



VITEN

FORSKNINGSFAGLIG MAGASIN

1. 2024

FORSVARETS FORSKNING SINSTITUTT



SOLDATEN I FRAMTIDENS OPERASJONER

TAKTIKK

Krigens digitale
revolusjon

side 4

TEKNOLOGI

Soldaten er
et system

side 18

UTVIKLING

Framtidens
soldatutstyr

side 26

HVORFOR ER FORSKNING VIKTIG FOR SOLDATEN?

Dette magasinet handler om soldaten i framtidens operasjoner.

Det er langt fra en uttømmende eller fullstendig vitenskapelig avhandling om emnet. Magasinet du holder i hendene, gir noen smakebiter på hva vi jobber med ved FFI. Det er en fortelling om hva vi mener blir viktig for Forsvaret og FFI framover for å dra nytte av teknologisk utvikling og forsvarsløftet.

Med soldat mener vi ikke bare fotsoldaten. En soldat er en person som tilhører krigsmakten. Temaene vi skriver om, er relevante for alle i Forsvaret, fra menig til øverste sjef.

I FFIs strategi mot 2044 har vi plukket ut fem satsingsområder. Tre av dem preger denne utgaven av Viten: **multidomeneoperasjoner, situasjonsforståelse og datadrevet forsvar.**

Vi skriver både om soldatens omgivelser, framtidens operasjoner og systemene av soldatutrustning og teknologi som framtidens soldat må forholde seg til. Etter at du har lest denne utgaven, håper vi at du forstår hvorfor disse tre områdene er plukket ut som spesielt viktige for forskning, utvikling og innovasjon ved FFI og i Forsvaret.

Det er flere viktige spørsmål vi forsker på, som definitivt angår framtidens soldat, men som vi har valgt å holde utenfor dette Viten: Hvordan dannes forsvarsvilje i befolkningen? Hvordan kan Forsvaret rekruttere og beholde menneskene de trenger? Hva slags etiske og teknologiske rammer finnes for menneskelig forbedring? Hvordan skal vi oppdage og beskytte oss mot påvirkningsoperasjoner?

Disse spørsmålene, såkalte menneskelige faktorer, kunne vært et helt eget Viten. Mennesket vil fortsatt være Forsvarets viktigste ressurs.

Vi er inne i en tid med ustabilitet, uforutsigbarhet og uroligheter. Det krever mye av oss. De kommende årene skal forsvarsbudsjettet doubles. Det skal gjøres store investeringer som vil påvirke Forsvaret i mange år fremover. Samtidig går teknologiutviklingen stadig raskere.

For å få mest mulig forsvarsevne ut av forsvarsbudsjettet må vi gjøre fremtidsrettede valg som kan ta inn over seg teknologiutviklingen, og sørge for at soldaten har de beste forutsetninger for å løse sine oppgaver. Forskning, utvikling og innovasjon er nøkkelen for å lykkes med dette.



Kenneth Ruud
Administrerende direktør, FFI

UTGIVER:
Forsvarets forskningsinstitutt

FORSIDE/ILLUSTRASJON:
Martin M. Hvattum

REDAKTØRER:
Espen Hofoss
Kathinka Louise Rinvik Bratberg

DESIGN:
Alexander Kanvik

info@ffi.no

BIDRAGSYTERE:
Espen Hofoss
Lars Aarønæs
Kathinka Louise Rinvik Bratberg
Miika Brenna Jarsve
Anders Halvorsen Fehn

FOTO/ILLUSTRASJON:
Martin M. Hvattum
Alexander Kanvik
Infokraft
Forsvaret
AdobeStock

Trykk: FFI, august 2024

P ISSN: 2535-2679
E ISSN: 2535-2687

Abonner på vårt nyhetsbrev:
ffi.no/nyhetsbrev

Følg oss på:
Facebook
Instagram
LinkedIn
X
ffi.no

Forsvarets forskningsinstitutt
Besøksadresse:
Instituttveien 20
2007 Kjeller

Postadresse:
Postboks 25
2027 Kjeller

Telefon:
66 93 49 22

INNHOOLD



Side 4: Evnen til å skaffe seg oversikt, dele data og samarbeide på tvers av våpengrener blir viktig for å overleve i framtidens operasjonsmiljø.



Side 16: Krigens karakter vil endres, men krigens natur vil forbli mer eller mindre uendret, mener Forsvarets sjefssersjant Rune Wennberg.

SOLDATEN I FRAMTIDENS OPERASJONER

- 4 Krigens digitale revolusjon
- 13 Elinor – soldatens usynlige øye
- 14 Nilus løser et problem
- 15 Hvordan kan KI hjelpe soldaten?
- 16 Hva kreves av framtidens soldat?
- 18 Soldaten er et system
- 22 Skal vi ikke få fyre i teltet lenger, nå da?
- 24 Slik ble den norske kamuflasjen laget
- 25 Forskere laget et bærbart styrt våpen med hyllevare
- 26 Framtidens soldatutstyr

NYTT FRA FFI

- 28 Nå blir det lettere å øve på store kriser med farlige stoffer
- 30 Hvordan flytte et piano under vann
- 32 Skuddsikker forskning
- 33 Slik kan 3D-printing øke Forsvarets operabilitet
- 34 Hva sier Forsvarsanalysen 2024?
- 36 Propagandabilder avslører hvordan terroristene tenker
- 38 Udetonerte bomber fra krigen er blitt farligere
- 40 Norsk kraftforsyning kan bli truga
- 41 Mitt forskerkontor: Lunsj i minus 25 grader
- 42 Meld deg på FFIs arrangementer



KRIGENS DIGITALE REVOLUSJON

Sensorer som ser alt. Kunstig intelligens som kverner stordata og gir oss råd. Maskiner som løser oppgaver for oss. Hvilke oppgaver blir igjen til soldaten i framtidens krigføring?

– Det dere skal være med på i dag, er ikke en demonstrasjon. Det er et eksperiment. Det er helt ok hvis alt ikke fungerer i dag.

Hærsjef Lars Lervik står i velferdsbygget på Porsangmoen og ser ut over en sal med forsvarsfolk fra Norden, Nederland, Storbritannia og USA.

Det er bare noen timer siden Sverige ble medlem i Nato. Storøvelsen Nordic Response, med 20 000 Nato-soldater, er akkurat ferdig. Men noen er igjen for å trene ekstra.

Om noen timer skal norsk og svensk artilleri skyte sammen. Måldata skal de få fra

ubemannede kjøretøyer, droner og spesialsoldater. Informasjonen skal deles på tvers av graderingsnivåer og systemer.

– Vi gjør dette for å teste ideer. Vi skal finne ut hva som kan fungere, og hva vi skal gjøre mer av, sier Lervik.

RASKT OG RELEVANT

Teknologiekperimentet på Porsangmoen var innom det som trolig vil bli nøkkelord i framtidens militære operasjoner:

- situasjonsforståelse
- multidomeneoperasjoner
- datadrevet forsvar



Vi gjør dette for å teste ideer. Vi skal finne ut hva som kan fungere, og hva vi skal gjøre mer av.



I juni 2019 møtte to F-35 kampfly Sjøforsvarets fregatt, KNM Otto Sverdrup, for å trene sammen på åpent hav. Foto: Kristian Torske / Forsvaret

I FFIs strategi er disse tre områdene plukket ut som spesielt viktige for forskning, utvikling og innovasjon de kommende 20 årene.

Begrepene er også en viktig del av Natos militære strategi: evnen til samarbeid og multidomeneoperasjoner skal skille Nato fra ellers jevnbyrdige motstandere.

Nato peker på datadeling, ny teknologi, kommando og kontroll, kompetanse og trening som viktige forutsetninger for multidomeneoperasjoner.

Men hva betyr det i praksis? Og hva vil det kreve av Forsvaret og menneskene som jobber der?

Multidomeneoperasjoner er av Nato definert som «Å organisere militære aktiviteter på tvers av alle domener og miljøer, synkronisert med ikke-militære aktiviteter, slik

at alliansen kan skape sammenfallende effekter i den hastigheten som kreves.»

Grunntanken er at ressurser som opererer i ulike domener (land, luft, sjø, cyber og verdensrommet), fleksibelt og kreativt skal kunne brukes for å håndtere trusler. Dette skal være synkronisert med ikke-militære aktiviteter.

Argumentet er at framtidens konflikter kommer til å kreve raskere beslutninger og mer samarbeid, både internt i Forsvaret og mellom Forsvaret og andre samfunnsinstitusjoner.

– Det er en utvikling som er tenkt over tid fra Natos side, forklarer Sigmund Valaker, sjefsforsker ved FFIs avdeling Forsvarssystemer. Han er organisasjonspsykolog og har de siste 17 årene forsket på hvordan situasjonsbevissthet, koordinering og beslutnings-

taking skjer i militær sammenheng.

SYSTEMER SNAKKER IKKE SAMMEN

Tradisjonelt har sjø, luft og hær sine egne taktiske nettverk og systemer som ikke er kompatible. Da blir det vanskelig med samarbeid.

Den rake motsetningen finner vi i det amerikanske framtidskonseptet om felles alldomene kommando og kontroll (*Joint All-Domain Command and Control – JADC2*) der sensorer fra alle forsvarsgrenene er koblet sammen i et felles nettverk.

Hvis man lykkes med felles alldomene kommando og kontroll og den underliggende IKT-arkitekturen, vil de som har kommando, kjappere få mulighet til å få oversikt, de får rettet innsatsen riktig sted raskere enn fienden, og de klarer å drive synkronisert kamp på tvers av alle domener.



Kommunikasjonsflyt og datadeling er essensielt for framtidens multidomeneoperasjoner. Men det er ikke sikkert alle skal samarbeide om alt hele tiden.
Foto: Ole-Sverre Haugli / Magnus J. Horne / Forsvaret

Skeptikerne spør om det i det hele tatt er mulig å skape et slikt nettverk som sikkert og pålitelig kan koble sensorer, våpen og kommandosentraler i alle domener mens en fiende driver elektronisk krigføring for å sabotere eller avlytte.

Konseptet reiser også en del andre spørsmål: Hvem skal ha beslutningsmyndighet når alle samarbeider? Hvilke beslutninger kan tas av datamaskiner for å øke hastigheten, og når skal mennesket involveres?

Både i Forsvaret og i Nato eksperimenteres det med nye felles kampstyringsprogrammer og IKT-infrastruktur. Det øves på nye typer operasjoner der for eksempel luftforsvar, marine og spesialsoldater samarbeider for å løse oppgaver.

Foreløpig er fullskala felles alldomene kommando og kontroll likevel mest en teori

eller en framtidsvisjon.

– Det er ikke sikkert alle skal samarbeide om alt hele tiden, påpeker Valaker.

– Utviklingsarbeidet framover vil også handle om å finne ut hvilke styrker som skal samarbeide om hva, og hvordan vi kan bruke ny teknologi i disse operasjonene.

Han understreker at det er kostnader knyttet til multidomeneoperasjoner – ikke bare økonomiske, men organisatoriske. Økt samarbeid gir økt risiko for misforståelser og konflikter. Det er også økt risiko for teknologisk svikt når flere skal dele informasjon og ulike systemer skal kobles sammen.

– Multidomeneoperasjoner krever stor tilpasningsevne. Alle deler av Forsvaret bør ikke nødvendigvis ha den evnen, sier Valaker.

FORSVARET SOM UBER?

Det amerikanske forsvarsdepartementet har brukt transporttjenesten Uber som analogi for å beskrive multidomenekonseptet felles alldomene kommando og kontroll (*Joint All-Domain Command and Control*).

I Uber kombineres to ulike apper – én for sjåførere og én for folk som trenger transport. Ved å analysere brukernes posisjoner finner algoritmene den best mulige koblingen mellom sjåførere og passasjerer, basert på blant annet avstand, reisetid og antall passasjerer. Så sender appen instruksjoner til sjåførene for å få passasjerer fram til avtalt sted.



Eksperimenter som dette er på mange måter en teknologisk dugnad.

Den viktigste måten å redusere kostnaden og risikoen på er å utvikle felles standarder og prosedyrer, mener Valaker. Det må legges til rette for samarbeid. Vi må sørge for at forskjeller mellom organisasjoner ikke blir en kilde til relasjonskonflikt, men heller handler om konstruktiv faglig meningsbryting. Det er også viktig at beslutningstaking delegeres til dem som sitter på kunnskap. Det må skapes nye roller, prosesser og rutiner, og ikke minst relasjonsbaserte kontakter.

– Hvis Nato og Norge ønsker enda mer fleksibelt samvirke, kreves det stor grad av datadeling og felles prosedyrer, slår Valaker fast.



VIL DU VITE MER OM FORSKNINGEN PÅ DETTE TEMAET? SE REFERANSELISTE.



IKKE AKKURAT FERSK ILD

Tilbake i Porsangmoen har VIP-gjestene beveget seg ut i Halkavarre skytefelt. En CV90 panservogn ruller forbi, fulgt av et ubemannet kjøretøy. Panservognen stanser. Den ubemannede vognen fortsetter inn mot det okkuperte området. Den er utstyrt med en elektrooptisk sensor som skal lete etter fiendtlig aktivitet. I terrenget ligger norske og svenske etterretningssoldater skjult. En dronesverm kontrollert fra panservognen henger over området.

Måldata er på vei til skyts, får publikum vite.

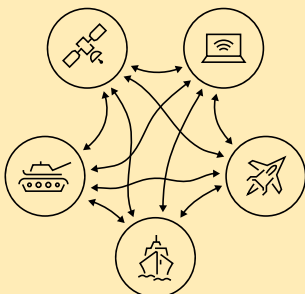
Så blir det stille. Lenge. Først 20 minutter etter skyter artilleriet.

Årsaken viser hvor fort det kan skjære seg.

Oppdraget ble gitt fra norske etterretningssoldater til svensk artilleri. De norske soldatene hadde definert målet som «unknown» i sitt system, siden de skjøt mot trekasser ute på skytefeltet. Programmet som kobler sammen og gjør det mulig å kommunisere digitalt mellom det norske og det svenske artillerisystemet, aksepterte ikke å skyte på et ukjent mål. Dermed ble oppdraget avvist og sendt i retur.

– Det er derfor vi eksperimenterer og øver, sier oberstløytnant Sven Bjerke ved FFI.

