av det tyska institutet Fraunhofer. – Metamaterial är något som skapas, säger Alexander Grötsch. Genom en noggrann utformning av den interna arkitekturen kan sådana material skräddarsys för en specifik teknisk tillämpning. Ett vanligt intresse är att minska den nödvändiga mängden material och därmed skapa lätta strukturer med specifika funktioner samtidigt som man sparar materiella resurser.

ALEXANDER GRÖTSCH STUDERADE fysik och har under årens lopp arbetat med en rad olika material, främst i mycket liten skala. Medan framsteg inom additiv tillverkning nu gör det möjligt att skapa metamaterial med strukturella egenskaper i nanoskala, är en aktuell utmaning att skala upp dessa 3D-printade

strukturer, vilket kommer öppna nya möjligheter för teknisk utveckling.

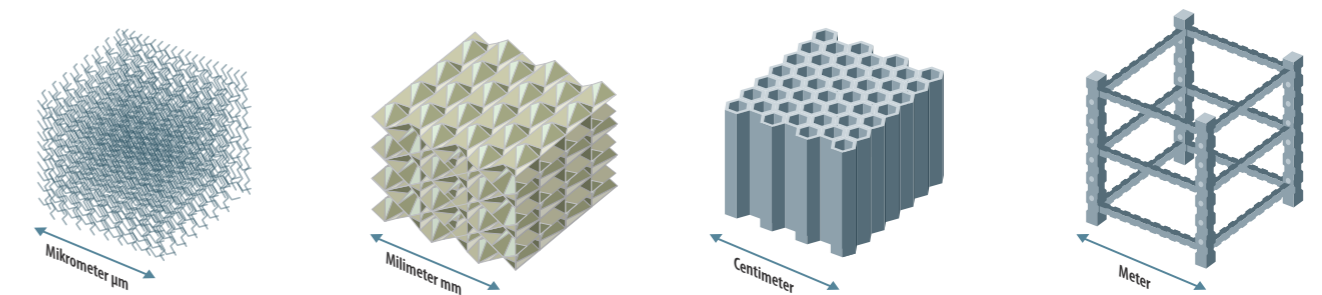
Efter att ha tagit en doktorsexamen i maskinteknik med inriktning på biobaserade hierarkiska material började hans forskning fokusera på mekaniska metamaterial. Detta omfattade olika tillämpningar, såsom vävnadsteknik inriktad på benersättning eller småskaliga stötdämpare.

METAMATERIAL KAN SKAPAS av olika material. En viktig drivkraft i utvecklingen är additiv tillverkning, speciellt, 3D printing. KTH kan printa polymerer i nanoskala med hjälp av en kortpulsad laser. Denna teknik kallas tvåfotonlitografi. Andra tekniker, såsom laserpulverbäddsmältning, använder pulver för att skapa metalliska strukturer. Båda kan kombineras med avancerad utrustning, såsom atomär skiktdeposition, för att lägga till keramiska skikt med atomär precision.

Ett hett forskningsämne är material som har ett minne och kan återgå till sin ursprungliga form. Dessa smarta material är programmerbara och

MEKANISKA METAMATERIAL

Mekaniska metamaterial är en klass av material som uppvisar egenskaper som inte finns hos konventionella material. De är konstruerade med specifika strukturkonfigurationer på olika längdskalor, vilket gör att de kan bete sig på exceptionella sätt under mekaniska laster. Dessa material kan exempelvis erbjuda enastående energiabsorption, bärförmåga och tålighet.

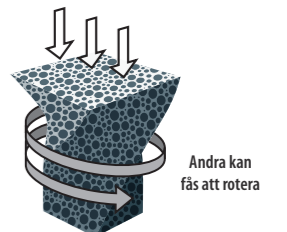
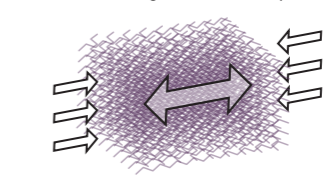


Strukturell design och materialegenskaper

Mekaniska metamaterial är utformade med intrikata geometriska former ofta som gitterstrukturer vilket dramatiskt påverkar deras mekaniska beteende. Deras design utnyttjar koncept som negativ effektiv massa eller unika konfigurationer som möjliggör bistabilitet och multistabilitet. Till exempel kan dessa material deformeras på kontrollerade sätt för att absorbera energi från stötar utan att genomgå permanent deformation, vilket gör dem mycket energieffektiva.

