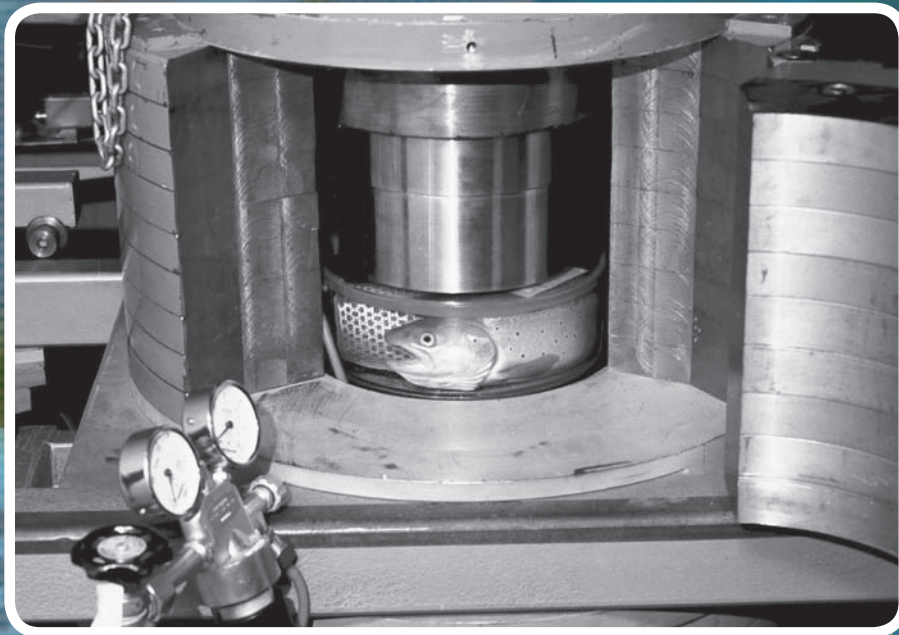


Fra Forsvarets forskningsinstitutt

HISTORIE

$$[M_1 \sin(\beta - \theta)]^2 = 7(M_0 \sin \beta)^2$$



Virkinger av kjernevåpen



Det har vært en spennende oppgave å bidra til at mange av instituttets prosjekter helt fra begynnelsen av er blitt beskrevet på en oversiktlig og relativt lettfattelig måte. Slik kan interesserte skaffe seg kjennskap til meget av det instituttet har arbeidet med. Mange travle prosjektledere og medarbeidere har bidratt og har vist stor hjelpsomhet

og tålmodighet. Flere pensjonister har også gitt verdifulle bidrag. En spesiell takk til alle ved publikasjonsavdelingen. Denne samlede innsatsen har vært avgjørende. Jeg takker alle for en svært interessant og lærerik tid.

Red.

Forord

Ved FFIs 50-årsjubileum i 1996 fikk Olav Njølstad og Olav Wicken, da ved Institutt for forsvarsstudier, i oppdrag å skrive FFIs historie for de første 25 år. Oppdraget tok spesielt sikte på å belyse instituttets rolle i en nasjonal sammenheng, i forhold til teknologiutvikling, industripolitikk og, med årene, forsvarsplanlegging. Kildematerialet var først og fremst FFIs arkiv med instituttets korrespondanse og møtereferater fra styrende organer, samt offentlige dokumenter av ulike slag, og Egil Eriksens og Egil Strømsøes samlede fremstilling av prosjektaktivitetene ved instituttet. Oppdraget ble løst på en utmerket måte ved utgivelsen av boken "Kunnskap som våpen". Den har i høy grad bidratt til å gi instituttet som helhet og dets tidlige ledere en velfortjent heder.

Imidlertid var det tidlig klart at oppdraget som ble gitt til Njølstad og Wicken ikke ville gi rom for nevneverdig omtale av selve gjennomføringen av instituttets prosjekter. Hvordan oppstod ideene som ledet til prosjektene? Hva var forutsetningene for gjennomføringen? Hvem stod for den, og hvilke utfordringer møtte de underveis? Med andre ord, vi savner vitnefastede nedtegnelser fra det "indre liv" i instituttet som frembrakte de resultatene som berømmes i nasjonalt perspektiv. Dette har vi bedt prosjektledere og prosjektmedarbeidere å fortelle om.

Hvordan skulle det gjenstående arbeidet legges an? Etter nøye vurdering har vi satset på en serie historiske hefter som hvert dekker et begrenset prosjekt eller fagområde. Det er flere fordeler ved denne løsningen: Arbeidene kan utgis etter hvert som de blir ferdige, og det krever ikke meget å utgi en forbedret utgave dersom feil eller mangler skulle bli påpekt.

Prosjektet har en risiko. Jo bedre vi lykkes med å få frem de viktige bidragene og bidragsyterne, desto kjedeligere blir det med de mangler som allikevel ikke unngås. Også med tanke på oppretting av slike mangler er hefteformen enklest.

Oppslutningen om dette prosjektet har vært meget stor, og mange tidligere og nåværende medarbeidere har bidratt. De er nevnt

som kilder for de enkelte heftene hvor deres bidrag befinner seg.