VALAKERS RÅD FOR Å LYKKES MED MULTIDOMENE-OPERASJONER



- utvikle og trene på standardprosedyrer i kontrollerte omgivelser gjennom kunnskapsutveksling
- utvikle systemer for å dele informasjon for å utvikle passende nivåer av felles situasjonsbevissthet mellom undergrupper og deltakende enheter
- gå vekk fra en enkelt kommandokjede i skarpe oppdrag over til flere alternative kommandoer som kan overta for hverandre og dermed sikre robust ledelse
- utvikle relasjoner og jobbe med å bygge en felles institusjonell forståelse av hva multidomeneoperasjoner innebærer, slik at mangel på kjennskap til samarbeidspartnere ikke skaper friksjon



Over: I 2024 begynte Hæren å teste ut en FFI-utviklet dronesverm for overvåking. Her er Alexander Simonsen fra FFI og Tor Sellevold fra Morgensdagens kampenhet. Foto: Krister Sørbø / Forsvarets forum



Venstre: Under øvelsen Artic Strike 2024 ble dronesvermen styrt fra en stormpanservogn for å levere måldata til artilleriskyts til mil unna. Foto: Espen Hofoss / FFI

– Eksperimenter som dette er på mange måter en teknologisk dugnad. Vi tar eksperimentell teknologi og kombinerer den med eksisterende operasjonelle kapabiliteter. Vi gjør det om vinteren, i Finnmark, for å sjekke om det går. Vi gjør det for å teste teknologi og rutiner. Så lærer vi, forbedrer oss og går videre.

Nå skal det norske systemet endres, slik

at man ikke lenger kan velge å skyte mot et ukjent mål.

EN DIGITAL REVOLUSJON

Men hvilken innvirkning vil teknologiutvikling egentlig ha på militære operasjoner?

I en ny FFI-rapport tar tidligere forsvarssjef Sverre Diesen for seg hvordan teknologiutvikling kan påvirke operative forhold.

Det gjelder både materiell, organisasjon og operativ bruk av militære styrker. Han mener det er vanskelig å utlede en entydig sammenheng mellom teknologiutvikling og operative forhold.

– Hvilken konsekvens teknologiutviklingen får, avhenger av den politiske og militære konteksten operasjonene finner sted innenfor, sier Diesen.



En etterretningssoldat sender informasjon til artilleriskyts under Arctic strike 2024. Den digitale revolusjonen gjør det mulig å effektivisere eksisterende våpensystemer, mener FFI-forsker og tidligere forsvarssjef Sverre Diesen. Foto: Anders Halvorsen Fehn / FFI

– Du kan ikke automatisk overføre alle erfaringer fra en krig til enhver annen. Det avhenger også av om begge parter eller bare den ene har tatt i bruk teknologien.

Han bruker Ukraina som eksempel på det siste. Her har begge parter tatt i bruk droner i stort omfang. Det har endret krigens karakter. Droneteknologien kan være revolusjonerende, men ingen av partene har klart å bruke teknologien til å oppnå en avgjørende fordel så langt, fordi begge bruker den.

– En annen viktig faktor er kausaliteten bak hendelsesforløpet, altså årsakssammenhengene. At en kolonne med stridsvogner tas ut av droner i Ukraina, betyr ikke at stridsvogner generelt har utspilt sin rolle, hvis årsaken i dette tilfellet er at avdelingen ble brukt feil eller forsømt å treffe mottiltak, påpeker Diesen.

Usikkerhet til tross: Visse overordnede trender virker relativt sikre.

Tidligere teknologiske revolusjoner har vært knyttet til å utnytte ny energi: Dampmaskinen, forbrenningsmotoren

og atomreaktoren – alt dette har ført til nye våpensystemer og nye typer militære operasjoner.

Den fjerde revolusjonen, den digitale, er vi midt oppe i nå. Den har ikke i seg selv skapt så mange nye våpen, men digitaliseringen gjør det mulig å effektivisere eksisterende våpensystemer ved både å forbedre hvert av dem og knytte dem sammen kommunikasjonsmessig.

De viktigste «nye» militære kapabilitetene vil trolig være

- sterkt forbedret sensor kapasitet i alle domener
- et betydelig innslag av ubemannede og autonome systemer

Forbedret sensor kapasitet vil gi bedre situasjonsforståelse og evne til synkronisert og presis krigføring på tvers av domener.

Autonome systemer betyr at maskiner utfører oppdrag uten å bli direkte styrt av mennesker. Oppgavene kan være å overvåke områder, finne mål og eventuelt bekjempe dem.

– Autonome og sammenkoblede systemer vil gi oss evnen til å operere distribuert med våpensystemer, kommando og kontroll og logistikk. Fordelen med å operere distribuert er at du blir mindre sårbar for motstanderen fordi du unngår både den fysiske og elektroniske signaturen til konsentrasjoner av tropper og materiell, forklarer Diesen.

Å «OPERERE DISTRIBUTUERT» KAN BETY FLERE TING:

- Databehandling og beregninger skjer i større grad skjer lokalt. For eksempel kan en dronesverm for overvåking selv behandle informasjon og kun gi relevant informasjon videre – hvis den finner et bestemt mål på bakken.
- Bedre og sikrere kommunikasjon gir militære enheter større mulighet til å kommunisere med hverandre og koordinere handlingene sine for å oppnå en felles målsetting, til tross for geografiske avstander og andre hindringer.



Soldater fra Telemark bataljon planlegger en angrepsoperasjon under vinterøvelsen Cold Response 2020. Foto: Ole-Sverre Haugli / Forsvaret



Situasjonsforståelse og et oppdatert operasjonelt bilde er avgjørende for presisjonen og tempoet til alle typer militære operasjoner.

Denne utviklingen betyr at vi sakte, men sikkert kan nærme oss konseptet «nettverkskrigføring», som det har vært snakket om i mange tiår.

Men en slik krigføring er avhengig av at fienden ikke behersker det elektromagnetiske spektrumet og kan forhindre kommunikasjonen. Vi er med andre ord avhengige av kommunikasjonsmidler som fungerer i et tøft elektronisk miljø.

Utfordringen for Forsvaret blir å utvikle et samlet operasjonskonsept som utnytter de operative mulighetene teknologien gir, mener Diesen.

– Militære organisasjoner som bare bruker teknologiske framskritt til å bli litt bedre til å operere på samme måte som før, utnytter ikke potensialet, fortsetter han.

– De som høster hele gevinsten, er de som ser teknologien i sammenheng med det som nå kan la seg gjøre konseptuelt. I dag forutsetter dette å skape en sømløs overgang mellom plattformene og systemene til de ulike forsvarsgrenene og knytte dem sammen. Grenene må ikke bare kunne ope-

re felles, slik som før. De må i større grad knyttes sammen i nettverk både kommunikasjonsmessig og organisatorisk og fungere som et organisk hele.

DEN MAGISKE SITUASJONSFORSTÅElsen

Hvorfor er situasjonsforståelse så viktig i dette bildet?

Se for deg at du står i en døråpning og skal løpe så fort som mulig gjennom et møblert rom. Rommet er stummende mørkt. Da kan du famle, føle og nøle deg fram, eller du kan la det stå til, løpe av gårde og oppleve brukne tær, blåmerker, veltede møbler, knust glass og dine egne smertehyl.

Eller: Du kan slå på lyset.

Ved FFI er det en hel avdeling som jobber med dette – å fjerne bindet foran øynene på norske soldater.

– Situasjonsforståelse og et oppdatert operasjonelt bilde er avgjørende for presisjonen og tempoet til alle typer militære operasjoner. Du må vite hvor du er, og hva som skjer rundt deg, sier Trygve Sparr,

forskningsdirektør for FFIs avdeling Sensor- og overvåkingssystemer.

Arbeidet i avdelingen spenner fra havets bunn til verdensrommet. Selvkjørende små ubåter (autonome undervannsfarkoster – AUV-er) kan kartlegge store havområder og oppdage trusler uten menneskelig inngripen. Svermer med mikrosatellitter med avanserte instrumenter kan skytes opp på kort varsel og rette sine øyne og ører hvor som helst på kloden. Sensorer kan plasseres i terrenget, i vannet, på kjøretøyer, på dronesvermer eller på fly. Mulighetene er mange.

Alt dette betyr at det er enorme mengder data og informasjon som skal forvaltes og analyseres.

Utfordringen er å bruke sensorer uten at fienden oppdager det eller forstyrrer, og å få riktig informasjon fram til dem som trenger det.

– Takket være framskrittene innen dataprosessering, kunstig intelligens og automatisering kan vi gå gjennom store mengder data mer nøyaktig og effektivt, sier Sparr.



Kontroll- og varslingssenteret i Sørreisa overvåker luftrommet i og rundt Norge. Foto: Ingeborg Gløppen Johnsen / Forsvaret

Han mener utviklingen på dette området er helt avgjørende og setter premisser for modernisering av Forsvaret.

– Vår jobb er å sørge for at Forsvaret får mest mulig ut av mulighetene som den teknologiske utviklingen på feltet gir.

HVA HVIS TEKNOLOGIEN SVIKTER?

Uansett hvilken retning teknologien tar krigføring: Det vil være mennesker som utøver den, og som rammes av den. Det er mennesker som skaper teknologi, og som bruker den.

– At FFI ser på mulighetene som ligger i ny teknologi, betyr ikke at vi mener teknologi vil løse alle problemer eller gjøre mennesker overflødige, understreker Øyvind Sjøvik, forskningsdirektør for avdeling Forsvarssystemer ved FFI.

– Vi må alltid planlegge for hva vi skal gjøre når en motstander har dratt ut kontakten, sabotert kommunikasjonen og nektet oss å bruke teknologien. Det er veldig viktig.

NOEN RELEVANTE FFI-PROSJEKTER

Multidomeneoperasjoner

– analyse, simuleringer og konsepter
Skal synliggjøre og utvikle nye operasjonskonsepter. Skal bidra til at moderne fellesoperasjoner utvikles med ny teknologi og gjennomføres hensiktsmessig hos Forsvarets operative hovedkvarter.

Framtidens manøversystem

Skal hjelpe Hæren med å definere hvordan styrker på stridsteknisk nivå bør organiseres fra 2035 og framover. Ser blant annet på samvirke mellom bemannede og ubemannede plattformer.

Fotsoldaten i et moderne kampscenario

Skal støtte Hæren med å utvikle og vurdere teknologier og løsninger for soldatsystemer.

Fjernopererte sensorer i Forsvaret (Fjernsyn)

Skal øke Hæren og Forsvarets evne til å overvåke områder med sensorer og raskere overføre måldata til ulike våpensystemer.

VIKTIGE MILITÆRE SENSORER

Radar

Funksjon: oppdager og sporer luft- og bakkemål ved hjelp av radiobølger.
Bruksområder: flykontroll, missilforsvar og maritim overvåking.

Aktiv sonar

Funksjon: bruker lydimpulser til å oppdage og identifisere objekter under vann.
Bruksområder: ubåtjakt, mineoppdagelse og navigasjon.

Elektro-optiske sensorer (EO)

Funksjon: samler inn visuelle og infrarøde bilder.
Bruksområder: overvåking, rekognosering og målidentifikasjon.

Infrarøde sensorer (IR)

Funksjon: oppdager varmeutstråling fra objekter.
Bruksområder: nattoperasjoner, målsporing og missilvarslingssystemer.

Lidar

Funksjon: måler avstander ved hjelp av laserimpulser.
Bruksområder: kartlegging, navigasjon og autonome kjøretøy.

Magnetiske sensorer

Funksjon: oppdager magnetiske avvik forårsaket av metalliske objekter.
Bruksområder: ubåtdeteksjon og mineoppdagelse.

Radiofrekvenssensorer (RF)

Funksjon: avslører fiendtlig aktivitet ved å peile radio- og radarsystemer.
Bruksområder: overvåking, situasjonsforståelse og elektronisk krigføring.

Passive akustiske sensorer

Funksjon: registrerer lyd signaler for å oppdage og identifisere trusler.
Bruksområder: ubåtjakt og slagmarks- overvåking (skuddeteksjon).

Satellittbaserte sensorer:

Funksjon: gir global overvåking ved hjelp av ulike sensorteknologier.
Bruksområder: rekognosering, kommunikasjon, navigasjon og værvarsling.



FFI-sensoren Elinor er testet både av Hæren og av Kystjegerkommandoen. Foto: Jakob Østheim / Forsvaret

ELINOR – SOLDATENS USYNLIGE ØYE

Hvordan oppdage radarer uten å bli sett selv?
Kunstig intelligens kan gi nytt liv til gamle sensorer.

I disse dager utvikler FFI et verktøy som kombinerer gammel og ny teknologi for å kartlegge radiosendere og radarer i et område. Systemet har fått navnet Elinor.

– Det har eksistert radiopilelere siden første verdenskrig. Den største nyskapningen med Elinor er algoritmene som behandler signalene vi henter inn, sier sjefsforsker Robert Helseth Macdonald.

Ved å bruke kunstig intelligens til å tolke data kan systemet fortelle ikke bare hva slags radar eller radiosender vi har funnet, og hvor den befinner seg, men også hva fienden sannsynligvis er i ferd med å gjøre.

– Informasjonen fra Elinor er nyttig på alle

nivåer, fra båtførere og lagførere, helt opp til statsminister og forsvarssjef i en krisestab, sier Macdonald.

KAN GI MÅLDATA TIL MISSIL

Tidligere var denne typen lyttestruktur forbeholdt store, kostbare fartøyer. Teknologitvillingen gjør slike sensorer mindre, billigere og enklere å bruke. De kan settes ut i terrenget eller festes på droner, kjøretøyer og fartøyer.

I juni 2024 testet Kystjegerkommandoen Elinor under øvelsen Viking Fåvne på Trondenes leir i Harstad. Her øver Forsvaret på digital ildledning ved bruk av distribuerte sensorer – det vil si å finne et mål og levere informasjonen videre til den som skal skyte, for eksempel en F-35 eller en korvett. Slik ildledning er en

ELINOR – EKSPERIMENTELL LITEN NORSK RF-MOTTAGER

Hva er det?

Et lyttestruktur som avslører fiendtlig aktivitet i et område. Kan settes ut i terrenget eller festes på droner, kjøretøyer eller fartøyer.

Hva gjør den?

Elinor bygger et bilde av elektromagnetisk utstråling i et område – det vil si at den kartlegger radiosendere og radarer. Den lytter passivt, det vil si at den ikke selv sender ut signaler.

Hvordan virker den?

Elinor kan fange opp en radar som er aktiv ett sekund. Så vil systemet behandle signalene, vise hvor radaren befinner seg, og fortelle hva slags radar det er. Det sier noe om hva fienden er i ferd med å gjøre. Dataene kan fortelle oss om det er en øvelse, eller et reelt angrep.