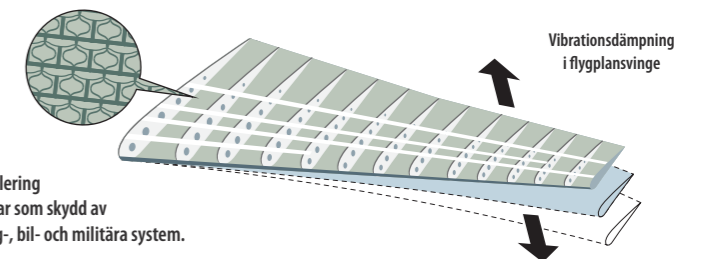
Negativ kompressibilitet

Vissa mekaniska metamaterial kan expandera i motsatt riktning när de utsätts för tryck



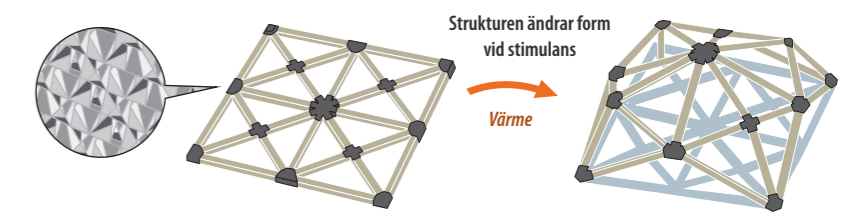
Vibrationsdämpning

En av de framstående egenskaperna hos mekaniska metamaterial är deras förmåga att hantera vibrationer och stötar genom konfigurationer med quasi-zero-stiffness (QZS). QZS-konfigurationer är inte begränsade till mekaniska metamaterial men har en stor potential att användas inom detta område. Genom att effektivt minska dynamisk styvhet samtidigt som statisk styvhet bibehålls, kan QZS-system erbjuda förbättrad prestanda, särskilt när det gäller isolering av lågfrekventa vibrationer. Denna förmåga är särskilt användbar vid tillämpningar som skydd av känslig utrustning, byggnadsteknik och precisionsinstrument, men även inom flyg-, bil- och militära system.



Programmerbara och adaptiva material

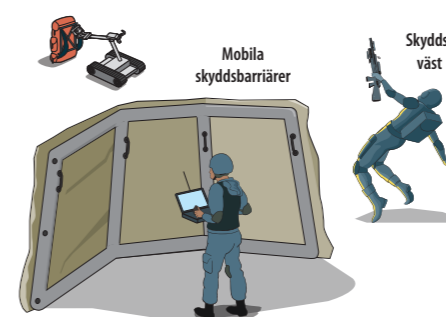
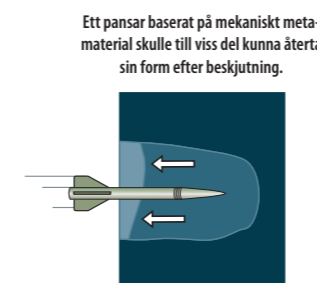
Mekaniska metamaterial kan också utformas för att ha programmerbara egenskaper, vilket gör att de kan ändra sitt beteende som svar på yttre stimuli. Denna anpassningsbarhet gör dem lämpliga för nya typer av ställningssystem och intelligenta strukturer som kan skräddarsys för specifika tillämpningar, såsom i robotik eller adaptiva bärande system.