Instituttets uten sammenligning største og teknologisk bredeste prosjekt-område har vært utviklingen av sjømålsraketter. Den første Penguin-raketten ble i sin helhet utviklet av instituttet, og systemarbeider og kritiske deler er utviklet for de påfølgende versjoner av Penguin og NSM (Nytt SjømålsMissil). En samlet historisk fremstilling av denne virksomheten er i arbeid i regi av Kongsberg Defence & Aerospace. Vi har valgt å avvente den før vi tar stilling til om det er aktuelt å utgi et supplement innenfor denne hefteserien.

Erling Skogen er redaktør for det samlede prosjektet. Han har nedlagt et betydelig arbeid i bearbeiding av tekstene og fremskaffing og redigering av billedmaterialet.

Kjeller 1. mars 2003

Nils Holme

Virkninger av kjernevåpen

Etter at atombomben ble sluppet over to japanske byer i 1945, sto verden overfor et nytt trusselbilde; et våpen med en enorm slagkraft og en intens radioaktiv stråling. FFI fikk tidlig ansvaret for å veilede Totalforsvaret i beskyttelsestiltak. På slutten av 1950-årene ble det satt i gang forskning og utvikling for å beskytte personell og materiell mot virkningen av slike våpen. Karl-Ludvig Grønhaug spilte en viktig rolle i dette arbeidet og har skrevet om det. Etter at både USA og Sovjetsamveldet startet med prøvesprengninger ble en kjent med enda en våpenvirkning; radioaktivt restavfall som ble løftet opp i atmosfæren og falt ned over store landområder med langsiktig helseskade og til dels dødelig virkning. I Norge var det FFI som sto for målinger av slikt radioaktivt nedfall og studier av den resulterende økningen av radioaktivitet i miljøet og i matvarer. En viktig medarbeider her var Arne Lillegraven som har skrevet om dette arbeidet.

RADIOAKTIVT NEDFALL FRA KJERNEVÅPEN

Et nytt og fryktinngytende våpen

I 1945, det året Den annen verdenskrig tok slutt, fikk verden kjennskap til et nytt og uhyre ødeleggende krigsredskap. *Kjernevåpenet* - eller *atombomben*, som det først ble kalt etter bruksmåten - ble sluppet ned over to japanske byer fra fly. De enorme ødeleggelsene rundt sprengningstedene kom fra våpenets voldsomme sprengkraft og intense stråling. Denne strålingen omfattet også noe helt nytt. I tillegg til kjente energiformer som lys- og varmestråling inneholdt den en svært sterk radioaktiv stråling.

I de første årene etter krigen foretok USA en rekke prøvesprengninger av det nye våpenet. De hadde som hovedformål å undersøke hvordan våpenet virket på konstruksjoner på land og på skip til sjøs. I denne perioden følte et avkreftet Vest-Europa en økende trussel fra Sovjets konvensjonelle våpenmakt, men fant en troverdig sikkerhet under USAs "atomparaply".

Derfor ble Sovjets første atomvåpenprøve i 1949 en stor og svært ubehagelig overraskelse for Vesten. En hadde ikke ventet at Sovjet var i stand til å utvikle kjernevåpen og forrykke øst-/vestbalansen så tidlig og kraftig. Utryggheten førte til et økende kjernevåpenkappløp med utvikling og prøving av stadig større våpen. Gjennom 1950-tallet bygget den "kalde krigen" seg opp til et stadig høyere nivå.

Radioaktivt restavfall

En viktig kjernevåpenvirkning var til langt ut i 1950-årene nesten helt ukjent, i alle fall utenfor kretsen av vitenskapsmenn som arbeidet med atomvåpenforskning:

Restene etter en sprengning inneholder høyradioaktivt materiale som kan bli løftet opp i atmosfæren og etter hvert falle ned på jordoverflaten som radioaktivt nedfall. Dette kan føre til at høye konsentrasjoner av aktive partikler vil dekke bakken i nærområder, der strålingen vil skade og drepe liv.

Det var flere grunner til at dette var lite kjent til å begynne med:

- Før 1952 var krigs- og testvåpnene relativt små i forhold til senere typer.
- Testing ble foretatt i meget store avsperrerte og folketomme områder (ørkener, øde atoller),
- De ansvarlige var lite interessert i å få redusert sin utprøving av våpenet ved å skremme allmennheten med en effekt, som de trodde var ufarlig for folk under prøveforhold.
- I svært mange tilfeller (f.eks. i Japan) skjedde sprengningen i en høyde over bakken som førte til dannelsen av ørsmå restpartikler, som ble løftet høyt opp i atmosfæren. De falt langsomt, kom sterkt forsinket ned på bakken og ble dermed spredt tynt utover store deler av kloden.



Storparten av radioaktiviteten døde ut før stoffet kom ned på bakken, og den var da også blitt så fortennet at strålingen ble for lav til å anrette skade.