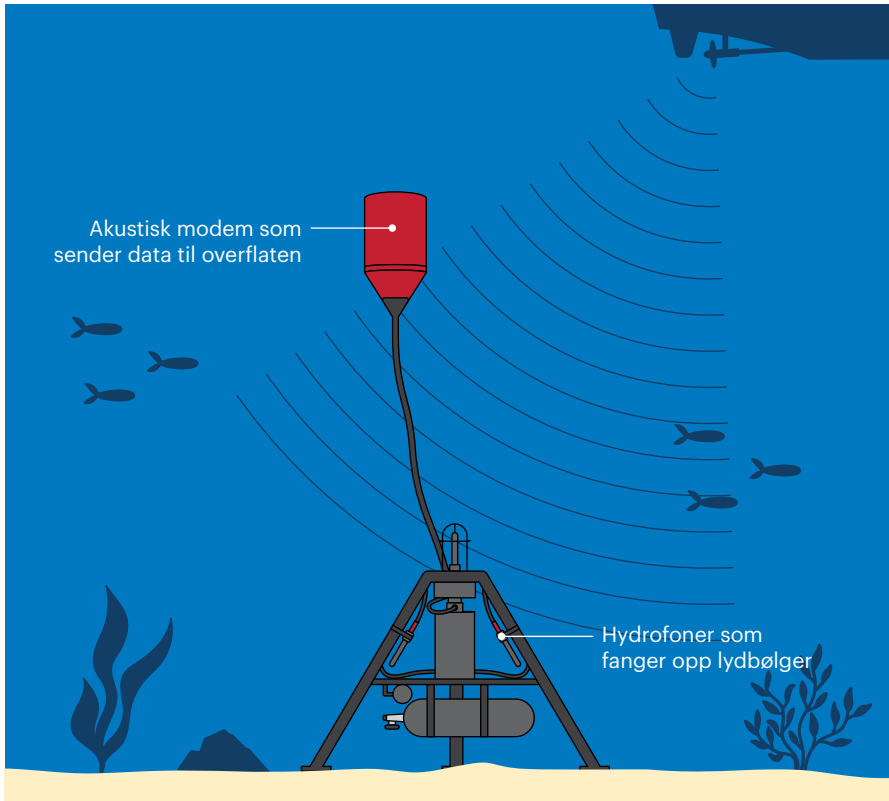
Hvis systemet for eksempel oppdager en artillerilokaliserende radar, er det svært verdifull informasjon for den som styrer et kanonbatteri.

av Kystjegerens hovedoppgaver i framtidens operasjoner.

Elinor er også prøvd ut under LandX, der FFI og Morgensdagens kampenhet tester ny teknologi for Hæren.

Under begge eksperimentene ble data fra Elinor matet inn i situasjonsbildet i NorBMS, (Norwegian Battlefield Management System) og NORCCIS (Norwegian Command and Control Information System), et system for kommando og kontroll i militær stridsledning.

Framover skal Elinor installeres på en av kystjegerens stridsbåter, for å teste og utvikle verktøyet videre. Også Kystvakten skal teste ut sensoren på ett av sine fartøyer.



NILUS LØSER ET PROBLEM

I en av FFIs bygninger i Horten står det et eksempel på sensorteknologien som kan gi overlegen situasjonsforståelse.

Det er en type undervannssensor som raskt kan settes ut og hentes inn ved behov. Den skal kartlegge aktivitet i nærheten.

FFI begynte å utvikle systemet allerede i 2008. De fleste FFI-prosjekter er oppdragsbaserte og kommer fra Forsvaret, men akkurat denne utviklingen er finansiert med strategiske midler og FFIs egne basismidler.

– Vi mener systemet demonstrerer et konsept som kan spare Forsvaret for ressurser, sier forskningsleder Roald Otnes.

– Med NILUS kan du dekke et overvåkingsbehov uten fartøyer i området. Det betyr at

disse fartøyene og mannskapene kan løse andre oppgaver.

NILUS-sensornoder er solgt til forskningsinstitusjonene FOI i Sverige og TNO i Nederland. Høsten 2024 skal forskere ved FFI til et stort Nato-eksperiment i Portugal for å vise fram systemet sammen med FOI og TNO.

– Det som mangler nå, er at Forsvaret innarbeider dette i et operativt konsept og starter en anskaffelse. FFI driver ikke industriproduksjon. Derfor må en industriaktør overta prosjektet og utvikle det til et ferdig produkt som kan selges på markedet. Her er vi fortsatt ikke i mål, sier Otnes.



NILUS – NETWORK INTELLIGENT UNDERWATER SENSOR

Hva er det?

Et system med undervannssensornoder som raskt kan settes ut og hentes inn ved behov.

Hva gjør den?

Kan brukes til å kartlegge aktivitet i et havområde.

Hva er nytt?

Undervannsslyttestasjoner er ofte permanente installasjoner bundet til land med kabel. NILUS-nodene er trådløse, lette å flytte og lette å hente inn. De har innebygget datamaskin for å analysere lyd signaler og oppdage passerende fartøyer.

Hvordan virker den?

Selve sensoren er en slags tripod (den har altså tre ben). Hver tripod har fire hydrofoner (mikrofoner som fanger opp lydbølger i vann) som kan peile hvor lyd kommer fra. På undersiden sitter det et batteri og en gasstank som kan blåse opp en ballong når sensoren skal hentes opp på overflaten igjen.

Kommunikasjon med overflaten skjer via et akustisk modem som holder seg fem meter over sensorplattformen. Denne kommuniserer akustisk (med lyd) til en gatewaybøye på overflaten. Derfra går informasjonen videre med radio.

Hver sensor sender fra seg informasjon til overflaten med lydbølger. Det gir begrenset båndbredde. Sensoren kan ikke sende fra seg rådata den samler inn. Derfor må den selv kunne analysere lydene og gi beskjed til overflaten om at den hører et fartøy, og hvor det befinner seg.



**HVA KREVES AV
FRAMTIDENS
SOLDAT?**



RUNE WENNEBERG
Sersjantmajor
Forsvarets sjefssersjant

Det sikreste vi kan si om framtidens krigføring, er at krigens natur forblir mer eller mindre uendret, mens krigens karakter vil endres. Det vil si at soldatene fremdeles vil oppleve frykt, stress og utfordringer på samme måte som mennesker har gjort gjennom historien.

Framtidens soldat må være robust og tilpassningsdyktig.

Vi trenger soldater som tåler fysiske og mentale utfordringer, men som også har det kognitive overskuddet til å analysere, forstå og være kreative, selv når de står overfor stress og frykt. Vi må derfor sikre at soldatene våre er så robuste at de ikke mister disse egenskapene i ekstreme situasjoner.

Denne transformasjonen fra usikre og selvcentrerte sivile til besluttsomme og robuste soldater krever kunnskap og forståelse, noe

forskningsmiljøene og Forsvaret må prioritere i større grad framover.

Morgendagens krigføring vil være høyteknologisk, og dermed vil forståelse og utnyttelse av teknologi være avgjørende for soldatene og militære ledere.

Morgendagens soldater må kunne utnytte teknologi og informasjon kreativt samtidig som de er i stand til å operere uten disse fordelene når det er nødvendig. Dette krever erfaring og kompetanse som kan utfordre dagens vernepliktsmodell med relativt uerfarne soldater.

Mye av vår videreutvikling mot framtiden vil dreie seg om hvordan vi selekterer og videreutvikler de egenskapene vi anser som avgjørende for at framtidens soldater skal ha gode forutsetninger for å lykkes.



MIKKEL GORSETBAKK
Oberstløytnant
Hærens skole for taktikk og operasjoner

Jeg tror vi finner en del av svaret på dette spørsmålet ved å snu spørsmålsformuleringen på hodet: Hva kreves av framtidens teknologi?

Framtidens soldat vil gjennom sin bakgrunn i oppvekst, utdanning og fritid ha tilegnet seg et vell av egenskaper og kvalifikasjoner – formelle og uformelle – som Forsvaret i størst mulig grad må gjøre seg nytte av.

I stedet for å digitalisere gamle maler og instrumenter som vi i Forsvaret er kjent med og vant til å bruke, må vi lete med lykt og lupe etter de mest innovative og intuitive løsningene som framtidens soldat kjenner fra

før, og la disse inspirere framtidens teknologi.

Et godt eksempel er FFI sin *Valkyrie*, som FFI og Hæren sammen har gjennomført operative dronesverm-tester med i vinter. For kontrollmekanismene i *Valkyrie* har forskerne latt seg inspirere av «StarCraft» og andre sannhetsstrategispill, noe som gjør at funksjonaliteten både er gjennomtenkt, godt utprøvd og gjenkjennbar for alle som har erfaring med denne typen spill.

Men for å svare på den opprinnelige spørsmålsformuleringen: Den viktigste egenskapen for framtidens soldat er etter min mening det den alltid har vært: forsvarsvilje.



THOMAS VALNES
Major
Sjef seksjon for menneskelig yteevne / Hærens våpenskole

Historien forteller oss ganske tydelig, og sist ved Ukrainakrigen, at krigens natur ikke endrer seg. I dette ligger at de grunnleggende elementene i krig som soldaten utsettes for, fortsatt er sterkt gjeldende.

Soldater vil fortsatt oppleve ekstreme psykiske belastninger gjennom frykt, synsintrykk, støy, lukt, smerte, søvndeprivasjon og mangel på velferd og trygghet. Ikke minst vil de oppleve fysiologiske belastninger gjennom mangel på tilstrekkelig ernæring og rent vann, ekstreme fysiske og mekaniske belastninger og eksponering av gasser og giftige stoffer. Dette må fortsatt håndteres og forberedes gjennom å bygge en solid fysisk og psykisk grunnbjelke, samt en riktig soldatutrustning.

I tillegg til dette «gamle uforanderlige» må soldater også håndtere en langt større grad av kompleksitet enn tidligere kriger gjennom å betjene nye og moderne teknologiske systemer og våpenplattformer – og ikke minst evne til å prosessere mer informasjon. Dette kommer på toppen av den tradisjonelle grunnbjelken, og ikke som en erstatning.

Konkrete teknologiske verktøy som kan bidra til å forsterke den menneskelige soldatprestasjonen (*human enhancement*), er et svært viktig forsknings- og utviklingsområde der det blir spennende å følge utviklingen de kommende årene.



SOLDATEN ER ET SYSTEM

Framtidens soldatsystem må balansere våpenvirkning, overlevelse, utholdenhet, mobilitet og evne til sikker kommunikasjon og integrasjon med egne og allierte kampsystemer. Det er lettere sagt enn gjort.

Alle som er litt turvant, kjenner til problemet: Det er begrenset hvor mye du får plass til i en sekk. Hva skal du prioritere? Skal du pakke lett, for å bli mindre sliten? Skal du prioritere mat, slik at du får næring underveis? Ekstra klær, hvis det blir uvær? Spade, hvis du må grave deg ned?

De samme valgene står en soldat overfor når hen skal balansere alt som må til for å løse en oppgave.

En soldat trenger våpen, kommunikasjonsutstyr og beskyttelse, i tillegg til mat, energi

HVA MÅ ET SOLDATSYSTEM INNEHOLDE?

- våpen
- beskyttelse
- kommunikasjonsutstyr
- miljøtilpasset bekledning
- navigasjon
- energiforsyning
- overlevelsesutstyr

og overlevelsesutstyr som gir utholdenhet. Å prioritere én ting går gjerne ut over noe annet.

Behovet for beskyttelse og kommunikasjon øker belastningen på soldaten, i form av vekt. Det gir dårligere bevegelighet og utholdenhet. En fotsoldat har fort mer enn 40 kilo utstyr.

Samtidig er det gjennomført tester som viser at sikrere og raskere kommunikasjon mellom soldater i en kampsituasjon gjør at flere overlever, selv om de må bære mer. Evne til kommunikasjon og informasjonsutveksling veier opp for ulempene.

PUSLESPILL OG LEGOKLOSSER

Rune Lausund vet mer enn mange om hva som må til for å bygge et helhetlig system. Fra 2000 til 2014 ledet han forsknings- og utviklingsaktivitetene ved FFI i forsvarssektorens prosjekt Normans (NORwegian Modular Arctic Network Soldier).

Oppgaven var å etablere, evaluere og anbefale et konsept for et framtidig in-

tegrert soldatsystem. Det nye systemet skulle gi økt ytelse, altså løse oppgaver med mindre tap av liv og mindre ressursbruk. Det skulle kunne innlemmes med andre deler av Forsvaret.

– Fram til da hadde det i stor grad vært en komponenttilnærming. Man så på krav og spesifikasjoner for hver anskaffelse for seg, ikke som en del av en helhet, sier Lausund.

– Da vi begynte, hadde en observasjonspost i infanteriet åtte forskjellige batterisystemer. Det var med andre ord litt å ta tak i.

DOKUMENTERT EFFEKT

Fase én i Normans-prosjektet handlet om systemet rundt enkeltsoldaten. Fase to handlet om hvordan grupper og lag opererer sammen som et system.

– Vi jobbet med tanke på en nettverksbasert avdeling i Hæren. For å få en slagkraftig avdeling må alle enheter, våpen og kjøretøyer være koblet sammen. Avdelingen skulle kunne samarbeide med sjø og luft,



Den ultimate testen for soldater er gjerne å bære tungt, langt og lenge. Det gjelder også for ingeniørsoldater. Men når det blir alvor, kan det være lurt å legge igjen unødvendig utstyr. Cyberingeniørskolens 2. kull under øvelse Cyber Endurance, mai 2019. Foto: Anette Ask / Forsvaret

gjennom å bruke satellittbasert navigasjon, overvåking og kommunikasjon (altså romdomenet). Det er det som er multidomeneoperasjoner i praksis, sier Lausund.

I utgangspunktet skulle Normans-prosjektet finne ut hvilke krav man må stille til et soldatsystem. Men for å teste kravene utviklet de en del nytt utstyr og et system for kommando og kontroll.

Forskerne og industripartnerne lagde blant annet en enhet soldaten kunne ha på håndleddet. Litt som en smartklokke. Der så du deg selv, dine medsoldater og himmelretning. På denne enheten kunne lagføreren dele posisjon til målet.

– Vi ville ikke overbelaste soldaten med informasjon, forklarer Lausund.

Teamet brukte mye ressurser på å utvikle testmetoder for å sammenlikne ulike typer utstyr og løsninger vitenskapelig og systematisk.

– Gjennom tester med operativt personell

på Rena fikk vi dokumentert at systemet vi foreslo, ville hatt en positiv effekt. To ulike lag fikk samme oppdrag. Det ene laget hadde vårt nye utstyr, det andre hadde dagens utrustning. Vi så i testene at vi økte effektiviteten til en avdeling med omtrent 40 prosent med det nye utstyret. Da vi tok hensyn til økte kostnader, ble kosteffektiviteten økt med omtrent 10 prosent.

Avdelingen med det nye utstyret kommuniserte mer effektivt og klarte blant annet å unngå et minefelt.

NYTTIGE ERFARINGER

Kommando- og kontrollsystemet fra Normans ble aldri anskaffet. Men deler av teknologien som ble utviklet, lever videre, blant annet i beskyttelsesplater som i dag brukes i ulike forsvarsprodukter.

Lausund mener de gjorde en viktig jobb, selv om det overordnede systemet aldri ble realisert.

– Noe av det viktigste vi gjorde, var å utvikle en testmetodikk for alle komponenter av

et soldatsystem. Samme metodikk er nå tatt i bruk i Nato og i utviklingen av det nye norske kamouflasjemønsteret.