Militära tillämpningar

Ballistik och pansarteknik

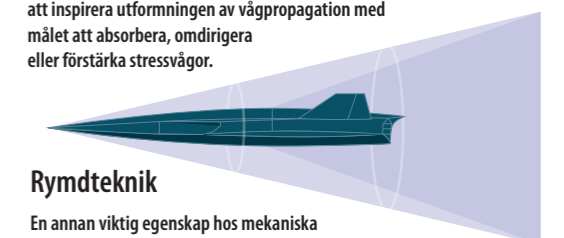
Materialen undersöks för deras potential inom ballistiskt skydd och påverkningsdämpning. Deras strukturella konstruktion möjliggör energiomdirigering och absorption, vilket gör dem ideala för pansar-tillämpningar och skyddsutrustning som kräver både lätta och starka lösningar.



Källa: Fraunhofer

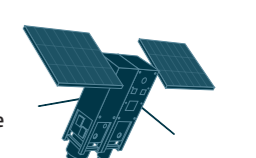
Höga machtal

Vid hypersoniska tillämpningar – såsom de som överstiger mach 8 – kan traditionella mätmetoder ha svårt att fungera under extrema förhållanden som vid, dynamiskt tryck och chockvågor. Metamaterial har potential att inspirera utformningen av vågpropagation med målet att absorbera, omriggöra eller förstärka stressvågor.



Rymdteknik

En annan viktig egenskap hos mekaniska metamaterial är negativ termisk expansion. Till skillnad från traditionella material, som expanderar vid ökande temperatur, kan vissa metamaterial ha godtyckliga koefficienter för termisk expansion. Denna egenskap är särskilt fördelaktig inom rymdindustrin, där material måste upprätthålla dimensionell stabilitet över varierande temperaturer.