En ulykksalig våpenprøve i Stillehavet

I 1954 foretok USA i Bikini-atollen sprengning av et ny type kjernevåpen som ga mye mer nedfallsprodukter enn noen tidligere prøve. Etter sprengningen snudde vinden uventet, og støvskyene drev over en japansk fiskebåt og over bebodde atoller som lå opp til 200 km unna. Fiskerne og befolkning fikk store strålingsdoser med betydelige skader, og blant fiskerne resulterte de i et dødsfall.

Hendelsen vakte voldsom oppsikt og markerte et tidsskille, som innledet en stor og langvarig forskninginnsats verden over.

Måling av nedfall og vurdering av helsefare starter i Norge

Norge ligger nær Sovjets nordflåtebasen og testområdet på Novaja Semlja. Norge avsto fra selv å utvikle eller innføre kjernevåpen i forsvaret, men det som gikk for seg i omverdenen gjorde det nødvendig å gjøre seg kjent med virkningene av dem.

Siden det dreiet seg om våpen, falt det naturlig at Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) tok på seg mye av oppgaven. I første halvdel av 1950-årene startet forskningssjef Torleif Hvinden opp arbeidet ved Avdeling for fysikk (Avd F). Hvinden kom etterhvert til å bli en svært benyttet sakkyndig på området nedfall, både i totalforsvarskretser og i media.

Også daværende Avdeling for kjemi (Avd K) var sterkt involvert de første årene, under sin forskningssjef Brynjulf Ottar. Helge Bergh bygget opp følsomt måleutstyr for radioaktivitet og Lars Lund og Odd B. Michelsen utviklet metoder for utskilling av interessante radionuklider. Disse metodene fant anvendelse i en grundig undersøkelse over år av tre lokale nedbørsfelt, der hensikten var å føre regnskap over nedfallsaktiviteten: Hva kom ned på bakken, hva festet seg der og hva strømmet ut gjennom feltets utløpsbeker? Det ble videre arbeidet med opptak og vandring av radionuklider i vegetasjon.

Fysikkavdelingen hadde en kort og fersk fortid innen kjernefysikk-planlegging og bygging av en kjernereaktor og en avskalling i form av et nytt institutt: Institutt for atomenergi (IFA), ledet av pionerene Gunnar Randers og Odd Dahl. Det hadde nesten tømte avdelingen for kompetanse på området måling av radioaktivitet, og den måtte bygges opp igjen. Startfasen måtte i første omgang omfatte elementære tiltak, som å skaffe utstyr for innsamling av nedfallsprøver og måling av radioaktiviteten i dem.

En kunne ikke se bort fra faren for bruk av slike våpen i konflikter øst/vest, og en måtte stille spørsmål som:

- Hva kunne en komme ut for av nedfall i en kjernevåpenkrig, og hvor farlig ville det være ?
- Hva besto nedfallet av, og hvordan kunne en best forsvare seg mot strålingen?

Nedfallets vei fra teststed til norsk område

Partikkeldannelse og transportmodeller

Per Storebø, med sin bakgrunn som meteorolog og fysiker, ble mannen som først og fremst tok seg av teorier for nedfallets ferd fra sprengningspunktet i testområdet og til det kom ned på norsk område. Det dekket mange ledd, som partikkeldannelse, oppløst, lagringsforsinkelse og fjerntransport i atmosfæren, spredning for vær og vind, opptak i skydråper og regndråper, og andre mekanismer som bringer nedfallsstøvet ned på bakken. Resultater av arbeidene presenterte han i flere internasjonale konferanser, bl.a. på et globalt møte i FN-regi i New York i 1960 og et symposium i Geneve i 1964.

Mye av arbeidet tok utgangspunkt i kvantitative opplysninger fra boken "The Effects of Nuclear Weapons", som blir utgitt av USAs atomenergikommisjon. Den ble en autoritativ kilde som beskriver kjernevåpenenes virkemåter og virkninger; lokale og øyeblikkelige effekter så vel som fjern- og langtidsvirkninger.

Olav Lillesæter tok del i studier av spesielle bølger av nedfall som ikke var av typen fjernnedfall, bl.a. fra et uhell ved Windscale-anlegget i England. Han tok seg også av

måleproblemer som skyldtes små utslipp av argon- og iod-isotoper fra IFAs anlegg.

Våpentestene førte en stor del av nedfallsaktiviteten opp i stor høyde, og nedfallspartikler med svært lav fallhastighet fikk lang levetid og hopet seg opp i stratosfæren. Olav Blichner og Dick Hveding konstruerte en filterenhet som ble festet under vingen på Luftforsvarets jagerfly. Disse ble fløyet opp til nedre del av stratosfæren og et spjeld ble åpnet en tid for oppsamling av støv på filteret. Aktiviteten i slike høydefiltre viste langt høyere luftkonsentrasjon enn det som ble funnet på bakkenivå, og bekreftet effekten av mellomlagring i stratosfæren.