Den aller viktigste erfaringen er likevel at soldatens utstyr må tenkes gjennom som en helhet. Soldatsystemet må være modulært, slik at det kan settes sammen utstyrs pakker som fungerer sammen for de oppgavene soldaten skal løse.

Ofte alle delene i systemet må passe sammen: En soldat som skal operere effektivt i et forurenset område, må ha en vernemaske som kan benyttes sammen med hjelm, personlig våpen, øvrig beskyttelsesutstyr, samband og nødvendig kommunikasjonsutstyr og operasjonsspesifikke sensor- og våpensystemer.

VIL SAMLE TRÅDENE

I dag er det flere FFI-prosjekter som viderefører arven fra Normans. *Fremtidens manøversystem* skal definere og foreslå konsepter for kampavdelinger på stridsteknisk nivå i Hæren fra 2040 og framover. De skal blant annet se på ny våpenteknologi, bruk



Forskningslederne Kim Mathiassen og Katrine Dybwad rigger sensorer før teknologiekspérimentet LandX. Målet var å teste dataflyten soldaten er avhengig av for å få oversikt i et moderne kampsenario. Foto: FFI

HER ER LITT AV FFIs FORSKNING OM SOLDATSYSTEMET

- Hvilke håndvåpensystemer bør Forsvaret bruke?
- Hva slags mat kan forebygge muskeltap hos soldater?
- Hvor godt virker soldatens bekledning mot vær og vind?
- Hvordan kan soldater i Hæren dele og bruke sensordata?
- Hvordan forebygge kulde og frostskaade hos soldater?
- Hvordan kan soldater beskytte seg mot farlige stoffer (CBRN)?
- Hvordan kan Hæren bruke ubemannede kjøretøyer?
- Hvilke materialer gir best beskyttelse i vinduer på militære kjøretøyer?

Du finner alle FFIs ugraderte rapporter på ffi.no

av ubemannede enheter og samvirke med andre enheter i Forsvaret.

Et annet prosjekt ser spesielt på bruk av ubemannede kjøretøyer i Hæren og på samarbeid mellom menneske og maskin.

Forskningsleder for prosjektene, Kim Mathiassen, jobber for å opprette et nytt forskningsprosjekt som samler trådene. Det nye prosjektet skal se helhetlig på soldaten som et system, både når det gjelder framtidig utstyr og operasjoner.

– Vi ønsker blant annet å samarbeide mer med MIME, som anskaffer kommando og kontrollsystemet soldater skal bruke, sier Mathiassen.

De siste to årene har FFI arrangert en soldatkonferanse for å samle miljøene som jobber med soldatutstyr i forsvarssektoren. Her er det nettopp erfaringsutveksling og det å dele kunnskap som er hovedpoenget.

BÆRER FOR TUNGT

I Forsvaret er det Forsvarsmateriells avde-

ling Landkapasiteter som har det overordnede systemansvaret for soldatsystemet.

– Vi har jobbet med dette i mange år, men vi ser at det fortsatt er rom for å forbedre oss og samarbeide bedre om soldatsystemet internt i sektoren, sier Inge Tideman Frydenlund fra Forsvarsmateriell.

– Det hjelper ikke å kjøpe det beste her og det beste der hvis utstyret ikke passer sammen. Målet vårt er å redusere feilanskaffelser. Dem har det vært nok av.

Frydenlund er opptatt av at framtidens soldatutstyr må testes bedre. Effekten må dokumenteres.

– I sum skal materiellet gi en kapabilitet. Da må vi måle noe. Det kan være gjennom testløyper der vi faktisk måler passformen, til bekledning og utstyr og hva det gjør med en soldats mobilitet.

Han trekker fram vekt og energiforsyning som de to viktigste utfordringene på kort sikt.

– Vi bærer for mye tungt materiell. Vi kan bli bedre til å stille krav til passform og vekt. Og det finnes fortsatt for mange ulike batterityper. Her må det gjøres en standardisering, sier Frydenlund.

TENK HELHET TIDLIG

Lausund mener det er verdt å bygge videre på erfaringene fra Normans.

– I 2000 jobbet vi med de samme utfordringene for fotsoldaten som Forsvaret gjør i dag. Jeg mener fortsatt at prinsippene for Normans – et helhetlig og modulert soldatsystem som kan integreres med resten av Forsvaret – er veien å gå, sier Lausund.

For å få til det må vi tenke helhetlig allerede tidlig i prosessen, når utstyr utvikles og anskaffes.

– Her er det helt nødvendig med kunnskapsbasert kunnskap i bunn og mer erfaringsutveksling mellom forskere, operativt personell og industri. Vi har ennå ikke funnet en løsning som gir nødvendig samordning og helhetstenkning, mener Lausund.

Å FRYSE ELLER IKKE FRYSE, DET ER SPØRSMÅLET

SKAL VI IKKE FÅ FYRE I TELTET LENGER, NÅ DA?

Har du tjenestegjort i Hæren de siste 30 årene har du sannsynligvis kjent den på kroppen: Den FFI-utviklede ovnen M94, også kjent som Multifuel, har gjort livet på øvelser varmere, tørrere og triveligere for tusenvis. Men å bruke den i krig framover? Potensielt livsfarlig!



Soldater fra HV05 slapper av i lags-teltet med varme fra en Multifuel-ovn under øvelsen Cold Response. Foto: Samuel Andersen / Forsvaret

På slutten av 80-tallet og begynnelsen av 90-tallet brant det i perioder dag og natt i et 16-mannstelt inne på FFIs område. Resultatet ble en teknologisk suksess som ble produsert i mange tusen eksemplarer og fremdeles er i bruk i dag.

– På 1980-tallet brukte Forsvaret vedovner for å varme opp telt. I krisetider kan det være vanskelig å sikre jevn tilgang på tørr og ferdig opphugget ved. Å sette soldater til å hugge ved var heller ingen bærekraftig løsning, for de skulle jo krige, forteller tidligere sjefs-forsker ved FFI, Svein Martini.

Fordi Forsvaret uansett oppdrag ville ha behov for diesellolje for å være operative, mente forskerne ved FFI at teltovnene også burde bruke det. Flytende brensel var også praktisk fordi det tok mindre plass, og var enklere å bruke, lagre og etterforsyne enn ved.

Resultatet av utviklingsarbeidet ble den «legendariske» ovnen M94.

HVORDAN KLARE SEG UTEN OVNEN?

Men hvorfor er ovnen livsfarlig å bruke i krig? Svar: droner med varmekamera. Termiske sensorer. Det er rett og slett for lett å bli oppdaget i et telt med en brennheit Multifuel-ovn. Spesielt om vinteren, når vi trenger den som mest. Varmen kan oppdages på langt hold.

Derfor har Forsvaret i større grad begynt å kutte ut teltfyring under øvelser. Det skal redusere den termiske signaturen, slik man vil gjøre i en reell situasjon.

Det reiser en rekke nye spørsmål som FFI ønsker å finne svar på.

Høsten 2024 planlegger FFI-forsker Julie Renberg å se på «effekten av kald vs. varm

bivuakk på soldatens helse og yteevne». Hun skal undersøke søvn, temperatur, motivasjon, humør og prestasjoner hos soldater som sover i kald bivuakk, sammenlignet med dem som sover i varm bivuakk. Prosjektet er et samarbeid med NTNU, Forsvarets sanitet og Hærens våpenskole.

BIVUAKK

En bivuakk er en enkel midlertidig leir for overnatting utendørs. Den skal skjerme for vær og gi størst mulig beskyttelse mot eventuelle angrep. Ulike typer telt er det vanligste innen militær bivuakkering, men noen ganger brukes snøhule, presenning, gapahuk eller andre improviserte løsninger (snl.no).



Fra testing av Multifuel-ovnen på FFIs område. Foto: FFI

I hvilken grad du får tørket tøy og utstyr, vil variere mellom ulike typer bivuakk. Men generelt: Uten fyring tørker ting tregere. Klær og soveposer som aldri tørker, blir tyngre. Det øker vekten soldaten må bære, noe som øker den fysiske belastningen som i sin tur kan påvirke restitusjon og prestasjon. Fuktig bekledning påvirker også kroppstemperatur og risiko for kaldværrsskader.

– Resultatene fra studien kan bidra til å påvirke valg, utvikling og tilpasning av militært utstyr, understreker Renberg.

– Studien kan også bidra til råd som gjør at soldater opprettholder god helse og yteevne under kaldværsoperasjoner.

Neste steg kan være å undersøke om det blir flere kaldværrsskader av å kutte fyring. Og hvordan påvirker alt dette kampkraften til en avdeling totalt sett?

– Hvis Forsvaret beslutter å kutte ut fyring nå, skjer det på et lite vitenskapelig grunnlag. Frontene er ganske steile internt i Forsvaret, virker det som. Ulike folk har ulike meninger om hva som er viktigst. Vi vil undersøke temaet nærmere og skaffe litt fakta til diskusjonen, sier forskningsleder Kim Mathiassen.

KUNNSKAP KAN BRUKES TIL MYE

Et annet spørsmål er om det går an å gjøre noe for å skjule varmen, slik at man likevel får fyrt.

Først må vi vite hvor stor risikoen for å bli

oppdaget faktisk er i dag, sier FFIs kamouflasjeeekspert, Gorm Krogh Selj.

– Et første steg vil være å måle hvor stor forskjellen i deteksjonsfare er med og uten ovnen for ulike kjente militære sensorer. For eksempel: På hvor stor avstand er ovnen i et telt synlig for en drone med et termisk kamera? Basert på dataene kan man lage noen retningslinjer og rutiner for bruk av ovnen i ulike situasjoner.

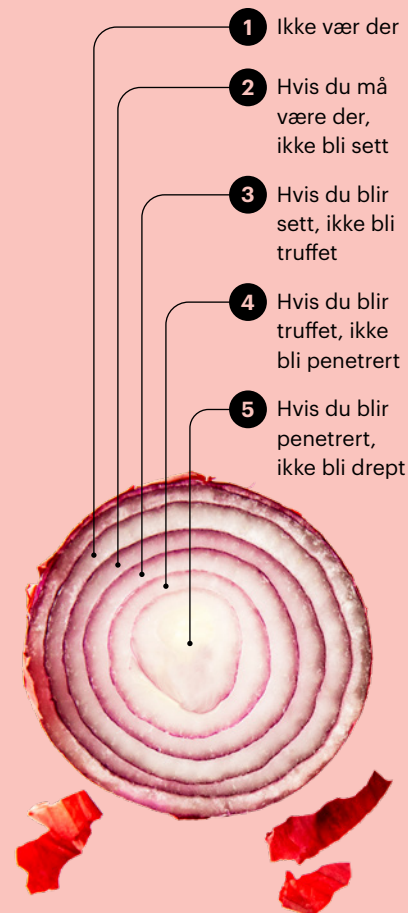
Neste steg blir å teste ulike tiltak og måle effekten av det. Kan man sette opp teltet i en bestemt retning for å gjøre varmen fra ovnen vanskeligere å se utenfra? Er det mulig å dekke til teltet på en måte for å skjule varmestrålingen?

Det finnes stater og selskaper som forsøker å utvikle materialer som reduserer termisk signatur, altså skjuler varme. Tanken er at slike materialer kan brukes i klær, overtrekk, nett eller duker. Slike duker kan være med på å gjøre ovnbruken tryggere.

FFI jobber ikke selv med å utvikle slike varmeskjulende materialer.

– Vi har testet noen slike materialer, for å holde oss oppdatert på hva som skjer. Men det har foreløpig ikke vært noen omfattende eller systematisk testing når det gjelder å skjule varme fra ovner i telt, sier Selj.

Kanskje er det håp for M94 og en tørrere soldattilværelse likevel.



BESKYTTELSESLØKEN

Når FFI-forskere skal snakke om fysisk beskyttelse, trekker de gjerne fram en løk.

Lag én handler om hvordan vi kan løse oppgaver uten å være der selv. Er det satellitter, roboter, ubemannede enheter, droner, langtrekkende våpen eller sensortechnologi som kan gjøre jobben?

Lag to handler om kamuflasje og signaturkontroll: Hvordan kan vi skjule egen kropp, kommunikasjon, radiotrafikk, kjøretøyer, lys, lyd og varme for fienden?

Lag tre og fire handler om beskyttelse, for eksempel skuddsikre materialer. Men også om hurtighet og bevegelighet. Man må ofte prioritere én av delene. Men kan vi utvikle beskyttelse som er lettere og sterkere enn i dag?

Lag fem handler om sanitet eller om soldatens evne til å overleve hvis hen blir skadet.

Alle lagene må sees i sammenheng i et soldatsystem.



Slik ser den nye, norske kamuflasjen ut. Den skal tas i bruk på nye Nordic Combat Uniform i Norge. Foto: FFI



Kamuflasjen kommer i tre versjoner: skog, ørken og vinter. Foto: Hedvig Idås / Forsvarets forum

SLIK BLE DEN NORSKE KAMUFLASJEN LAGET

I 2022 presenterte Forsvaret sitt nye kamuflasjemønster. Bak mønsteret ligger det årevis med forskning og testing.

Moderne kamuflasjemønstre lages ikke basert på designere eller offiserers smak og magefølelse. I alle fall ikke det norske. Du kan ikke bare å klaske på litt grønt og litt brunt i et tilfeldig mønster når det handler om liv og død for soldater.

Da FFI i 2012 fikk i oppdrag å komme med vitenskapelige anbefalinger til ny kamuflasje, tok forskerne først med seg avansert måleutstyr ut i skogen. De målte hva slags lys som absorberes, og hva som reflekteres fra henholdsvis bjørkeløvblader, skogbunn og granskog.

Rapporten de skrev om temaet, havnet på forsiden av det vitenskapelige tidsskriftet «Optical Engineering». Men langt viktigere: Basert på dette hadde de fått data om hvilke farger som likner mest på den type norsk natur vi ønsker å gjemme oss i.

AVANSERT GJEMSEL

Her handler det ikke bare om hva øyet oppfatter. Det er også viktig hvor synlig kamuflasjen

er med nattoptikk og multispektrale sensorer. Slike sensorer fanger opp mer informasjon enn det øyet vårt klarer, og kan fort avsløre noen som gjemmer seg i vegetasjonen.

– Det er våre vitenskapelige målinger som ligger bak fargene i kamuflasjemønsteret, forklarer prosjektansvarlig Gorm Krogh Selj.

Det lysegrønne reflekterer lys på en mest mulig lik måte som løv, det mørkegrønne er granskog, det brune skogbunn. I tillegg er det lagt inn svart som gir skyggeeffekter.

SER DU UNIFORMEN?

Da fargene var klare, utviklet forskerne en rekke mønstertyper. Så kledde de opp en torso (dukke uten hode, armer og bein) i de ulike mønstrene, plasserte dukken i naturen og tok bilder. Dukken ble tatt bilde av over 50 ulike steder i nord og sør, ved kysten og i skog og fjell.