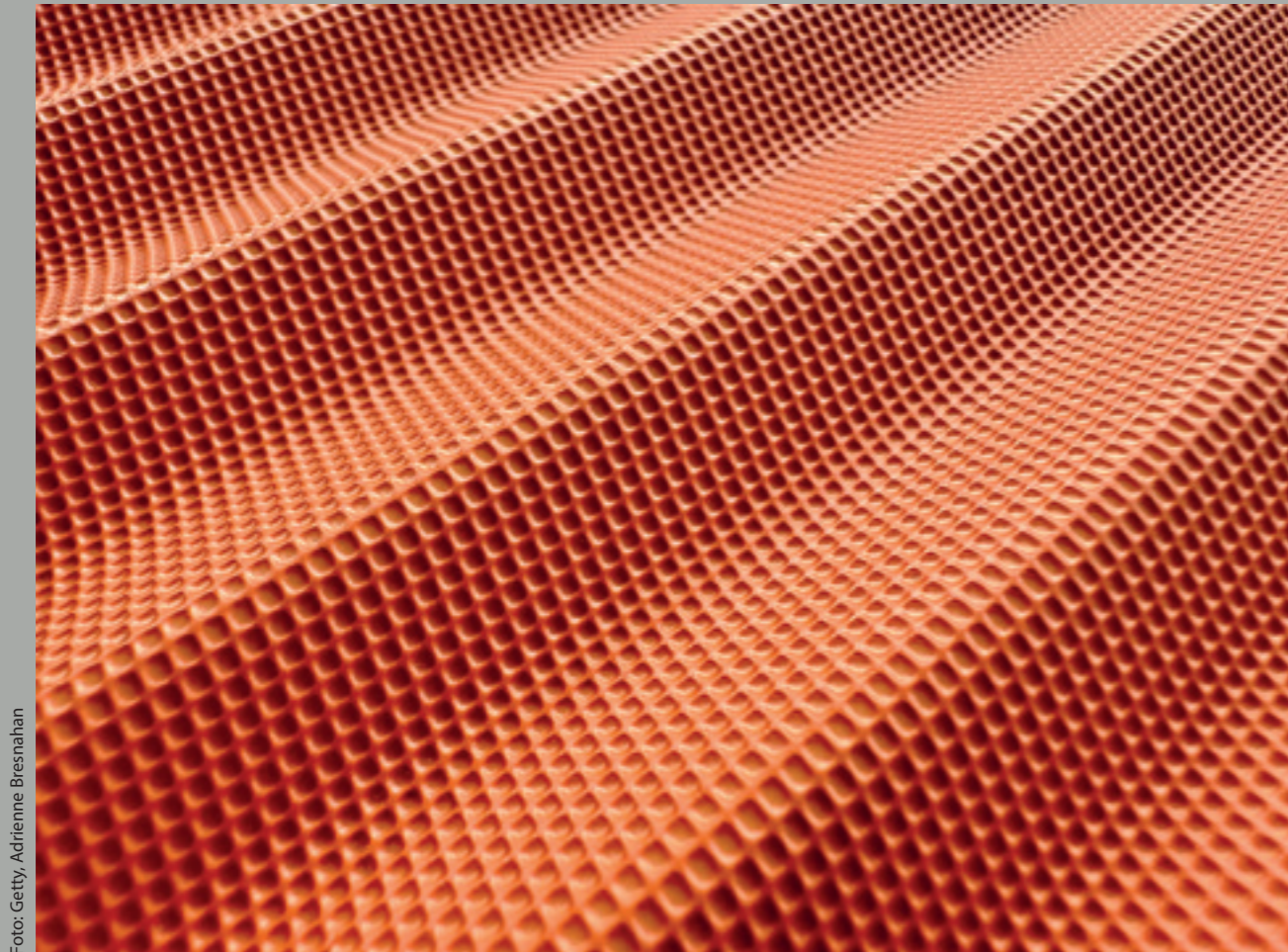


Foto: Getty, Adrienne Bresnahan

Drömmen om en superröntgen

Myonen gör inte mycket väsen av sig. Den är en elementarpartikel och påminner om elektronen. Den uppstår i den övre atmosfären genom kosmisk strålning. När den når jorden har den en medellivslängd på 2,2 miljondels sekund. Den kan tränga djupt in i berg. Och nu funderar forskarna på om det går att göra konstgjorda myoner. En dröm om Stålmannens röntgenblick – eller en mardröm om Frankensteins monster.

anpassningsbara och kallas formminnesmaterial.

– Det finns också mycket att lära av naturen. Det gäller till exempel strukturen på en fjärilsvinge eller hur våra ben är uppbyggda. Ben är lätta, styva och starka. Det är en nanokomposit där olika material kombineras på ett mycket intrikat sätt längs olika längdskalor, säger Alexander Grötsch. Sådana material kallas hierarkiska.

Militärens intresse för mekaniska metamaterial berör främst lättare plattformar som fordon och lättare skyddsvästar. FHS bedömde att tekniken skulle kunna ha stor militär nytta för det svenska försvaret om den kan skalas upp. Området är så viktigt att det är värt att bevaka. Mekaniska metamaterial betraktas därför som en av framtidens tekniker för det svenska försvaret.

ATT ANALYSERA METAMATERIALENS materialbeteende är en annan viktig del av Alexanders forskning. Ett sätt är att kombinera mekaniska analyser med strukturella analyser.

– Sådana ”in situ”-tester kan göras antingen i en laboratoriemiljö eller vid storskaliga forskningsanläggningar, till exempel med hjälp av röntgenstrålning vid den svenska synkrotronen MAX IV i Lund. Detta gör det möjligt att se inuti strukturen medan den deformeras och identifiera möjliga sätt att optimera

den. Kollegor vid MIT skickade också ut partiklar och små skivor för att krossa metamaterial i överljudshastigheter för att studera materialets beteende vid töningshastigheter som också är relevanta för militära tillämpningar. Denna teknik kommer snart också att finnas tillgänglig vid KTH.

Alexander Grötsch betonar den tvärvetenskapliga karaktären hos sin forskning. Det gör det möjligt att bredda omfattningen och de möjliga tillämpningarna. Framtida projekt vid KTH inkluderar en kombinerad metod med laseroptik och mikromekaniska tester för att få tillgång till optomekaniska egenskaper. Flera forskargrupper vid KTH arbetar med olika aspekter av metamaterial och Alexander Grötsch har byggt upp ett samarbete både internt och internationellt.

Precis som inom andra områden i vardagen har användningen av artificiell intelligens (AI) ökat inom olika forskningsområden, inklusive de som är inriktade på metamaterial, säger Alexander Grötsch.