Novaja Semlja var stedet for noen av de aller største våpentestene, og en kunne vente seg at de høyeste nedfallsverdiene i Norge ville opptre i det nærliggende Finnmark. Men dette var ikke tilfelle, og det hang sammen med to forhold

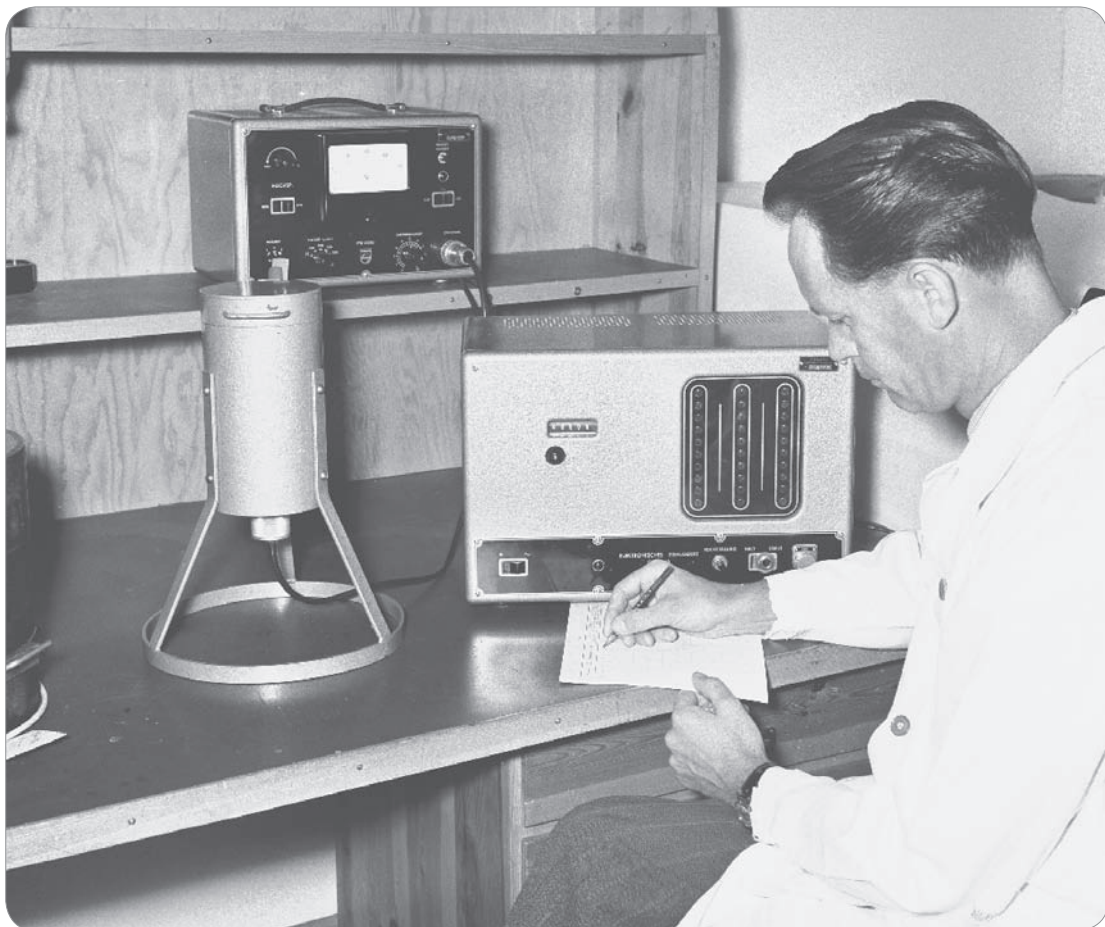
- varmen fra sprengningen drev mesteparten av nedfallsstøvet helt opp i stratosfæren, og
- vindretningen i disse høydene går hovedsakelig i østlig retning.

Til tross for sin nærhet til testområdet ble derfor Finnmark ikke mest utsatt i Norge. Mest nedfall noterte Vestlandet, der årsnedbøren er størst.

Innsamling og måling av nedfallsprøver

Måleutstyr, laboratorium, resultater

Sammen med Haakon Harbek, Gottfred Barstad og Helge Storbråten, utviklet Karl Sand de første instrumentene for måling av radioaktivitet, og Karl ble mannen som videreførte arbeidet over mesteparten av prosjektets levetid. Han sto også for etableringen av et målelaboratorium og bygging/innkjøp av de første måleoppstillingene. Disse



Karl Sand måler radioaktivitet på luftfilter i slutten av 1950-årene.



ble basert på den tids relativt ufølsomme geigerrør, som i seg selv ga liten mulighet til å bestemme hva slags radionuklider (isotoper) som var i prøvene. Stilt overfor det lave aktivitetsnivået den første tiden, var det bare gjentatte målinger over tid av samme prøve som kunne fortelle noe. Det raskt stigende nedfallet fra testing av store hydrogenvåpen fra midten av 1950-årene førte til økte bekymringer for folk flest, men lettet nok målingene. Etter hvert fikk en strålingsdetektorer som var langt mer effektive når det gjaldt følsomhet og evne til å analysere hva nedfallsstøvet besto av.

Karl startet også utviklingen av utstyr som effektivt samlet nedfallspartikler som kom ned på bakken, ved en kombinasjon av å følge luftstrømmer, falle ved egen tyngde, og bli fraktet ned med nedbør. Hvinden hadde fått tak i noen plastark med klebrig overflate. De var av en type som ble prøvet i USA og som skulle holde fast på nedfallspartikler som falt ned på dem, enten de falt ned i tørt vær eller i nedbør. Effektiviteten viste seg å være altfor tilfeldig og arkene ble erstattet av innsamlingskar som etter hvert ble satt ut på faste målestasjoner i et nett fordelt over hele landet.