Disse bildene ble så testet på soldater. Forskerne registrerte hvor lang tid det tok før

soldatene fant dukkene. FFI-mønstrene ble sammenliknet med flere kommersielt tilgjengelige kamuflasjer. Også Forsvarets gamle kamuflasje ble testet. Forskeren sjekket i tillegg hvor lett det var å oppdage kamuflasjene med ulike typer sensorer.

– Det gamle norske kamuflasjemønsteret gjorde det bra i testene, men det nye mønsteret er en betydelig forbedring, forsikrer Selj.

Tilsvarende metode er også brukt for å utvikle den nye norske vinterkamuflasjen og kamuflasjen til personell som skal ut i utenlandstjeneste. Metoden kan også brukes for å utvikle kamuflasje til kjøretøyer, kamuflasjnett og liknende utstyr i framtiden.



**TEST DEG SELV!
HVOR LANG TID
BRUKER DU PÅ Å
FINNE UNIFORMEN?**



FORSKERE LAGET ET BÆRBART STYRT VÅPEN MED HYLLEVARE

Forsvaret trenger nytt utstyr og nye våpen billigere og raskere. Sivil hyllevareteknologi kan hjelpe.



Advarsel: Ikke gjør dette hjemme! Sjefsforsker Per Dalsjø sjekker at alt er klart før test-skyting. Foto: Espen Hofoss / FFI

Utviklingen av den norske missilteknologien bak Joint Strike Missile (JSM) og Naval Strike Missile (NSM) tok flere tiår og involverte hundrevis av vitenskapsfolk og ingeniører. Går det an å gjøre det raskere og billigere? Det har vært spørsmålet bak et forskningsprosjekt utenom det vanlige ved FFI.

I en tid der internasjonal spenning og forsvarsbudsjetter øker, øker også prisene på forsvarsmateriell.

Hypotesen er at vi i kan bruke hyllevarekomponenter i mange av de komplekse systemene som inngår i styrte våpen og missiler. Hyllevarekomponenter er generelt billige og lett tilgjengelige. Det gjør det mulig å kutte både utviklingstid og -kostnad, noe som igjen bør redusere prisen per enhet.

Fra sivile teknologibedrifter kan man få både kameraer, prosessorer (datakraft), styremekanismer og programvare som kan tilpasses slike våpen. Rakettmotoren og stridshodet

må nødvendigvis utvikles og lages i forsvarsindustrien.

TESTE, FEILE OG JUSTERE

Oppgaven forskerne fikk, var å utvikle et bærbart, målsøkende våpen med en rekkevidde på omtrent 1000 meter. Våpenet skulle ha samme størrelse, vekt og effekt som en M72 panservernrakett eller Carl Gustav 84mm rekylfri kanon. Begge er eldre, ustyrte skulderfyrte våpen som i dag er i bruk i Forsvaret.

Underveis i utviklingen testet og justerte forskergruppen gang på gang.

Under FFI og Hærens teknologiekperiment LandX høsten 2023 demonstrerte de en prototype som heimet og traff et valgt mål 600 meter unna.

Prototypen brukte kamera og avansert målfølgingsprogramvare, som kjørte på en miniaturisert superdatamaskin, til å styre våpenet mot målet.

KAN DET BLI ET VÅPEN?

Prototypen ble skutt ut med en trykkluftkanon montert på en tilhenger. Deretter sørget en «hobbyrakettmotor» kjøpt på nett for å akselerere farkosten til 350 km/t.

– Sluttproduktet vil naturlig nok ikke skytes ut nøyaktig på denne måten, forsikrer sjefsforsker Per Dalsjø ved FFI.

Nå skal FFI og Nammo kartlegge hvor mye det vil koste å utvikle prototypen til et ferdig produkt som Nammo kan produsere.

Det vil i så fall bli første fase av en eventuell industrialisering av våpenet.



SE VIDEO FRA TESTSKYTINGEN



FRAMTIDENS SOLDATUTSTYR

Om 30 år kan soldater få «smarte» klær og implantater som gir dem overnaturlige evner.

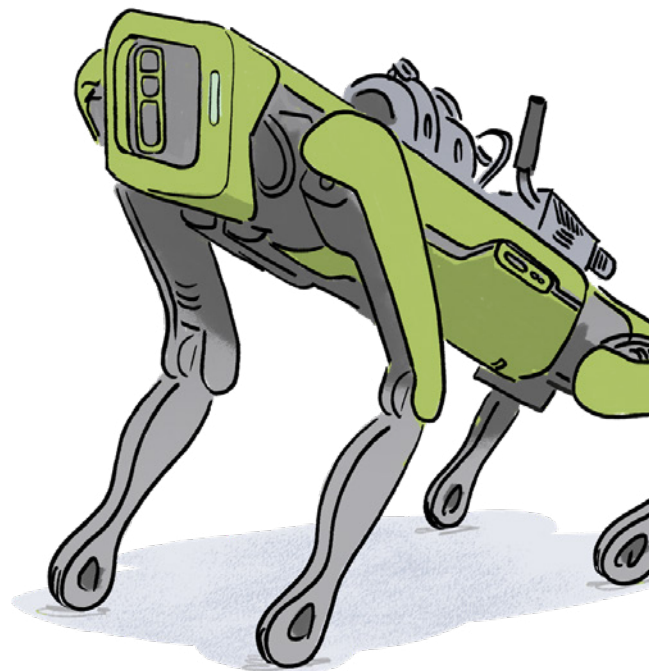
Det brukes enorme ressurser på teknologiutvikling som kan gi soldaten bedre presisjon, styrke utholdenhet og beskyttelse.

I de mest science fiction-aktige scenarioene fra US Army Combat Capabilities Development Command (DEVCOM) snakkes det om cyborgsoldater med implantater i øyne, ører, hjerne og kropp.

Utviklingen på akkurat dette feltet drives framover av medisinsk forskning for å redusere svekkelser etter skade og sykdom. Samme teknologi antas å kunne brukes militært til å forbedre soldater og øke sjansen for overlevelse. I en rapport fra 2019 anslår DEVCOM at teknologiutviklingen på området vil akselerere i årene etter 2050.

Et mer jordnært og nærliggende prosjekt er «ARMETISS», finansiert av European Defence Fund (EDF). Prosjektet har som mål å utvikle smarte tekstiler som kan integreres i soldatsystemet. Smarte tekstiler kan for eksempel bidra til å forbedre soldatens temperaturregulering, overvåke soldatens helse og fungere som antenne for kommunikasjonsutstyr. NFM Group leder prosjektet, der FFI og SINTEF fra Norge er to av totalt 20 partnerne fra syv europeisk land.

Her er noen av de viktigste områdene der det drives forskning, utvikling og innovasjon internasjonalt.





1 Robotassistenter og ubemannede systemer

Ulike roboter kan følge og hjelpe soldater med overvåking, transport av utstyr, rekognosering eller angrep. De kan være fjernstyrt, eller operere på egen hånd. Droner og dronesvermer er allerede tatt i bruk. Det jobbes også med flere typer autonome kjøretøyer med og uten våpen, og ulike fribente roboter.

2 Eksoskjelett

Se for deg en slags rustning kombinert med mekanikk og hydraulikk for å hjelpe soldaten med å bevege seg. Hovedhensikten er å forbedre soldaters styrke og utholdenhet, redusere belastningen på kroppen og gjøre soldater i stand til å bære tungt over lange avstander.

3 Nye våpen

Her jobbes det med alt som kan gi økt presisjon, rekkevidde og dødelighet, samtidig som vekt og rekyl reduseres: for eksempel smarte rifler med innebygget datastyrt sikting og nye ammunisjonstyper.

4 Beskyttelse

Det forskes på nye, lette og sterke materialer for hjelmer, visirer og kroppsrustning som skal beskytte mot splinter og kuler uten å gå for mye ut over bevegeligheten til soldatene.

5 Kommunikasjon og nettverksutstyr

Moderne multidomeneoperasjoner krever utstyr som gjør at soldater og enheter kan dele informasjon raskt og sikkert. Eksempler er taktiske radiosystemer, bærbare nettverk og 5G-baser, i tillegg til kampstyringsystemer som gir oversikt over fiendtlig aktivitet og egne styrker.

6 Bærbar energiforsyning

Soldaten får stadig mer elektronisk utstyr (nattoptikk, kommunikasjon, navigering og kommando og kontroll). Derfor trenger kampenhetene også i større grad energiforsyning: lettere og mer effektive batterisystemer, solcelleteknologi, brenselceller, bærbare generatorer eller andre energikilder.

7 Smarte tekstiler

Miniatyriserte sensorer i klærne kan overvåke soldatens helsestatus og hvilke miljøfaktorer hen utsettes for. Det kan også bakes inn antenner og kommunikasjonsutstyr i klær. Spørsmålet er om det finnes tekstiler som er lettere, mer solide eller bedre til å regulere temperatur enn dem vi bruker i dag.

8 Cyborgteknologi og implantater

Framtidens implantater kan tenkes å gi en soldat nattsyn, varmesyn og bedre hørsel. Implantater under huden kan gi soldater økt styrke, utholdenhet og muskelkontroll. De kan også gjøre dem i stand til å utføre oppgaver som ellers ville krevd årevis med trening.

På sikt kan vi få grensesnitt som lar oss kontrollere maskiner med tanke, kanskje også overføre data direkte til og fra hjernen.



NÅ BLIR DET LETTERE Å ØVE PÅ STORE KRISER MED FARLIGE STOFFER

En virtuell verden, militær simulatorteknologi og avanserte modeller for hvordan farlige stoffer spres. Det er ingrediensene i et nytt treningsverktøy for nødetater.

En politipatrulje ruller inn på parkeringsplassen utenfor McDonald's på Kjeller. På sambandet får betjenten beskjed om at det er en ulykke i nærheten. Han ser seg rundt. I krysset rett bortenfor ser han at en tankbil og et annet kjøretøy har kollidert. Det ryker. Et menneske i nærheten står på alle fire og hoster. Lastebilsjåføren går forvirret rundt.

Hva er det som lekker? Er det giftig? Er det brannfarlig? Hva skal brann-, politi- og ambulansepersonell gjøre for å redde flest mulig liv? Det politimannen sier og gjør de neste sekundene, vil ha enorm betydning for hvilke konsekvenser ulykken får.

DIGITALT ROLLESPILL

Heldigvis var dette bare en øvelse.

En stor lekkasje av et farlig stoff midt i et tettbygd strøk er et av de verste krisescenariene nødetater ser for seg. Det kan ramme mange mennesker. Situasjonen er kaotisk og

uoversiktlig. Hvert sekund teller. Derfor er det viktig å trene på å håndtere dem.

Men slike situasjoner er vanskelige å øve realistisk på. Man kan sperre av store byområder og involvere hundrevis av statister og mannskaper, men man kan selvsagt aldri slippe ut farlige stoffer under en øvelse.

De siste årene har forskningsmiljøene *Strømning og materialer* og *Simulering og trening* ved FFI slått seg sammen for å gjøre noe med dette. De har tatt militær simuleringsteknologi og lagt inn avanserte modeller for hvordan farlige stoffer spres, og hvilken effekt det har på mennesker i de aktuelle områdene.

Disse spredningsmodellene kan spilles av i en virtuell verden med bygninger, trafikk og mennesker. Man kan legge inn spredningsberegninger fra et scenario der det lekker fire tonn med klor et sted, så blir det en del av simuleringen.

HVOR MANGE KLARTE VI Å REDDE?

Under spillet må nødetatene forholde seg til det som skjer i den virtuelle verdenen, og bruke informasjonen derfra når de bestemmer hvordan de skal håndtere situasjonen. Hvis de velger å sperre av trafikken i en gate, kan dette legges inn i simuleringen der og da av dem som styrer spillet.

Hvis kriseledelsen ikke reagerer tidsnok, vil de begynne å se at folk faller syke og døde om. Når øvelsen er ferdig, får deltakerne den brutale fasiten: hvor mange menneskeliv klarte vi å redde gjennom valgene vi tok? Burde vi gjort noe annerledes?

MER ØVING FOR PENGA

Den viktigste fordelene med et slikt spill er at man får øvd mer realistisk på hvordan farlige stoffer spres i et miljø. Men det er også andre fordeler, forklarer Anders Helgeland, forskningsleder for strømning og materialer ved FFI. Han mener metoden de bruker, gjør



FFI har utviklet et simuleringstøytøy for å øve på storskalakriser med farlige stoffer (CBRNE). Til venstre er bilder fra da verktøyet ble testet ut under et kurs på Sivilforsvarets kursssenter. Hensikten er å være enda bedre forberedt under en ekte krise. Til høyre er et bilde fra en live CBRN-øvelse ved FFI. Foto: FFI

det lettere å ta med seg lærdom og nyttige erfaringer etter en øvelse.

– I store kriseøvelser er det gjerne vanskelig i ettertid å dokumentere og evaluere hva som har skjedd. Her tar vi opp dialogen på sambandet, og alt som skjer i spillet under øvelsen, blir loggført. Da får man dokumentert hvem som sier og gjør hva underveis. Da blir det også lettere å gå tilbake i ettertid for å evaluere og lære.

Simulerte øvelser sparer også tid og penger.

– Her kan du øve på store scenarier uten å involvere mange mennesker. Det blir billigere og lettere å gjennomføre enn fullskalaøvelser. Da kan man også øve hyppigere, påpeker Helgeland.

VIKTIG FOR MILITÆR OG SIVIL BEREDSKAP
Treningsverktøyet bygger videre på en demonstrator som FFI har laget for fremtidig trening

og øving av Forsvaret og det sivile. Systemet er basert på militær simuleringsteknologi.

Arbeidet med verktøyet er en del av et EØS-finansiert prosjekt som skal styrke CBRNE-beredskap i Polen. FFI kommer til å jobbe videre med verktøyet fram til EØS-prosjektet er ferdig i 2024. Etter dette er det usikkert hva som skjer.

– Bruk av simulatorer er helt nødvendig for å opprettholde militær beredskap. FFI støtter allerede anskaffelse og videreutvikling av flere av Forsvarets simulatorer. Denne teknologien har imidlertid også flere sivile anvendelser, sier Ole Martin Mevassvik, forskningsleder for simulering og trening ved FFI.

