



VITEN

1. 2021

JUBILEUMSMAGASIN FRA FORSVARETS FORSKNINGSinSTITUTT

1946–2021



**STOLT FORTID
– SPENNENDE FRAMTID**



FORSVARETS FORSKNINGSINSTITUTT

11. april 1946 vedtok Stortinget å opprette Forsvarets forskningsinstitutt. Nå har FFI levert kunnskap og ideer til et effektivt norsk forsvar i 75 år. Historien fortsetter. Her er fortellingene om en stolt fortid og en spennende framtid.

UTGIVER:
Forsvarets forskningsinstitutt

PROSJEKTLEDER:
Grethe Skaugvoll

REDAKTØR:
Lars Aarønæs

DESIGN:
Grete Alvestad
Tina Hay Iversen
Isabel Nordang

FOTOGRAF:
Espen Wang-Naveen

viten@ffi.no

FORSIDE/ILLUSTRASJONER:
Martin Hvattum / ByHands

BIDRAGSYTERE:
Bjørn Frøenstad
Wenche Gerhardsen
Anne-Lise Hammer
Espen Hofoss
Jan Olav Langseth
Ålov Runde
Tone Elisabeth Vesteng Solberg

FOTO:
Lars-Erik Berg
Fieldmade
Forsvaret
Terje Heiestad
Kongsberg Defence and Aerospace
KDA
NAMMO
NASA / JPL-Caltech
Norsk Industriarbeidermuseum
Norsk Romsenter / UTIAS / AdobeStock
NTB
Espen Rasmussen / VG
Reuters / Rosatom
Paul White / TT Nyhetsbyrå
FFI

Trykk: 07 gruppen
1. opplag mars 2021: 2000 eks
P ISBN: 978-82-464-3321-9
E ISBN: 978-82-464-3322-6
P ISSN: 2535-2679
E ISSN: 2535-2687

Abonner på vårt nyhetsbrev:
ffi.no/nyhetsbrev

Følg oss på:
Facebook
Instagram
LinkedIn
ffi.no

Forsvarets forskningsinstitutt
Besøksadresse:
Instituttveien 20
2027 Kjeller

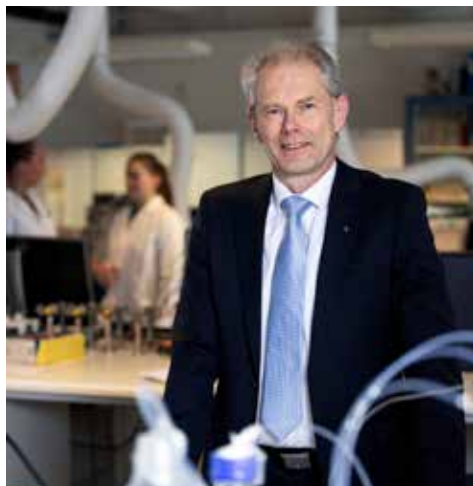
Postadresse:
Postboks 25
2027 Kjeller

Telefon:
63807130



04

James Bond og eg



Direktør John-Mikal Størdal likar løyndommar.
No deler han somme av dei med oss.



30

Pingvinen ble flyvedyktig

Da Norges største forsknings- og utviklingsprosjekt ble påbegynt, var det egentlig et nummer for stort for et lite land. Penguin-missilene ble starten på et industrieventyr som ikke tar slutt.



52

Sjelegranskerne

Kan et forskningsinstitutt ha sjel? Historikerne Olav Wicken og Olav Njølstad kom på sporet av noe som likner. Sammen skrev de boka «Kunnskap som våpen», fortellingen om FFIs første 30 år.

40

Byggesett hele livet



Han preget instituttet i et kvart århundre. Barndommens Meccano pekte ut kursen. Også FFI var et byggesett for den markante direktøren og nasjonale strategen Finn Lied.



66

De studerer terror

Forskerne i Terra-prosjektene er blant dem som nå vet mest om internasjonal terror og jihadisme.



72

Målebeistet

Kan et superpresist måleinstrument være 55 meter langt og veie hundrevis av tonn? Ja, hvis det heter «H.U. Sverdrup II». Bli med om bord.

90

Romspeiderne



Hvordan kan bittesmå satellitter avsløre skumle skip i norske farvann? Hvilke hemmeligheter finnes rundt Saturn og på Mars? Flere av verdensrommets speidere er utviklet ved FFI.



84 Fire utfordringer

Hvilke forskningsfelter blir mest spennende i det kommende tiåret? Vi har sett nærmere på fire av dem.



98 Slik var det også

Hagebruk innenfor gjerdet på Kjeller, hva hadde det med forsvarsforskning å gjøre? Se de historiske glimtene.



118 Armstrong på Spåtind

Han var første mann på månen. Men hva gjorde Neil Armstrong (til venstre) sammen med FFIs Olav Blichner på Spåtind høyfjellshotell? Se bildene fotograf Bjørn Fremstad aldri glemmer.

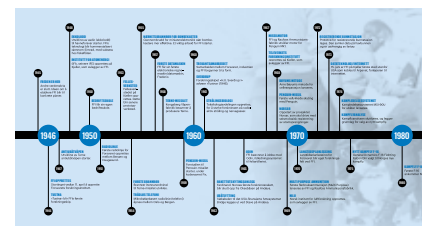


124 Unngår smellene

Hvordan sørge for at eksplosiver ikke smeller når de ikke skal? Sommerstudent Kristine Wiik forklarer.

INNHold

Vi er James Bonds Q	04
Dette er FFI	10
Alt er vel superhemmelig?	12
Made in England	14
Trenger De i grunnen ikke en million?	16
Forsvarssjefen låner øre til FFI	18
Denne miksen er magisk	20
Dere er Nammos teknologispeidere	21
Den korte veien er den beste	21
Ledelse er å forstå	22
Kan Forsvaret ha delageret i lomma?	26
Slik ble pingvinen flyvedyktig	30
Vi har et hemmelig skattkammer	34
«Hei Forsvaret! Jeg har en idé.»	38
Finn var systembyggeren	40
Direktører ved FFI	48
Vi må være forberedt	50
Kan et institutt ha sjel?	52
På minejakt med Hugin	58
Sensorer preger framtidens slagmark	62
Terrorforskerne	66
Kjeller var først på nett	68
Slik avslører Sverdrup havdjupet	72
Frå industrimekanikk til samfunnsvern	76
De nye trendene kan endre alt	78
Høydepunkter gjennom 75 år	80
Spermal var norsk napalm	82
Hvor går FFI?	84
Mars, Saturn og skjulte skip skal avsløres	90
Virusjakten	94
Historiske glimt	98
Motivene jeg aldri glemmer	118
En radioaktiv forsker i korridoren	122
Hvordan unngå at det smeller	124
Topp å være sommerstudent	126



80 Hele historien

Vi bretter ut høydepunktene gjennom 75 år. Se hvilke sju suksesser forskerne ved FFI setter høyest.

VI ER JAMES BONDS Q

Avtroppende direktør John-Mikal Størdal meiner det skal vere ein viss aura av mystikk over FFI.

– Vi skal vere opne og kommunisere alt det vi kan fortelje om. Samstundes skal det vere klart at det skjer ting på innsida som relativt få veit, seier Størdal.

– Eg kan ta opp att det eg sa i eit intervju med lokalavisa mi: Dersom Forsvaret er James Bond, då skal vi vere «Q». Du veit han forskaren som i kvar film forsyner Bond med nyutvikla utstyr, tekniske greier som syner seg å kome til nytte i det avgjerande augeblikket.

Komande augeblikk av denne typen må han snart overlate til ein annan. Går alt etter planen, forlèt direktøren frå Hardanger snart sitt FFI. Avgangen skjer i løpet av forsommaren 2021. Etter ni år i sjefsstolen på Kjeller flyttar Størdal til Paris. Her blir han direktør i ein annan trebokstav-organisasjon: CSO. Akronymet står for Collaboration Support Office. CSO er ein del av Natos Science and Technology Organization. Arbeidsoppgåva er å samordne og styrke forskning og utvikling i medlemslanda.

– Nato må bli endå dyktigare til å invitere forskings- og utviklingsmiljø inn

i nyskapande samarbeid, på tvert av inndelingar og landegrensar. Den oppgåva er like viktig der som den er her, seier han.

John-Mikal Størdal vaks opp på nordsida av Hardangerfjorden, i grenda Herand i Jondal. Artisten Herborg Kråkevik har sett staden tydeleg på kartet. Eit samband finst mellom dei to: Faren til Herborg var klasseforstandar for John-Mikal på ungdomsskolen. Barndomsheimen i Herand er no fritidsbustad, og i flittig bruk av heile familien på fem.

Størdal har mastergrad i Aeronautics and Astronautics frå Massachusetts Institute of Technology (MIT) i USA, og han er sivilingeniør i teknisk kybernetikk frå Norges tekniske høgskole (NTH). Størdal var stabssjef ved FFI i tre år før han overtok roret etter Paul Narum, som gjekk av som administrerende direktør i 2012.

– **Er 75-årsdagen FFI i godt hald?**

– Våpenskjoldet vårt er nyoppussa. Det er symbolsk: I jubileumsåret vårt skil-

tar vi med ny langtidsplan, nytt mål-bilde og ny organisasjon. Alt dette tilfører oss ein ny giv. Det lovar godt for framtida vår.

– **Kva har gjort deg mest stolt i perioden du har styrt instituttet?**

– Vi kan sjå attende på mange bragder, og medarbeidarane her har no kåra sju av dei (*sjå utbrett side 80*). For meg er det uråd å peike ut nokon spesielt. Eg gler meg over at folka våre lukkast, og å sjå at resultat av ting vi har gjort her er vesentleg og kjem til nytte. Ein del av det vi er spesielt stolte av, er det likevel ingen andre som får vite om. Det er krevjande for dei forskarane det gjeld. Jo viktigare er det at vi internt syner at vi verdset dei. Nyleg heldt ein medarbeidar her eit innlegg for statsministeren. Vi fekk tilbakemelding om at vedkomande hadde gjort ein formidabel innsats, og belyst eit komplekst tema på ein veldig god måte. Det dreidde seg om ein ti minuttts brifing.

– Eg ser attende på mange andre stolte stunder også. Det er sjølvsagt stort når USA kjøper missil frå Noreg, som FFI



**JOHN-MIKAL
STØRDAL**
(55)

*Administrerende
direktør, FFI*

BUSTAD
Asker

TILSETT SIDAN
1992

MITT FAGFELT
Astronautikk og
kybernetikk



Også i korona-året 2020 hadde FFI 75 sommarstudentar. John-Mikal Størdal likar at FFI no er ein særers attraktiv arbeidsplass for unge teknologar.
Foto: Christian Tandberg / FFI

har vore med på å utvikle. Like eins var det gledeleg det som hende då vi la fram langtidspanen vår i 2017. Vi hadde invitert til ein presentasjon i lokala til Oslo Militære Samfund. Vi trudde ikkje det ville kome så mange, men vi møtte fullt hus. Både forsvarsministeren og forsvarssjefen dukka opp. I tillegg kom kunnskapsministeren, og sjefane i fleire av dei store forsvarsverksemdene og teknologiselskapa.

– Ein annan ting som gjer meg kry er å gå rundt og sjå kva sommarstudentane våre utrettar dei månadene dei er her. Vi har no hatt rekord i søkinga. Det er kjempemoro. Ei vinnarløysing for oss har alltid vore å rekruttere gode folk. I så måte er det ein positiv tradisjon ved instituttet å gi unge forskarar krevjande oppgåver. Du må lære mens du arbeider. Eg har notert meg at dei som utvikla Apollo-programmet og måneferdene hadde ein snittalder på rundt 30 år. No er snittet i Nasa 60 år, medan

Space X-medarbeidarane er 30. Alle legg merke til kven som er i føringa: Det er dei unge i Space X.

– Du kom til FFI som vernepliktig i 1989. Korleis var førsteinntrykket?

– At her skulle eg ikkje vere lenge! Så feil kan ein ta. Då kom eg rett frå NTH, der eg hadde skrivne diplomoppgåve om Kongsbergs dynamiske posisjonering av skip i Nordsjøen, altså det å «låse» fartøy i posisjon over havbotnen. I utgangspunktet syntest eg det var litt stusseleg på Kjeller. Eg hadde tenkt meg tilbake til Kongsberg. Alt gjekk så mykje seinare her enn det eg opplevde i den kommersielle verksemda. Men oppgåvene freista. Eg hugsar det første sjefen min her, Emil Brodersen, sa til meg: «Her på instituttet kastar vi deg ut på djupt vatn. Så kjem vi att om eit år og ser om du flyt».

– Eg byrja å arbeide med missilutvikling, det som seinare blei Naval Strike

Missile (NSM). Eg såg på korleis ein kunne nytte informasjon frå digitale kart. Der og då følte eg at eg blei strekt til ytterkanten av det eg hadde lært. Utan at det er mi forteneeste: Då Teknisk Ukeblad i 2015 kåra dei største ingeniørbragdane etter krigen, kom Kongsbergs dynamiske posisjonering på første plass. FFIs missilutvikling blei nummer to. Tenk at eg fekk vere med på begge delar.

– Det gjekk for øvrig troll i ord i dette med djupt vatn: Eg fekk etter kvart sjansen til å dra ut på tokt og sjå på ny ubåtteknologi. I samarbeid med industrien på Kongsberg utvikla vi metodar og prøvde oss fram om bord i Ula-klasjen. I tre-fire år dreiv vi med forskning og utvikling av metodar for målfølgjing. Eit problem med ubåt er at den er sårbar når den er nær målet sitt, særleg med periskopet oppe. Basert på passiv informasjon og avansert matematikk blei vi i stand til å demonstrere ein ny



I starten følte eg at eg tok på meg ein dress som eg ikkje fylte heilt. Det var «forskar på djupt vatn» på nytt.

måte å gjere ting på. Det førte til at torpedoar kunne treffe mål på lengre avstand enn nokon hadde trudd var mogleg, med ubåten neddykka. Vi brukte rett og slett ubåten på ein ny måte. På ei øving vi deltok i, kunne ikkje utanlandske fartøysjefar heilt forstå korleis vi fekk det til.

– Du blei instituttets toppleiar i 2012. Korleis var det?

– I starten følte eg at eg tok på meg ein dress som eg ikkje fylte heilt. Det var «forskar på djupt vatn» på nytt. Jobben kravde mykje læring i starten. Som sjef for FFI bør ein vere både dyktig og ekstremt motivert. Det er grunnen til at dette er ei åremålsstilling. Du skal ikkje vere for kort tid i stolen, men det er like uheldig å halde på ein slik posisjon for lenge. Moderniseringsarbeidet vi starta for nokre år sidan botna i at vi på somme område var for dårleg rigga. Potensialet i FFIs rolle var og er veldig stort. Men slik som det var sett opp, makta verken eg eller organisasjonen å fylle den rolla så bra som vi kunne.

– Kva har vore mest stas i din periode?

– Ein kombinasjon av to ting: Den eine er det overordna samfunnsoppdraget, å skulle sikre Noregs fridom og sjølvstende. Den andre er å kunne gi meiningsfulle oppgåver til medarbeidarane ved instituttet. Eg blir ofte utfordra på at «du tenker berre på forskarane våre».

Nei, her er vi eit stort maskineri der alle yter sitt. Stab og støttefunksjonar er heilt avgjerande for arbeidet vårt. Leveransane våre er store, så eg har naturleg nok ikkje oversyn over alt. Lenge freista eg å iallfall lese samandraga i alle rapportar. Det måtte eg gi opp.

– Det blir rart å ikkje vere her lenger. På den andre sida tenker eg at ei direktørtid på over åtte år er lenge for FFI, og det er lenge for meg. Det er bra for begge partar at det skjer ei endring.

– Ser du felt der FFI kan bli betre?

– Vi må bli flinkare til å formidle resultatane våre. Det ligg til forskarens natur å gjere greie for kva han eller ho gjer. Men vi svarar ofte ikkje på kvifor. Kva nytte har forskings- og utviklingsarbeidet vårt for mottakarane? Eg samanliknar det med smarttelefonar: Nyttan for oss ligg i det dei gjer, ikkje korleis dei er bygde opp. I for stor grad fortel vi forsvarsfolk om innmaten, og for lite om kva nytteverdi forskingsprosjekta har for dei.

– Vi får eigentleg ikkje godt nok fram spisskompetansen vår og dei framifrå resultatane våre heller. Innafor romteknologi lanserte vi ein eigen minisatellitt i 2001. Og den tidlege avgjerda om å starte utvikling av missilar, som blei tydeleg med Penguin, var særst framtidsetta.

– Det er eit viktig poeng at vi oppover i historia har vore gode til å gjere endringar før andre ser at desse endringane er naudsynte. Her er det ein direkte samanheng til å gi ansvar til dei rette folkane tidleg, og passe på rekrutteringa. Vi skal vere i forkant. Eg ser det som ein stor fridom å kunne stake ut kursen sjølv. Mistar vi forspranget, vil andre avgjere retninga for oss. Auka forskning og utvikling på autonomi og bruk av kunstig intelligens er døme på viktige initiativ.

– Forsvaret vil alltid vere FFIs største kunde. Korleis er samarbeidet?

– Jamt over svært godt, og utruleg viktig for resultatane og leveransane våre. Det er ein av våre heilt særskilde styrkar at FFI-arar kan arbeide nært med Forsvaret og andre oppdragsgivarar i den verkelege verda, med vekt på bruk og nytte. Vi skal i den samanhengen vere merksame på at det finst ein særst stor respekt for FFI-medarbeidarar i Forsvaret. Det er kjekt, men det kan av og til hemme kommunikasjonen. Eit døme var då vi hadde levert mykje forskning i utviklinga til fregattane i Nansen-klassen. Den første fartøysjefen var handplukka. Vi tok kontakt, og lurte på om han kunne kome og halde ei innleiing hos oss. Kva var hans syn på desse skipa, som vi hadde arbeidd så mykje med? Han skulle kome klokka 9.00. Han kom 8.00. Eg blei i stuss.



01
Forsvarssjef Eirik Johan Kristoffersen i passiar med John-Mikal Størdal, under eit besøk på Kjeller.
Foto: Espen Wang-Naveen / FFI

02
Forskar Magnus Baksaas forklarar FFI-direktør John-Mikal Størdahl korleis den sjølvkøyrande terrengbilen Olav verkar.
Foto: Christian Tandberg / FFI

Dette var ein skikkeleg tøffing, men no var han nervøs. Kva var problemet? Jau, her skulle han fortelje dei fremste forskarane i landet om våpenteknologi. Dette kunne jo ikkje gå bra! Sjølv sagt gjekk det heilt fint. FFI-forskarane var jo like starstruck over å møte fartøysjefen som han var over å møte dei. Eg har fleire gonger opplevd liknande reaksjonar: Det skal knapt meir til enn ei oppringing frå oss før mottakaren er på tå hev.

– Den som kjenner FFI godt, veit at forskarane og leiinga her er nedpå. Men slike misoppfatningar er stadfesta på omdømmeundersøkingar vi har gjort. Svaret er at vi må få til meir sosial omgang med omverda.

– Kva vil du sakne mest når du sluttar?

– Sjølv sagt alle dei inspirerande medarbeidarane. Først og fremst ved FFI, men og i resten av sektoren. Deretter dei meiningsfulle oppgåvene. Sant å seie

opplever eg FFI som ein krevjande organisasjon. Vanskeleg å bli skikkeleg glad i, men du verden så vanskeleg å forlate.

– Kvifor?

– Eg veit ikkje. Det har kanskje med den veldig analytiske og kjølige tilnærminga FFI har til ting. Eg veit om folk her som har slutta i frustrasjon og sinne. Etter eit år har dei hatt lyst til å kome tilbake. Dei fleste tidlegare FFI-tilsette eg møter snakkar likevel om tida si her som veldig fin. På eit tidspunkt var eg sjølv på full fart ut. Eg var skikkeleg forbanna, på sjefen, på manglande samarbeid på tvers, på systemet og heile greia. Då fekk eg beskjed om at det ikkje var nokon god idé å seie opp. I staden fekk eg roe meg ned med eit års opphald i USA. Det er då du skjønner at dine overordna kan vere forståingsfulle.

– Kva vil du seie til neste direktør?

– Eit råd er dette: Ein forskar må ha nok rom. Eg ser det er blitt tøffare krav til

leveransar. Det uroar meg dersom ein ikkje får nok tid på seg før ein blir beden om å levere. Det første året mitt ved FFI fekk eg ei oppgåde som strekte seg over eitt år. Det gav meg stor fridom. Eg fekk sjansen til å gå grundig til verks. Med korte fristar får du ikkje den roa som må til. Klok av skade vil eg også føye til dette rådet: Søk å forstå, før du ber om å bli forstått.

– Militært teknologisk er verda meir komplisert enn nokon gong. På kva felt kan FFI hevde seg?

– Skal vi vere ein partner for dei vi er interessert i å samarbeide med, må vi halde fram å vere verdsløiande på nøyte utvalde område. Der må vi ha djup kunnskap.

– Vi er på full fart inn i ei teknologisk todeling i verda: Kina mot Vesten. Ikkje berre Forsvaret, men også industrien kan bli stilt overfor valet: «Anten er du med oss eller så er du mot oss», slik



det skjedde i diskusjonen om 5G-utbygginga. Denne omstillinga er krevjande. Bråket rundt Huawei er berre starten. Dette er potensielt ei stor sak, der vi både må gi råd og forstå. Dette kjem til å treffe oss lenge før vi aner. Generalsekretær Jens Stoltenberg i Nato har gått veldig langt i synspunkta sine på dette. Det blir spanande å sjå kva Europa gjer.

– Finst det eit FFI om 50 år?

– Heilt klart. Det vil vere endå større etterspurnad etter kunnskap og faktabaserte underlag enn no, særleg på teknologiområdet. Eit framtidig institutt vil framleis vere militærteknologisk. Likevel trur eg vi vil tilby mykje meir forskning mot sivil sektor, innanfor område som FFI har spesielle føresetnader for. Langtidsplanlegging, som vi no hjelper justissektoren med, er eit døme på eit felt som kan vekse.

Størdal har i det private også drive med langtidsplanlegging. Han var aktiv fot-

balltrenar for barna sine, ei jente og to gutar som no er vaksne, i Snarøya Sportsklubb.

– Eg var med frå vesleputt og oppover til junior. Eg saknar den tida. Når eg går bortom banen i dag, treffer eg somme av dei eg trena, som no er mellom 25 og 30 år gamle. Dei kjem bort og helsar, dei seier dei minnest korleis vi heldt på. Fleire spelar framleis fotball. Det er god betaling for jobben, det.

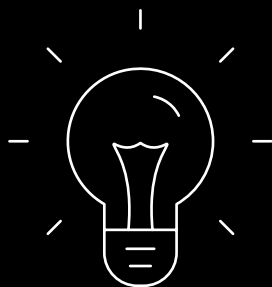
– Så lågmælt som du står fram i FFI, er det litt vanskeleg å sjå for seg ein Størdal som brukar kjeft frå sidelinja?

– Eg hadde god hjelp i fløyta. Kan hende skulle eg ha hatt ei fløyte her også? ■



Eg vil sakna alle dei inspirerande medarbeidarane. Først og fremst ved FFI, men og i resten av sektoren.

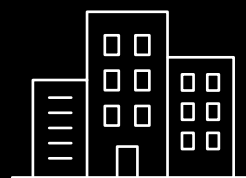
DETTE ER FFI



Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) er Forsvarets sentrale forskningsinstitusjon, og har som formål å drive anvendt forskning og utvikling for forsvarssektorens behov. Instituttet er underlagt Forsvarsdepartementet. FFI er en av Norges største forskningsinstitusjoner, med driftsinntekter på over 1 milliard kroner (2020).

11.04.1946

Fødselsdagen vår!
På side 14 kan du lese historien
om hvordan vi ble til.



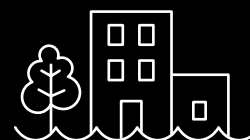
KJELLER, LILLESTRØM KOMMUNE

Ved FFI på Kjeller jobber
det i dag 707 ansatte.

FORSKNINGEN

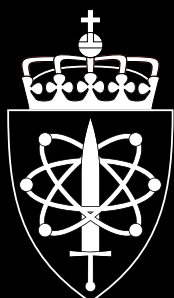
Forskningen ved FFI er fordelt på fem avdelinger:

Forsvarssystemer,
Innovasjon og industriutvikling,
Sensor- og overvåkingssystemer,
Strategiske analyser og fellessystemer
og Totalforsvar.



KARLJOHANSVERN, HORTEN KOMMUNE

Ved FFI på Karljohansvern jobber
det i dag 64 ansatte.



FFIs våpenskjold med riksvåpenets krone er tegnet av heraldiker og generalmajor Thorbjørn Bergersen, og godkjent av kong Olav 2. desember 1989. Skjoldfiguren viser et hevet sverd omsluttet av et atom med elektroner i hver ende. Merket symboliserer instituttets vitenskapelige relasjon til Forsvaret. Våpenskjoldet ble oppdatert i desember 2020.

771
MEDARBEIDERE

SAMFUNNSANSVAR

FFI driver anvendt forskning og utvikling som bidrar til å gi Norge et effektivt og relevant forsvar, et sikkert samfunn og en konkurransedyktig forsvarsindustri. Instituttet er med på å styrke Forsvarets operative evne, og Natos evne, til kollektivt forsvar. FFI har et utstrakt samarbeid med nære allierte.

80%

Forskningen er 80 prosent prosjektfinansert. 20 prosent er faste bevilgninger.

VISJON

Vi gjør kunnskap og ideer
til et effektivt forsvar



FFI-medarbeidere øver på beredskap:
En mistenkelig pakke sjekkes.
Foto: Christian Tandberg / FFI

ALT ER VEL SUPERHEMMELIG?

Mange tror at bokstavene FFI betyr stengte dører og totalt hemmelighold. I virkeligheten er det ikke helt slik.

Enhver som har besøkt FFI i Horten eller på Kjeller, vet at det er strenge rutiner. Du skal registreres i resepsjonen og følges av noen. Telefoner må legges igjen utenfor møterommene.

FFIs medarbeidere skal være sikkerhetsklart for å få jobbe «innenfor gjerdet». Når de forteller hvor de jobber, kan noen få kommentaren: «Oi! Der er vel alt superhemmelig og slikt? Jeg skal ikke spørre mer.» Med andre ord tror flere at det er en parallell mellom for eksempel Etterretningstjenesten og FFI, eventuelt at FFI alltid bare jobber med «hemmelige ting».

Et besøk på nettstedet ffi.no forteller om stor vilje til åpenhet. Publikum skal vite hva FFI driver med. Så sant en forskningsrapport ikke er gradert, blir den publisert i sin helhet.

Selv ikke blant forsvarsfolk er det alle som kjenner til at FFI er med i EU-prosjekter, tar oppdrag fra statlige etater og er industripartner i sammenhenger som ikke bare er militære. Instituttets totalforsvarsarbeid er også noe det er viktig å formidle.

FFI ønsker å vise hva instituttet jobber

med. Nyheter slippes på sosiale medier hver uke. Åpne møter og konferanser er en viktig del av jobben, enten det dreier seg om overordnede temaer for hele forsvarssektoren, eller spisset kunnskap innenfor droneflyging og 3D-printing.

Samtidig er balansegangen viktig. Selv om medarbeiderne ved FFI er sivilansatt, er instituttet en viktig del av Forsvaret.

– Det finnes helt vesentlige forhold som ikke lar seg diskutere offentlig, og som berører arbeidet her ved FFI, sier forskningsdirektør Espen Skjelland ved avdeling Strategiske analyser og fellessystemer. Han utdyper:

– Disse forholdene handler om politiske, strategiske og operative vurderinger rundt ulike typer konflikter. Det berører kjernen i hvorfor vi har et militært forsvar, og hvilket forsvar vi trenger. Vi utforsker en usikker framtid med et bredt sett av mulige scenarier. Vi modellerer og simulerer militære operasjoner med stor grad av detalj, og vi bruker om nødvendig høyt graderte data. Det unike for Forsvaret er at det skal fungere under en forutsetning

der en annen aktør – motstanderen – gjør store anstrengelser for at vi skal mislykkes. Det betyr at bare én kritisk mangel eller feilvurdering i en operasjon kan føre til kollaps i praktisk talt hele organisasjonen.

De synlige og usynlige sikkerhetstiltakene ved FFI er der med god grunn. Men det er like åpenbare grunner til at mye av det som skjer ved instituttet, skal formidles fritt. Et superhemmelig forskningsinstitutt er Norge neppe tjent med. Jo mer resten av samfunnet får innblikk i aktiviteten på Kjeller og i Horten, jo bedre. ■

SIKKERHETSLOVEN

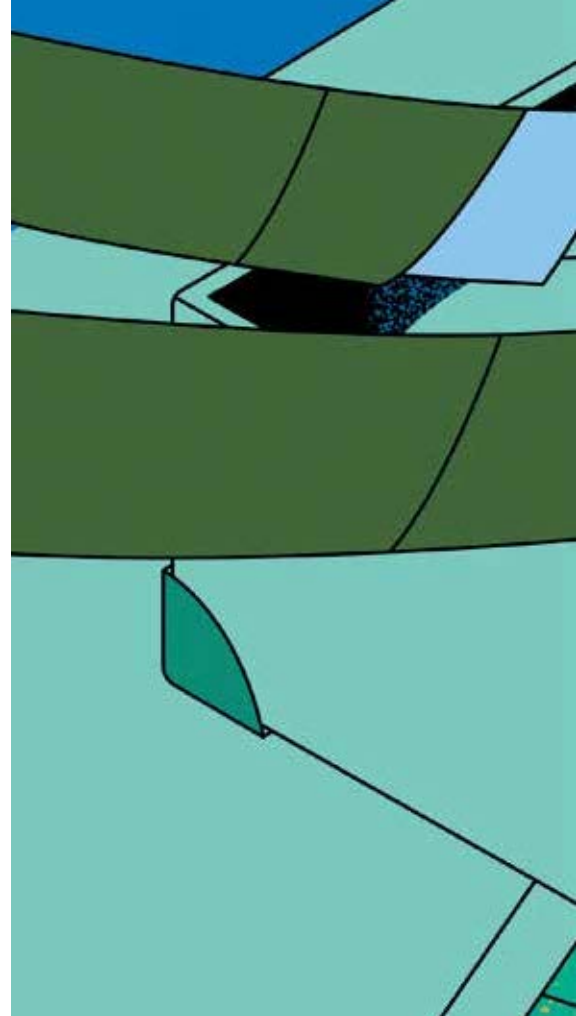
Lov om forebyggende sikkerhetstjeneste regulerer adgangen til opplysninger som kan skade interessene til Norge eller våre allierte, forholdet til fremmede makter eller andre vitale sikkerhetsinteresser. Dokumenter kan graderes på fire nivåer:

- Begrenset
- Konfidensielt
- Hemmelig
- Strengt hemmelig

IDEEN OM FFI

Made in England

Han var kjemiprofessor og motstandsmann. Allerede det første krigsåret begynte Leif Tronstad å tenke høyt om noe som britene hadde og som Norge manglet: militær forskning.



Alt startet i England. Tanken om et norsk militærteknologisk forskningsinstitutt ble luftet allerede i 1941. Krigen var i gang. Tyskerne seiret på alle fronter. En av forskerne som hadde flyktet til Storbritannia, var likevel sikker: Sluttresultatet ville bli et annet. Da kom Forsvaret til å trenge en slik institusjon. Etableringen var helt nødvendig. Ellers ville landet neppe kunne holde tritt med den akselererende utviklingen innenfor militær teknologi.

Forskeren som sto bak ideen het Leif Tronstad. I London var han knyttet til Forsvarets Overkommando, med majors grad. Han skulle bli en av de mest kjente motstandsmennene. Tronstad hadde en vesentlig rolle i tungtvannssaksjonen på Vemork i 1943. Det var et anlegg han selv hadde vært med på å planlegge. Nå måtte han planlegge sabotasjen. Allerede i 1948 ble aksjonen spillefilmmateriale, i norsk-franske «Kampen om tungtvannet». Hollywood tok tak i aksjonen i 1965, i «The Heroes of Telemark» med Kirk Douglas i en bærende rolle. Aksjonen ble også en populær TV-serie på NRK i 2015.

Bærums-gutten Tronstad hadde startet som kjemiker. Han hadde studert både i Berlin og i Cambridge. Han var professor ved NTH. I Storbritannia var han blitt et kjent og vel ansett navn allerede i tiåret før. Det skulle vise seg å komme Norges sak til gode.

Den norske eksilregjeringen gjorde Tronstad til leder for Forsvarets Overkommandos tekniske utvalg (FOTU). Dette var forløperen til FFI. FOTUs mål var å rekruttere norske teknologer og vitenskapsmenn til militær forskning i Storbritannia. Utvalget skulle være Forsvarets overkommandos rådgiver i militærtekniske problemstillinger.