Karl ledet lenge målelaboratoriet. Etter hvert tok Tore Lekvold over og drev laboratoriet stort sett ved hjelp av vernepliktige soldater. Karl nedla gjennom en årrekke et verdifullt arbeid med å utvikle måleinstrumenter som ble satt i serieproduksjon for Forsvaret.

Alle måleresultater ble gitt som konsentrasjonen av radioaktivitet i luft, nedbør, drikkevann - og etter hvert i viktige matvarer. Verdiene ble regelmessig rapportert til Helsedirektoratet, som sto for vurdering av helsefaren og offentliggjøring til befolkningen. I denne sammenheng innskrenket FFIs kommentarer seg til endringer i konsentrasjonsnivåene og deres sammenheng med testvåpen, teststed, vær- og klimaforhold, tidsfaktorer og lignende.

Feltinnsamling av snøprøver

Finseområdet

Snødekker og breer var fra tidligere kjent og tatt i bruk for sin evne til å samle opp og over tid deponere luftbåret støv i dybdeskikt og naturlig nok i kronologisk rekkefølge.

Denne muligheten førte den første tiden til en rekke større og mindre utferdert til fjells.

De første var av de mer omfattende; med Hvinden i spissen. Med mannskaper som Stuart Small, Per Storebø og Arne Lillegraven gikk turen til Finse og Hardangerjøkelen. Forsvaret ble engasjert i form av datidens beltekjøretøy i snø, weaselen, og med nødvendig sjåfør. Weaselen gikk bra den, så lenge det var kaldt og fast nok snødekke, og som oftest fikk vi med oss det vi trengte av plast snøbokser, spader, kart, metermål og folk. De siste både innabords og som snørekjørere. Det gikk friskt unna, problemene kom når det vekslet raskt mellom friksjonslav skare og fonnsnø av typen sandpapir, da kom snørekjørerens tyngdepunkt ofte langt utenfor bæreflaten og endte i brutale nærkontakter med en lite gjestmild overflate. På prøvestedene var det å sette i gang og grave loddrett avgrensede grøfter, lete etter skikt med strukturskift, måle dybder, plassere veldefinerte blokker i tette plastbokser, og klore ned relevante data med stive fingre.

Vel ferdige med en kald arbeidsøkt var vi heldige med å finne et kvarter hvor vi kunne få i oss matpakker og kaffe. FFI hadde relativt nylig bygget ferdig den første mikrolinken i Norge, mellom Oslo og Bergen, og en av reléhyttene sto beleilig nær vår kant av jøkelen. Den hadde nødvendigvis egen kraftlinje og oppholdsrom som ga varme i kroppen. I godt vær hadde vi utsikt til de to naboene blant linkhyttene.

Senere ferder var mindre omfattende og for fotfolk. Stuart og Arne fikk prøvd en del føreforhold lengre ut på sommeren. En liten elv var gått opp og ble forsert ved entring i vaier, som hang igjen etter en ødelagt hengebro. I retur med snøprøver måtte Finsevann krysses med overvann til langt opp på leggen.

Statsregulativet og FFIs vanlige nøkternhet passet dårlig til høyfjellshotellet på Finse, men vi trivdes bra på Turistforeningens Finsehytta. Ved senere besøk fant vi oss ofte vel til rette med rom som samvirkelagsbestyreren leiet ut over butikken. Der kunne vi stille oss selv etter forgodtbefinnende. Per kunne bare gå ned trappen for å få tak i livsnødvendig natron til sine pannekaker, som han generøst delte med andre.



Arne Lillegreven forbereder prøvetaking i snølag i bre på Hardangervidda siste halvdel av 1950-årene.

I Finsetraktene passet det godt å arbeide i april-juni, men været spilte oss mangt et puss også på den tiden. Når snøstormen herjet i dager utenfor veggene og forbød snøinnsamling, da kunne vi nok savne lett adgang til intense kortspill med turistene på Finsehytta.

En gang opplevde Per og Arne den komplette "white-out", en svært uvanlig opplevelse. Vi var på snøjakt i en fonn omtrent en kilometer fra jernbanesporene og den gamle rallarveien. Før vi fikk sukk for oss var vi omringet av en svært tett tåke. Himmel og bakke gikk absolutt i ett, og vi kunne såvidt se egne ski og staver. Det var neppe noen umiddelbar fare på ferde, kart og kompass var med, og det var greit å bestemme retningen tvers på vei og jernbanelinje. Men det var kupert nok til å brette både ski og bein, så det var bare en måte å komme seg frem på. Førstemann stakk skistaven i snøen så langt frem som mulig før neste steg, og nestemann fulgte i bakenden på skiene han kunne skimte foran seg. Det tok lang tid før vi endelig fikk en sikker og god følelse av at nå hadde vi en

brøytet og flat vei under oss, og utsikten til en varm og god kaffekopp foran oss.