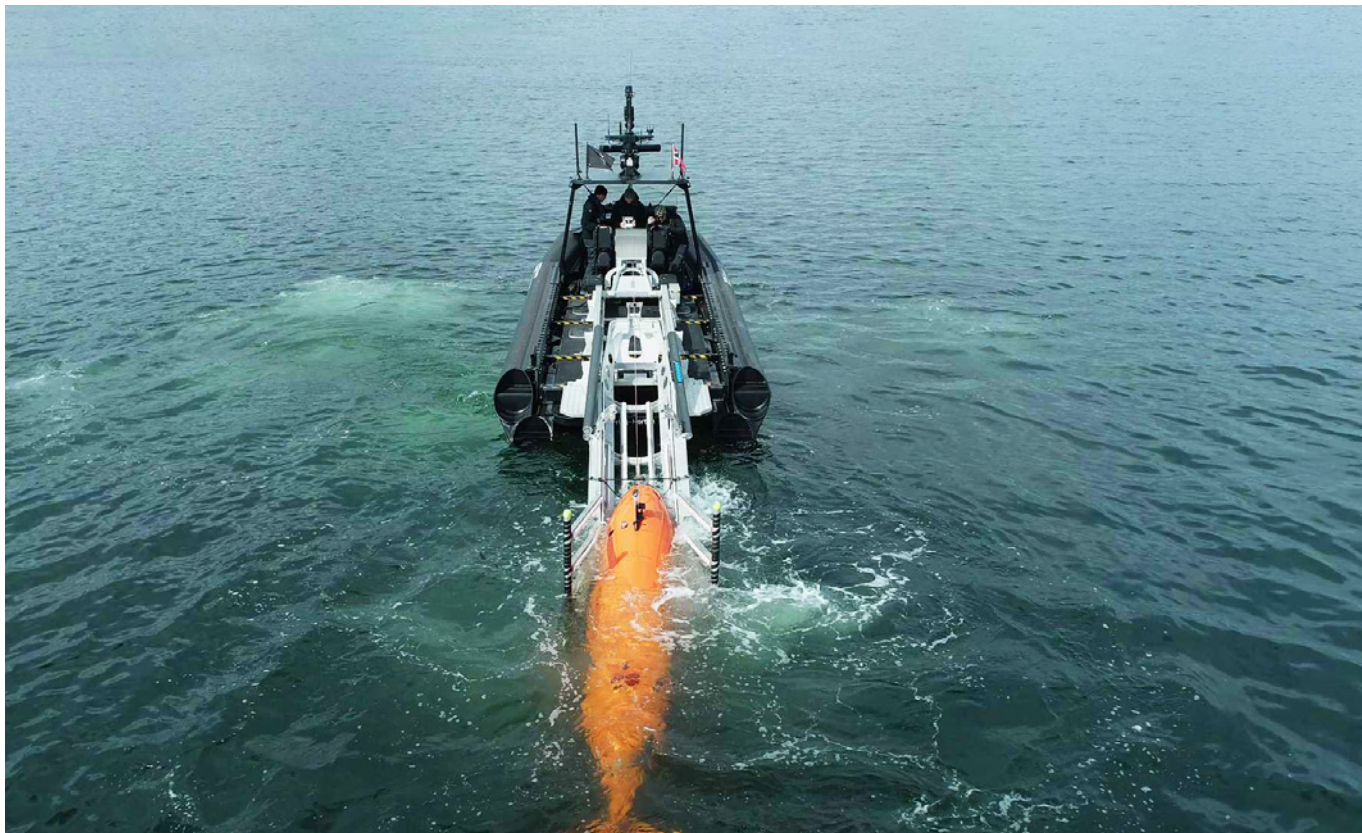
– Dette prosjektet har undersøkt noen av mulighetene som finnes i bruk av simuleringstøytøy for sivil kriseledelse. Jeg mener erfaringene fra prosjektet viser at slike verktøy har et stort potensial, sier Mevassvik.



Bruk av simulatorer er helt nødvendig for å opprettholde militær beredskap.



SE FILM



En av fordelene med den autonome ubåten Hugin er at den er lett å flytte på: Den kan plasseres i en konteiner og fraktes hvor som helst på kort tid. Den krever heller ikke noe stort moderskip. Her løftes den opp på FFIs farkost Frigg. Foto: H. Henriksen AS

HVORDAN FLYTTE ET PIANO UNDER VANN

Har du hørt om pianoflytterens problem? Det baler FFI-forsker Håkon Yssen Rørstad med hver dag. Bortsett fra at det han skal flytte, ikke er et piano, men en fem meter lang undervannsfarkost.

Hvorfor er det så vanskelig å flytte et piano opp eller ned en trapp? Vel, du må beregne hvordan du skal håndtere et så tungt og kantete objekt gjennom trange trapperom, opp og ned trinn, langs rekkverk og rundt hjørner. Pianoet må ikke komme borti noe. Å miste taket er skjebnesvangert. Og hvordan i all verden skal du beregne alle bevegelsene underveis?

– Noe av grunnen til at pianoflytterens pro-

blem er så interessant for oss forskere, er at det viser seg å være ekstremt vanskelig å løse det ut fra rene beregninger, sier Håkon Yssen Rørstad.

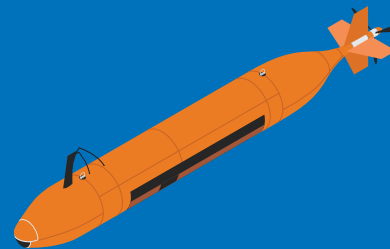
Han forsker på autonome undervannsfarkoster – AUV-er – ved FFIs avdeling Forsvarssystemer.

Det er ikke pianoer han skal flytte. Det er Hugin, den FFI-utviklede undervannsfarkosten

som nå produseres av Kongsberg. Hugin er en oransje, torpedolignende maskin på 800 kilo. Den er i stand til å nå store havdyp. Den kan sonar-skanne omgivelsene i detalj. Men den har ingen annen styrmann enn seg selv. Altså må Hugin på en eller annen måte trenes opp.

KOLLISJONER, NEI TAKK

Den krevende og risikofulle delen er når Hugin skal veldig nær bunnen. Operatøren



HUGIN

Type farkost: Autonom undervannsfarkost (AUV)

Lengde: 5,2–6,4 meter

Vekt: Inntil 1,5 tonn

Rekkevidde: Kan operere på egen hånd ned til 6000 meters dyp, uten fysisk forbindelse til en båt eller fjernkontroll fra overflaten.

Navnet: Hugin står for High-precision Untethered Geosurvey and Inspection system, men er også navnet på en av Odins to ravner som hver dag brakte ham nyheter fra hele gudeverdenen.

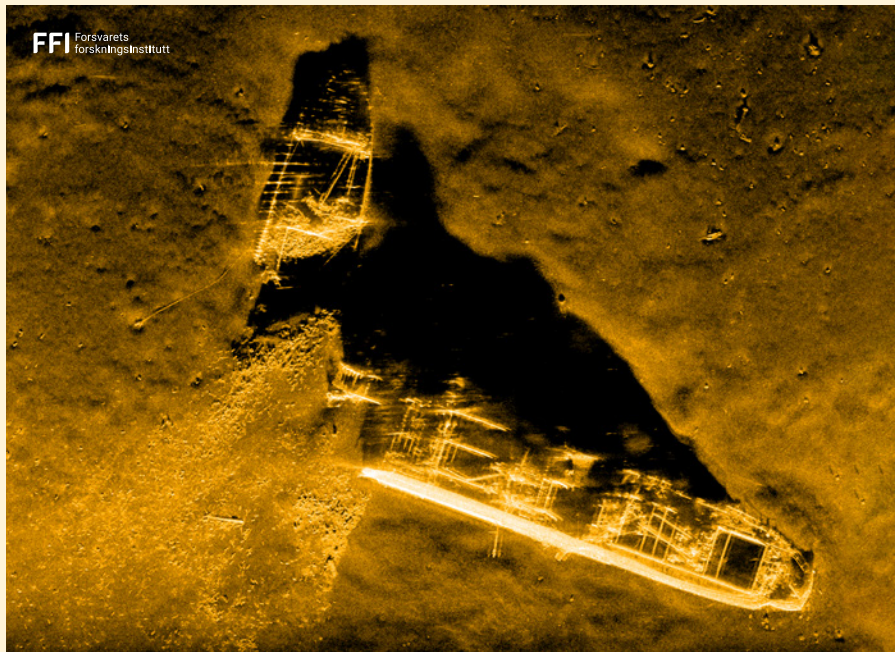
Utviklingen av Hugin

På 1990-tallet startet FFI utviklingen av Hugin med blant annet Statoil (nå Equinor) og Simrad (nå Kongsberg Discovery) på laget. Målet var å utvikle en kabelfri undervannsfarkost for detaljert sjøbunnskartlegging på dypt vann.

Med avanserte sonarer og ekkolodd kan Hugin lage sonaravbildninger som til slutt framstår som detaljerte fotografier. Bildet «tas» med undervannsmikrofoner – hydrofoner – som ser motivet fra bare én retning. Derfor får vi skygger. Tusenvis av opptak inngår i et slik bilde og hver måling kan sammenlignes med å bruke en lommelykt i stummende mørke. Alle dataene settes til slutt sammen med millimeterpresisjon. Slik oppstår et bilde med høy oppløsning og skarp havbunn.

Hugin er blant mye annet blitt brukt for å dokumentere krigsetterlatenskaper på havbunnen.

Hugin produseres og selges av Kongsberg Discovery, og teknologien er under stadig utvikling.



Etter krigen ble skip fullastet med kjemiske stridsmidler senket på utpekte steder i Skagerrak. FFI har kartlagt hvordan det står til med vrakene, på oppdrag fra Kystverket. Bildet er satt sammen av data som Hugin har samlet inn mens den kjører. Foto: FFI

må være like påpasselig som en pianoflytter: Harde sammenstøt er svært lite ønskelig.

– AUV-en bør unngå enhver hindring som kan føre til skader eller havari. Operatøren – pianoflytteren, altså – sitter i et fartøy på overflaten. Kommunikasjon under vann er vanskelig. Han kan derfor bare forhåndsprogrammere hva Hugin skal gjøre. Den kan ikke styres i sanntid, forklarer Rørstad.

SOM EN GRESSKLIPPER

I praksis fungerer dette likevel bra. I åpent farvann og i god avstand fra havbunnen kan Hugin for eksempel programmeres til å bevege seg i et gressklippermønster. Slik kan den gå autonomt i opptil et døgn. Skulle den oppdage en hindring foran seg, vil den sette snuten oppover.

Rørstad forklarer at slike tokt er godt planlagt på forhånd.

– En støter sjelden på vanskeligheter. Men hva hvis vi skal nærmere land, eller nærmere bunnen enn de 20 meterne som er vanlig under kartlegging? Vi kjører allerede i dag ned til tre meters flyvehøyde for å ta bilder med kamera. Det kan for eksempel være aktuelt ved minesøk. Men vi har lyst til å gjøre dette med mindre risiko. Da må Hugin selv i mye større grad ha evne til å både se og løse problemene som oppstår. Den bør ikke bare stikke opp til overflaten når en hindring viser seg.

MER SELVKJØRING

Her er vi tilbake ved beregningene Rørstad gjør. Han og kollegaene ved FFI prøver ut ulike tilnærminger. Alle har som mål å gjøre autonome undervannsfarkoster enda mer selvkjørende, sier han:

– Hvordan kan en slik maskin gjenkjenne en stein, skille mellom en mine og et oljefat, svinge utenom en hindring eller bevege seg så tett på bunnen at den på nært hold kan fotografere objekter av interesse? I norske farvann er sikten som regel veldig dårlig, på bare noen få meters avstand. Dagens Hugin kan lage kjempegode bilder basert på sonarteknologi, men vi har som mål å komme lenger enn det.

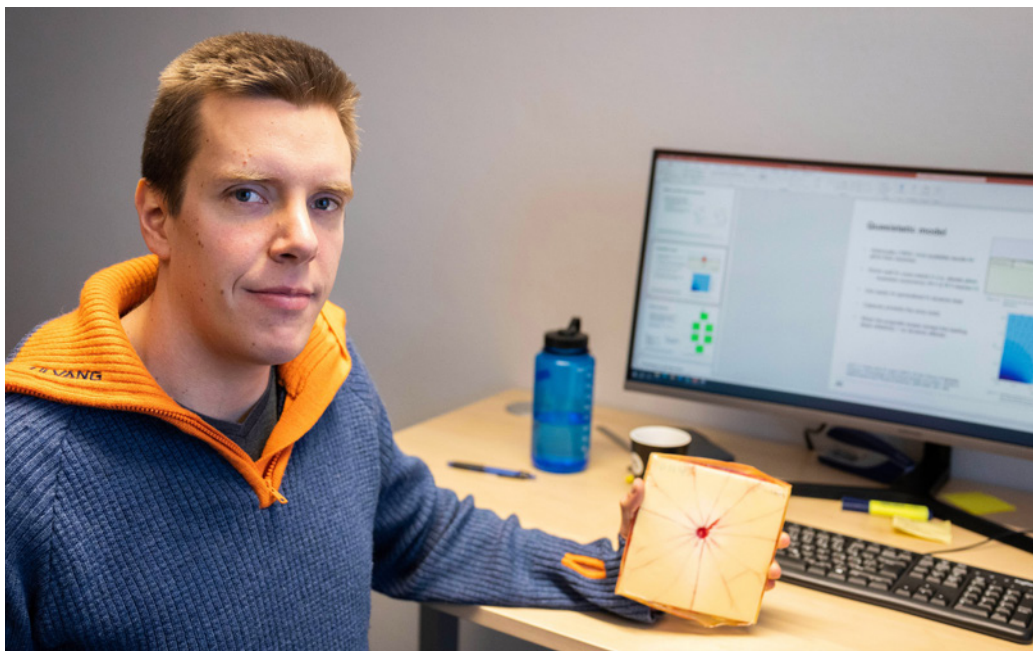
Sensorene og batterikapasiteten på Hugin er allerede av høy kvalitet. De nye og mer avanserte algoritmene som FFI-forskerne utvikler, kan gi Hugin enda høyere ytelse og mer autonomi.



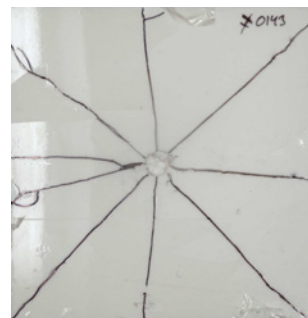
Håkon Yssen Rørstad. Foto: FFI

SKUDDSIKKER FORSKNING

Hvordan dannes sprekker i keramiske plater som treffes av prosjektiler? Svaret på gåten kan gi oss bedre skuddsikre vester og sikrere militære kjøretøyer.



Martin Fonnum Jakobsen forsker på hvordan skuddsikre plater kan bli mer solide. Til høyre er ser vi sprekkdannelser på forsiden og baksiden av en av platene som er testet i forsøkene. Foto: FFI



Keramiske plater brukes som beskyttelse i både skuddsikre vester og soldatkjøretøyer. Hver gang en plate blir truffet, dannes sprekker, og beskyttelsesevnen reduseres. Det gjør soldaten mer sårbar.