Grunnstammen i FFI fantes blant de 30-40 norske sivilingeniørene og vitenskapsmennene som arbeidet ved britiske forskningsinstitutter. Svært mange av dem ble del av instituttets tidlige forskerstab.

Forsvarsledelsen i det Norge de forlot, prioriterte vitenskap og teknologiutvikling lavt. På 1930-tallet var det ingen organisert forskning i Forsvaret overhodet. Gamle militære ledere syntes ikke at teknologisk ekspertise burde trumfe tradisjonell militær fagkunnskap. Var det likevel noe verdenskrigen hadde bevist, med atombomben som det mest fryktinggytende argumentet, så var det at vitenskap og forsvarsforskning nå var helt nødvendig.

Den selvskrevne lederen av nyskapningen FFI kunne ha blitt Leif Hans Larsen Tronstad. Det ville seg ikke slik. Han ønsket å være i felt heller enn å sitte ved et skrivebord. Fra slutten av 1944 ledet han en ekspedisjon norske fallskjerm-



jegere fra Kompani Linge. De opererte i fjellområdene i Telemark. Knappe to måneder før krigens slutt endte det tragisk. I ei seterbu ved Møsvatn i Telemark ble Tronstad drept i kamp med norske NS-folk, bare noen uker før sin 42-årsdag.

Etterkrigstidas første forsvarsminister var også en markant motstandsmann: Milorg-lederen Jens Christian Hauge ble en entusiastisk og viktig medspiller i etableringen av FFI.

Forsvarets forskningsinstitutt var bare en idé i Leif Tronstads hode i 1941. Fem år senere var FFI blitt virkelighet. Takket være en gruppe unge norske forskere og ingeniører i de britiske krigslaboratoriene var veien åpnet for Forsvarets vitenskapelige institusjon.

Det skulle bli et av Norges viktigste forskningsinstitutter. 11. april 1946 gjorde et enstemmig Storting det historiske vedtaket.

FFI var født. ■



LEIF TRONSTAD

Leif Tronstad (1903–1945) var sentral i å planlegge og organisere Vemork-aksjonen. For denne innsatsen ble han belønnet med Order of the British Empire. Han var også med på å organisere avlytting av tyske offiserer i Norge. Denne avlyttingen ga blant annet opplysninger om den tyske produksjonen om flyvende bomber (V1) ved Peenemünde. Opplysningene førte til omfattende bombeangrep, som satte produksjonen tilbake. Det skaffet britene et hardt tiltrengt pusterom.

I Sandvika sentrum ligger Leif Tronstads plass, hvor kong Olav avduket en bauta 8. mai 1973. Krigsheltens navn er å finne flere steder: Leif Tronstads veg ligger i Trondheim, Professor Tronstads gate er på Rjukan.

Foto: Norsk Industriarbeidermuseum



Trenger De i grunnen ikke en million?

En overraskelse ventet da Fredrik Møller kom til Forsvarsdepartementet.

Norge 1946: Det var kronisk mangel på alt. Det skortet på både lokaler og utstyr til norsk forskning. Ved Norges tekniske høgskole (NTH) i Trondheim og i det vitenskapelige miljøet i Bergen var det skrint. Men det nystartede Forsvarets forskningsinstitutt fikk uventet god starthjelp.

Det første budsjettet som ble vedtatt var på 1 million kroner, med et ekstra starttilskudd på 300 000. Tildelingene i 1946 og 1947 var på til sammen 1,8 millioner kroner. En stor sum, når vi sammenlikner med at veletablerte NTH de samme to årene hadde 2,3 millioner å rutte med.

FFIs første direktør Fredrik Møller har selv illustrert denne situasjonen, forteller historikerne Olav Njølstad og Olav Wicken i «Kunnskap som våpen».

Møller skrev i internbladet Mikroskopet hvordan FFI fikk sitt første budsjett



FREDRIK MØLLER

*FFIs første direktør
1947-1957*

Sivilingeniør innenfor akustikk. Møller var en av de toneangivende blant de 40 forskerne og ingeniørene som arbeidet i England under krigen.

Foto: FFI

avklart i Forsvarets Overkommando. Ubeskjedent nok hadde forløperen Forsvarets overkommandos tekniske utvalg (FOTU) bedt om 600 000 det første året.

I møtet om budsjettet deltok major Lindbæk Larsen og major Pettersen fra Forsvarets Overkommando. Sverre Pettersen ble siden FFIs underdirektør.

Møller skriver:

«Disse syntes å være helt enige om hvilken politikk de skulle føre overfor FFI. Det første spørsmålet var: 'Men si meg, trenger De ikke mer?' Til dette var svaret: 'Selvfølgelig, mer skulle være fint.' Hvorpå Lindbæk Larsen spurte: 'Trenger De i grunnen ikke en million?' Til dette bekreftende svar brøt major Pettersen inn og sa: 'Hvis dere skal få en million, så er dere nødt til å be om halvannen'. Hvorpå vi ba om halvannen, og til vår store forbauselse fikk vi halvannen.» ■

FORSVARSJEFEN LÅNER ØRE TIL FFI

Forsvarssjef Eirik Kristoffersen er ikke i tvil:
– FFI har en stor rolle i hvilke råd jeg gir til politisk ledelse.

Generalen tiltrådte 17. august 2020. Han etterfulgte admiral Haakon Bruun-Hanssen, som gikk av med pensjon etter å ha vært forsvarssjef i perioden 2013 til 2020.

Den nye forsvarssjefen kjenner FFI godt fra før, blant annet gjennom utviklingen av Forward Air Control and Navigation (FACNAV), det digitale kommando- og kontrollsystemet som er laget for Forsvaret, og minihelikopteret BlackHornet, dronen som soldater kan bruke til rekognosering.

– Hvordan ser du på det lange samarbeidet mellom Forsvaret og FFI?

– Samarbeidet har betydd svært mye for utviklingen av Forsvaret. Resultatet i dag er at vi i Norge har et moderne forsvar. Det har klart å omstille seg kontinuerlig. Vedvarende omstilling basert på solid kunnskap er avgjørende for at Forsvaret fortsatt skal være relevant, også i fremtiden.

– Hvor viktig er FFI for Forsvaret i dag?

– FFI er viktig for oss. Det er gjennom råd basert på forskning vi først og fremst kan videreutvikle det Forsvaret vi har. Samtidig har FFI en stor rolle i hvilke råd jeg gir til politisk ledelse, om det Forsvaret vi skal ha framover.

– Sjef for Forsvarsstaben, viseadmiral Elisabeth Natvig, sa for noen år siden sa at «FFIs oppgave er å lyse opp fremtiden». Er du enig?

– Ja, jeg er enig. Vi er helt avhengig av forskningsbaserte råd.

– Din personlige erfaring: Når og hvordan var du første gang i kontakt med FFI?

– Da jeg var en del av spesialstyrkene, startet et tett samarbeid med FFI for alvor. To konkrete eksempler som jeg var direkte involvert i, var utviklingen av FACNAV og Black Hornet.

Hvilke temaer og problemstillinger

er det særlig viktig for Forsvaret og FFI å arbeide med framover?

– Det aller viktigste spørsmålet for meg er hvordan teknologien kan bidra til at det norske Forsvaret har en fordel i fred, krise og krig.

– Er det noen forskningsprosjekter eller vinklinger fra FFI som du har spesiell interesse for, eventuelt er nysgjerrig på?

– På kort sikt er det forskning på hvordan vårt nye kampfly F-35 kan utnyttes maksimalt av hele Forsvaret. Videre er jeg svært interessert i forskning rundt teknologisk autonomi, og hvordan det kan bidra til å gjøre Forsvaret enda bedre rustet.

– Er det noen type forskning eller prosjekter Forsvaret skulle ønske seg mer av?

– Jeg opplever en tett og god dialog med FFI. Ofte er det utfordrende å vite noe om det jeg ikke vet. Derfor er interna-



Samarbeidet med FFI har betydd svært mye. Resultatet i dag er at vi i Norge har et moderne forsvar, sier forsvarssjef Eirik Kristoffersen.
Foto: Torbjørn Kjosvold / Forsvaret



Samarbeidet har betydd svært mye for utviklingen av Forsvaret.

sjonalt og nasjonalt forskningssamarbeid så viktig. Nettopp fordi det kan frambringe løsninger ingen av oss har tenkt på.

– Forskning på soldaters liv, helse og velferd har alltid vært sentralt for FFI. Er det forskning du skulle ha sett mer av i denne kategorien?

– Jeg skulle gjerne ha sett mer forskning på de materiell- og logistikkmessige følgene av at kvinneandelen i Forsvaret øker raskt. Min påstand er at mye av utstyret vi bruker operativt først og fremst er utviklet for menn, og at vi

fortsatt henger etter i utvikling av utstyr tilpasset kvinner.

– Samarbeidet mellom Forsvaret, FFI og norsk industri har vært en viktig faktor siden 1960-tallet. Hva er forventningene dine til dette i årene som kommer?

– Trekantsamarbeidet er avgjørende for raske resultater. Jeg har selv opplevd hvor godt et slikt samarbeid fungerer, nettopp i utviklingen av FACNAV og Black Hornet. ■



DENNE MIKSEN ER MAGISK

Jeg lar meg fortsatt fascinere av mytene rundt Forsvarets forskningsinstitutt – selv når institusjonen nå runder 75 år.

For det er ikke til å komme fra at FFI fortsatt er myteomspunnet. Vi med litt fantasi drar gjerne myten over i universet rundt James Bond, MI6 og Q. Nye og banebrytende oppfinnelser og våpen som gjør kampen mot fienden både snedig, hemmelig og ikke minst banebrytende. Kald krig, atomalder, Nato, våpenkappløp og tilhørende ingredienser gjør det lett å spinne forestillinger.

De som ønsker å dempe mytene, får ikke akkurat hjelp av at en av instituttets viktigste fødselshjelpere var motstandsmannen og Ap-kjempen Jens Chr. Hauge. Den tidligere Milorg-sjefen var forsvarsminister etter krigen og en avgjørende kraft for norsk inntreden i Nato, og at det norske forsvaret og norsk forsvarsindustri utviklet seg fra et nullpunkt til å bli internasjonalt anerkjent.

Da Hauge omsider gikk av som forsvarsminister på nyåret i 1952, overrakte han kontorets nøkler til etterfølgeren Nils Langhelle. Blant «nøkklene» var også koden til ministerens enorme safe bak kontorstolen. En selvfølgelig overrekkelse av tilgang på gradert informasjon. Problemet for Langhelle var bare at safen var tom. Biograf Olav Njølstad skriver i boken «Jens Chr. Hauge – Fullt og helt» (2008), at Hauge hadde tatt med seg dokumentene hjem. Fortsatt vet vi ikke omfanget av innholdet. Kanskje finnes det fortsatt hemmeligheter om FFIs tilblivelse?

Hauge dyrket vennskapet med de to FFI-direktørene Fredrik Møller og Finn Lied, samtidig som han var styreleder i Raufoss Ammunisjonsfabrikker og Kongsberg Våpenfabrikk – og forhandlet store kontrakter om forsvarsmateriell med allierte. Dette bidro utvilsomt til at FFI ble en betydelig bidragsyter og kraft i utviklingen av norsk forsvarsindustri. En posisjon vi fortsatt nyter godt av i dag.

Forløperen til Teknisk Ukeblad, Polyteknisk Tidsskrift, ble stiftet i 1854. Som verdens eldste polytekniske publikasjon har vi alltid vært opptatt av forsvarsindustrien. Også i dag er FFI en viktig kilde

for nyheter og innhold. Det kan synes litt basalt, men er likevel bare å erkjenne. Leserne våre simpelthen elsker alt som smeller, skytes eller eksploderer. Blant annet har vi i alle år fulgt Penguin-prosjektet. Kryssermissilet som etter tiårs utvikling har blitt til NSM og JSM, og som er ubetingede internasjonale suksesser.

Instituttet er spennende for TUs journalister. Ikke bare på grunn av historien og mytene, men også fordi FFI fortsatt leverer på viktige oppgaver i et lite land som trenger å stå sterkt på egen hånd og sammen med våre allierte. Vi lar oss også imponere av FFI-prosjekter som Rimfax, «ned-i-bakken-radaren» som nå er kommet til Mars.

FFI er viktig for Norge. Vi vil påstå at nasjonen har fått mye igjen for ressursene som er brukt på instituttet og dets aktiviteter. Andre nasjoner – de fleste av dem mye større enn oss – må skilte med langt høyere kostnader for å oppnå den magiske effekten og miksen FFI har bidratt til i skjæringspunktet mellom forskning, teknologiutvikling og industriell vekst.

Truslene fra sjø, land og luft har endret seg betraktelig. Mest krevende synes i dag den elektroniske trusselen, som fremstår både snikende, undergravende, mangslungen, uoversiktlig og potensielt lammende.

Det er godt vi har et FFI som kan bidra til å kartlegge også digitale trusler og mottrekk fremover. Dermed tror vi også at det blir nok å gjøre for FFI de neste 75 år. Det lover fortsatt godt for norsk næringsliv. Og for oss i TU.

Gratulerer med jubileet!

Jan M. Moberg, ansvarlig redaktør og administrerende direktør i Teknisk Ukeblad Media AS



DERE ER NAMMOS TEKNOLOGISPEIDERE

FFI er Nammos teknologispeidere innenfor viktige områder. Vi har hatt et ekstraordinært nært og godt samarbeid i alle år, helt siden forsvarsminister Jens Christian Huges prioritering av sentrale teknologiområder rett etter krigen. Samarbeidet har vært preget av både avansert forskning og praktiske løsninger. Her har vi mange gode eksempler på initiativrike FFI-forskere, som fant utrolig mange innovative måter å teste produkter på. Modellen vi ofte jobber etter, er at FFIs forskere jobber med grunnforskning og stiller med spesialkompetanse der, mens vi har ingeniører og forskere som ser på bruken av teknologien, og på hvordan den kan gjøres om til nye produkter.

FFI har vært kunde, pådriver og sparringpartner både for Raufoss Ammunisjonsfabrikker og senere for hele Nammo-systemet. På ammunisjonssiden har vi for eksempel hatt et nært samarbeid med FFI helt siden 60-tallet. De første prosjektene var M72-rakettkastere og multipurpose-ammunisjon. På rakettmotor-feltet går røttene til slutten av 40-årene, og selve etableringen av FFI. Det skjøt fart midt på 80-tallet. Siden da har vi også jobbet sammen om rakettmotorteknologi, gjennom programmer støttet av Forsvarsdepartementet. Et avsluttet program har ofte blitt oppstarten på et nytt.

I dag er vi et internasjonalt selskap som påvirkes av utviklingen på verdensmarkedet, kanskje spesielt i USA. FFI forblir likevel en viktig partner for oss. Samarbeidet mellom Raufoss og senere Nammo og FFI har også 75 års-jubileum i år. Et slikt langvarig forhold erstatter du ikke så lett.

Nå ser vi at teknologiutviklingen går stadig raskere. Da er det viktig at FFI beholder den samme nysgjerrigheten rundt ny teknologi, slik at vi fortsetter å utvikle oss sammen.

Morten Brandtzæg, konsernsjef i Nammo AS

Foto: NAMMO



DEN KORTE VEIEN ER DEN BESTE

For oss i Kongsberg Defence and Aerospace (KDA) har det tette samarbeidet med FFI hatt mye å si for utviklingen vår av høyteknologiske systemer. Spesielt vil jeg nevne missilaktiviteten. Den går tilbake til antiubåtvåpenet Terne på 1950-tallet, via sjømålsmissilene Penguin og Naval Strike Missile (NSM), og nå sist Joint Strike Missile (JSM). Ikke minst Terne og Penguin bidro til å transformere KDA fra å være en mekanisk våpenprodusent til å møte fremtiden med høyteknologi innenfor mange nye felt. FFI, Forsvaret og norske myndigheter, ofte kalt Team Norway, har vært avgjørende for KDA og øvrig norsk forsvarsindustri på eksportmarkedet.

Mang en ingeniør og forsker har fulgt med fra utvikling ved FFI, over til utvikling eller produksjon hos KDA. FFIs kompetanse gjennom medarbeiderne sine utgjør den store forskjellen. Instituttet er uten tvil fremst i verden på å ta fram banebrytende løsninger og nyvinninger. I 1983 etablerte vi en avdeling på Kjeller for samarbeid og teknologiutveksling, spesielt innenfor missilsekerteknologi.

Møteplassene våre gjør samarbeidet vårt spesielt. Det er unikt i internasjonal sammenheng. Her kan FFI, industrien og Forsvaret sitte sammen og diskutere framtidige løsninger som Forsvaret har behov for. Vi utnytter her de mulighetene som er spesielle for et lite land, med korte beslutningsveier, lite byråkrati og stor grad av tillit. Dette skaper god og fruktbar dialog. Slik klarer vi å ta fram moderne og avanserte løsninger til lave kostnader.

**Eirik Lie, administrerende direktør i Kongsberg
Defence and Aerospace**

Foto: KDA



**MARTE S.
KALVELAND**
(39)

Forskningsleder

BOSTED
Kjeller

ANSATT SIDEN
2007

MITT FAGFELT
Astrofysikk

AVDELING
Forsvarssystemer

LEDELSE ER Å FORSTÅ

Dette er den første arbeidsplassen min etter universitetet. Nå har jeg vært her i 13 år! Jeg fikk i sin tid vite at FFI er et spennende sted, at det var anledning til å gjøre masse forskjellig her. Det stemte godt for min del.

Utdannelsen min har hatt sitt å si: Det fine med oss astrofysikere er at vi er litt poteter, vi kan brukes til mye. Faget vårt har ei verktøykasse som inneholder både matte, fysikk og programmering. Dermed kan vi jobbe med svært ulike oppgaver her ved FFI, slik jeg har gjort.

En ganske fin gulrot har vært muligheten til å forlate skrivebordet innimellom. Jeg har vært på tokt både med de hurtiggående Skjold-korvettene og fregattene i Fridtjof Nansen-klassen. Selv om det er mye jobb med eksperimenter og innsamling av test-resultater, er det spennende å være om bord i de moderne fartøyene.

Jeg har vært med og seilt både langs hele norskekysten og til flåteøvelser i England. Det er også en nyttig erfaring å ha fått være med i ulike overvåkningsfly. FFI gir meg muligheter som jeg neppe hadde fått andre steder.

Jeg har alltid hatt en lederspire i meg. I studietida ledet jeg den norske avdelingen av en internasjonal organisasjon for teknologistudenter. Nå er jeg en av mer enn 60 forskningsledere ved instituttet.

Samtidig med at FFI fyller 75 år er vi inne i en endring av organisasjonen. Styret vårt vil få flere yngre i lederroller, noe som betyr at noen eldre viker plass. Ved FFI er lederne tradisjonelt rekruttert internt, ut fra at de har vært flinke forskere. Men interessen for å lede er ofte like viktig.

I dag har jeg ansvar for forskningsprogrammet Kampstrukturer – luft, med to forskningsprosjekter: Luftforsvaret mot 2030, og det vi kaller taktikkprosjektet. Kampstrukturer er et nytt og spennende forskningsområde. Det handler om å bruke hele instituttets kunnskap og formidle den til forsvarsgreinene på slik måte at det gir mening og nytte. Fellesoperasjoner er viktig. Perspektivet er at sjøforsvar, luftforsvar og hær ikke kan kjempe hver sin krig, de må samhandle bedre. Hvordan kan vi få til det?

En av de viktigste oppgavene mine er å holde tett kontakt med lederne i Luftforsvaret, og treffe dem jevnlig. Vi skal



Det fine med oss astrofysikere er at vi er litt poteter.



*Fellesoperasjoner er viktig.
Perspektivet er at sjøforsvar, luftforsvar
og hær ikke kan kjempe hver sin krig,
de må samhandle bedre.*



forstå hvilke temaer de jobber med, og samordne forskning ved FFI og problemstillinger i Forsvaret. Kollegene mine er ansvarlige for det samme overfor Sjøforsvaret og Hæren.

Min studievenninne Sunniva Rose er en forskningsformidler og blogger jeg blir veldig inspirert av. Hun ga nylig ut boka «Vi er stjernestøv», selvfølgelig med rosa omslag. Sunniva skriver her om alt du ikke visste at du ville vite om kjernefysikk. I likhet med henne liker jeg å presentere resultater med forståelige ord.

Det gøyeste er å møte forsamlinger som er oppriktig interessert i resultatene våre. Når vi snakker til militært personell om taktiske beregninger, må vi ikke spore dem av ved å vise fram alle ligningene våre. De overordnede poengene er mye viktigere å få fram.

Forsvaret er en spennende og krevende kunde. Der er de vant til at ting skal leveres fort, fristene er stramme. Da er det kanskje ikke så rart at de blir utålmodige. Presentasjonene våre kan ha tydelige konklusjoner. Det er likevel mer tidkrevende enn mange tror å gå fra en Powerpoint til å skrive ned alle resultatene. Etter at alle data er samlet inn tar en fullverdig rapport ofte flere måneder å lage.

Jeg legger ikke skjul på at forskere liker å regne ut, beregne, utrede, vurdere og igjen regne i det vide og det breie. Det er viktig at alle forutsetninger er tatt med. Som leder skal jeg passe på at resultatene også er forståelige og relevante for oppdragsgiveren, og at de leveres til forventet tid.

Innenfor oppdragene de får, står forskerne mine svært fritt til å styre hverdagen sin. Indre motivasjon driver de fleste. Det er lett

å få forskere til å studere på og tenke lure tanker om emner de er oppriktig engasjert i. Som leder skal jeg følge opp, være interessert i resultatene deres og sørge for at forskningen blir relevant for oppdragsgiveren. Noe av det viktigste jeg gjør er å være til stede og tilgjengelig for begge parter.

Endringer skjer sakte. Resultater fra oss gir kanskje ikke effekt i Forsvaret før mange år etter at vi har overlevert kunnskapen vår. Jeg må både vise tålmodighet og trykke på. Spør du mine nærmeste om jeg er tålmodig, er svaret nei. Men jeg har lært at ting tar tid. ■



O1
Norges nye kampfly F-35 er integrert del i et forsvar som må samhandle bedre i sjø, på land og i luft.
Foto: Hedvig A. Halgunset / Forsvaret

O2
Blant annet i simulatorer trener personel på scenarier der stridskreftene er på samme arena.
Foto: Christian Tandberg / FFI

O2



Ein øydelagt del blir skanna. På få timar er ein identisk komponent produsert, med 3D-teknologi.
Foto: Fieldmade

KAN FORSVARET HA DELELAGERET I LOMMA?

I krig må sviktande materiell erstattast fort. Det er avgjerande for alle militære operasjonar å ha kontroll på forsyningskjeda. Slaget kan vere tapt om det tek for lang tid å få tak i reservedelar. Det beste ville vere å produsere øydelagde delar i felten. Difor studerer FFI 3D-printing nøye.

For FFI og Forsvaret handlar 3D-printing om å følge teknologiutviklinga. Det viktigaste er å sjå på kva typar bruk som kan oppstå. FFIs Produktutvikling, test og verifikasjon (PTV) er staden der metodane kan granskast.

Å produsere nært og over kort tid opnar for ein ny logistikk. Det blir i så fall råd å unngå store delelager. Komponentar kan erstattast med ein gong. Saman med Forsvaret og leverandørane undersøker FFI korleis dette kan arte seg i praksis.

FABRIKK-KVALITET

Framstillinga av ein reservedel med 3D-printing kan ta frå nokre timar til eit døgn eller to, avhengig av storleik og material. Teknisk kan ein nytte polymerar, eller ulike metall som aluminium, titan og rustfritt stål. Det er også enkelt å lage mjuke delar, til dømes pakningar.

Produkta blir like gode som frå ein tra-

disjonell fabrikk; kvaliteten er identisk. Visjonen er at mikrofabrikkane blir så bra at dei gjer stort lagerhald overflødig.

«Kortreist» er nøkkelordet for reservedelane til framtidens forsvarsmateriell. For Christian Duun Norberg var dette starten på noko større. Med selskapet Fieldmade er målet til den tidlegare offiseren å endre den digitale økologien hos alle som i dag må ha store lager og krevjande logistikk. Ikkje berre i Forsvaret, men til dømes i store selskap som Equinor.

– For oljebransjen er det avgjerande med løysingar som aukar driftsevna og beredskapsnivået. Vi kan tilby produksjonslaboratorier på staden. Vi er i stand til å digitalisere kundanes reservedelslager, rett og slett. I forlenginga av det kan vi slutte å snakke om «reservedelar». Det nye delelageret har du på sett og vis i lomma, same kvar du er.



Christian Duun Norbergs tanke bak selskapet Fieldmade er meir enn å produsere reservedelar ved hjelp av 3D-printing. Målet er å endre den digitale økologien hos alle som i dag må ha store lager og krevjande logistikk, til dømes Forsvaret og Equinor.

Foto: Lars Aarønæs / FFI



Ein utsliten del kan kopierast og bli produsert på staden der det er bruk for han, på svært kort tid.

Foto: Fieldmade

EIN SPESIELL KONTEINAR

Militære toppfolk frå USA hadde stor interesse av ein spesiell personell-konteinar under Nato-øvinga Trident Juncture i 2018. På innsida av konteinaren, kalla Nomad, fekk dei sjå korleis Fieldmade produserte nøyaktige kopiar av øydelagt materiell. I toppkvalitet, og på svært kort tid.

– Å få tak i ein reservedel kan ta mange dagar. Her kan ein øydelagt komponent skannast i 3D. Manglande bitar av gjenstanden blir gjenskapt. Alternativt blir komponenten produsert ut frå same datafil som originalen. Den som treng delen kan kome og hente han i døra neste dag, seier Norberg.

Den tidlegare NTNU-kandidaten og marinejegeren fortel:

– Under Nato-øvinga demonstrerte vi dei to viktigaste grunnane til at 3D-



Eit fysisk lager krev både plass og lokalisering, kanskje langt unna dei som har behov for leveransen. Eit digitalt lager krev ingen av delane.



Under Trident Juncture-øvinga vekte Fieldmades prosjekt stor interesse blant dei allierte gjestane, ikkje minst hos USAs marinekorps.
Foto: Fieldmade

printing er kome for å bli: Viktige komponentar kan leverast raskare, og det krevst mindre lagerhald. Hugs: Eit fysisk lager krev både plass og lokalisering, kanskje langt unna dei som har behov for leveransen. Eit digitalt lager krev ingen av delane.

I Fieldmade tenker dei ikkje på selskapet som «mikrofabrikk». Framtida kan vere større enn som så. Fieldmade er ein tidleg representant for det som blir kalla additiv tilverking, på engelsk additive manufacturing (AM).

– Slik industri vil ha en enorm innverknad på den militære forsyningskjeda og korleis den blir styrt. Dette er nær framtid, fortel Norberg. Så langt har ikkje fabrikkar for additiv tilverking til forsvar vore mykje omtalt. Men no rullar snøballen.

FFI ligg i front innafor slik teknologi

i Noreg. Difor har instituttet også etablert samarbeid med akademia og med forskingsinstitusjonar, både nasjonalt og internasjonalt.

FFI VIL HA KNOPPSKYTING

Fieldmade er den typen knoppskyting som FFI ønsker. Verksemda blei til på Kjeller. Forskarane som deltok var blant eldsjelene. Dei bidrog med prosjektsøknaden til Forskingsrådet. I denne fasen blei namnet Fieldmade foreslått. Det er eit namn som nok så presist fortel kva dette dreier seg om. PTV ved FFI var også sentral. Christian Duun Norberg rekrutterte folk herifrå til å bli med vidare.

– Det var avgjerande å få arbeide ved FFI. Her fann eg folk med sams interesser. Dermed blei det ein spanande stad å jobbe. Vi var ein dugnadsgjeng på tre-fire personar, som gjorde dette ved sida av det prosjektet vi eigentleg heldt på

med. På sett og vis utdanna vi oss sjølve. Ut av dette materialiserte det seg noko som elles berre ville forblitt ein god idé. Brått var vi blitt sju, og dermed gjekk ideen over til å bli eit eige prosjekt, seier Norberg.

Han er ikkje i tvil om framtidsutsiktene. Dei er lyse.

– Eg opplever ei auka interesse for noko som ikkje tidlegare blei så godt forstått. Verda treng å modnast. Forsvaret må sjå potensialet. Forsvarsindustrien tener godt på dei løysingane som finst i dag. No skal vi samarbeide om å kome vidare. ■



Dypsnøen på Harangervidda var perfekt for de første testene av Terne-missilene. Da kunne skrogene brukes om igjen.
Foto: FFI

SLIK BLE PINGVINEN FLYVEDYKTIG

Den er blant de største teknologibragdene i Norge.
Hvordan fikk et lite institutt sjømålsmissilet Penguin til å fly?

Det begynte med en annen sjøfugl. Terneprosjektet var det første store skippertaket ved Forsvarets forskningsinstitutt. Dette var et våpen tiltenkt marinen. Ternene skulle angripe ubåter.

Først må vi likevel til fjells. Et gammelt svarthvitt-fotografi i FFIs arkiv viser en pussig situasjon. Året er 1950. En gjeng unge menn står i snøen på Hallingskeid, i fritidsklær og solbriller. Det hele minner om en påsketur. Men midtpunktet i bildet forteller en annen historie. Mennene arbeider med en rakett. Hva er det egentlig som foregår?

Det solfylte bildet stammer fra testene FFI-forskerne drev med. De prøvde ut en tidlig versjon av Terne. Den dype snøen her på Hardangervidda hadde en åpenbar fordel: Den ga raketter uten eksplosiver en myk landing. Skroget kunne dermed brukes om igjen. Og om igjen. Det gjorde forsøkene billigere.

Antiubåtvåpenet Terne var første steg i en utvikling som gjorde at Norge ble produsentland for noen av verdens mest avanserte missiler.

EN DYTTE TIL INDUSTRIEN

Terne var resultat av et arbeid som startet allerede året etter at FFI ble etablert. Å bekjempe ubåter hadde svært høy prioritet i det norske forsvaret: I 1947 ble det bevilget fem millioner kroner til FFI, tilsvarende over 100 millioner i 2021, for å bygge teknisk kompetanse på feltet.

Samtidig hadde instituttet lagt grunnlaget for store endringer i norsk industri. Prosjektet skulle bringe Norge inn i rakettdalderen, intet mindre. For å kunne produsere Terne måtte Kongsberg våpenfabrikk gjennomgå en nødvendig endring. Dette var starten på høyteknologibedriften Kongsberg. Også for Raufoss ammunisjonsfabrikk – dagens Nammo – ble Terneprosjektet viktig. Det la grunnlaget for bedriftens rakettmotorproduksjon.

Terne ble aldri en kommersiell suksess. Det var for få allierte som viste interesse, kanskje fordi innsalget ikke var godt nok. Sjøforsvaret fikk likevel et effektivt og pålitelig antiubåtsystem.

NISJEN VAR SKAPT

Resten av den norske missilhistorien

er derimot kantet med suksesser. Etter Terne var industrien og FFI nå klare for større og mer avanserte prosjekter. Utviklingen er eksempel på en norsk nisje der FFI har spilt en sentral rolle i flere tiår. Terne førte til Penguin, som i sin tur har ledet fram til Naval Strike Missile (NSM) og Joint Strike Missile (JSM). Begge systemer er kjøpt av USA og andre allierte, fordi de er vurdert som de beste missilene til sine formål. Dette bidrar til byrdefordeling i Nato og økt operativ evne for alliansen.

Det Terne i sin tid måtte bevise, var at det var mulig å få til et godt samarbeid på tvers av FFIs avdelinger, mellom instituttets ansatte, de fagmilitære og operative – og med industrien. Det lyktes. Det gode samarbeidet gjorde det mulig å utvikle det langt mer avanserte sjømålsmissilet Penguin. Arbeidet med «de flygende pingvinene» kunne starte. Tålmodig forskning og utvikling var en forutsetning: Med Sjøforsvaret som pådriver var prosjektet for alvor i gang fra 1961. Arbeidet ble det største forsknings- og utviklingsprosjektet i Norge på 60- og 70-tallet.



Forskerne Didrik Hveding og Olav Blichner ved FFIs supersoniske vind-tunnel i 1953. Det var store krefter i sving.



Dette bildet fra 1963 viser den aller første Penguin-raketten, Enok, på utskyttingsrampen. Den aerodynamiske utformingen var testet i vindtunnel, men nå var det alvor.



I 1968 styrte Penguin-missilet seg selv inn mot målet fem kilometer unna – og traff! Forskerne Tycho Jæger (til venstre) og Olav Blichner fulgte fornøyd med.