Men været kunne være så mangt. Nyss ankommet fra et grått Kjeller skuet Stuart og Arne en junidags morgen ut på knall blå himmel og blikkstilte luft. Dette måtte være dagen for å ta prøver i en bre som lå i fjellet øst for stasjonen. Vi fikk hyggelig følge med en reingjeter som skulle samme vei, en brunbarket kraftkar med gjeterhund og stor ryggpakning, den siste gjorde det mulig for oss å holde følge.

Etter passering av en fjellrygg bar det nedover noen skarpe bakker som satte balansen på prøve. Etter hvert ble kjentmannen prat-som og fortalte om sitt ærend. I ryggsekken hadde han last som skulle brukes under utbygging av hytta på Geiteryggen, nærmere bestemt dynamitt og fenghetter. I utforbakene etterpå ble det god avstand mellom skiløperne.

Det ble også ellers en livlig tur, dels langs en dal hvor lyngrabbene begynte å stikke frem



i brennende junisol. Det var lemenår. Fre-sende småtasser stakk stadig hodene opp av snø og lyng, og bikkja kom i et voldsomt jakthumør. Det ble en dårlig dag for lemenbefolkningen i dalen, en verre massakre kan knapt tenkes. Trøsten måtte være at én med knekket nakke ikke druknes kan, og ei heller komme under bilhjul.

På tilbaketuren fra Geiteryggen fikk vi fylt våre prøvebokser, men det begynte å demre for oss at dagens gode venner, sol over fjell, juni og hvit snø også hadde en lumsk side. Det begynte å svi i nakke og ansikt, og der hadde altså hukommelsen sviktet. Så vi måtte rigge oss til med bankranerutstyr: anorakkhette og skjerf opp over nesa. Men det var alt for seint, den neste dagen ble tilbrakt innendørs i dyp skygge og utstyrt med det beste landhandeleren kunne oppdrive av salver. Pluss slør for senere bruk.

Ferder til andre steder og tider

Finsetraktene med jøkelen har interessante breer, men er ikke alene om det. I september fikk Per og Arne overtalt verten på Spiterstulen til å slippe oss inn et par døgn mens sommerens hyttesesong ble avviklet. Vert og brefører Eilev Sulheim trakk oss opp i sprekkområdet i Svellnosbreen og ga en leksjon i breklatring før han viste veien opp til akkumulasjonsområdet for breen. Etter snøinnsamling neste dag ble fristelsen stor; vi var tross alt såpass nær Galdhøpiggen at vi måtte gjøre et forsøk på å komme opp på toppen. Vi startet med friskt mot, men toppen lå høyere opp og lengre vekk enn på kartet. Den siste optimismen ble slukket av snøvær og tidlig høstskumring, ikke så langt fra målet.

Traktene rundt Voss tok vi også for oss, det var ikke ukjent at Vestlandet har et spesielt klima. Vi samlet snø i Gråsida blant beitende reinsdyr, på Hamlagrø og i fjellheimen nord for Vossevangen.

Utplassering av nedfallssamlere og innhenting av jordprøver

Etter at målingene tok til ble det snart klart at i Norge kom mesteparten av nedfallet ned på bakken med nedbør, en langt mindre del i tørt vær. Og nedbør er vi fortrolig med i Norge, havluften fra Atlanterhavet gir fra seg

mest nedbør på Vestlandet, og minst i områder som ligger i "værskygge" bak fjellene. Som for eksempel i Skjåk og Lom.

Informasjon om fordelingen av nedbør får Meteorologisk institutt (DNMI) fra sitt nett av faste værstasjoner. Fordelen ved å måle nedfall på disse stedene var muligheten for å sammenlikne nedfall og nedbør. Det ble bl.a. gjort ved å plassere nedfallssamlere nær nedbørsmålerne på et titalls DNMI-stasjoner fordelt over landet, og måle nedbør og nedfall med jevne mellomrom.

Endel av stasjonene ble også utstyrt med luftfilterholdere med elektrisk pumpe.

En annen mulighet var å sammenlikne gjennomsnitts- eller akkumulert årsnedbør med akkumulert nedfall på stedet. Den siste kunne en få ved å måle det som var kommet ned av nedfall på et stykke bakke som var uberørt siden 1945. Bakken måtte også antas å være "nøytral" mht. nedbøren, dvs. den kunne ikke tas der snø pleide å fonne seg, eller der smeltevann ville samle seg om våren. Oppgaven ble løst ved å ta jordprøver med veldefinert overflate og måle radioaktiviteten på laboratoriet. Her nyttet det ikke å bruke geigertellere, som var beregnet på betapartikler som lett ble stoppet i faste stoffer. Men i løpet av siste del av 1950-årene hadde vi fått nye strålingsdetektorer, såkalte scintillasjonskrystaller. Disse inngikk i gammaspetrografer som kunne analysere den langt mer gjennomtrengende stråling - gammastrålingen, og da fra en voluminøs jordprøve.