Beräkningsresurserna och kraften har ökat så att forskare kan simulera ett materials interna struktur i syfte att uppnå specifika egenskaper. Dessa kan vara mekaniska, optiska eller elektroniska. Flera forskargrupper inom området arkitektoniska (meta)material arbetar uteslutande med denna beräkningsaspekt, säger Alexander Grötsch. □

Myonerna bombarderar oss med ungefär 100 partiklar per kvadratmeter per sekund och de kan gå otroligt djupt, säger Nicholas Engelhardt som tillsammans med sin kollega Thomas Frisk vid Försvarshögskolan (FHS) har studerat en rapport om konstgjorda myoner från det tyska institutet Fraunhofer. Myonerna kan gå upp till 20 meter i vatten, tio meter genom berg och drygt två meter igenom järn. Myonen påminner om en elektron men är 200 gånger tyngre.

Myonerna kan antingen reflekteras eller absorberas av materialet och då kan man studera hur de sprids. Med sensorer kan man mäta myonerna och skapa ett slags röntgen och göra en bild i två eller tre dimensioner av en volym beroende på hur många sensorer som används.

Med denna metod, myonradiologi, har forskare gjort bilder av pyramidens inre. Man kan också utforska berggrum och göra geologiska undersökningar. Haken är att det kan ta upp till veckor att få ett resultat. Därför har forskarna börjat studera om det inte skulle gå att göra konstgjorda myoner och göra mätningarna snabbare och bättre. De stora framsteg som gjorts med partikelacceleratorer har ökat detta▷

intresse. Och det talas om militära tillämpningar som att ha undervattenssensorer och kartlägga underjordiska anläggningar och leta efter gömda kärnvapen.

– Det är fortfarande väldigt mycket teori, säger Nicholas Engelhardt.

– Men det är intressant och kan spela en roll på mycket lång sikt. Hittills har man prövat teorin med simuleringar i laboratorier.

– Det finns nog en dröm om att kunna se genom berg, hus eller betong, säger Thomas Frisk som forskat i många år på Kungliga Tekniska Högskolan inom röntgenområdet och nu är forskningsledare för rymdsektorn vid FHS.

– Det finns en vision om en jättelik röntgenanläggning. Den militära nyttan är tämligen begränsad. Det finns bättre metoder idag för till exempel att leta efter ubåtar. De civila tillämpningarna är nog intressantare. Det kopplar en hel del till seismiska rörelser och det är där som de naturliga myonerna används för mätningar.

DET KRÄVS ENORMA mängder energi för att skapa konstgjorda myoner. Nicholas Engelhardt säger att det nog behövs en mycket stor gasturbin för att göra detta. En gasturbin idag ligger på cirka en megavolt. För att göra myoner måste man nog upp i en gigavolt. Thomas Frisk påpekar att kablarna till dagens partikelacceleratorer är massiva. Så att tänka sig en rörlig superröntgen verkar svårt.

Och sedan är det långt ifrån riskfritt att hantera konstgjorda myoner. Biprodukter kan vara starkt joniserande och människor måste skyddas bakom metertjocka lager av järn. En variant är att bygga ett skydd med hjälp av elektromagnetism. Men det drar enorma energimängder som då ska läggas till all energi som krävs för att skapa myonerna.

– När elektroner tvärnitars, om de nu kan göra det, uppstår så kallad bromsstrålning som ofta är röntgen, säger Thomas Frisk.

– Detektorerna, hur avancerade de än är, bromsar inte partiklarna. Då krävs det några meter järn och då kan det uppstå hetta eller en massa röntgenstrålning som är joniserande. Det kommer helt enkelt att krävas jättemycket bly och järn. Det är min bild av det.

– Det går även att tänka sig starka elektromagneter som kröker partiklarnas bana. Men det kräver

stora grejer, mycket energi och feta magnetfält. Det händer rätt konstiga saker när man kör de här energierna, säger Thomas Frisk.