DELENE FANTES IKKE

Penguin er et styrt taktisk missil – og det første missilet ble i sin helhet utviklet ved FFI. Prosjektet var preget av dristige ideer. Det krevde store ressurser. Forskerne måtte dra nytte av det aller nyeste på området – i den grad det fantes egnet teknologi å oppdrive. Ofte hadde de ideer om løsninger der komponentene ennå ikke var oppfunnet.

Penguin ble det mest avanserte missilet verden til da hadde sett. Det inneholdt nyvinninger som infrarød detektor, laser-høydemåler og treghetsnavigasjon.

De viktigste bestanddelene ble laget blant annet i detektorlaboratoriene ved FFI på Kjeller. Prosessen var omfattende. I Norge var det bare FFI som behersket teknologiene som trengtes.

NORSK DATA VAR EN FRUKT

Den som dykker dypere i historien, ser hvilke forutsetninger som måtte til for å komme fram til et ferdig og salgbart produkt. FFI tok tidlig i bruk regnemaskiner for å gjøre beregninger knyttet til både atomfysikk, rakettutvikling, signal-

behandling og operasjonsanalyse. Det ga nye og uventede frukter på treet. Med utviklingen av transistorer begynte FFI å lage datamaskiner selv. Dette var blant annet nødvendig for å bearbeide data fra Penguin-testingen. Som et resultat av dette ble Norsk Data etablert av unge FFI-forskere i 1967.

ÅTTE LODDEDAMER

Svært mange mennesker var involvert. I boka «Flygende pingviner» lister forfatter Hans Christian Erlandsen opp hvilken bemanning prosjektet for eksempel hadde ved FFI i mars 1965:

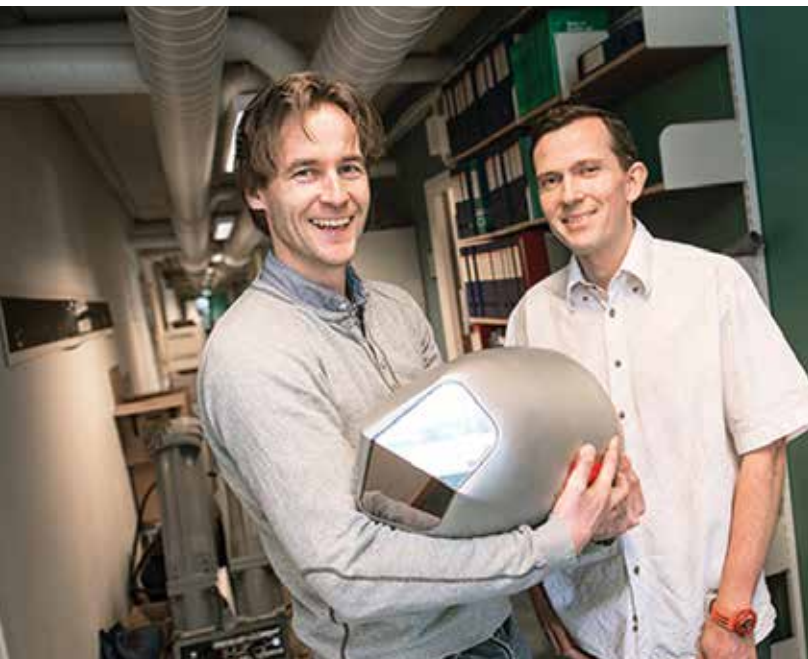
- 37 forskere
- 30 konstruktører
- 3 arbeidere
- 8 lab/loddedamer
- 1 offiser
- 16 soldater

VARMEUTSTRÅLINGEN ER FELLES

I 1973 leverte Kongsberg den første pingvinen til den norske marinen. Kundene fra andre land kom på løpende bånd. I den videre utviklingen av missilet spilte våpenfabrikken på Kongsberg en stadig større rolle.



Penguin ble det mest avanserte missilet verden til da hadde sett.



Forskningslederne Øyvind Sjøvik (til venstre) og Lars Trygve Heen holder hodet til sjømålsmissilet Naval Strike Missile (NSM), som gir mulighet til å angripe fiendtlige skip på avstander langt forbi horisonten. Alle foto: FFI



NSM er utviklet i Norge gjennom trekantsamarbeidet mellom Forsvaret, forsvarsindustrien og FFI. Foto: FFI Kongsberg Defence and Aerospace

I den grad noen lurer på hva en FFI-pingvin og fuglen pingvin måtte ha til felles, ble spørsmålet besvart av forskningssjef Karl Holberg, ofte omtalt som Penguin-rakettens far. Han sa tørt: «Den eneste likheten er at begge navigerer ved hjelp av varmeutstråling».

Kompetansen som ble bygget opp med Penguin, kom godt med i utviklingen av det som skulle bli et nytt sjømålsmissil, Naval Strike Missile (NSM). Også her har FFI-forskere bidratt. De utviklet konseptene for sjømålsmissilet sent på 1980-tallet og demonstrerte en helt ny, avbildende missilsøker. FFI har deretter støttet Forsvaret med å teste missilet og utvikle taktikker for å utnytte det best mulig. De utviklet en vesentlig del: detektoren, missilets øye. Fungerer ikke den er søkeren blind, og da fungerer ikke noe.

NSM overgår forgjengeren ved å ha svært liten radarsignatur. Missilet manøvrerer enda bedre, og det har høyere sensor kapasitet og regnekraft. NSM kan fly lavt over havflaten og vil derfor være skjult for motstanderen nesten hele veien mot målet.

Mye av tankegangen fra NSM er med videre i Joint Strike Missile (JSM). Kongsberg Defence & Aerospace leverer med JSM det foreløpig eneste kryssermissilet som er tilpasset våpenrommet på F-35, og som derfor kan bæres innvendig. Slik kan flyet beholde stealth-egenskapene sine, og forbli vanskelig å oppdage.

STORE PAKKER

Det går en ubrutt linje fra Terne-raketten i snøen på Hallingskeid til missilet i lasterommet på F-35.

NSM og JSM er kjøpt av både USA og andre allierte, fordi de har vært de beste missilene produsert i Vesten. Antall solgte missiler til andre land er gradert. Det samme gjelder pris. Typisk vil antall eksemplarer variere fra noen titalls for de små kundene, til hundretalls for de store. På en amerikansk nettside angis prisen for en NSM til å være cirka 2 millioner dollar. Men kundene kjøper mer enn bare enkeltmissiler. Dersom de ikke allerede er tilpasset plattformen, for eksempel fartøy, lastebil eller fly, ligger det ofte flere milliarder kroner i kostnader knyttet bare til dette. Av den grunn er det gunstig å til-

passe plattformer og våpen, for eksempel JSM på F-35.

Kundene trenger dessuten støttesystemer for missilene, som datamaskiner for planlegging og avfiring. De fleste kjøper pakker for opplæring, drift, service og vedlikehold gjennom levetiden for missilsystemet. Det kan skape stor omsetning for industrien.

I 2021 er FFI-forskerne klare til å ta nye steg. Målet er å utvikle de missilene som skal komme etter NSM og JSM. Arbeidet involverer mange medarbeidere ved FFI, og en rekke fagområder. Trekantsamarbeidet ligger i bunn. Ambisjonen er at Norge fremdeles skal utvikle og produsere viktige missilsystemer til Forsvaret og allierte, med mål om stor verdiskaping i norsk industri.

MOT MANGE ODDS

Det hadde ikke trengt å gå slik i det hele tatt. Siste ord går til Penguin-biograf Hans Christian Erlandsen: «Da Norges største forsknings- og utviklingsprosjekt ble påbegynt, var det egentlig et nummer for stort for et lite land. Mot mange odds lyktes man likevel». ■



Jan Olav Langseth tok oss med på rundtur i FFIs samling av gamle forskningsklenodier.
Foto: Lars Aarønæs / FFI

VI HAR ET HEMMELIG SKATTKAMMER

Jan Olav Langseth drar fram en stor, avlang kasse av kryssfiner. Idet han løfter av lokket, mumler han: – Denne har jeg da aldri sett før?

Så kommer utbruddet. – Der er'n! Denne har vi lett etter!

FFI-medarbeideren er over seg av begeistring. En lenge savnet, historisk FFI-gjenstand er funnet.

– Denne må vi stille ut til 75-årsjubileet!

Langseth plukker fram stålblanke, strømlinjeformede deler. De er massivt tunge. Han må løfte med begge hender. De skinnende vingene løftes varsomt opp på et campingbord noen har satt fra seg her.

– Dette ER vindtunnel-modellen av Penguin! Men hvor er resten av kroppen?

DET INNESTENGTE MUSEET

Vi er i det som FFI-ansatte omtaler som Messa. Det er ei stor, gammel tyskerbrakke. I mange år tjente bygningen som befalsmesse for Luftforsvarets forsyningskommando. De siste ti årene har den blitt brukt som lab for studenter, både for dronetesting og andre slags flygende objekter.

Bakerst i lokalet finnes døra som svært få FFI-ansatte får åpne. Lagerrommene innenfor lukter slik som sjeldent besøkte rom alltid gjør: innestengt. Støv søker ikke om adgangskort. Langseth må nyse mens han plukker fram deler, løfter på pappesker og snur på beholdere.

Vi befinner oss i det nærmeste vi kommer et FFI-museum. En stor plakatt står stablet sammen med pappeskene, og forkynner nettopp dét. Da FFI feiret sine første 50 år, i 1996, ble mange av gjenstandene her tatt fram, pusset på og utstilt. Siden har de blitt stuert tilbake i glemselen.

ODIN OG FISKEN

I en reol står den aller første asdic-en, altså ekkoloddet som FFI utviklet og Simonsen Radio siden produserte under merke-

navnet Simrad. Det var den første industrielle suksessen basert på en FFI-oppfinnelse. Allerede i 1948 begynte fiskeflåten å ta det i bruk, med mye bedre fangster som resultat. Apparatet står side om side med et styrekonsoll for Odin, et ildledningssystem for artilleriet fra 60-tallet. Navnet står med norrøn skrift.

På toppen av en stabel esker dukker ei grammofonplate fram. Den er i grå konvolutt med hull i, og er av steinplatekaliber. Innholdet er ikke originalopptak av Jussi Björling eller Vera Lynn. Likevel har den utvilsomt historisk verdi. Etiketten forteller at dette er Norsk rikskringkastings opptak av den første samtalen som ble gjort på den nyåpnede radiolinkforbindelsen mellom Bergen og Haugesund. Den fant sted 15. mars 1951. Hendelsen var en milepæl for et av de store og viktige FFI-prosjektene i instituttets første år – å sørge for bedre og sikrere telefoni i hele Norge.



FFI åpnet i 1951 radiolinkforbindelsen mellom Bergen og Haugesund, landets første. Begivenheten ble formidlet av NRK, som også laget en plate med opptaket. Foto: Lars Aarønæs / FFI



01
Blunk var en FFI-utviklet "lommegeigerteller" for soldater i felt, i avrundet og hendig design.

02
Et styrekonsoll til artillerisystemet Odin står side om side med det som ble Simrads ekkolodd for fiskeflåten.

03
Plutselig fant Jan Olav Langseth Penguin-modellen som ble brukt til testing i vind-tunnel.

Foto: Lars Aarønæs / FFI



Det er noe poetisk betryggende ved «1 stk. sjokk- og lekkasjesikker stengeventil for fredsventilasjon».

Lenger nede i eska finnes utmerkelsene som forsknings-sjef Sture Koch mottok for arbeidet. Det er tydelig at det også er han som har donert mye av materialet.

POESIEN VED FREDSVENTILASJON

Innholdet i pappeskene i dette støvkammeret varierer mellom det spennende og det uutgrunnelige: Her er en «sing around»-lydhastighetsmåler for sjøvann datert 1947. I samme eske finnes en summasjonsforsterker for Terne-rakettenes analoge regnemaskin. Et hukommelseskort til datamaskinen Martinus ligger ved siden av eska til «kontrollboks for rakettnyttelast».

Lista over det museale som skal finnes ved FFI er mangslungen. Det er noe poetisk betryggende ved «1 stk. sjokk- og lekkasjesikker stengeventil for fredsventilasjon». Kanskje ikke like mye med «autoinjektor og motmidler for nervegassforgiftning». Vi noterer oss en «håndlaget kjernehukommelse fra midten av 60-årene» og «Norges første egenutviklede tregheitsplattform ca. 1960». «Skogens kamera» står på lista, uten angivelse av verken modell eller skogsområde.

Så viser det seg at det faktisk er en person det er snakk om: Erling Skogen var ansvarlig for historieheftene og utstillingen FFI hadde internt ved 50-årsjubileet sitt.

«Stagkon og safirkon til Penguin søker Mk2» lyder eksotisk. Det opplistede objektet «Samovar» kan være nettopp dét. Men

det er umulig å vite: Tidligere tiders FFI-forskerne er kjent for mange fantasifulle navn, som radarvarsleren Forglemmeiei, den aldri utviklede lufttorpedoen Kråka og nærhetsbrannrøret Engsmelle.

Hele to eksemplarer av FFIs strålingsindikator fra rundt 1950 – en slags geigerteller i lommeformat – dukker opp. Her stemmer navnevalget bra: «Blunk I».

NESTE THRILLER

Da historikeren Olav Njølstad hadde forsket seg ferdig i FFIs mangslungne fortid, hadde han i arkivene på Kjeller funnet nok inspirasjon til å skrive spenningsromanen «Mannen med oksehjertet». Den som mangler forelegg for en ny thriller fra FFI-miljøet, kan jo begynne med noe annet som ligger urørt her i rommet: «1 stk ukjent gjenstand: Trekasse med tysk skrift».

HER STYRER STEMOR

Jan Olav Langseth er født i 1962. Han har arbeidet ved FFI siden slutten av 1980-tallet. Seniorrådgiveren har i mange år vært den første personen FFIs sommerstudenter møter, for eksempel på stand ved lærestedene. Han er antakelig den av ikke-pensjonistene på instituttet som har aller bredest oversikt over hva FFI har forsket på og stelt med. Han vet derfor mye om hva som gjemmer seg rundt om i den mangfoldige bygningsmassen på Kjeller, og ikke minst her. Men ikke riktig alt, altså.

– Medarbeiderne ved instituttet har vært flinke til å dokumen-



02



03

tere. Vi har alltid hatt fotografer, slik at mye av det forskerne har jobbet med, også er blitt fotografert. Men selve de fysiske gjenstandene er nok blitt mer stemoderlig behandlet. Mye er blitt kastet eller ødelagt. Mange av tingene vi har igjen, vet vi ikke riktig hva er. Det vet mange gamle FFI-ere som ennå er i live. Drømmen ville være at vi fikk samlet noen av disse personene. Tenk om vi sammen kunne gå gjennom alt dette, sier han begeistret.

ET RUSTENT RØR

Mens han snakker, fortsetter Jan Olav Langseth jakten på resten av vindtunnel-pingvinen.

– Delen er jo i prinsippet bare et langt rør. Noen kan i vanvare ha kastet det i en konteiner, sier han.

Idet jeg, Vitens reporter, skal ta bilde av noen av gjenstandene i rommet, må jeg skrive over en rusten sak på gulvet.

– **Dette ser da ut om et rør – bare med noen rare stusser på?**

– Ja, men det er jo dette røret jeg ser etter! Her inne ser vi ikke skogen for bare trær. Da har vi en komplett Penguin-modell å vise fram! ■

«HEI, FORSVARET! JEG HAR EN IDÉ.»

Noen ganger får forskerne brev og spørsmål utenom det vanlige. Joakim (9) lurte på om vi kunne hjelpe ham med å bygge en ny type sikkerhetsutstyr til fly. Vi ble så imponert at vi inviterte ham på besøk.



«Hei, Forsvaret. Jeg har en idé. Håper dere liker den og vil hjelpe meg med å lage en prototyp. Jeg tror ikke at det kommer til å koste så mye». Omtrent slik starter Joakim (snart 10) brevet sitt til FFI. Her kommer han med en helt ny idé til hvordan jettfly kan lande på vann. Brevet havnet på bordet til sjefsforsker og fly-nerd Stian Betten, som umiddelbart ble sjarmert.

Joakims forslag er en innretning som hektes på et jettfly. Du drar i en snor som åpner en luke, så dyttes luft inn i et fleksirør og videre ned i oppblåsbare flottører, på hver side av hjulene. Dermed kan jettflyet lande på vann.

– Joakim har laget et system. Han har tegnet prinsippet for hvordan det skal fungere, og han forklarer både problemet som skal løses, hva fordelene er og hvordan systemet skal kontrolleres. Det er imponerende, sier Betten.

– Jeg har sjekket litt rundt. Forslaget om å bruke «ram air» for å blåse opp slike flottører er noe jeg ikke har sett før. De eneste to patentene jeg har funnet som likner litt, er fra 1964 og 1970. De skulle holde satellitter flytende etter at de hadde landet i vannet. Joakim har ikke sett løsningen verken på Youtube eller på nettet. Det er noe han har kommet på selv. Det er kult! mener Betten.

EN TUR I SIMULATOREN

En torsdag besøkte Joakim FFI, sammen med pappa Tellef og

bestefar Bjørn Tore. Han fikk komme inn på et verksted der forskere og ingeniører lager prototyper og tester forskjellige dingser. Og de fikk besøke FFIs battle-lab, der Joakim prøvde F-35-flysimulator og testet et VR-verktøy jagerflypiloter kan bruke når de skal øve.

– Jeg begynte å bli interessert i fly etter at pappa viste meg en kul flyfilm en gang. Og så har vi vært på flyshowet på Kjeller mange ganger, forteller Joakim.

Han vil bli enten designer eller pilot når han blir stor, men han har ikke helt bestemt seg ennå.

– Jeg skrev brevet for moro skyld, men det var litt alvor også. Dere lager masse kult, og så er jeg opptatt av trygghet, sier Joakim.

NORGE TRENGER GLUPINGER

Besøket var nok minst like morsomt for pappa og bestefar som for Joakim. Begge er ingeniører. Bestefar har dessuten tatt småflysertifikat på Kjeller. Forsker Stian Betten oppmuntret Joakim til å fortsette med tegning, leking og grubling.

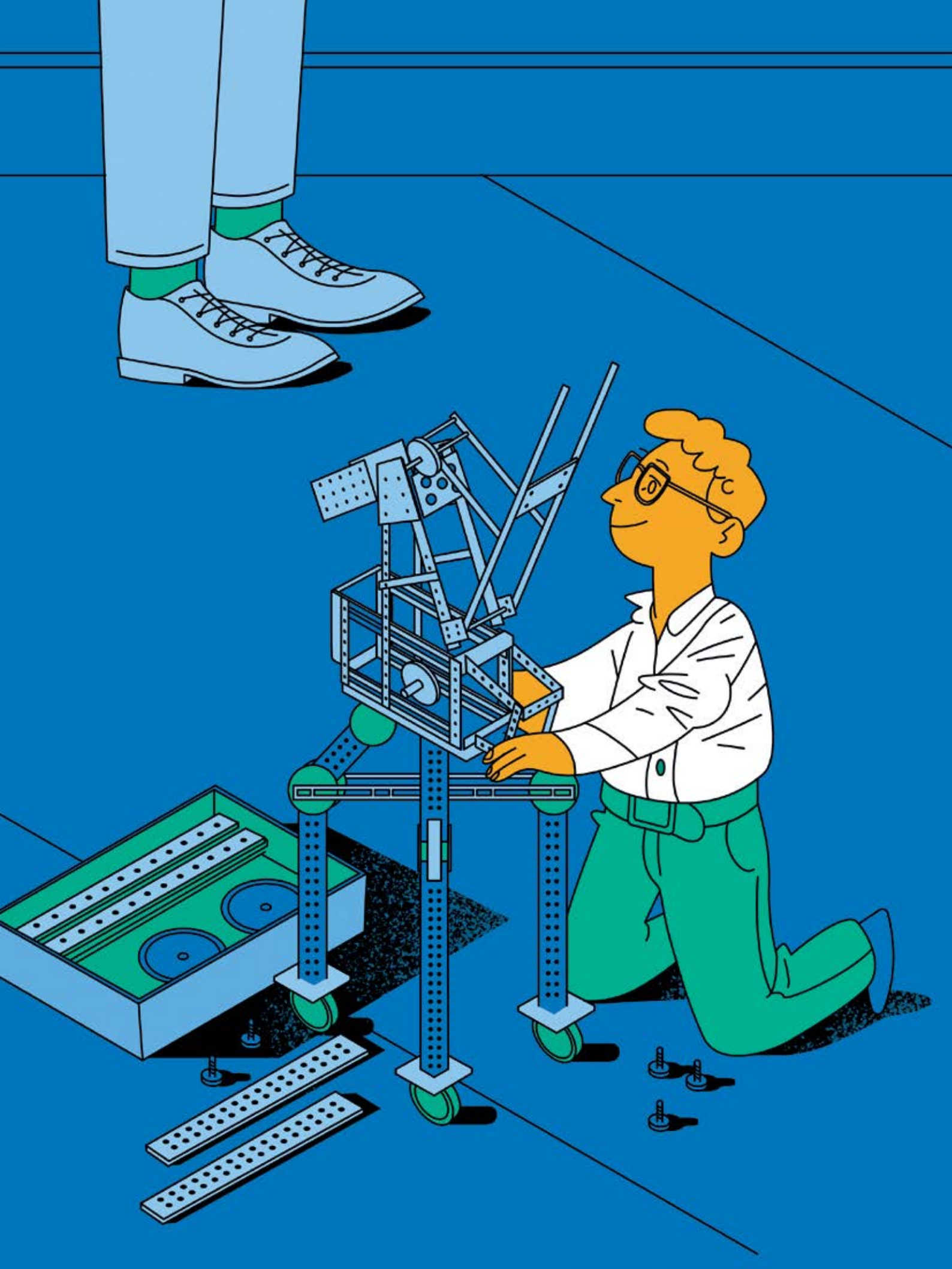
– Norge trenger lyse hoder som finner smarte løsninger. Vi håper Joakim kommer tilbake hit som sommerstudent om noen år, sier Betten. ■



Skann koden og se
filmen fra dette
hyggelige besøket på
ffi.no



Joakim fikk prøve «verdens kuleste dataspill», en simulator piloter kan bruke når de skal trene på å fly F-35. Joysticken er en kopi av kontrollspaken i flyet. Bare den koster 25 000 kroner. Flyforsker Stian Betten var guide og instruktør.
Foto: Christian Tandberg / FFI



Finn var systembyggeren

Finn Lied ledet instituttet i 26 år, fra 1957 til 1983.
Ingen har hatt mer å si for FFI enn ham.

Finn Lied er seks år gammel. To år tidligere har familien flyttet til Mo i Rana. Dette er før jernverkets tid. Foreldrene er blitt gode venner med direktøren for forløperen, New Dunderland Iron Ore Company. Han heter Claude Bannatyne og kommer fra Skottland.

Under et besøk får lille Finn vise fram Meccano-krana han har bygd. Meccano var datidas Lego, et metallbyggesett med bjelker, hjul, aksler, muttere og skruer.

Gjesten og hele familien, inkludert Finns to eldre søstre, synes krana er stor og fin. Lied husker det Bannatyne sa til ham: «Du kan nok bli en bra ingeniør». Men, tilføyde skotten, da måtte unge Lied lære seg ordenssans! For skruene stod ikke samme vei. De skulle stå med hodet ut på begge sider.

– Den setningen festet seg. Den førte til at jeg lærte meg orden. Fra da av redde jeg opp senga mi. Folk har ledd av meg femti



FINN LIED

*FFIs andre direktør
1957–1983*

Selv om han ble kjent stridsudyktig, var Finn Lied soldat i livsfarlig tjeneste under krigen. Etterkrigstida gjorde ham til en av landets nasjonale strateger, der både FFI og Statoil inngikk.

Foto: FFI

år etterpå, når jeg på søndagene gikk og plukket søppel fra plenene.

Sengeoppredning i barndommen og plenrydding ved FFI handlet for Lied om én og samme ting: flid.

FFI VAR DEN STØRSTE GLEDEN

Fortellingen er Finn Lieds egen. I 2012 presenterte NRK en serie med åtte av etterkrigstidas markante personligheter. I det timelange intervjuet spør programlederen: – Hva har gitt deg den største gleden i hele ditt livsverk?

Svaret kommer kontant:

– Uten tvil at jeg klarte å reorganisere og samle FFI rundt store og viktige prosjekter. Det ble et mønster for hvordan slike ting kunne gjøres. Det er jeg glad for at jeg var med på, sammen med flere hundre motiverte medarbeidere som hadde tillit til meg.



Da krigen var over, var det en veldig sterk følelse hos oss om at vi skulle bygge landet.

EN NASJONAL STRATEG

Direktørperioden hans sammenfalt med mesteparten av den kalde krigen mellom Sovjetunionen og USA. Norge var det viktigste Nato-landet i nord. Det var likevel ikke tradisjonell forsvarstankegang som preget arbeidet hans. Han var en systembygger.

Forskningsinstituttet ble det viktigste byggverket hans. Påstanden er hans egen. Lied kunne ha pekt på mye annet han fikk gjennomført: Han var en nasjonal strateg. Han samarbeidet nært med blant andre Arbeiderpartiets Trygve Bratteli og Jens Chr. Hauge om store, nasjonale prosjekter. Som industriminister ble han en av arkitektene bak Statoil.

Da han satte seg på direktørstolen for første gang i 1957, var 41-åringen godt kjent med forskningsinstituttet. Blant annet hadde han vært forskningssjef for Avdeling for telekommunikasjoner siden 1953.

RADIOBYGGEREN

Finn Lied ble født i Fana sør for Bergen 12. april i 1916. Mora Astri var farmasøyt, faren Sigvald apoteker. Foreldrene var samfunnsinteresserte mennesker, faren var kjent som radikal venstremann. I NRK-intervjuet forteller han om en skjellsettende episode.

Før krigen bygde han sine egne radioer.

Det var en hobby han og faren delte.

– Jeg bygget krystallapparater og hørte på fjerne stasjoner som Luxembourg, Hilversum og Daventry. Slik fikk han interesse for toveis radio:

– Jeg hadde hørt om telegrafbestyrer Diesen i Narvik. Han kommuniserte med folk på New Zealand!

Interessen for det tekniske førte ham mot ingeniørstudier i svakstrøm ved Norges tekniske høgskole (NTH) i Trondheim. Da Norge kom med i krigen 1940, ble han trukket inn i motstandsarbeidet i studentmiljøet i Trondheim. Han måtte flykte til Sverige i 1941. I Sverige ble Lied rekruttert av norske og britiske etterrettingsmyndigheter. Oppdraget var å frakte radiosendere inn i Trøndelag. Målet med det var å følge med på den tyske flåteaktiviteten i Trondheimsfjorden, især den rundt slagskipet «Tirpitz».

Senderne med utstyr veide over 30 kilo. Lied måtte bære dem med seg på ski eller til fots. Han fraktet senderne fra Storlien i Sverige, fram til Trondheim eller Selbu. Han husker ikke at han noen gang var redd, selv om risikoen var enorm.

Det affiserte heller ikke den unge studenten at han aldri hadde vært soldat: Han var før krigen blitt kjent stridsudyktig

på grunn av tuberkulose. Heller ikke de ansvarlige i Forsvaret var opptatt av dette. Lied ble snart utnevnt til kaptein i den norske hær.

DE 40 I ENGLAND

I 1942 kom han seg til England, der han jobbet i den norske overkommandoens sambandsavdeling. Her ble han del av det miljøet som FFI skulle springe ut av.

– Vi var 40 norske ingeniører og vitenskapsmenn, forteller han i NRK-intervjuet.

– Det utviklet seg et ønske i denne gruppa om å tenke på etterkrigstida. I 1942 ble Forsvarets Overkommandos Tekniske Utvalg (FOTU) opprettet. Det skulle bistå britene med norske forskere og ingeniører i krigsforskningen deres. FOTU fikk også i oppgave å utrede hvordan den norske forsvarsforskningen skulle organiseres etter krigen. Dette utredningsarbeidet ledet til etableringen av Forsvarets forskningsinstitutt, der de FOTU-tilknyttede forskerne og ingeniørene utgjorde kjernen.

Lied forteller videre:

– Da krigen var over, var det en veldig sterk følelse hos oss om at vi skulle bygge landet. Det var omtrent som med statsminister Christian Michelsen i 1905. Han snakket om «den nye arbeidsdag». Vi så



De nasjonale strategene Finn Lied (t.v.) og Jens Chr. Hauge fotografert i 1974. Foto: NTB

HAUGE STO BAK

Finn Lied og Jens Christian Hauge var i tett kontakt. Huges rolle for FFI kan neppe overvurderes, mener idéhistoriker Rune Slagstad:

– Med valget av Hauge som forsvarsminister i 1945 ble også deler av Milorgs nett koblet til arbeiderpartistaten, en entusiastisk gruppe forskningsingeniører til dels med bakgrunn i krigens etterretningsarbeid. I løpet av kort tid senhøstes 1945 hadde Hauge etablert Forsvarets forskningsinstitutt, som ble det faglige kompetanseorgan i den norske militærindustrialisme rundt Kongsberg Våpenfabrikk, Raufoss Ammunisjonsfabrikk og Marinens Hovedverft i Horten. I dette miljø hadde partifargen liten relevans.

Om de het Helmer Dahl, Gunnar Randers, Fredrik Møller eller Finn Lied, var de på Huges parti, uansett hvilket parti de ga sin stemme. Hovedsaken var den kunnskapsindustrielle modernisering av Norge.

Fra Slagstads kronikk i Aftenposten, dagen før Huges 90-årsdag 15. mai 2005.

hva utvikling og forskning kunne utrette under krigen.

– Den leken ville vi være med i, som det heter. Vi så også på utviklingen av forsvarsteknologi som «dual purpose», den hadde både sivil og militær anvendelse.

Elektroingeniør Fredrik Møller i London-miljøet og leder for hjemmefronten Jens Chr. Hauge gikk i bresjen. Ved krigsslutt var de ennå unge menn. Lied var 29 år gammel, Hauge 30, Møller var 39.

– Møller var ingen stor vitenskapsmann, men en veldig dynamisk kraft. Han og Hauge la fram proposisjonen for Stortinget, forteller Lied.

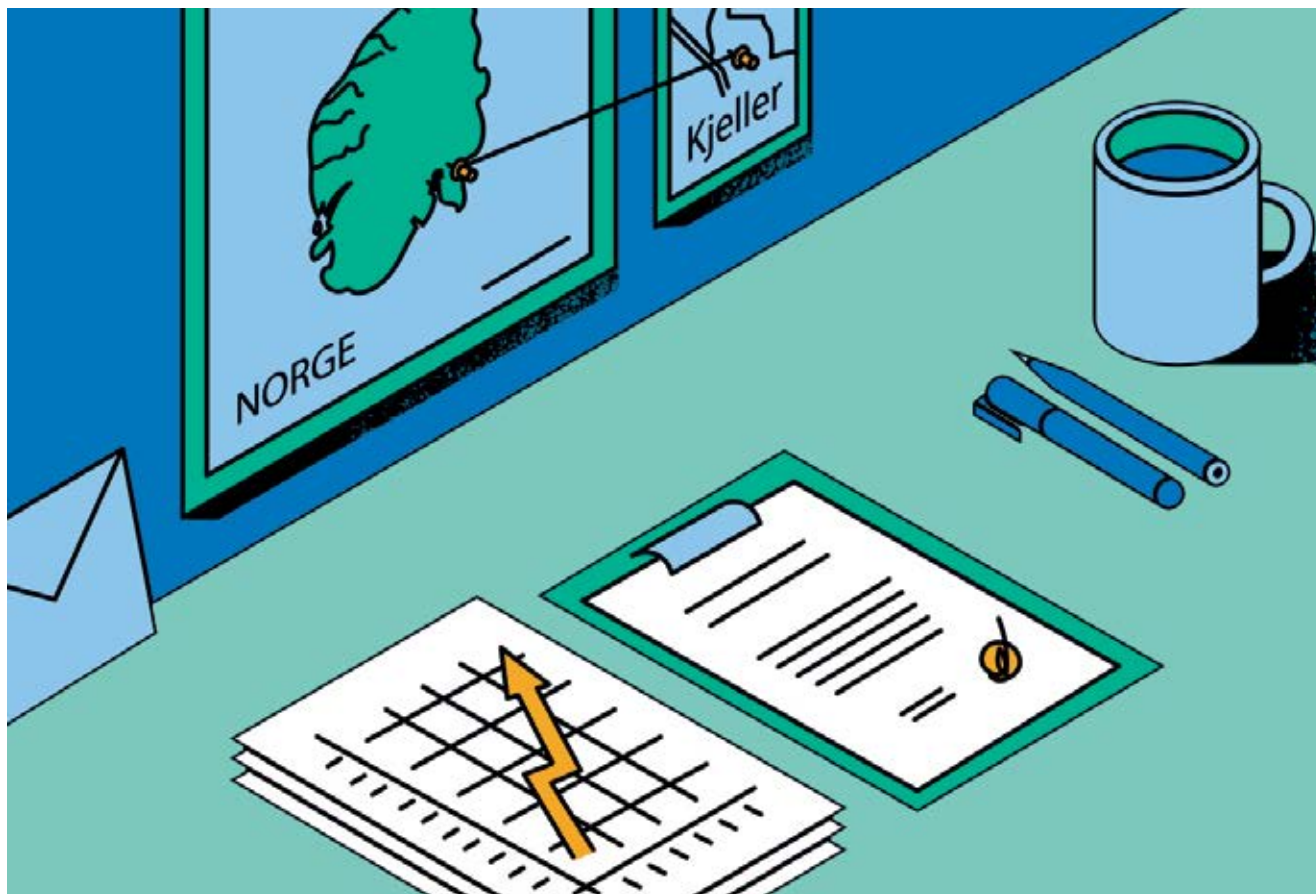
SAMLET RIKET PÅ KJELLER

11. april 1946 var FFI etablert. Samme år fikk Finn Lied sin sivilingeniøreksamen ved NTH. Han ble rekruttert til FFI. I 1946 og 1947 hadde Lied forskeropphold i England.