DNMI ble kontaktet og åpnet for at FFI fikk plassere nedfallsutstyr nær værstasjonene, og engasjere villige blant DNMI's medarbeidere til også å skifte og sende inn FFIs filtre og nedbørsprøver. DNMI's kart over værstasjonene i landet ble grunnlag for å velge ut et antall steder som kunne representere typiske klimasoner. Det skjedde i første omgang i Sør-Norge, noe senere i Nord-Norge opp til Finnmark, nærmeste norsk område mot Novaja Semlja.

Utplasseringsferder

Tore og Arne dro ut på rundturer for å se på steder som kunne passe for nedfallsmåling og samtidig ta inn jordprøver. Dette var i



siste halvdel av 1950-årene. Bilen var ennå ikke sluppet løs fra en hard rasjonering, og FFI hadde heller ingen parkeringsproblemer med en håndfull privatbiler! FFI selv hadde ikke noen bil å avse, men det ble råd til en leiebil med sjåføren Tore, en av svært få ved Avd F med kjørekort.

Det viste seg snart at høyrefoten hans ikke var av de letteste. Han viste godt lag for effektiv kjøring, og betydelige mengder støv og sand forsvant fra datidens grusveier. Sett i ettertid var det kanskje bra at lensmanns-etaten var lite opptatt av fartskontroller ennå. Et møte mellom bil og katt ved Sognefjorden falt uheldig ut, men vi stoppet omtenksomt opp og forsikret oss om at katten ettertrykkelig hadde forlatt dette liv.

Tore hadde en mystisk evne til anslå sammenhengen mellom avstand til bensinstasjon og restbeholdningen av bensin. I ett tilfelle måtte riktignok bilen skyves noen meter frem til bensinstasjonen, men den andre gangen motoren stanset var det bare en kort nedoverbakke til pumpen. Jerrykannen var oppfunnet, men ble ikke ansett for å være nødvendig.

Vi hadde mange trivelige samtaler med dem som drev værstasjonene. Det var ofte bønder, eller det kunne være en av bygdas lærere eller en av jernbanestasjonens betjenter. Felles for dem var åpenbart en samvittighetsfull tjeneste for DNMI og, som rimelig kan være, en viss status som stedets vismann på værområdet. De fleste sa seg villige til å la oss ta jordprøver, og til å ta på seg jobben med regelmessig å ta imot, bytte ut og sende inn nedfallskar og luftfiltre til FFI mot en passende godtgjøring.

En dyster nødvendighet: Beredskap med tanke på krigssituasjon

I den mest intense fasen av øst-/vest-spenning var det nødvendig at FFI bisto totalforsvaret i beredskapsarbeidet mot nærvirkninger ved kjernevåpenbruk. Virkemidler var bred overføring av Avd Fs kunnskap på området, utvikling/valg av måleinstrumenter og komponenter til faste anlegg og til fordelt bruk i mobile enheter.

Overføringen av kunnskap skjedde ved en rekke forelesninger/kurs for stabsgrupper

eller spesialavdelinger, og i en årrekke ved grundigere kurs for vernepliktige leger og veterinærer. Deltakerne ble knyttet til FFI i vernepliktstiden og fikk fordypning ved å gjennomføre egne forskningsprosjekter i krysningsfeltet nedfall/eget fag. For disse kursene ble det laget en lærebok, første utgave redigert av Olav Lillesæter. Den sto også som grunnlag for annen undervisning.

Et svært viktig beredskapsfelt var beregning (prognose) av farlig nærnedfallsområde, med utgangspunkt i kjennskap til våpentype, sprengningspunkt og vind/vær. Avd F var sentralt med i arbeidet med utvikling og innføring av dette i totalforsvaret. Avdelingen fant det fruktbart å delta med sivilforsvaret i omfattende stabsøvelser, ofte side om side med forsvarrets tilsvarende gruppe.

Nedtrapping og avslutning av nedfallsprosjektet ved FFI

Fjernnedfallet over Norge kulminerte omkring 1962-63, etter at stormaktene i 1962 var blitt enige om en endelig prøvestansavtale for prøver over bakken, dvs. de som kunne være opphav til nedfallsstøv i atmosfæren. Også underjordisk utprøving ble senere stort sett stanset som resultat av en mer omfattende avtale.

Målingene ved Avd F fortsatte i flere år. Lageret av nedfallspartikler i stratosfæren tok ikke slutt uten videre. Men ressursbruken ble satt ned i takt med reduksjonen av både nedfall og av det alminnelige trusselbilde. Prosjektet i Avd Fs regi ble endelig avviklet i 1982, sammenfallende med avdelingens opphør ved forskningssjef Torleif Hvindens pensjonering. Noen målestasjoner med oppgaver og noe måleutstyr ble overført til IFE (Institutt for energiteknikk, tidligere IFA).

Fire år senere var disse stasjonene fremdeles i bruk og til nytte, da verden bestyrtet våknet til Tsjernobylulykken, en "sivil" katastrofe, som ga langt større nedfallsmengder over deler av Norge enn alle tidligere våpenprøver....