I en ny FFI-rapport har forsker Martin Fonnum Jakobsen fordypet seg i fysikken bak sprekke-

Martin jobber i forskningsprogrammet *Håndvåpensystemer, signaturkontroll og våpen-virkningsmekanikk*. Et av forskningsmiljøets langsiktige mål er å utvikle plater som slår minst mulig sprekker når de blir truffet, slik at soldatene får enda bedre beskyttelse enn i dag

LEGOKLOSSER OG FORENKLING

– Vi har gjort et dypdykk ned i den relevante litteraturen for å forstå hvilke krefter som skaper de kritiske sprekke, og hvordan kreftene kan bekjempes på en realistisk måte, forteller Jakobsen.

I rapporten ser Jakobsen på to forskjellige måter å takle problemet på. Den første måten baserer seg på å forenkle problemet så mye som mulig, slik at det kan håndteres analytisk, kun basert på fysiske grunnprinsipper. Det er viktig fordi man danner seg et bilde av hvilke materialegenskaper som er essensielle å beskrive nøyaktig, og hvilke man kan se bort fra.

Den andre metoden baserer seg på det som kalles endelig element-metoden. Enkelt forklart deles prosjektilet og keramikklatten opp i små legoklosser, og hver legokloss blir tilegnet realistiske fysiske egenskaper. Om man bruker veldig små legoklosser, kan man i prinsippet bygge en modell som kan beskrive situasjonen med færre begrensninger og høyere nøyaktighet enn det man får til via bare en analytisk metode.

– Litt forenklet sagt produserer metoden et matematisk videoklipp av hva som kommer til å skje når prosjektilet treffer keramikklatten, forklarer Jakobsen.

LITT SOM ORIENTERING

Begge metodene Jakobsen har brukt, må være på plass for at forskerne skal kunne reproducere eksperimentelle funn med god nøyaktighet.

– Det er litt som å lage et kart fra bunnen av, sier han.

– Den analytiske modellen tegner inn grunn-elementene som fjell, vann, skog, flate områder og bebyggelse, mens endelig element-metoden produserer høydekurver, stier, veier og andre finere detaljer. Begge deler er nødvendige for at vi skal finne den beste veien fra A til B.



NYSGJERRIG PÅ MER? LAST NED RAPPORTEN





SLIK KAN 3D-PRINTING ØKE FORSVARETS OPERABILITET

De siste årene har 3D-printing blitt en tilgjengelig teknologi som også glade amatører kan leke seg med. Bruksområdene er nær uendelige, og ved FFI er det et eget miljø som forsker på hvordan 3D-printing kan brukes av Forsvaret.

Forskere Martin Øhlund Øyen og Sandeep Singh Klair jobber begge ved Produktutvikling, test og verifikasjon (PTV), som er FFIs prototypverksted.

– Vi ser aller mest på hvordan Forsvaret kan ta i bruk 3D-printing i dag, gitt modenheten på teknologier og materialer som er tilgjengelig, forteller Øyen.

Det innebærer blant annet å se på hvordan det er mulig å bøte på mangelen på reservedeler på eldre utstyr. Med 3D-printing er det nemlig mulig å produsere de delene som må skiftes ut, der vi trenger dem. Om leverandører ikke leverer dem lenger, kan dette være en rask og rimelig måte å skaffe deler på. I tillegg gir 3D-printing mulighet til å optimalisere delene vi bruker.

– Hvis det for eksempel er en del som har en kjent svakhet, kan vi forsterke den eller gjøre den enda bedre, sier Øyen.

– En av de største fordelene ved denne teknologien er den ekstreme geometriske friheten. I teorien kan du produsere en del akkurat slik du vil at den skal se ut. Du kan fjerne alt materialet som du ikke trenger, og

legge til der du trenger. På den måten kan du produsere en del som både er så lett og så stiv som mulig. Da kan du maksimere ytelse med minimalt materialforbruk, legger Klair til.

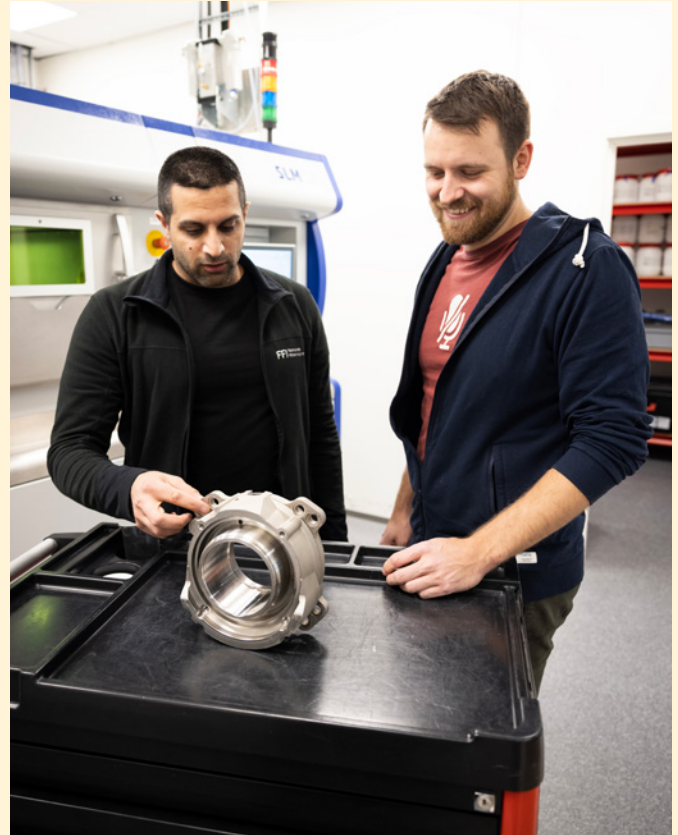
UTNYTTET POTENSIAL FOR FORSVARET

Klair og Øyen er enige i at forsvarssektoren i dag kan bli enda tøffere når det gjelder å ta i bruk 3D-printing og utnytte potensialet denne teknologien har, til det fulle.

– Det er bare fantasien som setter grenser. Det er også et stort potensial for å bruke 3D-print til å spesialtilpasse soldatutstyr eller printe strukturer som kan sys inn i sår for å støtte opp – eller andre typer bandasjer og støtter til bruk ved skader i felt, sier Klair.

De mener at teknologien er moden nok til at den norske forsvarssektoren bør være enda mer interessert i hvordan dette kan tas i bruk.

– Vi ser mer og mer bruk av denne teknologien i dag. Mange avdelinger lager øvingsmateriell eller tilpasser utstyr. Men å ta steget videre, der logistikkorganisasjonen begynner å håndtere materiell med denne teknologien i bakhodet, der er vi ikke ennå. Det er vårt nest steg, forteller Øyen.



Forskerne Sandeep Singh Klair og Martin Øhlund Øyen med en 3D-printet reservedel til en CV90-stridsvogn Foto: FFI

– Denne teknologien brukes allerede i for eksempel Formel 1, romfartsindustrien og bil- og flyindustrien – områder der det absolutt er strenge krav til sikkerhet. Så teknologien er definitivt god nok i dag, sier Klair.

I tillegg mener forskerne at det bør tas med i betraktningen at 3D-printing kan bidra til økt beredskapssikkerhet fordi leveringskjeder kan bli svekket ved globale kriser. Så det å ha mulighet til å printe nødvendig utstyr i Norge vil være en stor fordel.

– Med 3D-printing har vi en unik mulighet til å øke opptiden og levetiden til utstyret vi allerede har, og i tillegg gjøre forbedringer som optimaliserer det, sier Øyen.

I denne podkastepisoden kan du høre de to forskerne fortelle enda mer om hva 3D-printing kan brukes til, og hva utfordringene ved denne teknologien er.



FINN UT MER



Årets analyse fikk mer medieoppmerksomhet enn noen gang. Her blir forskningsdirektør Espen Skjelland ved FFIs avdeling Strategiske analyser og fellessystemer intervjuet av NRK. Foto: FFI

HVA SIER FORSVARS-ANALYSEN 2024?

Forsvarsanalysen er FFIs årlige råd til forsvarsledelsen om Forsvarets utvikling på kort og lang sikt. Analysen for 2024 peker på vesentlige mangler som må utbedres i det norske Forsvaret.

Årets analyse viser blant annet at konsekvensene av Russlands angrep på Ukraina, og at rivaliseringen mellom USA og Kina i Stillehavet vil få stor innvirkning på Forsvaret de kommende årene. Dessuten vil Sverige og Finlands inntreden i Nato forandre det militærstrategiske bildet i Norden.

Krigen i Ukraina har økt trusselen om sammensatte virkemidler, begrensede angrep og kjernevåpen. FFI har sett på ulike scena-

rioer og analysert hva som må til for å løse Forsvarets oppgaver i krise og krig.

– Forsvaret bør rette større oppmerksomhet mot evnen til å møte avgrensede angrep og samansatte trusler, sier forskningsdirektør Espen Skjelland.

BØR UTDANNE FLERE OFFISERER

Analysen viser at Forsvaret ikke har ressurser til å løse alle oppgavene de har fått. De vik-

tigste svakhetene finnes innenfor følgende områder:

- luftvern, inkludert anti-drone
- evne til antiubåtkrigføring
- sikker kommunikasjon
- langtrekkende ild mot landmål
- militært personell med nok erfaring

Ett av punktene i analysen handler om de menneskelige ressursene i Forsvaret.

DE OVERORDNEDE RÅDENE



Forsvaret bør rette større oppmerksomhet mot evnen til å møte begrensede angrep og sammensatte trusler, ikke minst gjennom overvåking og beredskap. Dette gjelder på både kort og lang sikt.



Forsvaret bør utvikle et realistisk konsept for høyintensiv strid mot russiske styrker i nord. Dette bør gjøres i tett samarbeid med Sverige og Finland, i rammen av Nato.



Forsvaret bør som minimum utvikle evne til nektelse i høyintensiv strid på norsk territorium på kort og lang sikt. Nektelse vil si å nekte en fiende å operere fritt. Alliert støtte er sentralt i et slikt nektelseskonsept, men vi må skaffe oss et minimum av nasjonal egenevne.



Forsvaret bør utforske hvordan ny teknologi kan redusere klimagassutslipp – i første omgang i forbindelse med øving, trening og overvåking, og på lengre sikt i forbindelse med ny maritim overflatestruktur.



Årets analyse peker på en rekke utfordringer og nødvendige utbedringer for Forsvaret i årene som kommer. Foto: Forsvaret



– Den pågående aldersbølgen gjør at Forsvaret framover ikke vil ha mange nok offiserer tilgjengelig for å dekke behovet, sier forskningsleder Kari Røren Strand ved FFI.

Forskerne foreslår å øke kapasiteten på officersutdanningen så raskt som mulig og hente tilbake ansatte som har sluttet.

– Flere bør få mulighet til å fortsette etter 60 års aldersgrense. Re-rekruttering må settes i system, der relevant kompetanse fra sivil sektor anerkjennes, sier Strand.

TEKNOLOGISKE MULIGHETER

Rapporten ser også på muligheter innen-

for teknologi. Blant annet anbefaler FFI at Forsvaret vurderer å utvikle eller anskaffe enklere missiler for å øke utholdenheten i kamp. Arbeidet med å bruke kunstig intelligens i støttevirksomheten bør styrkes. Rapporten anbefaler også mer internasjonalt samarbeid om rombasert overvåking og situasjonsforståelse.



**HER FINNER DU
ALT OM FORSVARS-
ANALYSEN 2024**





بيعة جنود الخلافة لأمير المؤمنين الشيخ أبي الحسن الهاشمي القرشي - حفظه الله تعالى -

شعبان 1443

ديالى

ولاية العراق

Fra Diyala, Irak, våren 2022. En gruppe IS-soldater sverger Bayah – troskap til den nye IS-kalifen. Dette er ett av 30 000 IS-bilder som nå er analysert.

PROPAGANDABILDER AVSLØRER HVORDAN TERRORISTENE TENKER

Forskere har brukt kunstig intelligens til å analysere over 30 000 propagandabilder produsert av Den islamske staten (IS) i perioden 2014–2022.

I en ny rapport har forskerne tatt utgangspunkt i det omfattende bildematerialet som er publisert på IS' offisielle kanaler opp gjennom årene. Datamaterialet, 30 000 bilder, er hentet fra en IS-bot på tjenesten Telegram.

– IS har revolusjonert måten ikke-statlige aktører og terrorgrupper driver propaganda på. Dette regnes som en av nøklene til gruppens suksess, sier forsker Vidar Skretting. Han har skrevet rapporten sammen med kollegaene og KI-forskerne Mathias Bynke og Bernt Ivar Nødland.

HAR LAGET SINE EGNE SOSIALE MEDIER

I begynnelsen brukte IS etablerte sosiale medier som Twitter (i dag X), Facebook, YouTube og etter hvert også appen Telegram for å spre innholdet sitt.

– I dag er det betydelig vanskeligere for IS å nå ut. Store sosiale medier tar ned slikt innhold omtrent med en gang det legges ut. IS får likevel spredt sitt innhold effektivt gjennom andre kanaler, og det er forholdsvis enkelt for sympatisører å finne fram til dem, forteller Skretting.

IS opprettholder fortsatt et enhetlig og betydelig propagandaapparat med tre hovedkanaler: «private» sosiale medier som de driver på egne servere, botter på Telegram og vanlige indekserte nettsider.

– De private sosiale mediene IS driver, har vært oppe i en årrekke. Telegram-bottene og de indekserte nettsidene blir tatt ned av administratorer og myndigheter med jevne mellomrom, men blir som regel gjenåpnet av IS under andre navn kort tid etterpå, sier Skretting.



IS har revolusjonert måten ikke-statlige aktører og terrorgrupper driver propaganda på.

HVA HAR BILDENE LÆRT OSS OM IS?

Skretting mener innsikt i utviklingen av terroristorganisasjoner kan være viktig for å forutse retningen og strategiene deres: Ved å se på bildene fra de afrikanske provinsene, der IS nå er på vei oppover, kan vi kanskje få et innblikk i hvor IS er på vei i framtiden.

Analysene viser at IS i de tidlige årene (2014–2018) framstilte seg som både en militær organisasjon og et sivilt statsapparat. Dette henger sammen med at de forsøkte å bygge opp en «ekte» islamsk stat.

Fra 2019 har fokuset endret seg. IS presenterer seg nå nesten utelukkende som en militær bevegelse og opprørsgruppe.

2015 var det året IS var desidert mest aktiv på propagandafrenten. Nesten halvparten av alle bildene i datagrunnlaget er fra dette året, da IS var på høyden av sin makt i Syria og Irak. Dermed er også de fleste bildene i materialet fra Syria og Irak.

– Nå er gruppen blitt nedkjempet i de gamle kjerneområdene, men er i ferd med å bygge seg opp igjen i Afrika. Den trenden ser vi også i bildematerialet, sier Skretting.

Aktiviteten var på et lavmål i 2020, men har siden økt. Hovedtyngden av bildene publiseres nå i Vest- og Sentral-Afrika.