Allerede i mai 1946 var de første fem avdelingsdirektørene ansatt. De satt spredt: Fredrik Møller i avdeling for asdic i Horten, Gunnar Randers i avdeling for fysikk på Blindern i Oslo, Egil Ronæss i avdeling for kjemi i Trondheim, Helmer Dahl i avdeling for radar i Bergen og Leiv Harang i avdeling for telekommunikasjon i Bergen.

I 1947 ble Fredrik Møller utnevnt til FFIs første direktør. Direktørens kontor lå i Oslo. Det var først i Lieds tid at FFI ble samlet på to steder, i Horten og på Kjeller. På Kjeller sto det flere bygninger som var oppført av tyskerne under krigen. Pluss at det var igjen fem brakker som tilhørte Luftforsvaret på Kjeller. FFIs sekretariat og hovedkvarter var inntil da i Oslo.

Det blir fortalt at Lied ofte avsluttet møtene i det som ble kalt Forsknings sjefenes Råd med en parafase over den romerske senatoren Cato den eldre berømte setning: «For øvrig mener jeg at Kartago bør ødelegges». Cato pleide å avslutte alle



sine taler i senatet slik. Lieds vri var mer positiv: «For øvrig er det min mening at FFI bør samles på Kjeller.»

– Møller var ikke interessert i å flytte. Jeg arbeidet for en samling til et tverrvitenskapelig miljø, med en størrelse over det kritiske. Jeg ville ut på landet, hvor vi kunne smelle og gjøre ting vi ikke kunne i en by eller i noe universitetsmiljø. Det tok meg litt tid å få gjennomslag. Da jeg ble tilbudt stillingen som direktør, var dette betingelsen min: Vi skulle til Kjeller. Og daværende forsvarsminister sa ja til bygging av fellesadministrasjonsbygget med én gang, forteller Lied.

Han var likevel enig med Møller på et vesentlig punkt.

– Han sa vi måtte bedømmes av resultater, og da slike som kunne leses av på bunnlinjen i de selskapene som produserte utstyret vårt. Instituttet skulle ikke bare være til nytte, det skulle også være

økonomi. Møller etterlot seg et bilde av FFI som noe som levde av resultatene. Det var en veldig forskjellig tanke fra universitetenes.

ET LITE INSTITUTT FOR STORE TING

Lieds egen filosofi formulerte han slik i intervjuet:

– Jeg var besjelet av tanken om at vi skulle være et lite institutt for store ting. Vi skulle ta fatt på oppgaver som virkelig betydde noe, og organisere arbeidet slik at vi kunne ha en kraftsamling. Vi måtte hindre en for oppdelt, stiv og ufleksibel organisasjon. Vi måtte flytte mennesker til oppgavene.

– Dette har vært credoet i FFI. Et institutt som var organisert for oppgaver, ikke avdelinger for ditt og avdelinger for datt. FFI var slik sett en ekstrem og fleksibel prosjektorganisasjon. Vi konkurrerte med de beste, og vant over dem på mange områder. For eksempel vårt første nærhetsbrannrør.



Vi konkurrerte med de beste, og vant over dem på mange områder.



Akershus slott var rammen da FFIs 30-årsjubileum ble markert i 1976. Finn Lied (til venstre) og forsvarsminister Rolf Hansen flankerer kong Olav.
Foto: FFI

Lied glemmer ikke at politikere i den amerikanske kongressen viste til at norske FFI hadde produsert et nærhetsbrannrør til en bombekaster for bare 30 000 dollar.

– Amerikanerne hadde selv brukt millioner på millioner for å løse den samme oppgaven. Men vi hadde noen veldig dyktige ingeniører. På ubyråkratisk måte tok de den nye utviklingen av faststoffelektronikken i bruk. Min gode venn og kollega Christian Holm dro til USA og fikk håndplukket den nyeste høyfrekvens-transistoren. Den var kjernen i brannrøret til bombekasteren. Resultatet var at vi fikk produsert brannrør i millionvis på Kongsberg den gangen.

MANGEDOBBLETT VEKSTEN

Finn Lieds 26 år som direktør ble en periode med rivende utvikling. Budsjettet vokste fra godt under 10 millioner til godt over 50. Personellet økte fra rundt 300 til over 600. Kjeller ble et teknologisk senter, slik direktøren ville:

FFIs etablering førte til knoppskyting av andre forskningsinstitusjoner. I 1948 ble Institutt for atomenergi (IFA, fra 1980 IFE – Institutt for energiteknikk) opprettet på nabotomta, med forskningsdirektør Gunnar Randers som første direktør.

Televerkets forskningsinstitutt ble opprettet på Kjeller i 1967, med tidligere FFI-medarbeider Nic Knudtzon som direktør. Norwegian Seismic Array (NORSAR) ble opprettet på Kjeller i 1968, og Norsk institutt for luftforskning (NILU) i 1969. Utgangspunktet for både NORSAR og NILU var forskningsarbeid ved FFI, henholdsvis overvåking av atomprøvesprengninger og studier av stridsgasser.

DATAKRAFT MÅTTE TIL

FFI sto sentralt i utviklingen av en rekke datamaskiner på begynnelsen av 1960-tallet, noe som i sin tur førte til opprettelsen av Norsk Data og Kongsberg Våpenfabrikks (KV) datadivisjon. Den første var LYDIA (1962), etterfulgt av SAM, SAM2 og SAM3.

Finn Lieds milde ytre kunne forlede noen. Men han tok del i sterke allianser. Sammen med Fredrik Møller – fra 1957 leder av Noratom – føret han Jens Chr. Hauge med kompetente råd og vurderinger. Ikke sjelden gikk rådene på tvers av de vante forestillingene i Forsvaret, og kortsiktige lønnsomhetsbetraktninger i forsvarsindustrien.

FOR STOR INNFLYTELSE?

Selv om Lied aldri greide å lirke FFI helt på innsiden i Forsvaret, i form av en formell posisjon i forsvarsledelsen, var instituttets innflytelse så sterk at selv han kunne bli bekymret. Da den viktige systemgruppen ved FFI feiret tiårsjubileum i 1969, sa han: «Vi er ofte reddere for at vi har for stor innflytelse enn at vi har for liten. Det kan være farlig hvis våre analyser blir nytttet ut over området for deres signifikans.»

FFI hadde mange roller internasjonalt, særlig mot Nato og USA. Samarbeidet kunne være tungrodd.



Finn Lied arbeidet lange dager og uker, og krevde også mye av medarbeiderne sine. Foto: FFI



*De takket for freden,
men var ikke så begeis-
tret for fredens midler.*

Da forskningssjef Henrik Nødtvedt skulle overta som direktør for Natos forsknings-senter for ubåter i Italia, fikk han følgende hilsen med på veien fra Lied: «Du klager nå og da på vårt byråkrati. Det amerikanske er meget verre, og Natos ti ganger så jævlige igjen. Det er helt fåfengt å prøve å endre på det.»

SENTRAL PÅ ALLE OMRÅDER

Da Finn Lied hadde et mellomspill som industriminister i Bratteli-regjeringa, fra mars 1971 til oktober 1972, hadde han allerede lyktes med å gjøre FFI til en sentral aktør innenfor både sikkerhetspolitikken, forsvarspolitikken og industripolitikken. FFI ble en modell for tilsvarende forskningsinstitutter i andre land, som også ønsket å bygge opp nasjonale høyteknologiske industrier.

Journalist Cathrine Sandnes intervjuet Finn Lied i tidsskriftet Samtiden i 2006, under vignetten «De som bygde landet». Intervjuet ble innledet slik: «Einar



Direktøren i muntert lag med FFI-kolleger. Foto: FFI

EN AV GUTTA

Finn Lied hadde to sekretærer som gikk på skift, Elisabeth Garwick og Agnes Michelsen. Men FFI-fotograf Bjørn Fremstad husker Finn Lied som en ujålete direktør. Han likte godt å snakke med gutta på FFI-verkstedene, og satt gjerne sammen med dem i lunsjen. Han likte også godt å ha «spasermøter» utendørs.

I likhet med samtalscenene du ofte kan se i TV-serier, likte han å diskutere saker med en kollega mens de begge var ute og gikk.

Han var på godfot med formann Reidar Sørlie på snekkerverkstedet. Som hobbysnekker hadde han også glede av å bruke verktøy herfra til å lage ting til hytta si. Sørlie var betenkt over at Lied kom og arbeidet med disse tingene i helgene. Her var elektriske høvler og kraftige sager – og direktøren sto på verkstedet alene, uten sikkerhetstilsyn.

Gerhardsen hadde folket. Haakon Lie styrte partiet. Jens Christian Hauge sørget for sikkerheten. Og Finn Lied bygde industrien.»

ARBEIDSNAKMANEN

Lied var arbeidsnarkoman, med sjudagersuker. Fliden hans gjorde ham også til litt av et petimeter. Han mislikte at bilder hang skeivt. Lied kunne stå på hjørnet av administrasjonsbygningen om morgenen for å se hvem som kom når. Syntes han det var noen som sluntret unna, ble det innkalling på teppet. Han tok seg til og fra eneboligen på Skedsmokorset per bil, i mange år en Volvo Amazon med vinyltak. Det var litt ekstra, det.

Lieds fristed i verden var hyttene hans. Først den i Hurdal, og siden i Hedalen i Valdres. Hyttenaboene kunne konstatere at lesestoffet ikke var de vanlige krimromanene. Det gikk i tjukke bøker om Albert Einsteins relativitetsteori, eller litteratur med kompliserte ligninger.

De samme naboene måtte stundom jage sau fra hytteområdet. Da kunne de oppdage at Finn Lied og samboeren Inger Hattrem satt midt blant sauene og matet dem med hendene.

Det ble snekring her også. Møbler, terrasser og trapper ble produsert med pinlig nøyaktighet, konstaterte hyttenabo og presseman Per Brunvand.

FREDENS MIDLER

Etter at han ble pensjonist fra FFI i 1983, fortsatte Lied å jobbe ved Institutt for energiteknikk – FFIs nærmeste nabo på Kjeller – til han var langt over 90 år.

Sine siste måneder hadde Finn Lied på Sørums sykehjem. Han døde 10. oktober 2014, 98 år gammel.

I nekrologen i Aftenposten la Ap-leder Jonas Gahr Støre vekt på yrkeskarrieren hans ved FFI: «Han virket for fremskritt gjennom kunnskap og vitenskap.»

I NRK-intervjuet spør Kjell Pihlstrøm Lied om han har sett på seg selv som en av de nasjonale strategene.

Svaret kommer kontant:

– Ja, jeg gjør det. Vi var bare opptatt av én ting. Ikke lønna vår, ikke bonuser, ikke penger. Vi var opptatt av at vi skulle styrke Norge, av å bygge landet. Einar Gerhardsen hørte værmeldinga hver morgen. Hvorfor? Fordi han ville at bøndene skulle ha ordentlig vær til innhøstingen. Da FFI ble til, mente mange at vi skjemte ut vitenskapen ved å anvende våre kunnskaper for det de kalte voldelige formål. De takket for freden, men var ikke så begeistret for fredens midler. ■

DIREKTØRER VED FFI



Fredrik Møller

Direktør fra 1947 til 1957



Finn Lied

Direktør fra 1957 til 1983



Erik Klippenberg

Direktør fra 1983 til 1993

Fredrik Christian With Møller (1906–1971) var født i Fredrikstad. Sivilingeniøren innenfor området akustikk ble FFIs første direktør. Inntil krigsutbruddet i 1940 drev han firmaet A/S Akustik. Han var en forsker og ingeniør som kom seg til Storbritannia og som arbeidet for Forsvaret. Han ble medlem i Forsvarets Overkommandos Tekniske Utvalg (FOTU, 1942–45). I FFI bidro han blant annet til utviklingen av transducere for ekkolodd, tenkt for norsk produksjon og endelig kommersialisert av Willy Simonsen i Simrad (1949). Møller var direktør for Forsvarets forskningsinstitutt fra 1947 til 1957.

FFIs første elektroniske datamaskin, Frederic, en av datidas kraftigste, fikk navn etter Møller. Etter FFI ledet han en tid Natos SHAPE Forward Scatter Branch i Paris. Møller var styreleder for Kongsberg Våpenfabrikk, Raufoss Ammunisjonsfabrikk og Marinens Hovedverft, og han var sentral i kretsen rundt Jens Christian Hauge, som ivret for å bruke forskning og teknologi for å skape ny industri.

Finn Lied (1916–2014) vokste opp i Fana. Han bodde i barndommen også i Mo i Rana og i Trondheim. Lied tok artium ved Trondhjem katedralskole i 1936.

Lied var utdannet sivilingeniør ved NTH i 1946, og tok videregående studier i Storbritannia. Han var forsknings-sjef ved Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) fra 1953 og direktør fra 1957 til han gikk av med pensjon i 1983. Han satt som industriminister i Trygve Brattelis første regjering 1971–72 og var styreformann i Statoil 1974–1984. Han var også styreleder ved Institutt for atomenergi 1960–69 og 1978–1985.

Blant mange andre verv var han også formann i arbeidsutvalget i Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd (NTNF) 1973–79, etter å ha vært medlem av arbeidsutvalget 1962–71.

Se også side 40.

Erik Klippenberg (1926–2018) var utdannet sivilingeniør fra Danmarks tekniske høyskole og Visiting Fellow ved Departement of Electrical Engineering and Departement of Physics ved Massachusetts Institute of Technology (MIT) i USA. Han var stipendiat og forsker ved FFI fra 1951 til 1956, deretter i tre år sjef for Operational Research Division ved SHAPE Technical Center i Haag.

Han var forskningssjef ved FFIs avdeling for operasjons- og systemanalyse fra 1959 til 1979, før han ble direktør i Shape i 1979. Fra 1960 til 1967 var han formann og medlem i Natos råd for operasjonsanalyse. Han ble direktør ved FFI i 1983, og satt i ti år. Han var også medlem i den norske forsvarskommisjonen fra 1974 til 1978.



Nils Holme

Direktør fra 1993 til 2001



Paul Narum

Direktør fra 2002 til 2012



John-Mikal Størdal

Direktør fra 2012 til 2021

Nils Holme (født 1936 i Oslo, oppvokst i Trondheim) er utdannet sivilingeniør i teknisk fysikk fra NTH (1961) og har gått Forsvarets høgskole.

Holme har sin yrkesbakgrunn vesentlig fra Forsvarets forskningsinstitutt. Han var i perioder ansatt i andre organisasjoner, blant annet tre år ved SHAPE Technical Center i Nederland, to år ved Norconsult i Saudi-Arabia og to år i Utenriksdepartementet.

Han har også vært tilknyttet tanke-smien Civita. Holme var formann i Polyteknisk Forening (1997–1999) og i NATO Research and Technology Board (2000–2003). Han er medlem av Norges Tekniske Vitenskapsakademi.

Holme er i 2021 fortsatt en aktiv samfunnsdebattant. Han skrev i 2013 rapporten «Forsvarspolitikken ved et veiskille», utgitt av Civita.

Paul Narum (1951–2017) arbeidet fra 1976 som forsker, forskningssjef og avdelingssjef ved FFI. Fra 2002 var han instituttets administrerende direktør i ti år. Paul Narum var utdannet sivilingeniør i fysikalsk elektronikk ved NTH i 1975, og han fikk graden dr.techn. ved NTH i 1989. Som forsker deltok han i utviklingen av et infrarødt kamera for bruk i Forsvaret, og han utførte studier av mottiltak mot elektro-optiske sensorer. Det ga ham variert innsikt i militære operasjoner.

Fra 1987 var han forskningssjef, og i perioden 1996 til 2001 avdelingssjef ved FFIs avdeling for elektronikk. Han var en pådriver for at utvikling og produksjon av målsøkeren og andre kritiske komponenter for nytt sjømålsmissil skulle beholdes i Norge. (Se også side 30.)

Som direktør gjennomførte Paul Narum en omorganisering av instituttet, med interne ansvarslinjer som klarere spillet forsvarsgrenene og Forsvarets sentrale støtteorganer.

John-Mikal Størdal (født 1965) er fra Hardanger. Han har arbeidet ved FFI siden 1989. Her har han arbeidet som forsker, forskningssjef og leder ved ulike FFI-avdelinger. John-Mikal Størdal ble administrerende direktør i 2012. Størdal har bakgrunn i fagområdene systemarkitektur, navigasjon, undervannskrigføring og kamp- og ildledningssystemer. Størdal er Master of Science i aeronautics og astronautics fra Massachusetts Institute of Technology (MIT) i USA, og er utdannet sivilingeniør i teknisk kybernetikk fra NTH.

Han har også gått sjefskurset ved Forsvarets høgskole. I 2021 går Størdal av som direktør ved FFI. Han tiltrer da som direktør i Natos Collaboration Support Office (CSO), som er del av forsvaralliansens vitenskaps- og teknologiorganisasjon. CSOs oppgave er å styrke forsvarsteknologisk forskning og utvikling i Natos medlemsland.

VI MÅ VÆRE FORBEREDT

Jeg arbeider med sikkerhet og beredskap. Kollegene mine og jeg skal bidra til at FFI er forberedt på uønskede hendelser her ved instituttet. Hva hvis det skjer en ulykke på et av laboratoriene våre? Hvordan håndterer vi det hvis en medarbeider blir kidnappet på reise? I mars 2020 dukket det opp noe som nettopp førte til at FFI satte krisestab. Siden slutten av februar hadde vi sett konturene: det nye koronaviruset kunne bli problematisk. Pandemien er et eksempel på en plutselig hendelse som direkte kan berøre arbeidet her.

Det eskalerte i vinterferien. Mange ved FFI var ute og reiste. Da var vi avhengig av at folk meldte fra om utenlandsreiser og symptomer. Flere FFI-ere ble satt i karantene. I en periode hadde vi to møter om dagen i krisestaben. Vi har hatt bare noen få medarbeidere med påvist korona. Heldigvis ble vi forskånet for et stort smitteutbrudd i akuttfasen.

Vi ber om å bli informert dersom medarbeidere her har vært utsatt for ting de stusser over. Er du ansatt ved FFI, må du være klar over at du er interessant for andre. Vi kan ikke være blinde for verken mistenksom tilnærming eller avlytting av det vi snakker om, for eksempel når vi sitter på T-banen. Vi vet også at flere ved FFI har fått ulike typer henvendelser på seminarer og reiser.

Vi har fått på plass et godt opplegg for sikkerheten for dem som er på reise fot. Visste du for eksempel at du aldri skal bo lavere enn i andre etasje på hoteller, og ikke høyere enn i sjuende? Det første for å unngå å bli direkte berørt av opptøyer eller liknende på gateplan, det andre er med tanke på evakuering ved for eksempel brann.

Masteroppgaven min handlet om forholdet mellom risikooppfattelse og sårbarhet. Jeg kom til FFI etter å ha arbeidet som rådgiver i beredskapsstaben til Fylkesmannen i Oslo og Akershus. FFI har gitt meg anledning til å arbeide praktisk med det jeg har studert. Som del av forsvarssektoren stilles det krav til både sikkerheten og beredskapen ved FFI. Vi må ha underliggende planer til beredskapssystem for forsvarssektoren, vi skal gjennomføre og delta på øvelser, ha planer for beredskap og for krisehåndtering. Vi skal også ha kontroll på hvilke ressurser vi kan tilby i en situasjon der det er behov for FFIs ekspertise.

Vi samarbeider tett med resten av instituttet. Her har vi tilgang på mye kunnskap som gir nyttige innspill for oss som arbeider med sikkerhet og beredskap. Vi har noen av landets fremste eksperter på ulike aspekter ved sikkerhet. FFI har for eksempel døgnbemannet tjeneste for nødetatene, sivile beredskapsaktører og

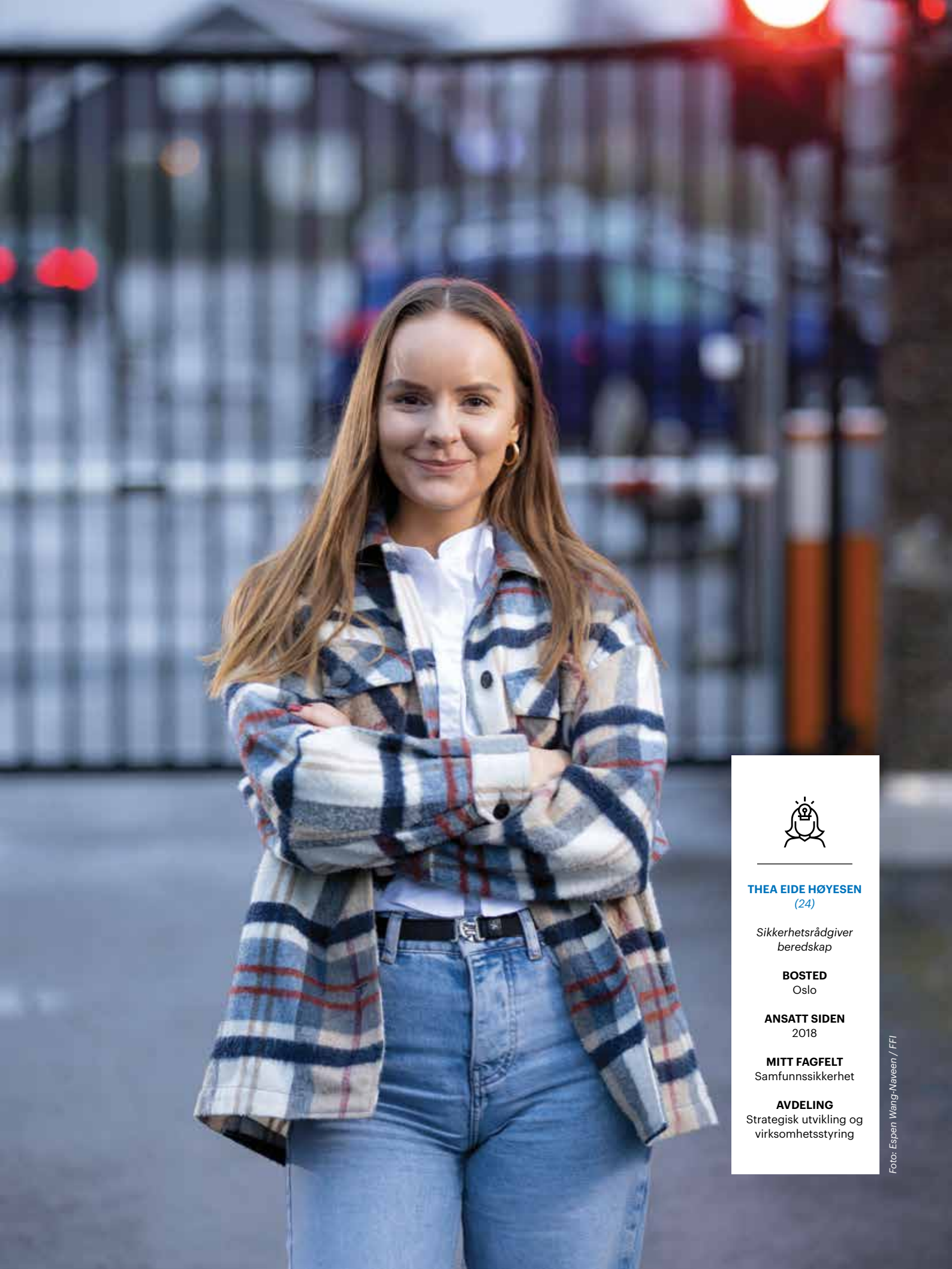
Forsvaret ved FFIs CBRE-beredskapslaboratorium. De kan kontaktes ved hendelser der det er mistanke om giftige kjemikalier, patogene mikroorganismer, radioaktivt materiale og eksplosiver.

Jeg er nå leder for prosjektet «overordnet risiko- og sårbarhetsanalyse for FFI», som skal være ferdig i løpet av første halvår 2021. Det er en spennende jobb. Rapporten vil blant annet si noe om hvordan vi må dimensjonere beredskapen vår fremover.

I den grad jeg ikke løser spennende utfordringer ved FFI eller nyter storbytilværelsen i Oslo, er jeg mest fornøyd når jeg kan tøffe sakte av gårde på sjøen hjemme på Sørlandet. Det gjør jeg for sikkerhets skyld om bord i en ombygd livbåt. Jeg er ikke en typisk adrenalinsøker. ■



Jeg er ikke en typisk adrenalinsøker.



THEA EIDE HØYESEN
(24)

Sikkerhetsrådgiver
beredskap

BOSTED
Oslo

ANSATT SIDEN
2018

MITT FAGFELT
Samfunnsikkerhet

AVDELING
Strategisk utvikling og
virksomhetsstyring

KAN ET INSTITUTT HA SJEL?

Det var ikke den de jaktet på. Men kanskje kom historikerne Olav Wicken og Olav Njølstad på sporet av FFIs sjel.



Det er ei tjukk bok. På over et halvt tusen sider går «Kunnskap som våpen» dypt inn i FFIs historie, fra den spede begynnelsen i England under krigen og fram til 1975.

De to Olav-ene husker ikke eksakt når de begynte arbeidet. Men da historieverket kom ut i 1997, lastet med fotnoter, hadde de brukt mellom to og tre år på prosessen. De mener det neppe var tilfeldig at det ble akkurat dem som fikk oppdraget. Wicken og Njølstad arbeidet begge på Institutt for forsvarsstudier (IFS). De faglige forutsetningene var det ingen ting å si på.

De er enig om at starten på prosjektet må ha vært den dagen en tredje Olav, direktør

Olav Riste ved IFS, stakk hodet inn på kontoret deres. Han spurte om de kunne tenke seg å ta på seg jobben med å skrive FFIs historie. Det var noen på Kjeller som hadde henvendt seg, uten at forfatterne i dag kan peke på hvem.

Institusjonshistorier var det mange av på 1990-tallet. Det var det rene rushet: Hydro markerte sitt hundreårsjubileum. Forsvarets historie kom i samme periode. Det gjorde også E-tjenestens. Norsk utenrikspolitikk historie ble publisert på denne tida, i seks bind.

En like tydelig trend var at faghistorikere var førstevalget som forfattere.

AVLEGGERNE

FFI-avleggerne Televerkets forskningsinstitutt og Institutt for energiteknikk (IFE) fikk også sine historier i bokhylla. Det var Njølstad som skrev sistnevnte bok: «Strålende forskning». Det er også mye FFI-historie i den nåværende Nobel-direktørens store biografi «Jens Chr. Hauge: fullt og helt» (2008). Hjemmefrontlederen og AP-kjempen Hauge var en usedvanlig viktig aktør i etableringen av både FFI og Kjeller-naboen IFE.

Olav Njølstad har også skrevet biografien om ham som kunne ha blitt FFIs første direktør, Leif Tronstad: «Professor Tronstads krig: 9. april 1940–11. mars 1945». Denne



Historikerne Olav Wicken (til venstre) og Olav Njølstad skrev boka «Kunnskap som våpen», historien om FFIs oppstart, og utviklingen fram til 1975.
Foto: Lars Aarønæs / FFI

marsdagen nær slutten av krigen ble han drept i et sammenstøt med norske NS-folk.

Her må vi anføre at Olav Njølstads skriveglede ikke har begrenset seg til de faglige bøkene. Det han så og fant i FFIs og IFEs arkiver ga ham grunnlag for å skrive spenningsromanen «Mannen med oksehjertet». Der er norsk etterkrigstids atomglede en rød tråd.

Boka starter idet den strålingsskadde Finnmarks-legen Ulla Abildsø flyr til Oslo. Hun er på jakt etter sannheten om hva som egentlig skjedde på farens fiskebåt en skjebnesvanger oktoberdag i Nordishavet i 1961. Både spenningsnivået og de pinlig korrekte detaljene er på nivå med den du finner i bøker fra John le Carré og Jon Michelet. Thrilleren kom ut i bokklubben Krim & Spenning i 2002. Den skriker fortsatt etter å bli filmatisert.

ATOMMAKTEN NORGE

Virkelighetens historie er kanskje vel så

spennende, framgår det av «Kunnskap som våpen»: Astrofysiker Gunnar Randers så for seg Norge som en atommakt, og FFI som en avgjørende aktør for å få det til. Randers var en av forskerne fra eksilmiljøet i USA og England under krigen. I mediene ble han senere kjent som «Atom-Randers». Han er beæret med noe som foreløpig ikke er blitt de andre pionerne rundt FFI til del: Veien rett vest for instituttet på Kjeller bærer navnet hans.

I 1946 var Gunnar Randers og direktør Fredrik Møller godt i gang med tanker om å utvikle egne atomvåpen ved FFI. Selve arbeidet startet aldri. Likevel sørget Randers for at Norge ble en atomnasjon, om enn med sivilt formål. Sterkt medvirkende var blant andre Jens Chr. Hauge, som var en god kilde da den tidlige FFI-historien skulle nedtegnes.

– Da han tiltrådte i 1945 var han bare 30 år gammel. Slik ble han landets yngste forsvarsminister. Vi hadde mange in-



Boka «Kunnskap som våpen» dekker perioden 1946 til 1975, og kom ut i 1997.



tervjuer med ham. Jens Chr. Hauge var en stor beundrer av FFI, svært stolt av at han hadde medvirket til at instituttet ble opprettet.

– Det som skjedde i de første FFI-årene kan leses som en miks av en sterk teknologioptimisme og enda sterkere personligheter?

– Det er i dag ikke mulig for noen å fylle den rollen som de sentrale personene hadde i de fem første årene etter krigen. Det var en unik periode. Hauge skriver om Randers at han var «en tsar». Det var store spillerom for den typen personer. Hauge var naturligvis en av dem selv. Utviklingen av atomkraft ble av mange i samtiden oppfattet slik at «nå er energiproblemet løst».

– Det er likevel fasinerende at Norge, av alle land, var pioner når det gjaldt atomenergisatsingen – med all den vannkraften vi hadde! Og like oppsiktsvekkende var hvor selvsagt det framsto for en del av disse

personene å si at «her må vi bare satse».

– Hauge tryllet jo fram 5 millioner kroner til den første atomreaktoren, fra en helt annen post i forsvarsbudsjettet. I boka kaller vi det «Hauges morgengave til atomforskningen.» Beløpet tilsvarte fem 1946-budsjetter for hele FFI. Siden det relativt snart ble klart at det ikke ville bli snakk om våpenutvikling, gikk Randers fra FFI til å bygge opp Institutt for atomenergi (IFA) på nabotomta til FFI.

PÅ LET I ARKIVENE

Historikerne var ofte på Kjeller.

– Det var spennende. Arkivene var ikke så godt organisert. Det lå mye rundt omkring, og det ble en hel jobb å finne fram. Vi fikk heldigvis god hjelp av arkivleder Knut Takla og sentralstaben, med direktør Nils Holme i spissen.

Historikerne fikk også assistanse av de tidligere direktørene Finn Lied og Erik

Klippenberg, og den pensjonerte forskningssjefen Karl Holberg.

Mye av det som beskrives i boka var åpent unntatt offentlighet mens det foregikk. Njølstad og Wicken møtte likevel ingen stengsler under arbeidet, bortsett fra at kodebenevnelser i noen ennå pågående prosjekter måtte strykes.

Ingen av dem har fagmilitær bakgrunn, ei heller industriell. Likevel formidler de kompliserte emner fra FFI på en svært tilgjengelig måte.

Njølstad arbeidet mye med atomprosjektene og allianseperspektivet. Wicken konsentrerte seg om industrioppbygging og den rollen Forsvaret hadde i industrialiseringsprosesser – særlig de høyteknologiske.