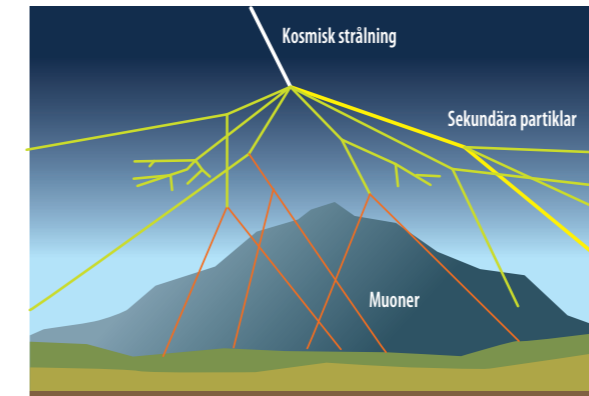
Mary Shelley var bara 19 år när hon kom ut med en bok där en vetenskapsman skapade liv genom att fånga blixten. Mary Shelley brukar räknas till romantikerna som var besatta av elektriciteten. Hennes bok tolkades som en kritik av upplysningstidens dröm om att behärska naturen. Forskaren lyckades blåsa liv i en samling döda kroppsdelar. Men resultatet blir inte så lyckat. Frankenstein hade skapat ett monster. Så det kanske är bäst att låta naturen ha sin gång och lämna myonerna ifred. □

TRANSPORTABLA MUONKÄLLOR

Muon-radiografi baserad på transportabla muonkällor är en teknik som kan revolutionera hur man undersöker inre strukturer i stora objekt och under jord, exempelvis inom militär, industri och säkerhet. Traditionellt används kosmiska muoner för detta ändamål, men mättiderna är ofta mycket långa, vilket begränsar praktiska tillämpningar. Genom utveckling av artificiella muonkällor, särskilt baserade på laser-plasma-acceleratorer, skulle mättiderna kunna kortas avsevärt.

KOSMISKA MUONER

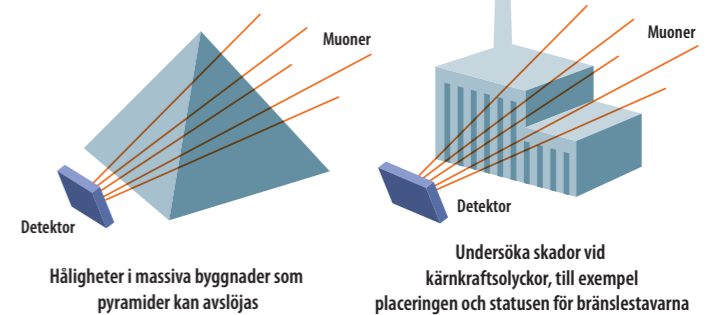
Kosmiska muoner skapas när kosmiska strålar, som främst består av högenergetiska protoner, kolliderar med atomkärnor i jordens övre atmosfär. Den initiala kollisionen producerar en mängd sekundära partiklar som snabbt sönderfaller till muoner och neutriner. Muonerna är "relativt långlivade" och har en hög genomträngningsförmåga. Trots att de är instabila och sönderfaller inom mikrosekunder är deras livstid tillräcklig för att de flesta ska nå jordytan innan de sönderfaller.



På grund av deras höga energi och genomträngningsförmåga, kan muoner tränga igenom tjocka lager av material. Detta gör dem användbara för olika typer av radiografi, såsom att undersöka geologiska strukturer och byggnader.

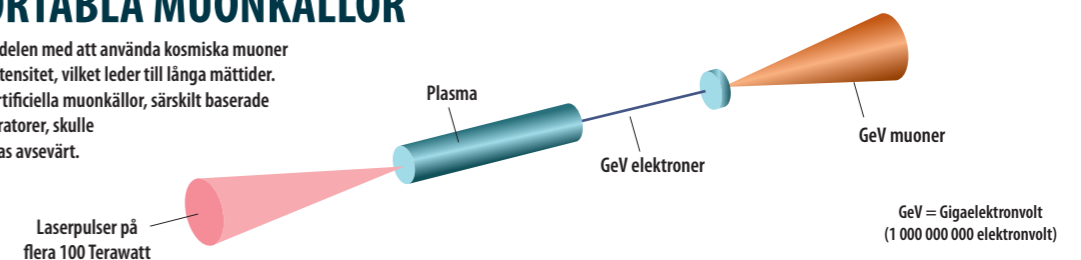
När muoner passerar genom objektet kan deras banor avvika något på grund av scattering, och vissa muoner absorberas beroende på materialets densitet och sammansättning. Detektorerna registrerar de inkommande och utgående banorna, vilket gör det möjligt att avgöra hur mycket muonerna har dämpats eller omdirigerats.