IS har ikke en like omfattende sivil administrasjon i Afrika som de hadde i Syria, men de har for eksempel innført skattlegging og domstoler i enkelte av områdene de kontrollerer i Vest-Afrika. Bemerkelsesverdig nok er sivile bilder nesten fullstendig fraværende i IS-områdene i Afrika.

– At den sivile siden ved operasjonene i Vest-Afrika ikke blir viet oppmerksomhet i bildepropagandaen, kan tyde på at de bevisst velger å framstille seg som en opprørsgruppe, sier Skretting.

Han mener bildene forsterker inntrykket av at IS i Afrika er noe annet enn IS i Midtøsten.

– Det er langt mindre søkelys på individuelle jihadister og martyrer, og samtidig er propagandabildene jevnt over mer brutale. Bildene domineres av militært innhold. Det gjenspeiler at de er mest aktive som militærorganisasjoner, sier Skretting.

MÅ VIDEREUTVIKLE METODENE

Forskerne kombinerte en maskinlæringsmodell fra OpenAI kalt Contrastive Language-Image Pre-training (CLIP) og klyngealgoritmer. De konkluderer med at dette er en effektiv metode for raskt å analysere store mengder propagandabilder.

– Inndelingen i klynger var ikke perfekt. En viss andel bilder framsto feilplassert. Vi måtte legge inn mekanismer for å filtrere ut disse. Men metoden bidrar til å gjøre analysearbeidet langt raskere, sier Skretting.

Forskerne mener vi bør videreutvikle maskinlæringsmetoder for å kartlegge propaganda fra statlige og ikke-statlige aktører.

– Her er det ikke bare bildeanalyse som er aktuelt, men også tilsvarende metoder for å få oversikt over store tekst-, lyd- og videokorpus, understreker Bynke.



KORLEIS SIKRE FORSVARETS DIGITALE GRUNNMUR?

– Forsvarets digitale grunnmur utgjør fundamentet for all IKT i Forsvaret. Dermed er dette kritisk for både planlegging og gjennomføring av militære operasjoner, seier forskningsdirektør Espen Skjelland.

FFI-rapporten er den første heilskaplege analysen av Forsvarets digitale grunnmur. Den syner kor viktig denne infrastrukturen er, og peikar på nøkkelfaktorar for å sikre at han fungerer. Innanfor desse er det fire tilrådingar som Forsvaret bør starte med:

1. sikre eintydig definisjon av rollar, ansvar og avgjerder. Dette legg grunnlaget for å gjennomføre prosessar og prosedyrar og gir rammer som menneske og kultur må tilpasse seg.
2. etablere og halde ved like eit forsvarleg tryggningsnivå. Det inneber å skaffe seg godt oversyn, prioritere innsatsområde og allokere ressursar til risiko- og tryggningsstyring.
3. utarbeide omforeinte målbilete innanfor dei ulike teknologiske bestanddelane av den digitale grunnmuren, og for heilskapen.
4. gjennomføre ein systematisk kompetanseanalyse for å avdekke kva for eit kompetansebehov Forsvaret har, kva dei kan dekke ved hjelp av eigne ressursar, og eventuelt kva som kan dekkast av partnarane i eksterne samarbeid.



**SJÅ OPPTAK FRÅ
ARRANGEMENTET**



Novik hentet selv alle sprengstoffprøvene som er analysert. De er samlet fra tidligere kampområder og dumpingplasser med tysk ammunisjon i Finnmark. Foto: FFI



Noe av det mest uvanlige som ble funnet, var en meget farlig tysk klasebombevariant fra krigen, populært kalt «sommerfuglmine» (den korrekte betegnelsen er «SD 2B»). Foto: FFI

UDETONERTE BOMBER FRA KRIGEN ER BLITT FARLIGERE

I løpet av noen få dager i oktober destruerte FFIs medarbeider over 80 granater og andre eksplosive ammunisjonskomponenter fra andre verdenskrig.

Andre verdenskrig setter fortsatt sitt preg på Finnmark. Når det gjelder eksplosiver, er dette et av de mest forurensede områdene i Norge. Eksplosivene er en kjent trussel mot miljø og samfunnsikkerhet. Etter hvert som granatene brytes ned i naturen, vil skadelige stoffer til slutt lekke ut i miljøet. Nå viser det seg at risikoen for eksplosjoner også øker etter hvert som tiden går.

I oktober 2023 var oberstløytnant Geir P. Novik ved FFI i Øst-Finnmark for å hente eksplosivprøver fra ulike krigsetterlatenskaper.

– Av de over 80 ammunisjonskomponentene vi så på, lå flere tett inntil vei og bebyggelse. Funnene inkluderte både geværgranater,

håndgranater og ammunisjon til bombekastere og artilleri, forteller Novik.

TESTET MED FALLHAMMER

FFI-forsker og oberstløytnant Geir Petter Novik har hentet ut det høyeksplosive stoffet Amatol fra gamle tyske bomber og granater dumpet i Finnmark, og sammen med FFI-kollega Dennis Christensen har han testet hvor følsomt stoffet er for støt etter at det har ligget i naturen i nærmere 80 år.

Testene ble gjennomført i et såkalt fallhammerapparat der forskerne tar en liten mengde sprengstoff (i dette tilfellet 40 mm³) og utsetter



Det gule på dette bildet er ammunisjonens eksplosive fylling, i dette tilfellet nærmere 10 kilo TNT. Foto: FFI

det for støt fra fallende vekter. Stoffets følsomhet beregnes ut fra hvilken energimende (høyde og vekt) som fører til eksplosjon. Jo større høyde og og tyngre vekt, desto mer energi i støtet.

– Eksplosivene vi testet, var generelt mye mer sensitive for støt enn tidligere tester med liknende sprengstoff har vist, sier Novik.

MÅ BEHANDLES VARSOMT

Sensitiviteten til et sprengstoff sier noe om hvor stor risiko det er for eksplosjon når et stoff håndteres eller flyttes. Informasjonen brukes av eksplosivryddere og andre fagfolk som på ulike måter håndterer sprengstoff.

– Våre funn tilsier at eksisterende rutiner og regler for frakt og håndtering av disse eksplosivene må endres, sier Novik.

– Dette gjelder all ammunisjon som kan inneholde amatol.

Stoffet som ble testet, amatoler, er en blanding av ammoniumnitrat og TNT. Blandingen ble funnet opp under første verdenskrig av forskere i Storbritannia for å få TNT-forsyningene til å vare lenger. Blandingen viste seg å være enkel å produsere og hadde flere gunstige egenskaper. Stoffet ble hyppig brukt i bomber og granater fram til slutten av andre verdenskrig.

Det finnes millioner av tonn amatoler i naturen som ueksplodert ammunisjon og ammunisjon deponert på dumpeplasser på land, i innsjøer og til havs. Arbeidet i Finnmark inngår i et større forskningsprosjekt som blant annet kartlegger forekomster av eksplosive krigsetterlatenskaper i Norge.



Forsvarets minekommando fjernet granater fra et vann ved Kirkenes i 1962. Ammunisjonen ble lastet på båt og dumpet i havet. Foto: Ivar Aaserud / NTB

KARTTJENESTE FOR DUMPET AMMUNISJON

Mer enn 300 ganger hvert år må Forsvaret rykke ut for å rydde opp i eksplosiver som blir funnet av turgåere, sportsdykkere eller andre som ferdes i naturen.

– Dumpet ammunisjon er en betydelig samfunnsrisiko. Det dukker stadig opp nye dumpingsteder som ikke er registrert, sier forskningsleder Øyvind Voie.

For å samle informasjon om dumpet ammunisjon har FFI laget en karttjeneste der man kan registrere steder man mener det kan finnes ammunisjon.

Forskerne er spesielt interessert i å komme i kontakt med lokale historielag eller forsvarshistoriske foreninger som kan sitte på nyttig informasjon.

At informasjonen samles i et kartsystem, betyr ikke at hvem som helst kan gå inn og hente ut opplysninger om hvor det ligger dumpet ammunisjon. Datagrunnlaget er gradert. Appen vil vise hvor mange registreringer som er gjort i ulike kommuner, men ikke nøyaktig hvor dumpingplassene ligger. Det er det bare FFI som kan se.

– I dag er det ingen som har ansvar for å rydde opp i dumpet ammunisjon. Forsvaret rydder når publikum melder fra om funn og politiet ber om bistand. Men vi kan ikke sitte stille og vente til publikum bokstavelig talt snubler over ammunisjonen, mener Voie.



**REGISTRER
FUNN I KART**

NORSK KRAFTFORSYNING KAN BLI TRUGA

Det norske kraftsystemet er påliteleg, men press og åtak kan endre situasjonen. Ein ny FFI-rapport ser nærare på konsekvensane av ulike tilsikta handlingar.



Kraftforsyning er i utgangspunktet påliteleg. Her frå det skadde kraftverket ved Braskereidfoss under uveret «Hans» i august 2023. Mannskap frå Vinger heimevern-område hjelpte politiet med vakthald.

Foto: Helene Sofie Thorkildsen / Forsvaret



**LES MEIR OG
LAST NED
RAPPORTEN**

Den geografiske nærleiken vår til Russland er ein faktor ingen kan sjå bort frå og inngår i eitt av fleire framtidssbile i ein ny rapport der forskarane tek for seg ei rekke ting som kan true energiforsyninga.

Funna i rapporten syner at ein bør ta høg for ulike aktørar og moglege grep dei kan ta. Det kan dreie seg om datakriminalitet eller typar av ekstremisme frå politisk motiverte, ikkje-statlege aktørar. Vidare kan trugslane vere samansette trugslar i form av makt-posisjonering. Dei kan vere sabotasje eller tvangsdiplomati frå framandstatlege aktørar. Væpna åtak er sin eigen kategori.

NORSK ENERGI ER VIKTIG FOR ANDRE

Forskningsleiar Stig Rune Sellevåg ved FFIs avdeling Totalforsvar summerer opp bakgrunnen for rapporten slik:

– Noreg vil halde fram som ein viktig energi-

nasjon for Europa, også innafør fornybar energi. Det norsk-tyske samarbeidet om energi er eit godt døme. Det norske kraftsystemet vil difor spele ei stadig viktigare rolle i tida framover. Dette skjer i ei tid der Russland fører ein brutal utmatningskrig mot Ukraina. Også forholdet mellom USA og Kina avgjer graden av stormaktsrivalisering og konfrontasjon.

«BAKPÅ» ER FARLEG

– Vi må ta høg for realistiske verstefalls-scenarior innafør kraftforsyninga, seier Sellevåg.

Rapporten peikar på at avgrensa energiomstilling kombinert med svekt tillit i samfunnet står fram som den farlegaste utviklingsretninga.

– Det er den varianten vi kallar «Bakpå». Han er farleg fordi auka politisk polarisering og

auka konflikt i samfunnet kan gjere Noreg meir sårbart for tilsikta handlingar. Klimaendringar og følgene av dei kan forsterke denne trugselen, påpeikar forskaren.

Så kva strategi vil fungere best? FFI-rapporten inneheld ingen fasit.

– Vi veit likevel at det bør veljast strategiar som fungerer godt over eit breitt spektrum av moglege utfall. I eit slikt perspektiv bør alle dei som på ulike vis skal verje norsk kraftforsyning, ta høg for realistiske verstefalls-scenarior over heile spekteret av konflikter. Slike scenarior må også inkludere krig, seier Sellevåg.

Rapporten har døme på dei ulike kategoriane: datakriminalitet, ekstremisme, samansette trugslar, sabotasje, tvangsdiplomati og væpna åtak.



MITT FORSKERKONTOR

Lunsj i minus 25 grader

Sjefsforsker Hilde Kristin Teien og seniorforsker Julie Renberg tok lunsjen i snøfonnene utenfor FFIs kantine på Kjeller i januar. Gradestokken viste minus 25, men de to kan mer enn de fleste om hvordan kulden påvirker oss. I flere år har de forsket på menneskelig yteevne under ekstreme forhold.

Utelunsjen var en nyttig øvelse før de reiste til Arktis. Der gjennomførte de en evaluering av overlevelsesutstyret til kampflypiloter, både personlig flyverutrustning og setepakken. Hensikten var å vurdere effektiviteten av utstyret og sannsynligheten for å overleve uten kaldværs-skader i opptil 24 timer.



MELD DEG PÅ FFIs ARRANGEMENTER

Vi inviterer flere ganger i året til ulike seminarer, forum og frokostmøter. Her deltar FFIs forskere enten alene eller i kombinasjon med eksterne. Temaene for møtene er knyttet til aktuelle hendelser og forskning. Alle de åpne arrangementene strømmes, og vi legger ut både opptak og en liten oppsummering på nettsidene våre i etterkant.

PÅMELDING OG INFORMASJON



Forsvarssjef Eirik Kristoffersen i et fullsatt Deichman under overrekkelsen av Forsvarsanalysen 2024. Foto: FFI

KOMMENDE ARRANGEMENTER

FFI-FROKOST
Kunstig intelligens i forsvarssektoren
 Dato: 27. august 2024
 Sted: Deichman, Bjørvika

HELDAGSARRANGEMENT
Klima- og sikkerhetskonferansen 2024
 Dato: 26 november 2024
 Sted: Deichman, Bjørvika

FEM PUBLIKASJONER

Alle FFIs ugraderte forskningsrapporter publiseres på nettsidene våre. Her er fem publikasjoner vi mener du bør få med deg.

- 1 Frivillige beredskapsorganisasjoner i fremtidens totalforsvar
- 2 Fra teknologi til strategi og operasjoner – hvordan må vi tenke rundt militær-teknologisk fornyelse?
- 3 Anvendelse av kunstig intelligens i Forsvarets logistikkorganisasjon
- 4 Norske eksperters prediksjoner om krigen i Ukraina – hvor godt har de truffet?
- 5 Forsvarets moderne og motstandsdyktige digitale grunnmur – kritiske suksessfaktorer



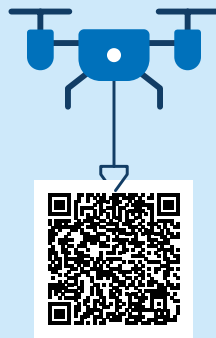
LES RAPPORTENE

FEM PODKAST-EPISODER

FFIs podkast Ugradert finner du der du vanligvis lytter til podkaster. Der forteller forskerne om det siste innen fagfeltet sitt eller hjelper til med å forklare vanskelige ord eller begreper. Her er fem episoder du ikke bør gå glipp av.

- 1 Kort forklart: Hva er elektromagnetisk krigføring?
- 2 Hvordan kan Forsvaret bruke kunstig intelligens?
- 3 Sjettede generasjons luftmakt: Hva kommer etter F-35?
- 4 Slik er de sivile ressursene geografisk fordelt
- 5 Kort forklart: Hva er krigsspill?

Hold deg oppdatert
– abonner på FFIs nyhetsbrev



Få de siste nyhetene, arrangementene
publikasjonene og podkastene om
FFIs forskning rett i innboksen.