DE TRE NYE BETINGELSENE

– Dere legger stor vekt på Finn Lieds rolle. Hvorfor?



FFI har i mange år forsket på motmidler mot nervegass. Bildet er tatt i FFIs neurobiologiske laboratorium i 1974.
Foto: FFI



Instituttet inngår i en tenkning om å omforme Norge til et mer moderne samfunn.

– Han personifiserte FFIs styrke på flere måter. Det skjedde ved at han var en ledende person både innenfor det forskningspolitiske etablissementet, og det industripolitiske. Han ble jo til og med industriminister. Han kobler disse arenaene til den forsvarspolitiske. Slik ble han en viktig aktør. Det har betydd mye for FFI.

– Om ikke Lied var blitt direktør i 1957 og deretter satt i 26 år, hva ville FFI ha vært?

– Da er vi over i kontrafaktisk historiskrivning. FFI ville ikke vært riktig det samme, det er sikkert. Lied var helt klart en person som formet instituttet. Men det var ikke bare snakk om enkeltindivider her. Det handlet også om en epoke der det var lagt til rette for at en slik institusjon kunne etablere seg.

– Det er slående hvor spesiell den første etterkrigstida er, og hvor totalt forskjellig den er fra mellomkrigstida. Rammebetingelsene for FFI var jo ikke der før krigen. Etterpå er de til de grader til stede.

– De nye betingelsene bygger på tre forhold. Det første er at det i store deler av det politiske miljøet er kommet en helt annen holdning til Forsvaret enn før krigen. Det andre er erfaringen til dem som hadde vært ute: De hadde sett nødvendigheten av å ha allierte. Det tredje er at man så hvor

viktig militærteknologi var for utfallet av 2. verdenskrig.

– Hvordan opplevde dere samtalen dere hadde med Finn Lied, som jo oppfattet FFI som den viktigste delen av sitt livsverk?

– Han var en av de mest imponerende personer vi har møtt. Ikke bare var han kunnskapsrik. Han var veldig reflektert. Lied hadde perspektiver på det meste. Det var jo også mange historier om ham, og hvor detaljorientert han kunne være. Vi visste for eksempel at han ikke likte at folk kom for seint til møter. Så vi passet oss for det!

EN DEL AV NOE STØRRE

FFI er en del av etterkrigstidas forsvarspolitikk. Instituttets spesialområde er å besvare spørsmålet: «Hvordan skal et moderne forsvar være og se ut?». Samtidig snakker vi om et mye breiere felt. FFI er del av en moderniseringsperiode. Instituttet inngår i en tenkning om å omforme Norge til et mer moderne samfunn.

Politisk legges det stor vekt på å bygge opp Norge økonomisk etter 2. verdenskrig. FFI kom inn med noen av de nye teknologiene som måtte til for å skape en mer framtidsrettet industri i Norge. Sverige, Storbritannia og USA er forbildene.

– I boka er det overraskende å lese hvor



Forskningen var «nedenfra og opp». Mye skjedde på det teknologiske planet. På mange vis fungerte den modellen. Men det var ingen retning i organisasjonen som helhet.

stor vekt FFI fra første stund legger på å gi Forsvaret råd om å tenke mindre statisk, og være mer fleksible. Dere nevner flere eksempler på forskere som bobler opp med ideer utenom det de egentlig skal arbeide med, og mange av ideene ble videreført?

– Før Finn Lied ble direktør, var FFI veldig åpent organisert. Miljøet var et resultat av det forskerne og ledelsen hadde med seg fra Storbritannia i krigsårene. FFI hadde ikke noen egentlig toppledelse. Direktør Fredrik Møller kan betraktes som den fremste blant likemenn.

– Modellen var at forskningssjefene bestemte over sine prosjekter. Forskningen var «nedenfra og opp». Mye skjedde på det teknologiske planet. På mange vis fungerte den modellen. Men det var ingen retning i organisasjonen som helhet.

DEN STORE VENDINGEN

Historikerne ser en vesentlig endring ved inngangen til 1960-åra.

– Det blir et «før og etter». FFI hadde allerede hatt store prosjekter. Asdic-en ble videreutviklet og satt i produksjon gjennom Simonsen Radio (Simrad). Den endte som et stort produkt for fiskeflåten. Radiolinjeprojektet var med på å skape Nera i Bergen. Det er likevel Terne-prosjektet som samler organisasjonen. Det inngår i utviklingen av et havneforsvar. Mange typer prosesser kommer i gang.

Den amerikanske finansieringen er vesentlig. Innad omorganiseres FFI. Instituttet får avdelingssjefer og forskningssjefer. De er del av et hierarki med en sterk sentralstab. Denne staben styrer prosessene ovenfra og ned. Njølstad peker på at det er denne omstillingsprosessen som leder til Finn Lieds slagord: «FFI skal være et lite institutt for store oppgaver».

– Nå blir det mulig. I denne perioden, ved slutten av 50-tallet, slår den økonomiske støtten fra Nato og ikke minst USA inn for alvor. I noen av disse årene er mer enn

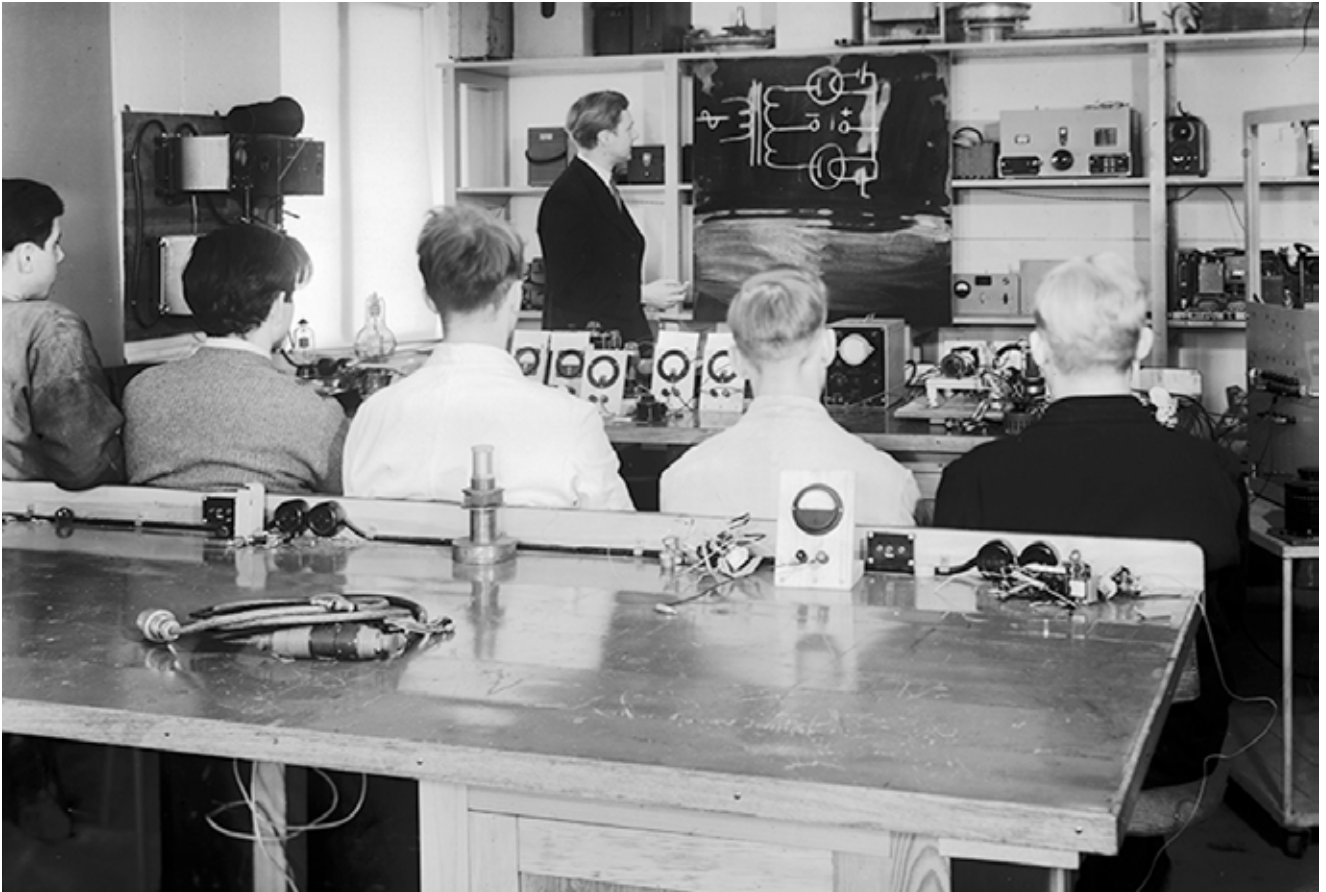
halvparten av budsjettet finansiert utenfra. Slik får FFI en helt annen mulighet til å konsentrere seg om de store, krevende prosjektene. Finansieringen skaper en forutsigbarhet som et – i internasjonal sammenheng – så lite institutt ikke ellers kunne ha hatt.

– USA må ha likt den forskningen FFI leverte: De sendte ikke penger bare for å være hyggelige?

– De ville ha noe igjen, ja. Det er snakk om en bytteøkonomi. Vi skriver litt om det i boka. Du får ikke mer enn du selv kan gi. FFIs Bridge-prosjekt er et eksempel. Det handlet om ubåt-deteksjon, og var en interessant del av storpolitikken og alliansebyggingen.

INNOVATØREN FFI

Trekantsamarbeidet mellom FFI, Forsvaret og norsk industri er i dag et viktig element for alle parter. Historikerne har sett på forhistorien, og hvor spesiell den var.



På skolebenken i 1946. Forsker Ole Fredrik Harbek underviser ingeniører ved Horten-avdelingen i røreteori. Tre år etter etablerte FFI en bedriftsskole, som holdt det gående i 45 år. Foto: FFI

– Høyteknologisk industriutvikling utfordret de gamle normene. Liberal tenkning tilsier at det skal være skille mellom næringsliv og offentlig forvaltning: Staten skal være nøytral med hensyn til økonomiske særinteresser.

– Under Borten-regjeringen er det en Høyre-mann som er forsvarsminister: Otto Grieg Tidemand. Det er i hans tid det oppstår en anskaffelsespolitikk som nok Finn Lied ved FFI presset hardt på for å få til. Det innføres rett og slett et nytt regelverk, der det offentliges rolle er å lage de koblingene som skal til. Slik skapes en helt ny politisk økonomi. Den tilsier at «her må vi jobbe tett sammen». Dette er en helt annen ramme og tenkning enn tidligere omkring hvordan slike typer prosesser skal skje.

– Trekantsamarbeidet blir del av et større industripolitisk system. FFI sto helt sentralt her. Da Thulin-utvalget i 1980 så på hvordan forskning kunne bidra

til industriutvikling, hentet de ekspertuttalelser fra et engelsk spesialistmiljø, Science Policy Research Unit (SPRU). De var blant de første som begynte med innovasjonsforskning. SPRU sa at var det ett sted i Norge der man innførte moderne innovasjonspolitik, så var det hos FFI. Særlig viktig var det at personell ved bedriftene arbeidet ved FFI, og omvendt: At FFI-ere gikk til bedriften for kortere eller lengre perioder.

SPERMALEN SLO AN

Wicken og Njølstad vil nødig mene noe om FFIs historie etter 1975, som er sluttåret for «Kunnskap som våpen».

– Det må vel snart engasjeres noen historikere for å beskrive den neste perioden i FFI, ler de.

Men Nobel-direktør Njølstad har hatt forelesere fra FFIs Terra-forskningsprogram – terrorforskerne – på besøk på instituttet.

– Det var framsynt å opprette det programmet, konstaterer han.

– Alle medarbeiderne ved FFI fikk boka deres da den kom i 1997, året etter 50-årsjubileet. Men noen kioskvelter ble den aldri?

– La oss være så ubeskjedne å si at den hadde fortjent flere lesere! Men de som leste boka, ga positive tilbakemeldinger. Jeg husker Aftenposten laget et ganske stort oppslag rundt det vi skrev om spermal, den FFI-utviklede napalmen basert på hvalfett. Komplet med en karikaturtegning. ■

Les mer om spermal på side 82.



Autonomous Vessel
Odin

FFI Forsvarets forskningsinstitutt

KONGSBERG

PÅ MINEJAKT MED HUGIN

Hvordan finne og fjerne miner langs norskekysten?
FFI, Kongsberg og Forsvaret utvikler et ubemannet
system til jakten.





Mannskapet kan styre hele operasjonen på trygg avstand.

Med dagens teknologi trenger vi ikke å sette mennesker i livsfare for å gjøre jobben. Det er egentlig en «nobrainer», sier forskningsleder Morten Nakjem ved FFI.

Han står på dekket av KNM «Rauma». Minesveiperen er av de tre Forsvaret fortsatt har. Slike skip trekker et sveip. Sveipet trigger miner til å gå av. Snart skal skipene tas ut av drift. I stedet skal ubemannede båter og ubåter gjøre ryddejobben i minelagt farvann. Mannskapet kan styre hele operasjonen på trygg avstand.

STARTET PÅ 70-TALLET

Å holde kysten fri for miner er livsviktig, for eksempel når vi skal ta imot hjelp fra allierte ved en krise eller krig. Systemet Norge nå utvikler, skal klargjøre større områder langt raskere enn tidligere.

Morten Nakjem er krumtappen i FFIs arbeid med å utvikle konseptet og teknologien. Selv om ideen er enkel, ligger det flere tiår med norsk forskning og teknologiutvikling bak.

Sent på 1970-tallet begynte FFI å utvikle sjøvannsbatterier for små ubåter. På midten av 1990-tallet kom de første prototypene for den ubemannede ubåten Hugin. I framtida skal Hugin spille en hovedrolle i det norske antimine-

konseptet, ved å kartlegge havområder på jakt etter miner.

JOBBER PÅ EGEN HÅND

Summen av mer datakraft, kunstig intelligens og ny batteriteknologi gjør at ubemannede fartøyer er blitt både mer selvstendige (autonome) og mer utholdende.

Hugin kan styre seg selv når den kartlegger et område. Den har avanserte algoritmer som gjør at den automatisk klarer å kjenne igjen miner på bildene den tar av havbunnen.

Hvis ubåtene finner mulige miner kan en sende inn ubemannede overflatefartøyer (USV-er) med engangsvåpen for å uskadeliggjøre minene. Dersom bunnforholdene er slik at Hugin ikke klarer å finne dem, brukes USV-er med minesveip for å lure eventuelle miner til å detonere.

NYE PROBLEMER, NYE LØSNINGER

Vekten på sveipene er en utfordring. Mindre ubemannede overflatefartøyer klarer ikke å trekke de tunge sveipene som er brukt på tradisjonelle minesveipfartøyer.

Henriksen Mekaniske og FFI har derfor utviklet en prototyp på nye, lette minesveip. En variant av dem ble testet som-

meren 2020. De blir tatt i bruk på de gamle minesveiperne.

Industrien, Forsvaret og FFI-forskere har samarbeidet tett.

– Et slikt trekantsamarbeid gjør at vi får en løsning som blir billigere, fungerer bedre og blir raskere ferdig, sier forskningsleder Morten Nakjem ved FFI.

MODULÆRT ER FRAMTIDA

Systemet er bygget opp med sivil teknologi. Det består av moduler som kan settes sammen etter behov. Det gjør det også billigere og mer fleksibelt for Forsvaret.

Hugin-ubåtene er i bruk blant annet i offshore, for å holde øye med norske rørledninger på havbunnen. Under kriser er det mulig å rekvirere dem. Det er også en fordel å bruke norsk industri og å kunne lage modulene selv.

Ubemannet minekrigføring er et pilotprosjekt for autonome modulære systemer flere steder i Forsvaret.

– Rekognosering, situasjonsforståelse, kommunikasjon, målutvelgelse, transport og logistikk. Bare fantasien setter grenser for hva autonome modulære systemer kan brukes til, sier Morten Nakjem. ■



HUGIN

Hugin er en autonom undervannsfarkost (AUV) som kan operere på egen hånd ned til mange tusen meters dyp, uten fysisk forbindelse til en båt eller en fjernkontroll.

FFI begynte allerede på 80-tallet å se på nye strømkilder i undervannsroboter. Den avanserte sonarteknologien den bruker for å se omgivelsene sine, utvikles stadig.



01

02



01
Populær blant barna: En tidlig versjon av Hugin er utstilt på Universitetsmuseet i Bergen.
Foto: Lars Aarønæs / FFI

02
Fra 2028 skal ubemannede overflatefartøyer frakte ubemannede ubåter ut til farvannene som skal kartlegges for miner. Bildet er tatt utenfor FFIs avdeling i Horten i 2019, under en test av stativet som skal sjøsette og hente inn igjen ubåtene.
Foto: Christian Tandberg / FFI



Skann koden og se filmen om testing av minesveip på ffi.no





**MARTIN VONHEIM
LARSEN**
(29)

Forsker

BOSTED
Oslo

ANSATT SIDEN
2016

MITT FAGFELT
Matematikk

AVDELING
Forsvarssystemer

SENSORER PREGER FRAMTIDAS SLAGMARK

I mattetimene på ungdomsskolen fikk vi en statistikkoppgave. Den var å kaste en terning 30 ganger, og så regne ut gjennomsnittet. Jeg endte med å lage et program som gjorde at jeg kunne kjøre 20 millioner terningkast. Læreren min bemerket kort at det var «bra». Jeg tror ikke hun helt skjønnte hvordan det funka.

I FFI-jobben får jeg godt utløp for slike sprell. Helt siden jeg var elleve år har jeg hatt en stor interesse for programmering. Skal ubemannede droner, båter og andre systemer fungere, må de programmeres slik at de utnytter hardwaren til det ytterste. Selv om faget mitt er veldig teoritungt, er sluttresultatene lette å se. Særlig når ting ikke går som de skal.

Ordet «tracking» går igjen i mye av det forskningsgruppa mi arbeider med nå. På godt norsk heter det målfølgning. Vi ser på hvordan vi kan bruke sensorer, for eksempel på et selvgående kjøretøy, til å oppdage objekter som beveger seg i nærområdet. Med slike hjelpemidler kan vi oppdage ting som er vanskelig å se med øynene. Vi forsker også på hva

som kan gi falske alarmer og forvirre operatørene. Testing i felt er en viktig del av jobben. Vi er mye i områdene rundt Rena leir for å se på autonome farkoster, og vi jobber med selvgående båter i Horten.

Takket være ny teknologi, i kombinasjon med stor regnekraft, er den fysiske verden blitt gjennomskiktig. Vi studerer bare en flik av det som er en militærteknologisk revolusjon.

I løpet av de siste fem årene er det skjedd veldig mye innenfor dyp læring. Det vi kaller kunstig intelligens gjør det nå mulig for maskiner å tolke bilder i sanntid.

Det samme gjelder data fra alle typer sensorer, for eksempel radar og sonar. Tradisjonelt har slike oppgaver vært vanskelige og tidkrevende.

I dag er det blitt vrient å gjemme en stridsvogn i et skogholt, nå er den blitt altfor lett å oppdage. Utviklingen av billige sensorer og strømgjerrig regnekraft har mange følger. En av dem er at det



Billige sensorer og strømgjerrig regnekraft har mange følger.



Et ubemannet kjøretøy med radar og pan-tilt-zoom-kamera brukes for å gi operatøren i stridskjøretøyet bedre oversikt. Foto: Espen Wang-Naveen / FFI

kreves mye mindre innsats for å oppdage hva fienden gjør. En enkel drone eller et kamera fanger opp ting som du før måtte sende et soldatlag ut i skogen for å finne.

Militært sett handler dette om materiell, om terreng og forflytning. I mastergraden min tok jeg for meg automatisk terrenganalyse for posisjonering av stridskjøretøy. Nå er jeg i gang med doktorgrad. Bare tittelen er en munnfull: «Wide Area Long Range Multisensor Object Detection and Tracking».

En utfordring er å vite hvor langt enkelte andre nasjoner er kommet. Her er det fort gjort å bli akterutseilt. Noe av det viktigste FFI kan bidra med er å etablere Norge i verdenstoppen innenfor disse teknologiene. Det må til for at vi skal være en attraktiv samarbeidspart-

ner, en som blir sett i Nato og EU.

For å være i teten innenfor teknologi må du være best på forskning. Du må bidra i de internasjonale forskningsmiljøene. I forbindelse med doktorgraden min så jeg på etikken rundt forsvarsforskning. Jeg la merke til noe ved iverksettelsesbrevene som gjelder for FFI.

Fra og med 2017 fikk de en annen ordlyd. Tidligere var det ikke nevnt at vi skal bidra til internasjonal forskning. Nå ble det framhevet. Dette er en viktig motpol til de operative avdelingene i Forsvaret, som helst vil ha ting de kan bruke i dag. Jeg er stolt over at vi greier å balansere slike behov, og at ønsket om langsiktig forskning nå er klart formulert.

Dialogen med Forsvaret på mitt forskningsfelt er blitt veldig god. For

bare få år siden var mange naturlig nok skeptiske, fordi automatisk prosessering av sensordata var så vanskelig. Nå opplever jeg at de dytter på for å få testet hvor godt tingene fungerer, og hva som kan gjøres for å lure slike systemer. Her snakker vi om høk over høk, om hvem som lurar hvem.

Jobben vår er blant annet å få forståelse for hvordan systemene til motstanderen fungerer. Klarer du å forstyrre et nettverk, eller lure sensorene til fienden, ligger du veldig godt an. På en framtidig slagmark vil slike teknologier avgjøre. ■



01
Forskerne har vært med på å utvikle et system som gjør at Kongsbergs våpenstasjon kan oppdage, følge og skyte ned droner. Systemet ble vist fram vinteren 2020.

02
Martin Vonheim Larsen og Sigmund Rolfsjord (til venstre) studerer resultatene fra en av testene på skytebanen.

03
Slik ser en drone ut etter at den er truffet av en 40 mm airburst-granat.

Foto: Espen Wang-Naveen / FFI

TERROR- FORSKERNE

Hvordan tenker en terrorist? Hva er drivkraften for en fremmedkriger? Siden 1999 har en liten gruppe FFI-forskere stilt slike spørsmål. Arbeidene deres er blant verdens mest anerkjente innenfor studiene av terrorisme og asymmetriske trusler.

Serien av forskningsprosjekter kalles Terra. Forskerne studerer blant annet jihadismen, og hvordan den kan true norsk og internasjonal sikkerhet.

EN BRÅ OVERGANG

Terra var et lite forskermiljø, i et land som lå langt unna emnene de studerte. Men 11. mars 2004 smalt det i Madrid. Ti bomber eksploderte på fire forstads-tog i morgenrushet. 193 mennesker ble drept, nærmere 2000 skadet.

Daværende prosjektleder Brynjar Lia husket da et dokument han hadde lest like før jul året før. Det handlet om al-Qaidas strategi for å få Spania til å trekke seg ut av Irak. Han og medarbeideren Thomas Hegghammer lette det fram, og oversatte de mest relevante sidene.

Mediene fattet øyeblikkelig interesse. BBC var blant dem som raskt fikk oversatt enda mer. Nyheten om at norske forskere hadde funnet en mulig forbindelse mellom al-Qaida og bombene i Madrid spredte seg med lynets fart. Brått opplevde de to at hele verden var interessert i arbeidet deres.

Det var overraskende for pressen at viktig ekspertise på området fantes i Norge, av alle steder. Journalister fra hele verden kom til Kjeller. Forskerne deltok blant annet i et direkteintervju satt opp via satellitt utenfor gjerdet til FFI. Sendingen ble kringkastet til Australia, Storbritannia og USA.

11. SEPTEMBER 2001

Forskningen på asymmetrisk krigføring startet med en framsynt forskningsleder, Ragnvald H. Solstrand (1942–2018). Han så behovet for å se nærmere på internasjonal terrorisme og radikal islam. Unge mennesker med relevant bakgrunn ble rekruttert til instituttet.

En av dem var Hegghammer. Han hadde fullført sin mastergrad i Midtøstenkunnskap. Han visste ikke hva han skulle gjøre videre, annet enn at det måtte ha noe med nettopp den regionen å gjøre. Sommeren 2001 fikk han sommerjobb på FFI. Her ble han satt til å lage en rapport om terrorisme. Slik kom han første gang i kontakt med fenomenet Al-Qaida og Osama Bin Laden. Så smalt det i New York.

– Det er ganske banalt, egentlig. Jeg var her fordi jeg trengte jobb, og så skjedde 11. september. Da ble jeg veldig motivert og interessert i temaet. Jeg ville prøve å finne ut hva dette var for noe, og hvorfor det skjedde, forteller forskeren.

IDEOLOGEN AZZAM

Nysgjerrigheten fikk ham til å gå i dybden, ikke minst ved å lete etter hva som lå til grunn for terrorhendelsene.

I 2020 fikk Thomas Hegghammer FFIs pris tilegnet god forskningsformidling, for boka *The Caravan: Abdallah Azzam and the Rise of Global Jihad*.

Omrisset av Azzams liv er at han ble født i Palestina i 1941 og ble drept av en bilbombe i Pakistan i 1989. Boka forteller hvordan han ble en av de mest innflytelsesrike ideologene innenfor jihadismen. Han var sentral i mobiliseringen av arabiske fremmedkrigere i Afghanistan på 80-tallet. Azzam var også den første religiøst lærde som argumenterte for at det å bli fremmedkriger er en individuell, religiøs plikt. I ettertid har både moderate og radikale fløyer innenfor



O1
Bombeterrororen på Madrids forstadsbaner i mars 2004 etterlot 193 og tusenvis av skadde.
Foto: Paul White / TT Nyhetsbyrån / NTB

O2
Thomas Hegghammer i 2004, med al-Qaida-dokumentet som peker ut Spania som mulig terrormål.
Foto: Espen Rasmussen / VG / NTB



jihadist-bevegelsen brukt læren til inn-
tekt for holdningene sine.

Hegghammer brukte flere år på boka. Jakten på kilder førte ham til stedene der Azzam bodde. Innholdet er ikke tørr formidling. Mange berømmer den levende fortellerstilen. Boka er utgitt av Cambridge University Press.

STEDER, LIV OG LUKT

Hegghammer og kollegene har gjort feltarbeid i land som Afghanistan, Pakistan, Saudi-Arabia og Jordan.

– Du kan ikke bare sitte på nettet og samle inn propaganda. Hvis du ikke vet hvor disse gruppene holder til, hvordan det ser ut, hvordan det lukter og hvordan de lever, så vil du heller ikke forstå tekstene så godt, sier Hegghammer.

Noen direkte møter med aktive jihadister blir det ikke.

– Det ble egentlig umulig fra rundt år 2000. Før trengte de forskere og journalister for å få ut budskapet sitt. Da nettet kom ble vi litt overflødige. Da kunne de

begynne å drepe oss. Du kan nok dra til Syria og få innpass hos mindre radikale grupper, som Ahrar al-Sham. En hvit, ikke-muslimsk forsker kommer seg imidlertid ikke inn i IS som observatør. Da må vi snakke med eks-jihadister i stedet.

UREDD DRAPSTRUSLER

– **Du er aktiv i samfunnsdebatten og intervjues ofte. Får du mye uønsket oppmerksomhet?**

– Egentlig ikke. Det har vært noen drapstrusler og sånt, men hvem har ikke fått en drapstrussel i dag? Hvis du er profilert på Facebook, i politikken eller på en annen måte, kommer du over mye rare folk. Jeg har ikke opplevd at store, viktige aktører er etter meg. Hadde det norske jihadistmiljøet vokst videre, slik at vi ikke hadde kontroll på det, hadde jeg kanskje blitt engstelig. Det finnes eksempler på at noen fra slike miljøer har skutt mot husene til folk. Men det er sjelden at forskere blir offer for denne type ting. Høyere opp på lista kommer politikere og journalister som de ikke liker. ■

ÅPNE KILDER GIR KUNNSKAP

Bøkene, rapportene og artiklene fra Terra-miljøet er mye lest, og flere ganger prisbelønt.

Forskerne legger vekt på at de jobber med åpne kilder. De vil vite mer om aktørene bak terrorhandlingene. Spesielt er de interessert i gruppeframvekst, rekruttering, radikaliseringsideologi, strategi og taktikk. Forskerteamet har historikere og statsvitere som snakker de aktuelle språkene, og som kjenner kulturen i områdene de studerer.

Terra-forskernes utgivelser teller blant annet Peter Nessers bok «Islamist Terrorism in Europe» (2015) og Anne Stenersens «Al-Qaida in Afghanistan».



Fysikeren og informatikeren Pål Spilling hadde det moro på jobb. Han ble en av internett-pionerene.
Foto: Terje Heiestad

Kjeller var først på nett

15. juni 1973 ble Kjeller det første stedet utenfor USA som kom på nett. Pål Spilling ved FFI gjorde de nødvendige tastetrykkene.

Det var forsvarssak, gammelt vennskap, litt flaks og fortjenestefull innsats fra FFI som gjorde utslaget. Disse faktorene bidro til at Norge ble første internasjonale medlem i Arpanet (ARPA – Defence Advanced Research Projects Agency). Arpanet var selve forløperen til det vi i dag kjenner som internettet.

Den da 39 år gamle Spilling var assistent for FFI-forskeren Yngvar Lundh. FFIs journalist Øystein Hagen intervjuet Spilling 30 år seinere. I samtalen sa forskeren at han så to grunner til at Kjeller ble første node utenfor USA: Den første var at de allerede hadde et godt forhold til ARPA via Norwegian Seismic Array (Norsar), der Norge hadde en strategisk viktig posisjon.

Den andre grunnen var Lawrence Roberts – Larry blant venner. På begynnelsen av 70-tallet ledet amerikaneren ARPAs avdeling for kommunikasjon. Larry fullførte doktorgradsarbeidet sitt ved



FFI PÅ NETT

1973

Pål Spilling var ikke datamann, men kjernefysiker. Nettopp av den grunn var det naturlig at det var han som opprettet den første forbindelsen fra USAs Arpanet til FFI, 15. juni 1973.

Massachusetts Institute of Technology (MIT). I samme laboratorium jobbet FFIs Yngvar Lundh.

ARPA MOT ATOMBOMBER

Pål Spilling var ikke datamann. Han var kjernefysiker. Det er likevel en sammenheng her: Arpanet hadde direkte samband til atomvåpentrukselen.

Mannen som tastet på den aller første utenfor-amerikanske TIP-en (Terminal Interface Processor) i Norsar-lokalene denne junidagen i 1973 innså kanskje hvor viktig dette kunne bli.

Spilling visste omtrent det som var å vite om atombomber og underjordiske prøvesprengninger. Den kalde krigen varte fra avslutningen av 2. verdenskrig til Berlinmurens fall i 1989. I 44 år rivaliserte Nato og Warszawapakten. Striden handlet om terrorbalanse og rustningskappløp. Om hvem som hadde flest og kraftigst atomvåpen.

Tanken bak Arpanet var å hindre at sambandene i USAs forsvar skulle svikte ved et omfattende sovjetisk atomangrep. Frykten for russernes kapasitet var reell: I 1961 ble det største kjernefysiske våpenet noensinne, Tsar-bomben, utløst over Novaja Semlja. Den var tusen ganger kraftigere enn Hiroshima-bomben.
Foto: Reuters / Rosatom / NTB



Partene hadde inngått en gjensidig avtale om prøvestans. Ingen trodde likevel at den andre ville holde sin del av avtalen. I allfall ikke om de kunne slippe ustraffet unna. Derfor ble Norsar på Kjeller opprettet, som en avlegger av FFI.

Norsar brukte geofoner til å lytte etter seismiske rystelser i de strategisk viktige nordområdene. Slike lytteinstrumenter kan sammenliknes med å legge øret mot bakken. Store og små skjelv kunne ha sin naturlige forklaring. Samtidig kunne de varsle om at Sovjet drev ulovlige prøvesprengninger under jorda. Fra Norsar gikk det daglige rapporter. Det skjedde på fastlinje til den svenske satellittstasjonen i Tanum i Sverige. Derfra gikk de via satellitt til USA.

TERRORBALANSEN SPRAKK

Både Nato og Warszawapakten innså dette: For å vinne en atomkrig måtte den angripende parten tilintetgjøre fienden. Med ett slag. Begge visste at dersom fienden

fikk mulighet til å svare på angrepet, var livet på jorda truet. Bare den som utløste en atomkrig, kunne vinne.

Bruken av pakkesvitsjing via Arpanet reduserte trusselen kraftig. Pakkesvitsjing delte sambandsinformasjonen opp i småpakker. Pakkene hadde informasjon i adressefeltet som gjorde at helheten kunne gjenopprettes. Det var mulig, selv når det manglet en infopakke eller to. Deler av sambandsinformasjonen tok ulike veier gjennom nettet. Den ble satt sammen igjen hos mottaker.