Användningsområden



TRANSPORTABLA MUONKÄLLOR

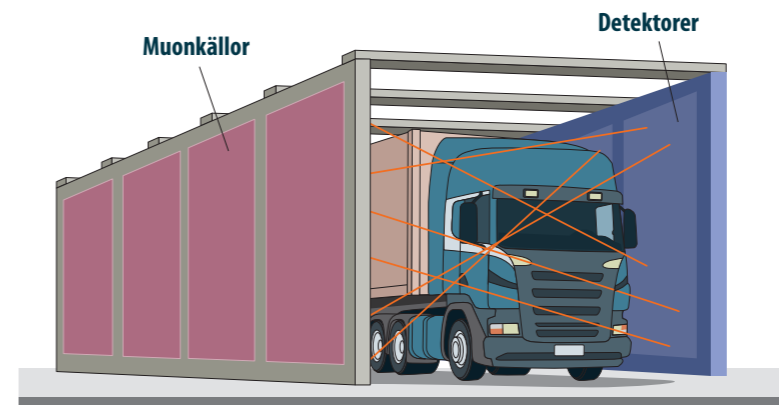
Den huvudsakliga nackdelen med att använda kosmiska muoner är deras relativt låga intensitet, vilket leder till långa mättider. Genom utveckling av artificiella muonkällor, särskilt baserade på laser-plasma-acceleratorer, skulle mättiderna kunna kortas avsevärt.



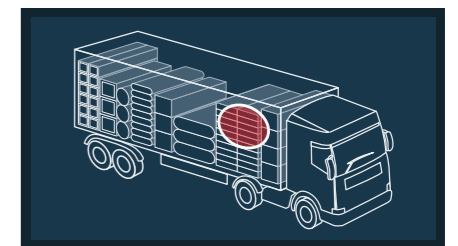
GeV = Gigaelektronvolt
(1 000 000 000 elektronvolt)

TRANSPORTABLA MUONDETEKTORER

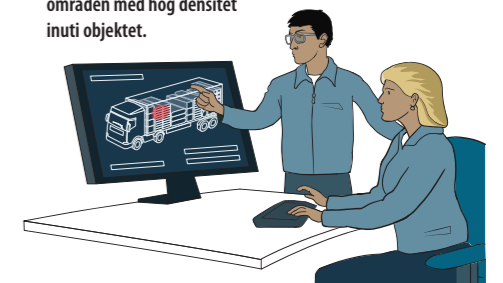
Dagens kraftfulla pulserade laser-system är energislukande, stora, dyra och kräver avancerad infrastruktur. Men forskning syftar till att utveckla just sådana transportabla system. Målet är att generera muoner med energier i området 10–100 GeV och flöden på upp till 100 miljoner muoner per sekund, vilket skulle kunna förbättra inspektionstider från dagar till minuter. Det skulle möjliggöra undersökning av fordon, rekognosering av underjordiska tunnelssystem, byggnader och gömt kärnmaterial.



Källa: Fraunhofer



Med hjälp av avancerade algoritmer och statistiska modeller omvandlas variationerna i muon-dämpning och scattering till en tredimensionell densitetskarta av den inre strukturen. Detta avslöjar funktioner som tomrum, håligheter eller områden med hög densitet inuti objektet.





FÖRSVARSMAKTEN

**Publikationen Omvärld är sammanställd av FoT-projektet
Omvärldsbevakning med teknisk prognos.**

FMV dokumentbeteckning: 24FMV2096-33 ISBN: 978-91-87723-27-8