Et massivt atomangrep kunne altså ikke stoppe den informasjonen som andre trengte for å gjengjelde. Noen kunne nå svare øyeblikkelig på et atomangrep, et kunne skje fra et helt annet sted i USA. Eller fra resten av kloden.

Pakkesvitsjing endret spillereglene. Selve logikken i terrorbalansen fikk et grunnskudd. Nå var det ikke lenger mulig å tenke

den gamle tanken. En tanke som gikk ut på at når et militært senter ble ødelagt av et atombombeangrep, gjorde angrepet det også umulig å få til samtidig gjengjeldelse. Terrorbalansen var med ett blitt et spill som umulig kunne vinnes.

Arpanet ble dermed et bidrag til å få slutt på Den kalde krigen. Norge var en strategisk viktig utpost i Nato. Mye samband og kunnskap gikk via Kjeller. Stedet lå derfor utsatt til. Aldri var det farligere å bo på Kjeller enn i den kalde krigens dager.

FFI BESØKTE WASHINGTON

Larry Roberts og nestkommanderende Bob Kahn besøkte Kjeller sommeren 1972. De foreslo et samarbeid om datanett via satellitt. Yngvar Lundh fikk FFI-direktør Finn Lied og forskningssjef Karl Holberg med på ideen. De ble invitert til Washington, blant annet for å se på Arpanet. Her ble tekniske problemer løst. En teknologisk strategi for Norges tilslutning til Arpanet ble lagt.



Aldri var det farligere å bo på Kjeller enn i den kalde krigens dager.

Hvordan det skulle utvikle seg videre? Det kunne verken Lundh, Pål Spilling eller Finn-Are Aagesen vite noe om. Aagesen var den tredje sentrale nordmannen i Arpanet-arbeidet. Også Pål Spilling dro på forskningsbesøk til nettvennene, først til University College of London (UCL), og senere til Stanford University i USA. I Stanford møtte han også flere av de sentrale deltakerne i Stanford University Network, senere kjent som SUN.

Internasjonalt ble Arpanet-nettverket operativt 15. juni 1973. Signalene ble formidlet via satellittstasjoner i Tanum i Sverige og Etam i West Virginia, USA. INTERNET, med store bokstaver, ble etter hvert betegnelsen som omfattet både Arpanet og de internasjonale node-ene. Internett, slik vi bruker det i dag, fikk navnet sitt i 1983. Da ble nettet delt i et militært (med etterstavelsen .mil) og et sivilt forskningsnett (med etterstavelsen .edu).

EN SANDKASSE FOR ALLE

Forskergruppene som Kjeller-forskerne kom med i, møttes ofte. Mellom møtene gjorde de noe annet som verden heller ikke var kjent med. De sendte e-post til hverandre. Diskusjoner, nettmålinger, programkode og ideer gikk på kryss og tvers.

Nye løsninger ble utprøvd, testet, feilrettet, debugget og testet igjen på rekordtid. Ofte skjedde slike ting i løpet av et døgn eller to. All viktig informasjon ble dokumentert i RFC-er (Request for Comments). De ble gjort tilgjengelig for alle og enhver. Med andre ord: Arpanet var et distribuert laboratorium for forskere og studenter.

I denne sandkassa delte de sjenerøst alt de fant ut, og fikk i flerfold igjen. For-

skerne ved FFI fikk spille en stor rolle for utvikling av pakkesvitsjing i nett. De utviklet teknologien videre utover 80-tallet, i SATNET-prosjektet. Fram til tiårsskiftet fortsatte ideutvekslingen mellom de amerikanske eliteuniversitetene, UCL i London og FFI.

FFI BIDRO TIL PROTOKOLLENE

Instituttet deltok i det svært aktive nettverket av ni forskjellige forskergrupper. Dette pågikk i ti år fra 1972. Resultatet av samarbeidet var protokollene TCP/IP.

Slik oppsto også standarden for pakkesvitsjede satellittkanaler, CPODA. Etter hvert overtok FFIs nabo og utløper Televerkets forskningsinstitutt (TF) ballen, oppildnet av Pål Spilling. Han ville ha mer omfattende satsing på Internett. Det vant han ikke fram med. TF var forankret i det statlige telemonopolet. Instituttet prioriterte slik de fleste statlige telemonopolene gjorde.

ANARKISTENE BLE BUNDET

Det samme gjaldt de andre europeiske televerkene. De overtok styringen på 80-tallet. De var gamle og ofte tungrode organisasjoner. Alt forskningssamarbeid ble mer formelt ordnet, ryddigere og langsommere. X400-standard for meldingsformidling ble nødvendig. Nettverket via denne protokollen var basis. Det var også forutsetningen for å få forskningsmidler. Nærmest i hemmelighet beholdt de forskerne som kunne, @-adressen sin. Dermed hadde de også nettkontakt med amerikanske kolleger.

«Mer hierarkisk, mindre anarkistisk – en kjedeligere og mindre dynamisk måte å arbeide på,» oppsummerte Spilling. Han sammenliknet det gjerne med duellen

mellom Microsoft og UNIX. Sistnevnte videreførte tradisjonen der enhver får tilgang til kildekoden, og enhver som har noe vesentlig å bidra med, får komme med forslag.

20 ÅRS ISTID

Slik ble det nesten en istid for norsk internett-engasjement på forskningsfronten. Den varte inntil Internett ble kommersialisert i 1993. Det var hele 20 år etter at Pål Spilling opprettet den første forbindelsen med Arpanet.

Det hører med til historien at Norge og Kjeller ikke var alene om den nye forbindelsen lenge. Forspranget denne junidagen i 1973 varte i bare 20 minutter. Da fikk University College of London (UCL) muligheten til å koble seg opp, hakk i hæl med Norge.

Ideen bak USAs forsvarnett var i ferd med å bli allemannseie. Slik ble FFI-forskernes bidrag et viktig steg på veien til internettet. Et nett ingen lenger kan forestille seg å være foruten. ■



SLIK AVSLØRER SVERDRUP HAVDJUPET

Korleis reagerer ulike kvalartar på støy i havet? Kor mange skipsvrak er det rundt norskekysten, og kvar ligg dei? Kva er tilstanden til dumpa kjemisk ammunisjon i Skagerrak?





H.U. SVERDRUP II

Sjøsatt: Flekkefjord i 1990
Lengde: 55 meter
Mannskap: 7

Skipet er FFIs tredje forsknings-
skip i rekka, etter «Tustna» (1946)
og «H.U.Sverdrup I» (1960).



01

Sidan 1990 har «H.U. Sverdrup II» finkjemt norske havområde for å finne svar på slike spørsmål. Kartlegginga går året rundt. Dette er FFIs eige fartøy. Den raude og kvite skuta er i prinsippet eit flytande, 55 meter langt måleinstrument.

Utstyret om bord kan gi svar på mykje. Kva er det som er der nede? Korleis ser havbotnen ut? Kor hard eller ru er han? Kva sediment finst? Korleis er straumtilhøva? Er det ukjente vrak der?

EKSTREMT EKKOLODD

Dei fleste omtalar FFIs tredje forsknings-
skip i rekka berre som «Sverdrup». Sver-
drup er utstyrt med eit norskprodusert
ekkolodd som går utanpå det meste av
det som finst i marknaden. Multistråle-
ekkoloddet EM 712 frå Kongsberg Mari-
time gjer det råd å kartlegge havbotnen
ned til 3400 meter, om tilhøva elles er
gode. Kvar gong ekkoloddet «pingar» vil
det fange opp tusenvis av detaljerte data
frå havbotnen. Kvar enkelt av målingane
fangar eit felt på botnen. Denne overflata
blir kalla eit fotavtrykk. På 40 meters djup
registrerer ekkoloddet ei enorm rad med
slike. Detaljar på storleik med ei avisside
vil vere godt synlege.

HORTEN ER HEIMEHAMNA

Det er ikkje berre å gå om bord. Land-
gangen er sperra. I korona-året 2020
fekk heller ikkje sjefane tilgang før denne
sjekken var gjort. Matros Arne må måle
temperaturen i panna til forskingsleiar
Torgeir Svolsbru.

SAUMFER BOTNEN

Svolsbru administrerer dei mange tokta
med Sverdrup. Han er ikkje i tvil om at
skipet har ein viktig misjon for Forsvaret.
Topografien på havbotnen verkar inn på



02

bruken av sonar, som er det viktigaste
instrumentet fartøy har for å orientere seg
i djupet. Kjennskap til djup og landskap
på havbotnen kan til dømes gi fordelar
ved ubåtoperasjonar.

Blant Noregs mange forskingsskip er
Sverdrup eit av dei minste.

– Vi ville ikkje at skuta skulle vere så mykje
større. Vi opererer mykje i fjordane. Vi er
ofte tett på land. Då er det ugrent med for
store fartøy, seier Svolsbru.

EIT EIGE SAMFUNN

Mannskapet er sju i talet. Ei av dei er
Ann frå Kristiansund. Ho er forpleiings-
assistent om bord på det komande toktet.
No byr ho på lunsj.

– Tidlegare kalla dei slike som oss for
messepiker. Til sjøs blir vi eit eige lite

samfunn. Sjølv om samansetninga av
forskarar er ulik frå tur til tur, er det så
pass mange som kjem att på nye tokt at
eg veit både kva ektefellane deira heiter
– og namna på ungar og bikkjer, fortel ho.

SVERDRUP-EININGA

På veggen i daglegrommet heng eit bilde av
mannen som skipet er oppkalla etter. Den
kjente norske oseanografen og meteor-
ologen Harald Ulrik Sverdrup (1888–1957)
leidde dei vitskaplege undersøkingane
under Roald Amundsens ekspedisjon
med «Maud» frå 1917 til 1924. Han blei
den første leiaren av Norsk Polarinstitut, stifta i 1948. Han er rekna som ein av dei
leiande forskarane innanfor oseanografi.
Arbeidet hans var så anerkjent at han har
fått si eiga måleining kalla opp etter seg,
som mål på havstraumar. Ein sverdrup er
ein kubikkilometer per sekund.



03



04

LABBEN ER SENTRAL

Skipets viktigaste rom er den såkalla Labben. Her er vindauga erstatta med lyset frå dataskjermar. Ofte blir informasjonen herifrå sendt direkte til kundane i land. Desse kundane er fleire enn Forsvaret. Eit godt døme er Mareano-prosjektet. Havforskningsinstituttet, Norges geologiske undersøkinge og Kartverket står bak, med Miljødirektoratet som øvste instans. Mareanos formål er å kartlegge djupner, botnforhold, biologisk mangfald, naturtypar og kjemi i sedimenta i norske kyst- og havområde.

Ved hjelp av Sverdrup får forskarane studert alt frå slimål og spermkval til gamle vrak og dumpa sennepsgass.

Forskarar har høve til å laste dekket med konteinrar som både kan innehalde spesielle måleinstrument og til dømes Hugin

– den FFI-utvikla autonome undervassfarkosten som er blitt ei viktig eksportvare for Kongsberg.

Sverdrup er nytta som moderskip når Hugin til dømes har undersøkt miljøet rundt gamle borehol. Farkosten er utstyrt med metandetektorar for å sjekke kvar metangass boblar opp frå havbotnen. Hugins sidesøkande sonar gir bilde av objekt på havbotnen med centimeters oppløysing. Den er brukt i Skagerrak for å undersøke dei mange vraka med dumpa ammunisjon. Forsvaret brukar Hugin i minejakt.

KORLEIS REAGERER KVALEN?

Sverdrup har også vore verktøyet for forskarar som har studert ulike kvalartars reaksjon på militær sonar. Då har forskarane mellom anna nytta Sverdrups raske lettboat, og utstyr som let dei feste sensorar

på kval som er oppe for å puste. Sensorane er om lag like store som ein mobiltelefon. Den festar seg til kvalen med sugekopp og blir hengande fast i eit knapt døgn. I denne tida samlar den alle data om kvalens rørsler, før sensoren flyt opp og blir henta inn i skipet att.

ORDREBOKA ER FULL

Torgeir Svolsbru konstaterer at ordreboka til FFIs forskingsfartøy er full.

– Vi har opptil 320 toktdøgn i året, fortel han.

– I og med at oppdraga er så varierte er det knapt nokon som blir lei av å delta, ei heller blant dei forskarane som er mest om bord. Den verste frustrasjonen er vi likevel samde om: Det er å ligge i den seige tåka som så ofte heimsøker farvatna rundt Svalbard. ■

01
Frå brua på Sverdrup er det vidt oversyn.
Foto: Lars Aarønæs / FFI

02
Koronasjekk er obligatorisk. Matros Arne måler temperaturen i panna til forskingsleiar Torgeir Svolsbru før han får kome om bord.
Foto: Lars Aarønæs / FFI

03
Mykje forskning blir gjort ved å plassere ut bøyer og måleinstrument.
Foto: Christian Tandberg / FFI

04
Ann frå Kristiansund sørger for at forskarar og mannskap får det treng i byssa.
Foto: Lars Aarønæs / FFI

FRÅ INDUSTRIMEKANIKK TIL SAMFUNNSVERN

Vegen inn i forskinga har for min del vore litt spesiell. Heilt sidan eg var liten har eg vore oppteken av tekniske duppedittar. Det er jo ikkje så uvanleg for ein bygdegut frå Tysnes. Eg var også veldig interessert i romfart og verdsrommet. Eg tenkte også lenge på å bli urmakar, inntil eg skjønna at dét var ei veldig smal framtid. Sidan det likevel var artig å skru på ting, starta yrkeskarrieren min med at eg blei industrimekanikar. Eg tok fagbrev på raffinieriet på Mongstad, nord for Bergen. Dermed auka interessa mi for å bli ingeniør. Undervegs syntest eg at det å studere var så morosamt at eg heldt fram, denne gongen på Blindern. Eg plar seie at eg gjekk frå industrimekanikk til kvantemekanikk.

Doktorgraden min var i fysikalsk kjemi, om nedbryting av klimagassar i atmosfæren. Etter doktorgraden arbeidde eg ved Sintef Energi i Trondheim to år. Eg hadde også eit forskingsopphald ved Sandia National Laboratories i California. Deretter var eg postdoktor på Blindern ei tid. Jobben eg søkte ved FFI i 2009, var i avdeling Beskyttelse. Eg er framleis i den avdelinga, men no heiter den Totalforsvar. Eg har arbeidd med problemstillingar knytt til kjemiske våpen i ti år.

Eit av dei spanande oppdraga eg har vore med på, var i havet utanfor Syria i 2013–2014. Sjøforsvaret bad FFI bli med for å hente utgangsstoff til kjemiske våpen. Operasjonen hadde namnet RECSYR. Det var snakk om rundt tusen tonn kjemikalier. Dei var del av dei kje-

miske stridsmidla til president Bashar al-Assad. Konteinarane skulle fraktast ut av hamnebyen Latakia, og innhaldet destruerast. I tre månader var eg med som rådgjevar om bord i lasteskipet «MV Taiko», som var leigd inn for oppdraget. For å verne oss mot åtak blei vi eskortert av fregatten KNM «Helge Ingstad». Men operasjonen gjekk bra.

Eg var også forskingsleiar på avdeling Totalforsvar i fire år. Fram til 2016 leidde eg eit forskingsprogram vedrørande vern mot kjemiske våpen. Så fekk eg lyst til å gå tilbake til å vere forskar att.

No arbeider eg med samfunnstrygging på eit heilt anna felt. Vi skal sjå på framtidige utfordringar for etatar under justisdepartementet. Dette er ein del av langtidsplanlegginga for politiet, PST og påtalemakta. Arbeidet skjer i forlenginga av ein FFI-rapport om samfunns-sikring. Saman med operasjon RECSYR er dette ein av dei aller mest gjevande oppgåvene eg har hatt.

Grunnen er mellom anna at dialogen er så tett med oppdragsgjevaren. Forskinga vår omfattar til dømes politidirektoratet, Kripos, riksadvokaten og fleire. Det er positivt når alle er så engasjert i oppdraget sitt.

Nokon kan oppfatte det slik at eg, kjemikaren, no er blitt kriminolog. Det har eg ikkje, men ved FFI har eg lært og kan seie mykje om trugsmål mot nasjonal tryggleik. Poenget er at ein ved FFI heile tida kan utvikle kompetansen.

Noko av det viktigaste ein lærer som forskar er å vere nysgjerrig og ha ei metodisk tilnærming til ei problemstilling.

Avdeling Totalforsvars ulike prosjekt gjer at vi har vore tett på det norske samfunnet i mange år. Personleg kjenner eg no sivile etatar vel så godt som ulike avdelingar i Forsvaret. Kanskje betre.

FFI er i ein god posisjon for å kunne vurdere samansette trugsmål mot samfunnet. Vi veit mykje om kva kombinasjonar som kan gjere oss sårbare. I løpet av våren 2021 skal vi ha gitt ut tre rapportar for justissektoren. Dei handlar om framtidige utfordringar for politiet, PST og påtalemakta. Ein av rapportane er ugradert. Graderte studiar er viktige for oppdragsgjevaren, men kanskje får dei ikkje den største innverknaden på samfunnsdebatten. Somme sider ved samfunnsutviklinga kan vere høgt gradert og difor lite kjent. For meg og FFI er det viktig å prøve å gjere begge delar. Det er alltid nyttig å ha ein open del av forskinga, også fordi ein då kan sleppe til kritiske blikk utanfrå. ■



Det er alltid nyttig å ha ein open del av forskinga.



**STIG RUNE
SELLEVÅG**
(45)

Sjefsforskar

BUSTAD
Jessheim

TILSETT SIDAN
2009

MITT FAGFELT
Opphavleg kjemi

AVDELING
Totalforsvar

DE NYE TRENDENE KAN ENDRE ALT

Om bare 20 år kan måten vi tenker krig og forsvar på være helt annerledes enn i dag. Kunstig intelligens, sensorer og 3D-printing smelter sammen. Endringene krever at Forsvaret må tenke på helt nye måter.

Forskerne ser mange trender som kan endre Forsvaret. Sammensmelting av teknologi, såkalt konvergens, blir viktig. Hvorfor? Fordi summen av løsningene kan bli mye mer enn hver enkel oppfinnelse gjør hver for seg. De siste årene har modnet innovasjoner som autonomi, kunstig intelligens, 3D-printing og nye, avanserte materialer. Den samlede effekten kan bli enorm.

SKILLENE VISKES UT

Ganske sikkert vil sammensmeltingene åpne nye bruksområder, minske tiden det tar å oppnå ønsket effekt, og dekke flere behov.

Den staten eller makthaveren som greier å se og utnytte slike muligheter før en eventuell motstander, kan få en stor fordel i en konflikt eller krig. Å utnytte konvergenser er en vinneroppskrift.

FFI forventer at utviklingen gradvis vil viske ut skillet mellom ulike krigsføringsdomener og våpengrener. Forskerne er svært opptatt av trender som kan påvirke Forsvarets militære operasjoner.

DE NYE UTFORDRINGENE

Nato har definert flere teknologier under fellesbegrepet Emerging Disruptive Technologies – EDT. Disse EDT-ene skal følges tett i alliansen. Disruptiv betyr «forstyrrende». Forstyrrelsene skyver bort eksisterende løsninger. I det sivile samfunnet er Amazon, Netflix og Vipps typiske eksempler på aktører som har basert seg på nye teknologiske muligheter. Slik har de skjøvet ut konkurrentene, og i noen grad skapt helt nye arenaer.

I militær sammenheng oppfattes disse kombinasjonene som spesielt viktige:

Autonomi. En kombinasjon av autonomi, stordata og kunstig intelligens. Det brukes smarte, billige og distribuerte sensorer i nettverk, sammen med autonome enheter. De vil presse fram nye metoder som gir en mulig militærstrategisk og operativ fordel.

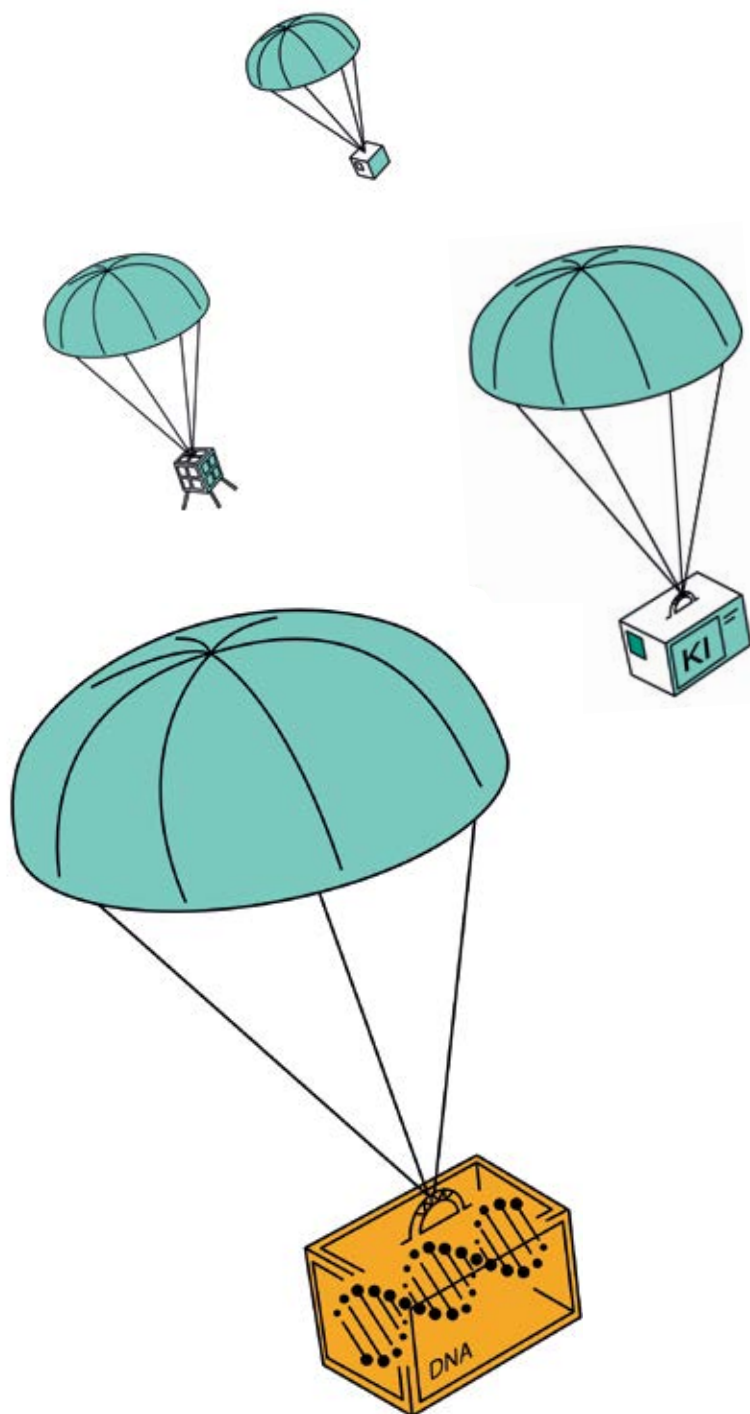
Bioteknologi. Kunstig intelligens kombinert med stordata gjør det mulig å designe nye medisiner og nyttige genetiske modifikasjoner. Det vil også bli mulig

å manipulere biokjemiske reaksjoner i kroppen. Det kan lages levende sensorer.

Materialteknologi. Det blir mulig å designe nye materialer med unike fysiske egenskaper. Det vil bety spesielt mye for utvikling og bruk av 2D-materialer. Det vil si materialer som består av ett enkelt lag med atomer. Slike kan blant annet brukes i solceller.

Kvanteteknologi. Over den neste tjueårsperioden vil kvanteteknologi øke muligheten til å samle inn, behandle og utnytte data fra kommando, kontroll, kommunikasjon, datamaskinintelligens, overvåking og rekognosering. Dette kalles med et samleord for C4ISR-data. Dette blir mulig fordi kvanteteknologi vil gi sikrere kommunikasjon, mer regnekraft og økt sensorkapasitet.

Romteknologi. Rombaserte kvantesensorer og kommunikasjon med kvantenøkkelfordeling vil gi oss en helt ny gruppe sensorer. De kan plasseres på satellitter. Rombaserte lavenergisenorere kommer i bruk. De blir del av nettverk



aktivert av kvantesensorer, og kan bli en essensiell del av militær etterretning, overvåking og rekognosering.

Hypersonisk teknologi. Nye materialer, miniaturisering, mer effektiv energilagring, nye produksjonsmetoder og nye framdriftssystemer er nødvendig for å utnytte mulighetene som ligger i verdensrommet og det Nato kaller «hypersoniske miljøer». Utviklingen vil senke prisen, øke påliteligheten, forbedre ytelsene og gjøre det mulig å produsere skreddersydde systemer der det er nødvendig.

NÅR SKJER DET?

Når skjer endringene? Det er vanskelig å tidfeste når slike teknologier kommer til å forandre måten Forsvaret må operere på. Kanskje noen nye løsninger kommer lenge før forventet, mens andre støter på hindre som gjør at de ikke er aktuelle på mange tiår ennå. Rivaliserende stater og deres forsvarsindustri foretrekker å holde kortene tett til brystet. Det snakkes sjelden åpent om hvilke nye våpen og systemer som faktisk utvikles, og hvor langt forskerne er kommet.

TRENDENE GRANSKES

Alle de nye trendene handler om teknologi. Alle bærer i seg muligheten for å endre krigføring og maktbalanse mellom stater. Derfor er trendstudier i seg selv et viktig arbeid ved FFI. Målet er å analysere de brede følgene teknologi har for norske militære operasjoner. Bare slik kan det tas gjennomtenkte valg for Forsvaret framover. ■

HØYDEPUNKTER GJENNOM 75 ÅR

FFI-historien er full av hendelser. Mange påvirket Forsvaret, noen hadde betydning for hele samfunnet. Her er noen av de viktigste milepælene.

Den røde tråden gjennom Forsvarets forskningsinstituttets 75 år lange historie er nyskaping. Forskerne har funnet opp, forbedret og forandret alt fra utstyr som gjør livet til soldaten bedre, til selvgående undervannsfarkoster, avansert målsøking for missiler, mikrohelikoptre og satellitter.

Mange av innovasjonene fra FFI er blitt suksesser for norsk industri. Den første forskningen på ubåtforsvar på slutten av 1940-tallet er et godt eksempel på knoppskytingen. Asdic-forskningen førte til ekkoloddene fra Simrad, som ga norsk fiskeri en helt ny hverdag. Antiubåtvåpenet Terne førte fra samme

utgangspunkt til Penguin, Norges største forskning- og utviklingsprosjekt på 1960- og 1970-tallet. Neste steg er blitt missilene NSM og JSM.

FFI hadde en finger med i spillet både ved opprettelsen av Norsk Data og etableringen av internettet. Viktige virksomheter som IFE, Nilu og Norsar er avleggere av instituttet. Forskerne har hjulpet Forsvaret med valg av fly, fregatter og innblikk i framtidige kampscenarier.

Lista er lang. Brett ut, og les om noen av høydepunktene siden starten i 1946.

7 FFI-SUKSESSER

Forsvarets forskningsinstitutt har stått bak tusenvis av små og store innovasjoner. Her er de sju suksesshistoriene som FFIs egne medarbeidere setter aller høyest.



Bøyums metode

NORGES MEST SITERTE
VITENSKAPELIGE ARBEID

Arne Bøyum arbeidet blant annet med følgene av at mennesker ble utsatt for radioaktiv stråling. I doktorgradsoppgaven sin beskrev han en teknikk for å isolere en spesiell undergruppe av hvite blodceller fra blodet på.

Verdens helseorganisasjon (WHO) har gjort Bøyums metode til en standard for hvordan en skal isolere blodceller.



1968

PROSJEKTSTART

Arne Bøyum

Forsker og
forskningssjef
ved FFI

BØYUMS METODE ER EN
STANDARD I LABORATORIER
OVER HELE VERDEN

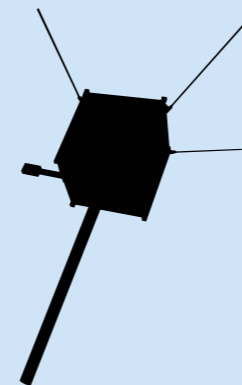
Arne Bøyums artikkel fra 1968 kom på 67. plass i det vitenskapelige tidsskriftet Natures oversikt over verdens 100 mest siterte forskningsartikler (2014). Han var eneste nordmann på listen.

Nanosatellitter

EN NESTEN
UMULIG OPPGAVE

Suksesshistorien om norske nanosatellitter startet med et samarbeid mellom FFI, Norsk Romsenter og Kongsberg Seatex AS.

Liten størrelse gjør nanosatellittene billige å lage og skyte opp. En vanlig satellitt veier ofte flere hundre kilo, med en pris i milliardklassen. FFIs nanosatellitter gjør oppgaven så effektivt og til så lave kostnader at det har vakt internasjonal oppsikt.



2005

PROSJEKTSTART

6 kg

Nanosatellittene er
kuber på bare
20 centimeter

MÅLET VAR Å LAGE
SATELLITTER SOM KUNNE
OVERVÅKE SKIPSTRAFIKK

FFI utviklet først AISSat-1, som ble skutt opp i 2010. Siden har en serie små satellitter blitt utviklet og skutt opp. NorSat-3 skal etter planen skytes opp i 2021.

Georadaren RIMFAX

UTFORSKNING AV
EN ANNEN PLANET

RIMFAX er georadaren som skal undersøke Mars. Radaren skal se under overflaten på Mars og gi ny innsikt i geologien på den røde planeten.

Georadaren er utviklet og levert på oppdrag fra Nasa. Rimfax er ett av sju vitenskapelige instrumenter som sitter på Nasa-roveren «Perseverance», som i 2020 ble sendt til Mars og som landet 18. februar 2021.

Å utvikle teknologi som skal sendes til en annen planet stiller store krav til forskerne, og til nitid testing og dokumentasjon.

2014

PROSJEKTSTART

RIMFAX

Radar Imager for
Mars' subsurface
experiment

Datateknologi

UTVIKLING AV INTERNETTET

1972

PROSJEKTSTART

ARPA

Defence
Advanced Research
Projects Agency

Penguin-missilet

DEN FLYVENDE
PINGVINEN

Sjøforsvaret trengte et nytt våpen for å møte en invasjon sjøveien. Instituttet begynte fra tidlig på 60-tallet å utvikle et målsøkende sjømålsmissil. Penguin-prosjektet omfattet nye og tildels umodne teknologier innenfor varmfølsomme detektormaterialer, laser og treghtsnavigasjon. Videreutviklingen skjedde i tett samarbeid med industrien og Forsvaret.

De nye missilene NSM og JSM er arvtakerne til Penguin. Utviklingen av missiler og raketter har vært en ubrutt FFI-aktivitet siden etableringen i 1947, med antiubåtraketter Terne som første satsning.



1961

PROSJEKTSTART

PENGUIN VAR
ET AV VERDENS
FØRSTE
MÅLSØKENDE
MISSILER

På 1960-tallet var det en drøm at datautstyr kunne snakke sammen over et nett. Dyrer kommunikasjonslinjer med dårlig kapasitet begrenset mulighetene. Men et nettverk kunne bli bedre utnyttet om meldinger ble delt opp i pakker, sendt og satt sammen igjen hos mottakeren. Dette blir kalt pakkesvitsjing. Det ble første gang demonstrert mellom fire datamaskiner i USA, som var starten på Arpanet. Bak sto ARPA – Defence Advanced Research Projects Agency.

FFI begynte selv å utvikle datamaskiner på 60-tallet. FFI-forsker Yngvar Lundh var sentral. I 1972 fikk han demonstrert Arpanet i USA. Inspirert tok han ideene med seg tilbake til Kjeller. Der startet han et prosjekt innen datanett-teknologi. Som et resultat av dette ble det i 1973 etablert en Arpanet-node på Kjeller. Det var gjennom denne noden den første e-postmeldingen ble sendt, fra USA til London. FFI-prosjektet fikk Pål Spilling som en ny, sentral medarbeider og gruppa vokste fort.

Miniubåten Hugin

ET FORSKNINGS- OG
INDUSTRIEVENTYR

Hugin er en autonom undervannsfarkost (Autonomous Underwater Vehicle, AUV). Den kan operere på egen hånd ned til mange tusen meters dyp, uten fysisk forbindelse til en båt eller fjernkontroll fra overflaten.

På 90-tallet startet et samarbeid med Kongsberg Maritime og Statoil, om å utvikle AUV-er for sjøbunnskartlegging i oljeindustrien. Resultatet ble en prototyp som var selvforsynt med energi, navigerte nøyaktig og gjennomførte oppdrag automatisk.

Det internasjonale gjennombruddet kom i 2000, da Hugin ble den første i sitt slag som ble solgt på det internasjonale markedet. Tungen på vektskåla ble navigasjonssystemet fra FFI. I 2017 bestilte Sjøforsvaret fire komplette farkoster for å starte overgangen til autonome systemer for minemottilak.

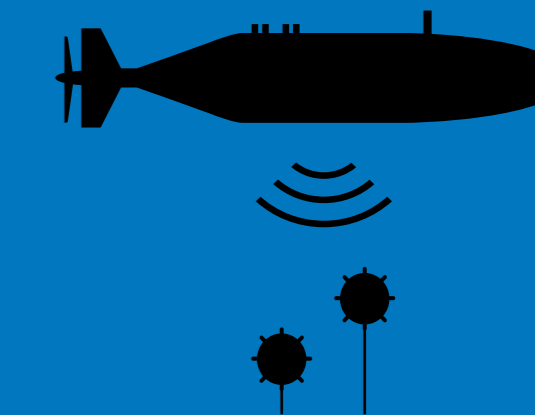
Hugin videreutvikles stadig, og er fremdeles blant de mest avanserte undervannsrobotene i verden. Kongsberg Maritime er i dag størst i markedet på slike AUV-er. FFI forsker fortsatt på forbedring av sonarteknologi, autonomi, navigasjon og strømforsyning.

Terrorismeforskning

ET LITE MILJØ I VERDENSKLASSE

En framsynt leder ved FFI, Ragnvald Solstrand, fikk etablert et forskningsprosjekt ved FFI om asymmetrisk krigføring. Det skjedde på slutten av 1990-tallet. Det utviklet seg i 2001 til TERRA, som særlig studerer internasjonal terrorisme og militant islamisme.

Dette lille miljøet har utviklet terrorismeforskere i verdensklasse. De har produsert doktorgrader, bøker, artikler og kronikker på løpende bånd.



EN AV VERDENS
MEST AVANSERTE
UNDERVANNSROBOTER

1993

PROSJEKTSTART

AUV

Autonomous
Underwater
Vehicle

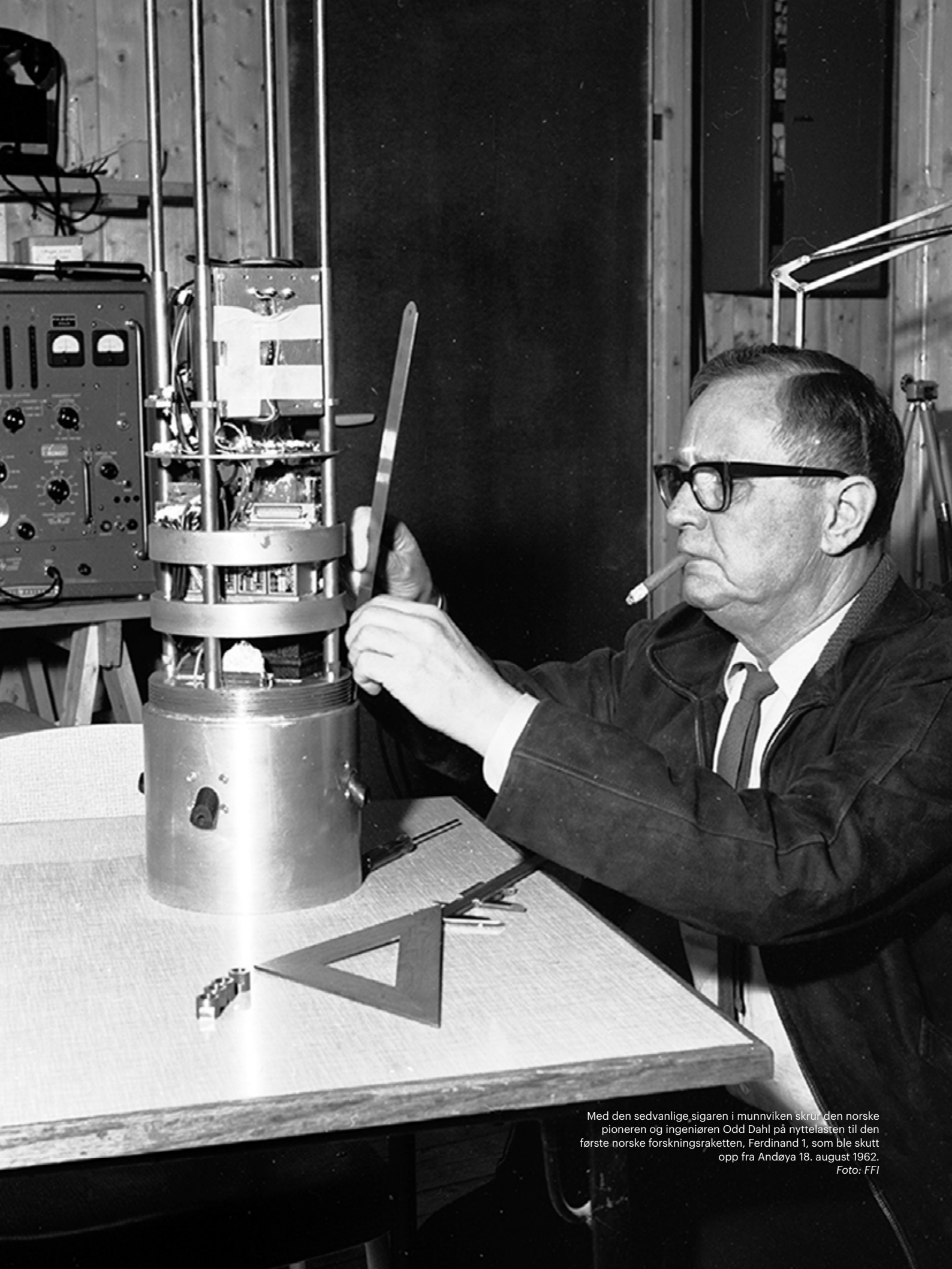
1999

PROSJEKTSTART

TERRA

En serie
forsknings-
prosjekter

FFI-FORSKERE BRUKES
SOM EKSPERTER AV
INTERNASJONALE MEDIER



Med den sedvanlige sigaren i munnviken skruer den norske pioneren og ingeniøren Odd Dahl på nyttelasten til den første norske forskningsraketten, Ferdinand 1, som ble skutt opp fra Andøya 18. august 1962.
Foto: FFI

BRENNENDE GELÉ

Spermal var norsk napalm

Et overskuddsprodukt fra hvalfangsten
fanget forskernes interesse.

Vi kjenner napalm som et fryktelig våpen fra Vietnamkrigen. Det har festet seg i kulturen, i form av pressebildet av de løpende nakne barna i en vietnamesisk landsby fra 1972. I «Apokalypse nå» (1979) har oberst Kilgore filmens mest skremmende replikk: «I love the smell of napalm in the morning».

Napalm er en brennbar gelé. Brannbomber med napalm ble første gang brukt under invasjonen i Normandie, og siden av USA under både Koreakrigen og i Vietnam. Mange land har fortsatt slike våpen, til tross for at de er svært kontroversielle.

Ved FFI ble det framstilt en norsk variant av napalm, kalt spermal. Historien er slik: I Norge blir militært materiell utsatt for mye kulde. Tidlig i 1950-årene ble forskerne utfordret til å utvikle en kuldebestandig bensinfortykker. Napalm er nettopp dét: geléaktig, fortykket bensin.

Amerikansk napalm var basert på kokosnøttolje – derav ordspillet på «palme». Men napalm stivnet og ble uoppløselig i bensin allerede når gradestokken krøp under 15 varmegrader. Derfor ville stoffet være stort sett ubrukelig under norske forhold.

HVALOLJE TÅLTE KULDA

På denne tida var hvalfangsten en stor næring. Kjemikerne ved FFI oppdaget at de kunne bruke et råmateriale fra hvalolje:

spermsyre. Denne syren overgikk napalm. Den kunne oppløses i bensin ned til null grader. Dessuten tålte den å lagres i halvannet år, mens napalm ble forringet etter bare seks måneder. Den nye, syrebaserte bensinfortykkere fikk navnet spermal.

Etter mange forsøk med flammekastere og flybomber bygget FFI en forsøksfabrikk. Der ble det etter hvert produsert 100 tonn spermal. Håpet var å eksportere produktet, da under navnet «Northick».

Den norske napalmen ble brukt under øvelser, til å simulere kjernefysiske eksplosjoner, og til forsøk med Penguin. Spermalen ga det varme punktet som missilene skulle finne og styre mot. Trass mye markedsføring overfor Norges allierte var det ingen interesse for produktet. Hele lagerbeholdningen av det som var blitt «Northick II» ble overlatt til Sivilforsvaret i 1960.

HYBELHUSET TOK FYR

Det hører med til historien at eksperimentering med spermal kunne gå riktig galt. Første skudd under et flammekasterforsøk på Kjeller i 1954 gikk skjævt. Stoffet antente gavlveggen i FFIs eget hybelhus. Det neste skuddet gikk gjennom trærne ved siden av. Det traff veggen i flyfabrikkens materiellbygg, som var under oppføring. ■



Her ser vi et vellykket forsøk med flammekasteren. Denne gangen ble hybelhuset spart.
Foto: FFI



01111 00100
10011 11010
00111 10011

HVOR GÅR FFI?

Hvilke oppgaver venter i tiårene som kommer?
Hvor skal forskerne vende blikket?

Det finnes dessverre ingen spåkule som presist viser hva som blir de mest prekre oppgavene for Forsvaret. Utfordringene er for mange. Noen utviklingstrekk peker seg likevel ut. Vi har sett nærmere på fire temaer som er viktige for FFI i årene som kommer.

Langtidsplanlegging. Kommende trusler er ikke bare teknologiske. Det kan også handle om hvor godt Forsvaret er i stand til å ha balanse mellom mål og midler. Derfor er FFI opptatt av at langtidsplanleggingen baserer seg på så gode kunnskaper og beslutningsgrunnlag som mulig; Hvilke løsninger kan faktisk realiseres i årene framover?

Cyberdomenet. Offensive og defensive cyberoperasjoner er blitt et felt hvor mange stater nå legger inn store ressurser. Det er ingen tvil om at dette er høyt prioritert verden over. Aktiviteten er allerede blitt svært stor. FFIs forskere studerer nøye hva staters datainnbrudd innebærer, og hvordan de kan møtes.

Innovasjon. Hvor raskt det er mulig for industri og forsvar å komme på banen med nye innovasjoner? Det nye ICE worx kan bli en viktig del av svaret.

Sensorer. Teoretisk kan Forsvaret snart ha øyne og ører overalt. Den voldsomme utviklingen av alle typer sen-

sorer gir samtidig en stor utfordring til menneskene som skal overvåke det hele. Det kan bli for mange data. Forskerne arbeider med systemer og løsninger som skal gjøre jobben lettere og overvåkningen enda mer effektiv. De største oppgavene venter innenfor forskningen på kunstig intelligens.

Bla om, og les mer. →

LANGTIDSPLANLEGGING ER ET VÅPEN

Et forskningsområde med lang fortid ved FFI er også et av dem som har en svært lovende framtid. Hensikten med å støtte forsvarssektorens langtidsplanlegging er å finne de løsningene som faktisk kan realiseres, som er fleksible og som ikke minst er kostnadseffektive.

Slik planlegging innebærer blant annet å se for seg ulike scenarioer. Operasjonsanalytikere, økonomer, eksperter på sikkerhetspolitikk og offiserer setter seg sammen. De ser typisk på hvordan en konflikt eller krig kan virke for ulike sider av Forsvaret. Hvor er svakhetene? Hva må rettes opp?

Analytikerne ved FFI er i tett og hyppig kontakt med ledelsen i Forsvaret, både politikerne og de fagmilitære. I 2021 fortsetter dette miljøet å arbeide med blant annet et prosjekt som bistår Forsvaret i deres strategiske utvikling. Mens forsvarssektoren er vant til denne typen forskning, er den nesten fraværende i resten av statsapparatet.

Heller ikke den mest nærliggende sektoren, politi- og justisvesenet, er vant til langtidsplanlegging som en fast disiplin. Situasjonen kan endre seg i årene framover. Ideen om totalforsvaret, og ulike typer beredskap for krisehåndtering i samfunnet, krever mer langsiktig tenkning. Ved inngangen til 2020-tallet hadde FFI startet et avgrenset samarbeid med justissektoren. Det kan bli mer.

En klangbunn for langtidsplanlegging er en FFI-rapport fra 2020: «Samfunnssikkerhet mot 2030 – utviklingstrekk». I den tok 13 FFI-forskere for seg følgende store spørsmål: Hvordan kommer verden og Norge til å utvikle seg fram

mot 2030? Hvordan kan utviklingen påvirke sikkerheten i samfunnet?

Forskernes poenger at kritiske samfunnsfunksjoner blir stadig mer komplekse og gjensidig avhengig av hverandre. Dermed kreves det både nytenkning og en helhetlig tilnærming, innenfor både samfunnsplanlegging og sikkerhet.

Rapporten ble skrevet på oppdrag fra Justis- og beredskapsdepartementet. Forskerne har gått gjennom en rekke sentrale utviklingstrekk som kan påvirke samfunnssikkerheten, blant annet innenfor sikkerhetspolitikk, sosiale og økonomiske forhold, klima og teknologisk utvikling. I rapporten har FFI også sett på mulige positive trekk: Hvilke muligheter og utfordringer utvalgte teknologiske megatrender kan gi for samfunnssikkerheten.

Digitale skytjenester, tingenes internett (IoT), kunstig intelligens (KI), 5G og robotisering er viktige teknologiområder. De er med på å drive fram den digitale transformasjonen av samfunnet. FFI forventer at ny teknologi kommer til å bety mye for politiets arbeid. Slike teknologier kan også bidra til økt verdiskaping i næringslivet og bedre offentlige tjenester.

Det er et stykke fram til langtidsplanlegging eventuelt blir en fast del av budsjettene i andre etater enn Forsvaret. Det betyr at forskerne foreløpig vil være avhengig av støtte fra enkeltprosjekter. FFI ser likevel at verktøyene og metodene i planleggingsmiljøet kan brukes mange andre steder. I de kommende tiårene kan langtidsplanlegging bli et av de viktigste våpnene Norge har. ■

FORSKNINGSSJEFEN SOM TENKTE LANGT

Den tidligere forskningssjefen Ragnvald H. Solstrand var langtidsplanleggingens «far» ved FFI. I en oppsummerende rapport i 2010 skrev han: «Et planleggingsystem kan best bedømmes ut fra de bidrag det gir til et godt beslutningsgrunnlag». For ham var det like viktig å simulere budsjetter som forsvarsstrid. Trusselen om en ubalanse mellom mål og midler i Forsvaret var alltid til stede.

Langtidsplanlegging har vært en egen disiplin ved instituttet siden 1970-tallet. Behovet oppsto med de planleggings- og styringsproblemene Forsvaret fikk å stri med etter at den amerikanske våpenhjelpen opphørte. Forsvaret måtte lære seg å stå på egne bein. Slik oppsto et miljø med kapasitet til å sette seg ned og utforske de problemene som ikke var dagsaktuelle for Forsvaret, men som i det lange løp kunne bety mye både for beredskap og økonomi.





DET SPILLES HØYT I CYBERSPACE

Cyberspace er grovt forenklet det «rommet» som skapes av verdens informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT). Veldig mye av dette rommet kan hver og én av oss nå, bare ved å koble oss til nettet. Der besøker vi datamaskiner som tilbyr oss tjenester for nettbank og netthandel, og ikke minst underholdning. De kan befinne seg tusenvis av kilometer unna, men IKT sørger for veien dit i fenomenal hastighet. Vi er omgitt av cyberspace. Veldig mye foregår på datamaskiner som er koblet til hverandre.

Cyberoperasjoner handler om staters datainnbrudd, eller håndteringen deres av nært forestående eller oppdagede datainnbrudd. De utføres typisk av staters etterretnings- og sikkerhetstjenester eller militære styrker. Nato skiller mellom offensive og defensive cyberoperasjoner.

Offensive cyberoperasjoner gjennomføres i hovedsak for å få tak i informasjon som oppfattes å ha verdi i internasjonal politikk eller i militære operasjoner. Et kjent eksempel er datainnbruddet i Stortingets e-postsystemer. Utenriks-

departementet offentliggjorde høsten 2020 at Russland sansynligvis stod bak.

Det er også sett at offensive cyberoperasjoner gjøres for økonomisk vinning. Operasjonene kan gjøres for å endre eller ødelegge data, og sabotere fysiske prosesser som styres av datamaskiner. Sabotasje av ukrainsk kraftforsyning og av iransk urananrikning er kjente eksempler. Offensive cyberoperasjoner skjer over hele verden. Og de gjør det i svært stort omfang.

Defensive cyberoperasjoner handler om å forsvare seg mot de offensive operasjonene. Det kan likne på sivile virksomheters håndtering av datainnbrudd. Her er det politiske og militære målsettinger som skal ivaretas eller beskyttes. Sabotasje kan for eksempel gjøre det vanskeligere for Forsvaret å gjøre sin jobb, kanskje når det trengs mest. Om Forsvaret utsettes for offensive cyberoperasjoner under en væpnet konflikt, kan det hende en må gjøre endringer i IKT og måten Forsvaret slåss på. Defensiv cyberoperasjoner handler derfor mye om å forstå samspillet mellom

teknologien og militære operasjoner. Slik kan striden fortsette trass i fiendens forsøk på å ramme oss også gjennom cyberspace.

I årene framover er det viktig for Forsvaret å kunne rekruttere og videreutvikle seg i takt med utviklingen. Forskningen må bidra med teknologi, og med ideer om hvordan cyberoperasjoner passer inn i Forsvarets øvrige maktbruk. Forskningen må også bidra til å gjøre langtidsplanlegging for cyberkapabiliteter mulig, på samme måte som for nye stridsvogner eller fartøy. FFI-forskere har blant annet studert hvordan sikkerhetshendelser i sivile nett er håndtert. Det skjedde i sammenheng med at uvedkommende tok seg inn i nettverkene til Helse Sør-Øst og fylkesmanns-embetene.

Cyberspace utnyttes også til påvirkningskampanjer. FFI har startet et prosjekt kalt *Cyber-Social Propaganda and Influence* – eller «Påvirkning i informasjonsdomenet». Det skjer i samarbeid med Forsvarsdepartementet og Justisdepartementet. ■



ICE WORX LØSER OPPGAVENE FORTERE

Forsvaret trenger utstyr som svarer på nye operative behov. Mye av dette utstyret kan utvikles ved å gjøre bruk av moden sivil teknologi. Dette er utgangspunktet for ICE worx.

ICE worx er FFIs innovasjonssenter for forsvarssektoren. «ICE» er hentet fra det fulle navnet Centre for Innovation, Concept development and Experimentation. Senteret bygger på den norske trekantmodellen, hvor Forsvaret, industrien og FFI samarbeider tett.

ICE worx skal være en møteplass. De som har behovene, møter dem som sitter med mulige løsninger. Medarbeiderne på senteret leder innovasjonsprosjekter med flere deltakere: FFIs forskere og ingeniører fra industrien jobber sammen med soldater fra Forsvaret. Sammen kan de bygge systemer som fungerer godt under krevende norske forhold.

Norge er Nato i nord. Militære operasjoner i nordområdene stiller spesielle krav til utstyr og personell. Egnede løsninger finnes ikke alltid tilgjengelig

i det åpne markedet. Derfor må Norge utvikle en del materiell selv. Akronymet ICE worx gjenspeiler nettopp det arktiske. Ambisjonen er å gjøre Norge enda bedre på å utvikle teknologi nær brukerne. Det innebærer teknologi som er tilpasset krevende klimatiske og topografiske forhold.

Veien skal bli kortere fra behov til løsninger som gir økt operativ effekt. Det skal skje gjennom rask utvikling av prototyper, eksperimentering sammen med sluttbrukere og gjentakende utviklingsløp. Et viktig prinsipp for ICE worx er at målet med en ny oppfinnelse eller teknologi ikke er nådd før løsningen faktisk blir tatt i bruk og brukerne i Forsvaret gjør seg nytte av den.

Nøkkelen til gode resultater er å jobbe tett sammen med de militære. Det er nyttig å teste og se de nye løsningene i vante omgivelser, helst under de krevende forholdene som stridsmiljøet byr på. Jo kortere tid utviklingen tar, jo bedre. Det må av den grunn være høy grad av tillit og få formelle barrierer mellom aktørene i trekantsamarbeidet.

Når prosjektene skal gå så raskt, krever det eksperimentering. Eksperimentene kan skje med tekniske løsninger som allerede finnes, eller som er nesten ferdige. Så tilpasses de for bruk i militære operasjoner. Derfor bruker ICE worx flere systemer: både dem som FFI har laget, og systemer og teknologi som tilbys av norske industribedrifter.

Et mål er å teste ofte og mye. Derfor etablerer ICE worx innovasjonsarenaer nær steder hvor de militære er i det daglige. På disse arenaene er alt forberedt. Forskere og ingeniører kan slik komme til «dekket bord». Det betyr at ICE worx gjør det lettere for brukerne å delta i innovasjon og utvikling. ■

HVORDAN FILTRERE INNTRYKKENE?

Hvordan skal soldater og offiserer få best mulig oversikt over hva som skjer rundt dem?

Tenk deg at du hadde øyne og ører overalt, i hver bygd og på hvert nes i hele landet. Da ville du ha tilgang på usedvanlig mye informasjon. Faktisk ville du blitt informert så grundig at det ville ha vært umulig å beholde noen som helst form for oversikt.

I Norge har Forsvaret en formidabel oppgave med å overvåke og følge med på hva som skjer ute på havet og i hele det lang-

strakte landet vårt. For å løse denne oppgaven er det behov for å finne tekniske løsninger som gjør at personellet kan passe på store områder gjennom fjernopererte sensorer. På samme måte som Vegvesenet benytter kamera for å passe på veiene våre, trenger Forsvaret sine systemer for å passe på hav og land. Men det hjelper lite å ha tusenvis av kamera hvis vi likevel må ha tusenvis av mennesker som skal følge med, og ut fra det skape et helhetsbilde. Det vil bli altfor dyrt. Kameraer og sensorer må i stedet være koblet sammen i nettverk. De må være «smarte», slik at de

varsler når det skjer noe utenom det vanlige.

På denne måten kan få soldater operere mange sensorer på en effektiv måte. FFI jobber sammen med flere industribedrifter, med mål om å lage gode løsninger for denne samhandlingen. For å beskytte landet må Forsvaret også jobbe sammen med andre etater som bidrar til samfunnssikkerheten. Det betyr at for eksempel politi, tolletaten og Kystverket samarbeider med Forsvaret, og at de deler sine sensorer og hendelser med hverandre. ■

PROBLEMET MED DRONER

Under en demonstrasjon ved Rena i 2020 demonstrerte FFI-forskere hvordan en operasjon med mange sensortyper kan arte seg i praksis. Data fra ulike kameraer, radarer, mikrofoner og andre sensorer ble satt sammen, med mål om å gi personellet en god forståelse av situasjonen.

Øvelsen lot forskerne vise hvordan flere droner og ubemannede kjøretøy kan brukes som framskutte sensorer for et stridskjøretøy. I kontrollrommet hadde operatørene et 3D-kart av landskapet. På skjermen ble den trauste skogen og myrene smeltet sammen, i et fargesprakende dataspill. Det var ikke tilfeldig. Spillet Starcraft var inspirasjonen da FFI-forskeren Aleksander Simonsen programmerte brukergrensesnittet.

Under denne demonstrasjonen ble en mindre dronesverm brukt til å bære termiske kameraer. Slik utstyr kan oppdage varmetutstrålingen fra kjøretøy og personer. Kameraene er altså ikke avhengige av gode lysforhold. I teorien kan dronene også utstyres med sensorer som fanger opp radiosignaler, radarstråling og andre elektromagnetiske signaler fra ting som skjer på bakken.



Utfordringen forskerne må løse, er å få slike sensorer til å samarbeide og « snakke » sammen. Slik kommer de nærmere en god situasjonsforståelse, basert på informasjonen fra alle enkeltsensorene. Målet er å spare operatørene for støy, samtidig som nyttig informasjon er synlig.

Forskningsfeltet kalles sensorfusjon. Det er en av de store og ennå uløste oppgavene innenfor kunstig intelligens. For eksempel er det sensorfusjon Tesla og andre sliter med når de prøver å få til selvkjørende biler. Stikkordet er hurtighet. Det gjelder å finne en måte å presentere sensorinformasjon på slik at systemet eller operatørene raskere skjønner hva som skjer – og deretter kan reagere på riktig måte overfor en eventuell trussel.

I Nasas Jet Propulsion Laboratory i California ble Mars-roveren Perseverance montert. Øverst i bildet henger rakettmodulen som fraktet roveren den siste biten ned mot Mars-overflaten. Foto: NASA / JPL-Caltech



ROMSPEIDERNE

Verdensrommets hemmeligheter skal bli færre. Instrumenter fra FFI sirkler allerede rundt Saturn. I 2021 snuser georadaren Rimfax under overflaten på Mars. Like viktig er å avsløre skip som prøver å skjule seg i norske farvann.

Hvordan overvåke skipstrafikken – inkludert de fartøyene som kanskje ikke ønsker å bli overvåket? NorSat-3 skytes opp våren 2021. Den lille satellitten er utstyrt med en radardetektor. FFI har utviklet en teknologi som i prinsippet gjør det mulig å se og følge ethvert skip som har radaren påslått. Ingen kan lenger tro seg usett når de beveger seg i det to millioner kvadratkilometer store havområdet hvor Norge har suverenitet.

NorSat-3 kommer ikke til å vinne noen skjønnskurransse. Det er uansett det indre som teller. Satellitten er enda et avansert overvåkningsinstrument, fra et miljø som har spesialisert seg på slike.

Norges første mikrosatellitt heter AIS-Sat-1. Den ble skutt opp i 2010, med en Automatic Identification System-mottaker (AIS) om bord. Mottakeren fanger opp antikollisjonssignaler fra skip. Poenget er å øke sikkerheten til sjøs. Det skjer ved at større skip utveksler data om posisjon, kurs og hastighet. Men ikke alle fartøy er villig til å dele bevegelsene sine. Både tekniske problemer og bevisst lureri spiller inn: AIS-senderne kan slås av. Heldigvis

kan andre signaler fra skipene gi et mer fullstendig bilde. For eksempel skipets egen radar, som NorSat-3 kan spore.

I POLAR BANE

Aldri tidligere har det vært så god oversikt over skipstrafikken i norske havområder, rundt Svalbard og i resten av Arktis, Nordøstpassasjen inkludert.

Banene til de norske mikrosatellitene er spesielle. De går ikke rundt ekvator, men i polar bane. I 60 miles høyde passerer de nær Nordpolen 15 ganger i døgnet. Når de er innen rekkevidde for Vardø eller Svalbard, lastes nye data ned til stasjonene her.

FFI viste allerede på 1990-tallet hvordan skip og oljesøl kunne oppdages fra rommet. Instituttet var en pådriver for å ta teknologien i bruk. Det var kanskje ikke så vanskelig å finne argumenter: Et av de første satellittbildene viste mer enn 40 utenlandske trålere som fisket i det såkalte Smutthullet i Barentshavet, inntil grensene til norske soner. Om Norge hadde hundre kystvaktskip ville de uansett ikke slå overvåkningskapasiteten til en liten dings i bane, hundrevis av kilometer over

hodet på både tjuvfiskere og styresmakter.

De gode erfaringene med AISSat-1 førte til bygging av en tvilling, AISSat-2. Den ble skutt opp 8. juli 2014. Tredjemann, AISSat-3, gikk tapt i det som av og til skjer: En oppskyting fra Russland i november 2017 mislyktes.

Skal en satellitt først sendes opp i bane, og forhåpentlig gjøre nytte for seg i mange år, er det viktig at den bærer med seg flere verktøy: NorSat-1 har et sveitsisk solinstrument og norske Langmuir-prober for nordlysforskning. NorSat-2 tester ut VDES – en ny internasjonal standard for toveiskommunikasjon til havs. Begge ble skutt opp sommeren 2017.

FERDINAND STARTET NORSK ROMALDER

Den norske romalderen startet lenge før: 18. august 1962. Denne sommerlørdagen ble den sivile forskningsraketten Ferdinand 1 skutt opp ved Andenes på Andøya. Avfiringen skjedde fra det nyetablerte skytefeltet i Oksebåsen; derav det vennlige navnet på raketten. Arbeidet med skytefeltet begynte i 1960, bare tre år etter at Sovjetunionen skjøt opp Sputnik. FFI



*Is there life on Mars?
synger David Bowie.
Rimfax kan bidra til
svaret.*

og Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd tok initiativet sammen.

Andøya har fremdeles det nordligste permanente skytefeltet i verden, på 69 grader nord. Det var mange gode grunner til å velge stedet: Øya ligger midt i sonen der nordlyset opptrer hyppigst. Havet utenfor fryser aldri, og utgjør et enormt nedslagsfelt for rakettenes. Forskerne kan derfor velge mange raketbaner. Dessuten er det lett å komme seg dit, både for norske og internasjonale forskningsmiljøer.

FRA ANDØYA TIL SATURN

Ferdinand var del av FFIs ionosfæreforskning, et felt FFI begynte å studere allerede i startåret 1946. Ionosfæren er den delen av atmosfæren som har elektrisk ladete partikler, fra 80 kilometer og oppover.

Ionosfæregruppa skiftet etter hvert navn til et mer dekkende: romfysikkgruppa. Forskerne her var med på en stor andel av de godt over 100 forskningsrakettenes som ble skutt opp fra Oksebåsen. FFI sto blant annet bak det første lidar-instrumentet på en rakett. Lidar er en optisk fjernmålingsteknikk basert på laser.

Siden har forskerne beveget seg betydelig lengre ut i verdensrommet. FFIs forskere ble engasjert i det store Cassini/Huygens-programmet. Det brakte instituttets arbeid helt til Saturn.

Årstallene alene forteller hvilket eventyr Saturn-ferden var. Oppskytningen skjedde oktober 1997. Først i 2004 ankom fartøyet solsystemets sjette og nest største planet. Der begynte det å sirkle, etter å ha passert nær Venus, Jorda og Jupiter for å kunne øke hastigheten mot målet. Satellitten

sender data om den komplekse magnetosfæren rundt Saturn og de mange månene – så langt er 82 av dem oppdaget.

Huygens-sonden landet spektakulært på månen Titan, med levende bilder fra nedstigningen. Selv om FFI-gruppa ikke hadde instrumenter med på Huygens, var de med i planleggingen av sonden. Den omfattet de instrumentene om bord som skulle studere bølger og turbulens i Titans atmosfære. Med på ferden fulgte et elektronspektrometer som FFI var med på å utvikle. Instrumentet bygget igjen på et som ble utviklet til ESA-prosjektet Cluster: Fire satellitter i koordinerte baner, som studerte vekselvirkningen mellom solvinden og jordas nære verdensrom. Her var det også med en enhet som lot forskerne eksperimentere med uønsket elektrisk oppladning av romfartøyet. Dermed ble målingene med elektronspektrometeret og andre plasmainstrumenter mye bedre.

BOWIE SYNGER, RIMFAX LETER

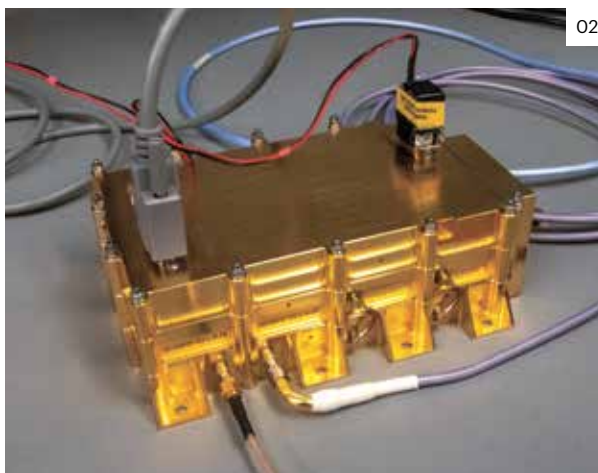
FFIs liste over romfartsprosjekter og partnere blir lengre for hvert år. Øverst i jubileumsåret 2021 står georadaren Rimfax. Navnet står for Radar Imager for Mars' subsurface experiment. Det spiller samtidig på norrøn mytologi: Rimfakse er hesten som selve natta rir på. Morgenduggen kom dryppende fra Rimfaksens bisset. Navnet kan oversettes til «rim fra mulen».

«The best selling show: Is there life on Mars?» synger David Bowie. Rimfax kan bidra til svaret. Antennen og den anonyme, gullbelagte boksen er ett av sju instrumenter montert på Nasas Mars-rover Perseverance («Utholdenhet»). Etter en ferd som startet sommeren 2020, landet roveren i februar 2021. Straks instrumentene var klargjort, begynte Rimfax å



01
Den FFI-utviklede radardetektoren til NorSat-3 skal gi enda bedre oversikt over skipstrafikken i norske farvann – også den trafikken som ikke ønsker å bli oppdaget.
Foto: Norsk Romsenter / UTIAS / AdobeStock

02
Georadaren Rimfax består av en antenne og en gullbelagt boks. Boksen inneholder teknologien som gjør det mulig å avlese mer om hva som gjemmer seg under Mars-overflaten.
Foto: Lars Aarønæs / FFI



sende data – ikke fra jordsmonnet, men fra Mars-monnet. Tidligere undersøkelser av planeten har påvist mineraler som bare kan dannes i vann. Et viktig mål er å finne sedimentære lag som tilsier at livsformer har vært mulig. Med Rimfax får forskerne et bilde av grunnforholdene overalt der roveren kjører. Det vil gi viktig informasjon om hvilke områder det er interessant å studere nærmere.

Rimfax er en såkalt Ground Penetrating Radar (GPR). Den tar bilder av Mars-geologien flere meter ned i bakken. Det skjer ved at den sender elektromagnetiske radiobølger. Så leser radaren av signalene som reflekteres. GPR brukes mye på vår egen planet, for å studere jordlag og is, og finne grunnvann.

I utgangspunktet har FFI utviklet georadarer av dette slaget for å gjøre det

mulig for Forsvaret å «se» gjennom vegger og ned i jorda. Bruksområdene ville for eksempel være å finne nedgravde miner. Samme slags teknologi brukes i arkeologi, og til å forske på snøskred. FFI har også studert bruken av denne type ultrabredbåndsradarer i medisinsk sammenheng, for eksempel for å avbilde hjertet.

BREDE SAMARBEID, NYE SPØRSMÅL

Rimfax er typisk for FFIs satsing på romforskning, ved at den er et bredt prosjekt: FFI har blant annet samarbeidet med Norsk romsenter, Kongsberg Norspace AS, Bitvis AS og Comrod AS for å bygge instrumentet.

FFI har gjort mange besøk i verdensrommet siden 1962. Instituttet blir invitert til stadig flere. Slikt blir det færre hemmeligheter av, samtidig som forskningen åpner for å stille nye og store spørsmål. ■

JORDAS VAKTPOSTER

Ordet satellitt kommer fra latin, av ordet *satelles*. Det betyr vaktpost eller drabant. Satellitter kommer i mange størrelser. De største har en masse på over ett tonn. Det er vanlig å betegne dem etter vekt. Kategorien «liten satellitt» har masse mindre enn 500 kilo. Minisatellitter har masse under 250 kilo, mikrosatellitter under 50 kilo og nanosatellitter er under 10 kilo. Sovjetiske Sputnik var den første satellitten. Av de rundt 9000 satellittene som er skutt opp siden, er rundt 2000 fortsatt i funksjon. Resten har enten falt ned, eller går i bane som romsøppel.





VIRUSJAKTEN

Hvordan sprer virus seg? Forskerne Kari Bøifot og Jostein Gohli samler og måler luftpartikler på Gardermoen. Det biologiske materialet tas tilbake på lab for analyse.



01

01
Filterpartikler fra luft er blitt samlet og legges på prøveglass.

02
Overflateprøver registreres med metadata som dato, tid, temperatur, luftfuktighet, objektet som det tas prøve av og overflatematerialet.

03
Forskerne har vært ved tollen i ankomsthallen, nå skal de til området for sikkerhetsjekk på OSL.

Foto: Espen Wang-Naveen / FFI

Er det korona her? Jostein Gohli er en av FFIs spesialister på miljøovervåkning. Seniorforskeren ble leder for prosjektet NorCov2 i 2020, etter at koronaepidemien begynte.

I samband med Covid-19 har han og kollegene samlet prøver på T-banen, i T-banetrokker og på Gardermoen. Forskerne har også tatt prøver på flere slags overflater. De har også gjort mange innsamlinger på sykehus, blant annet inne på pasientrom. Målet har vært å se på miljøeksponering for helsearbeidere. Resultatene fra prosjektet vil publiseres i vitenskapelige tidsskrifter, og formidles til dem som har deltatt.

– Etterarbeidet vårt vil vise hvor effektiv overvåkning vi har fått til ved T-banestasjonene og i flyplassmiljøer. Fra sykehusene skal vi hente ut kunnskap om mengden virus i luft, som funksjon av avstanden til pasienten. Vi ser også på hvordan enkelte behandlingsmåter på sykehus kan påvirke mengden virus i lufta, sier Gohli.

Forskerne bruker en partikkelteller som måler aerosolkonsentrasjoner, altså antall av partikler med ulik størrelse i lufta. I tillegg bruker de en luftsampler. Den samler partikler

fra luft, som så tas tilbake til laboratoriet for granskning. På testpoliklinikken for Covid-19 på Ullevål samles luftprøver på én meters avstand, på to meter, og på aerosolavstand fra pasienter med påvist Covid-19. Aerosolavstand er så langt unna pasientene at det ikke lenger er snakk om dråpesmitte. Da handler det om eventuelle virus som svever i lufta over lengre tid.

– Aerosol-smitte av SARS-CoV-2 er et mye omdiskutert tema som vi ønsker å belyse. Arbeidet på testpoliklinikken kan utgjøre et viktig bidrag i denne debatten, sier FFI-forskeren.

Forskningen kommer også til nytte med tanke på en krigssituasjon, der det er tenkbart at virus eller biologiske stridsmidler spres som del av en konflikt eller som terrorisme.

Gohli oppsummerer:

– Det er viktig for oss å benytte denne anledningen. Ikke bare ved å bidra til kunnskapsbasen rundt SARS-CoV-2, men å forstå begrensningene og nytteverdien av teknologiene vi bruker for overvåkning av biologiske trusselstoffer generelt. ■



02



03



DET KOMMER NYE VIRUS

Koronapandemien som fikk fotfeste i 2020 blir ikke den siste. Forskingen som gjøres på Covid-19 er viktig også for å vite hvordan vi skal møte framtidige utbrudd av infeksjonssykdommer.

Alle eksperter er enige om at det vil komme en ny viruspandemi, de vet bare ikke når. En viktig del av FFIs forskningsprosjekt er å utvikle testmetoder for å finne virus i miljøer der folk ferdes, ved kommende pandemier og utbrudd.

BILDEVANDRING

HISTORISKE GLIMT

I begynnelsen besto forskningsinstituttet bare av noen titall forskere, spredt på mange steder. Men allerede fra starten var noen påpasselige med å fotografere aktivitetene på FFI. Bli med på bildevandringen!



Foto: FFI

1947

Forskerne flytter inn

FFI ble opprettet ved et stortingsvedtak 11. april 1946. Året etter flyttet forskere og ingeniører inn i husene som tyskerne hadde forlatt ute på det som da var bonde-landet på Kjeller. Luftwaffe hadde sanitetsutdanning her. Bygget på bildet huser fortsatt mange FFI-forskere, og jordet bak pløyes den dag i dag.



1952

FF

I begynnelsen het instituttet bare FF, som det står her på portstolpen. I dag er forkortelsen FFI. Samlokaliseringen på Kjeller ved Lillestrøm startet med at instituttet i 1947 overtok to bygninger som Kjeller Flyfabrikk hadde brukt som lager etter at krigen var over. Avdeling for fysikk var den første som kom i hus. Fra 1949 var hovedtyngden av FFIs forskning samlet på Kjeller, selv om sekretariatet fortsatt var i Oslo.



Foto: FFI

1954

Hallo?

Haakon Sørbye tester FFIs mikrobølge-radiolinjer, som gikk mellom flere norske byer. Å bygge gode telesamband var prioritert. I kjølvannet fulgte industriell produksjon og eksport. Til høyre står forskningssjef Sture Koch. Mannen til venstre er ukjent.



1954

Hagearbeid

Iført hvite lagerfrakker finner personalet tid til litt hagearbeid på FFIs dyrkbare mark. På midten av 1950-tallene var FFIs budsjetter relativt lave, men antall medarbeidere hadde allerede i 1955 økt til nærmere 300. I 1962 var tallet 400 medarbeidere, og i 1968 passerte det 500.



1958

Digitale Frederic

Harald Keilhau sitter ved FFIs første digitale datamaskin, med 2000 vakuumrør og 20 kW varmetap. Ferranti Rapid Electronic Defence Research Institute Computer (Frederic) representerte et gjennombrudd i hvordan forskerne løste kompliserte matematiske problemer. Tidligere hadde de brukt elektromekaniske maskiner, også bordregnemaskiner. Frederic var Europas til da mest avanserte datamaskin. Den ble smuglet inn som diplomatpost, for å unngå ekstra avgifter.



1962

Hypp, hypp!

Egil Eriksen «prøverir» en Nike Cajun-rakett. Raketten fikk deretter en instrumentseksjon foran, og ble Norges første forskningsrakett, Ferdinand 1. Den ble skutt opp fra rakettoppskytningsfeltet Oksebåsen på Andøya, som FFI sto i bresjen for å etablere.



Foto: Oddvar Smith / FFI

1963

Fotografer i nye lokaler

FFI har alltid vært opptatt av visuelt å dokumentere forskningen, blant annet med høyhastighetsopptak av rakettfyringer og atelierbilder av tekniske innretninger. Fotografene fikk nytt fotolaboratorium i 1963. Fra venstre står Teddy Larsen, Bjørn Braaten og Bjørn Fremstad, som da var fotoassistent under opplæring. Les mer om Bjørn på side 118.



1967

Glassblåseren

Det lille detektorelementet i Penguin-missilet, som registrerer varmestråling, måtte holdes kjølig for å unngå intern støy. Løsningen var å plassere elementet i en liten glasstermos. For å unngå kondens ved nedkjøling måtte det være vakuum i termosen. Det ble brukt flytende nitrogen (-196° C) til å kjøle ned detektorelementet. Jan Knudsen var FFIs egen glassblåser. Han lagde de små termosene og løste mange krevende problemer.



Foto: Bjørn Fremstad / FFI

1978

Før Yr

FFI hadde sin egen lokale værradar lenge før tjenester som Yr ble allemannseie. Radaren ble utviklet for feltartilleriet. Her er det Georg W. Rosenberg som betjener den. Påkløddingen var korrekt for tidsepoken, men kanskje ikke for den kalde nordavinden som ofte hjemsøker Kjeller.



1980

Regnemaskin med uhørt ytelse

Multiprosessoren Martinus hadde 30 enkeltprosessorer og en minimaskin fra Norsk Data som styrte det hele. Denne raske regnemaskinen skulle gjennomføre svært avansert signalbehandling og ble plassert et sted i Nord-Norge. Både på hardware- og programvaresiden sprengte systemet grenser.



Foto: Bjørn Fremstad / FFI

1991

Kuldebeskyttelse av sårede i felt

FFI arbeidet i mange år med trekullbaserte ovner og varmere. Et eksempel er pasientvarmeren som sammen med pasientposen skulle forhindre at en skadet person skulle få kompliserende forfrysninger i armer og ben. Den lille forbrenningsovnen hadde en vifte som effektivt forsynte plastslanger med varm luft.



1998

Rullebaner repareres

FFI har konstruert et spesielt kjøretøy: En ombygd Moxy-dumper rydder og reparerer for eksempel rullebaner. Kjøretøyet har blant annet en prototyp til en fjernstyrt våpenstasjon av merket Vinghøg, og en pansret ryddeplog utviklet og bygget ved FFI. Senere ble pløgen serieprodusert ved Gjerstad Mekaniske Verksted.

**2006**

Power nap

Under et feltforsøk på Andøya kjører forskere fra FFI instrumenterte infrarøde (IR) missilsøkere mot fly og helikoptre. Flyet skyter ut flares som ser ut som fyrverkeri for å prøve å narre missilsøkerne til å styre mot dem, i stedet for mot flyet. Forskerne ser på sine instrumenter om missilsøkerne blir lurt eller ikke. Dette var et tidlig forsøk, og det var ikke så mye av utstyret de hadde laget som virket som det skulle ennå. De jobbet derfor natt og dag for å få ting til å virke. Alle var slitne, og ingeniør Egil Bernt Austrheim benytter her anledningen til en power nap mens et P-3 Orion fly tar en low-pass like over ham.



2012

Optiske sensorer

Forsker Daniela Heinrich bruker optiske sensorer for å teste egenskapene til en ny kamuflasjerøyk. Dette var en del av testene til en ny type røykgranat. Militære røykgranater lages for flere formål: Å lage signalarøyk, markere mål- eller landingssoner eller som skjermingsrøyk ved forflytning.



Foto: Jan Olav Langseth / FFI

2014

Musikken stopper

Forsker Tor Holmboe stopper lyset fra lykta, og musikken stopper! På Forsknings-
torget på Universitetsplassen i Oslo viste FFI hvordan det er mulig å sende musikk
gjennom lyset fra en lommelykt. Barna fikk også lage egne lykter. Via Forsknings-
dagene ønsker FFI å øke barn og unges nysgjerrighet innenfor realfag, teknologi og
forskning.



2014

Gammel gass

Da gassbedriften AGA trengte hjelp til å finne ut av hva slags gammel gass de hadde fått innlevert, fikk de hjelp av FFI. Sammen med Oslo brann- og redningsetat (OBRE) tok fire FFI-forskere for seg det ukjente innholdet i de siste flaskene av et parti uidentifiserte gassflasker som skulle destrueres. FFI-forsker Fatima Ibsen sjekker de første prøvene mens OBRE venter på å assistere forskerne ved neste prøvetaking.

**2015**

Radar til Mars

Forsker Mats Øyan tester en prototyp av georadaren Radar Imager for Mars Sub-surface Experiment (Rimfax) på Svalbard. Rimfax er montert på roveren Perseverance, som landet på Mars i februar 2021. Mars er en kald og tørr planet, og Svalbard egner seg godt til denne testingen på grunn av isbreene der. Rimfax ser ned i bakken og skal hjelpe til med å bestemme hvilken type geologi roveren kjører over. Slik kan den finne steder hvor det har vært vann på Mars.



2018

Haakon og Olav

Kronprins Haakon studerer FFIs autonome kjøretøy Olav (Offroad Light Autonomous Vehicle). Besøket er del av en omvisning arrangert av Kjeller Innovasjon. Miljøet ved og rundt FFI har bidratt til oppstart og utvikling av mange bedrifter.



Foto: Espen Hofoss / FFI

2021

Sensorulven

Hodeløse Freke er oppkalt etter den ene av Odins to ulver. Den firbeinte roboten fra Boston Dynamics inngår i forskningen FFI gjør på droner og ubemannede kjøretøy. Kan Freke bli del av en flokk som sendes ut for å gi soldater livsviktig informasjon om omgivelsene? Kan han sitte på med en ubemannet beltevogn, og derfra bevege seg inn i hus og omgivelser der andre ikke kommer til? Det vil Tønnes Frostad Nygaard (bildet) og hans forskerkolleger vite mer om. Autonomi kombinert med avanserte sensorer blir stadig viktigere for Forsvaret.



Motivene jeg aldri glemmer

Bjørn Fremstad begynte som fotograflærling ved FFI på Kjeller i 1960, 15 år gammel. Mange hundre tusen bilder seinere er han blitt en historie i seg selv.

Et fotografi viser ham hengende i en sele, ut av døra på et Bell militærhelikopter. Det befinner seg hundre meter over bakken på Hjerkin. Maskinen står stille i luften. Det skytes med skarpe granater under dem. Bjørn Fremstads jobb er å filme granatnedslagene rett ovenfra.

– Om vi var redd for å bli truffet? Nei, de hadde jo tydeligvis siktet seg inn. Vi visste at granatene ville gå lavt, ellers hadde jeg neppe sittet her nå. Det var jo artig å komme ut av kontoret, sier fotografen nøkternt.

FØDT I FREDÅRET

Mannen som ble født i fredsåret 1945 har vært med på mye krigersk. På et av de andre bildene i FFIs store arkiv har han fanget et Penguin-missil i flukt, et millisekund før det blåser et utrangert militærfartøy i fillebiter.

– Da var alt forhåndsinnstilt, og jeg langt unna. Utfordringen ved slike oppdrag var



BJØRN FREMSTAD

FFI-fotograf fra 1960

Født i 1945. Arbeider ennå i 2021 på pensjonistvilkår ved FFI med å digitalisere og katalogisere bilder og film fra karrieren sin. Ivrig seiler, skytter og fluefisker. Sees av og til med trekkspill.

at du kunne bli skikkelig sjøsjuk. Jeg ble satt ned med helikopter for å rigge foto-utstyret på det utrangerte skroget som skulle beskyttes. Dette var utenfor Andøya, og der er det som regel friske forhold. Da jeg kom om bord, rullet det sånn at jeg bare med nød og neppe fikk det til.

Bjørn Fremstad ser på karrieren sin som en sammenhengende læretid, fra de tekniske 4 x 5-tommers kameraene via mekaniske Rolleiflex, Leica og Hasselblad, fram til han begynte med digitalt utstyr.

SPESIALUTRUSTNING

Mye utstyr måtte spesiallages på FFI, eller han måtte være detektiv på verdensmarkedet. I Australia fant han for eksempel seks spesialbygde høyhastighetskameraer med fiskeøyeobjektiv, for filming på målfartøy. De egnet seg godt for missiltestene.

Ingen fotooppdrag var umulige. De måtte bare improviseres, noen av dem. I tett samarbeid med Luftforsvarets folk var



Neil Armstrong (til venstre), første mann på månen, sammen med FFI-forsker Olav Blichner på Spåtind. Det vanket autograf på fotografen. Foto: Bjørn Fremstad / FFI



Historiene bak er som regel viktigere for meg enn selve fotografiet.

han med på å bygge om en drivstofftank for F-5. Den ble en plattform for foto og telemetri, montert under buken på et F-16. Bak vinduene i denne tanken plasserte de flere høyhastighetskameraer. De tok opptil 3000 bilder i sekundet. På vingene fikk de plass til to kameraer til, ett på hver side:

– Forsker Asbjørn Oddan, som egentlig drev mest med kjemi og eksplosiver, var en virkelig Reodor Felgen. Han fikk en idé, som det daværende Fellesverkstedet ved FFI satte ut i livet: De laget nye «kameranese» til Sidewinder-missilene på vingetuppene. Strømmen til utstyret hentet de fra navigasjonslysene. Flygeren fikk et spesielt kontrollpanel, og løste

ut i riktig øyeblikk. Det var viktig, for filmrullene varte i bare fire sekunder. På denne måten kunne forskerne se nøyaktig hva som skjedde når Penguin-rakettene ble avfyrt, forteller Fremstad.

TO MENN PÅ SPÅTIND

Bildet hans av to menn som kommer gående mot kamera er tatt i roligere omgivelser.

– Den ene er Neil Armstrong, førstemann på månen. Den andre er hans gode venn Olav Blichner, en av FFIs eksperter på aerodynamikk og en viktig forsker i Penguin-prosjektet. Jeg tok bildet av dem på Spåtind høyfjellshotell i 1973, fire år etter månelandingen. Norge var

vert for et Nato-møte rettet spesielt mot romforskning. Jeg tror ikke noen medier fikk med seg hvem som var på besøk. Han Armstrong var en rolig og fin type. Jeg må innrømme at jeg ba om autografen. Han skrev den til meg på baksida av et Spåtind-postkort.

– **Har du noen gang glemt å ha film i kameraet?**

– Bare én gang, heldigvis.

– **Hva er det beste bildet du har tatt?**

– Umulig å si. Det har vært så mange flotte motiver. Historiene bak er som regel viktigere for meg enn selve fotografiene. ■

01



01
FFIs fotograf og kaptein Rudolf Holm på Rygge flystasjon har gjort klar høyhastighetskameraene, både i tanken under buken og vingetuppene på F-16-flyet. De skal fange utskytingen av det hvite Penguin MK3-missilet. Foto: Forsvaret

02
Vidvinkelkameraet er korrekt rigget. Det fanger missilet et millisekund før det treffer målfartøyet. Foto: Bjørn Fremstad / FFI

03
Skumsprøyten står om baugen på MTB-en P990 Skarv, fotografert fra logstikkfartøyet Valkyrien en fin dag i Vestfjorden i 2001. – Det var godt å komme seg ut på tur av og til, sier Bjørn. Foto: Bjørn Fremstad / FFI

04
Moteriktig: Bjørn Fremstad filmer på Hjerkin på 1980-tallet. Foto: Forsvaret

05
Alltid klar for en flytur: Bjørn Fremstad foran Forsvarets Saab skolefly på Kjeller. Foto: Forsvaret

02

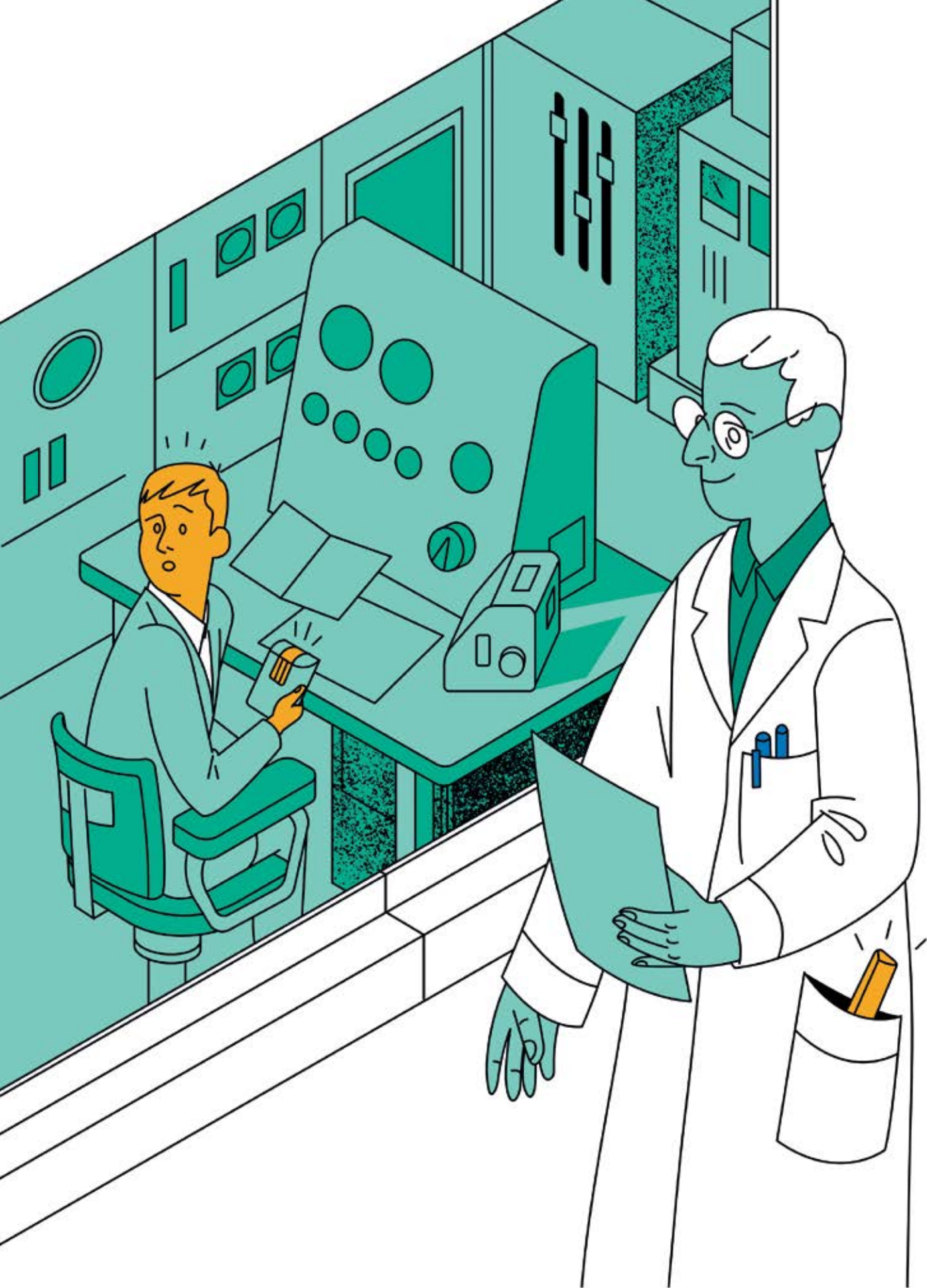


04

03



05



En radioaktiv forsker i korridoren

Var det noe galt med måleren? Eller var det en helt annen grunn til at det begynte å tikke på et skrivebord på Kjeller?

Under den kalde krigen var atombomben et sentralt tema. De sovjetiske prøvesprengningene i atmosfæren nær Norge ble fulgt nøye.

Detonasjonen av Tsar-bomben over Novaja Semlja i oktober 1961 var et dystert høydepunkt. Hydrogenbomben var den kraftigste som noen gang er detonert, med tusen ganger mer sprengkraft enn den som ble sluppet over Hiroshima. *(Se også side 68.)*

Radioaktiv nedfall var en reell trussel. FFI var sterkt engasjert i måling av nedfall og varsling. Norge ble spisskompetent på området.

En av de mest kompetente var FFI-forskeren Godtfred Barstad. Han jobbet mye med å utvikle pålitelige og hendige målere. De gjorde det mulig for soldater i felt å sjekke lokal radioaktivitet.

Det mest kjente patentet ble den lille, håndholdte Blunk fra 1950. Apparatet var en slags geigerteller i lommeformat. Både

Forsvaret og Sivilforsvaret kjøpte inn mange av de i alt tre modellene som ble produsert.

Det knytter seg en historie til Barstads omgang med strålingskilder: En forsker hadde liggende en Blunk – eller muligens en geigerteller – på skrivebordet sitt på Kjeller. Plutselig begynte den å varsle. Det var altså i ferd med å dukke opp noe radioaktivt like i nærheten av kontoret hans. Så forsvant signalene igjen. Hva var dette? Kunne det være en feil ved måleren?

Nei, der begynte det å tikke på nytt. Forskeren rev opp kontordøra. I korridoren passerte ingen andre enn Godtfred Barstad, nå på vei tilbake fra ærendet han hadde hatt i den andre enden av bygningen. Han hadde nonsjant stukket en radioaktiv isotop i lomma på lagerfrakken sin. ■

HVORDAN UNNGÅ AT DET SMELLER?

Realfag, det har jeg alltid likt. Jeg gikk på Roald Amundsen videregående skole i Opegård, sør for Oslo. Vi hadde en fysikklærer som var veldig opptatt av alt de drev med på NTNU. Jeg skjønnte ikke helt hvorfor, før jeg fikk se det med mine egne øyne: NTNU inviterte til et opphold i Trondheim, med hotell, arrangementer og foredrag. De kalte det Jentedagen. Det var sikkert hundre av oss. Jeg dro, og ble helt forelska i opplegget og mulighetene de viste oss.

Valget mitt ble å studere industriell kjemi og bioteknologi. Jeg er mer glad i det teoretiske enn å stå på lab. Derfor spesialiserte jeg meg på anvendt teoretisk kjemi.

Jeg fikk vite om sommerjobbene på FFI for flere år siden. En postdoktor her på NTNU hadde jobbet der. Fra før har jeg hatt en mer industrirettet sommerjobb hos Hydro. Første gang jeg søkte på FFI kom jeg ikke inn. Det er jo stor rift om plassene. Neste gang fikk jeg ja.

Søknadsfristen var i november. Jeg fikk tilbud om jobb i desember. Betingelsen var at jeg måtte bli sikkerhetsklarert. I juleferien satt jeg og prøvde å fylle ut skjemaet, ei blekke på ni sider. Det er veldig strengt. Det er nok at du har satt en prikk der du ikke skal. Etter noen måneder fikk jeg beskjed om at jeg hadde gjort en feil. Jeg måtte fylle ut alt på nytt. Beskjeden fra FFI

var grei nok: «Hvis klareringen ikke er klar til du begynner, da har vi dessverre ingen jobb til deg». Heldigvis gikk jeg gjennom!

Mottakelsen i gruppa som blant annet ser på energetiske materialer var fin. Alle var så hjelpsomme. I den avdelingen ser de for eksempel på effekten av rakettdrivstoff og sprengstoff. Et spørsmål er hvor stor sprengkraft et eksplosiv kan levere. Et annet er hvor følsomt det er. Hvis det aktuelle stoffet får et slag eller det kommer en gnist, hvor mye skal det da til for at det smeller? Slike spørsmål er det viktig å ha svar på når våpen skal fraktes, eller lagres over tid. Da vil vi ikke at noe galt skal skje. Vi skulle gjerne hatt en god teoretisk modell for å forutsi sånt bedre. Testmetodene som brukes i dag er ganske mangelfulle.

Jeg verken fyrte av eller sprengte noe mens jeg var ved FFI, altså. Dette handler om molekylberegninger. De gjøres på skjerm.

Mye ved FFI er hemmeligstemplett. Du føler deg litt spesiell når du får vite ting som ikke alle andre får vite. Men rapporten min fra sommerjobben er heldigvis ikke gradert. Derfor fikk jeg sjansen til å lage en plansje som omhandler nettopp sensitivitet i energetiske materialer. Den plansjen ble jeg bedt om å presentere i Norsk Kjemisk Selskaps gruppe for kvan-

tekjemi og modellering, på årsmøtet deres. Det var stas.

Nå er jeg inne i mitt femte og siste år som student på NTNU. Nye utfordringer venter. Erfaringene jeg tar med meg fra sommeren ved FFI vil komme godt med. Sist jeg sjekket, var det ingen ledige jobber som passet for meg ved instituttet. Men oppholdet jeg hadde på Kjeller var veldig positivt. Så jeg følger med. ■



Du føler deg litt spesiell når du får vite ting som ikke alle andre får vite.



KRISTINE WIIK
(24)

Sommerstudent
ved FFI i 2020

BOSTED
Trondheim

MITT FAGFELT
Kjemi

STUDERER VED
NTNU

TOPP Å VÆRE SOMMERSTUDENT

Sommerstudentordningen har vært et tilbud fra FFI i flere år. Trass korona-situasjonen arbeidet 75 studenter her i 2020, med nesten like mange prosjekter.

Administrerende direktør John-Mikal Størdal understreker at FFIs egne forskere kanskje er de som er aller mest fornøyd.

– Studentene får samarbeide med forskerne i de faste prosjektene våre. Dersom noen har ymtet om at ordningen burde bli mindre omfattende, har det kommet øyeblikkelige protester. Omkvedet er at studentarbeidet er en stimulans. Så dette er noe vi skal fortsette med.

Studentene som søker seg til FFI er unge akademikere som trenger praksis og en sommerjobb.

– Her kan de utnytte de sterke faglige egenskapene sine, sier seniorrådgiver Jan Olav Langseth, en av dem som har mest med studentene å gjøre gjennom de hektiske ukene de arbeider her.

– Historien har også vist at mange av dem seinere har blitt ansatt ved FFI. Det gjør sommerjobbene til en viktig arena for rekruttering.

Det hører med at instituttet ofte legger til rette for at studenter kan ta masteroppgaven sin ved instituttet, og arbeide i prosjekter på deltid. Universum Professionals Survey 2020 spurte yngre yrkesaktive utdannet innenfor naturvitenskap og teknologi hva som var deres drømme-arbeidsgivere. De satte FFI på 10. plass.

– Vi er i godt selskap. Over oss er navn som Google, Equinor, Kongsberg Gruppen, Norconsult – og Sintef. Jeg er stolt av at vi for første gang etablerer oss på topp-10-lista i denne undersøkelsen. Det er svært viktig for oss at vi er en attraktiv arbeidsplass blant de unge, sier John-Mikal Størdal. ■



Historien har også vist at mange av dem seinere har blitt ansatt ved FFI. Det gjør sommerjobbene til en viktig arena for rekruttering.




 Hvordan er det å ha sommerjobb ved FFI? Skann koden og se filmer på ffi.no/sommerjobb




Følg oss på sosiale medier





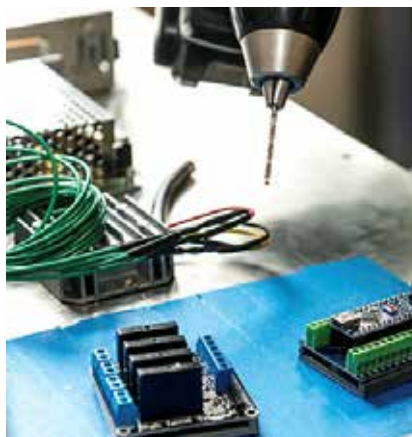


Foto: FFI



LES, SE OG HØR MER OM FFI

I hele 2021 markerer vi at vi fyller 75 år.

På nettsidene våre finner du flere historier.
Se bilder, filmer og lytt til podkaster om
forskningen vår.

ffi.no/75