Etter at Avd F opphørte ble en del måleutstyr og kompetanse flyttet over til Avd TOX (Avdeling for miljøtoksikologi). Der ble de tatt i bruk til ulike formål, som for eksempel kontroll av avdelingens interne bruk av radioisotoper,



måling av serier av havbunnsedimenter fra Avdeling for undervannskrigføring (Avd U) og ved forsøk med måling av luft- og bakkeaktivitet fra fly.

En undersøkelse av litt spesiell karakter ble foretatt i kjølvannet av Tsjernobylulykken. Visse områder i Norge fikk nedbør samtidig med at noen av de mest forurensede skyene fra Tjernobyl passerte. Denne nedbøren fraktet ned på bakken så store konsentrasjoner av radioaktivt cesium, at sauebøndene i områdene måtte legge restriksjoner på driften. Noe nytt i forhold til våpennedfallet var at en i disse områdene også måtte se på risikoen ved å spise ferskvannsfisk.

Måling av radioaktivitet i levende fisk

Tsjernobylulykken i april 1986 førte til stor belastning på samfunnet i mange land. Den sterke og akutte forurensningen ga imidlertid også mulighet til å undersøke enkelte transport- og avleiringsmekanismer som våpennedfallet i 1960-årene ikke ga mulighet for i samme grad. Avd TOX fant det interessant

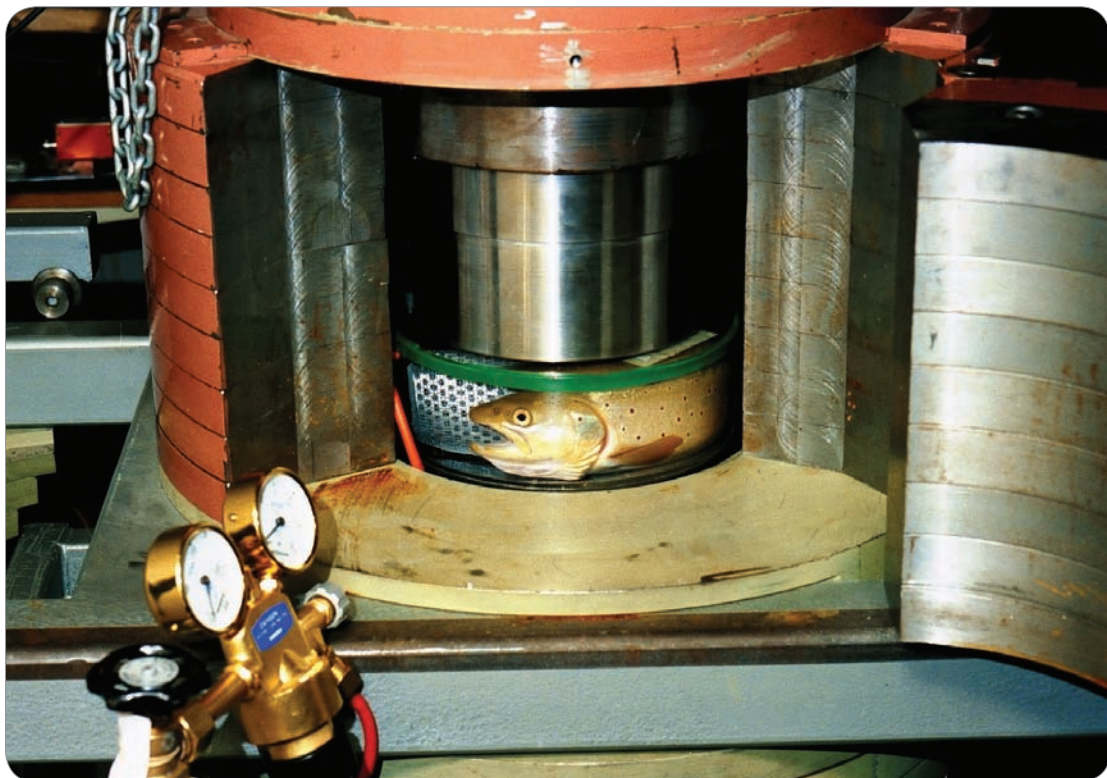
å la vernepliktig Haldor Skålnes se nærmere på et spesielt problem som hadde dukket opp: den vedvarende høye cesiumaktiviteten (Cs-137 og Cs-134) i ferskvannsfisk.

For dette formålet ble det fanget 100 ørret i Vinstervann. På tidligere Avd F ble en del fisk plassert i et spesielt akvarium for måling.

En fikk bekreftet at fisken holdt godt på sitt cesium. En fant halveringstider på om lag 400 dager for fisk som ble holdt i "normalt" vann og 200 dager for fisk som ble holdt i oppvarmet vann. Det er klart at slike tall bare beskriver en av mange mekanismer som bestemmer hvordan cesiumnivået i fisk vil endre seg med tiden i den naturlige innsjøen.

Tjernobylnedfallet ga bare grunn til bekymring og tiltak i begrensede strøk i Norge, spesielt Oppland og Nord-Trøndelag.

Konklusjonen var at å spise fisk fra disse områdene i ny og ne ikke burde gi grunn til bekymring, men den burde ikke gå inn i det daglige brød.



Ørret plassert i et sylindrisk miniakvarium før døren stenges for uønsket ytre stråling.

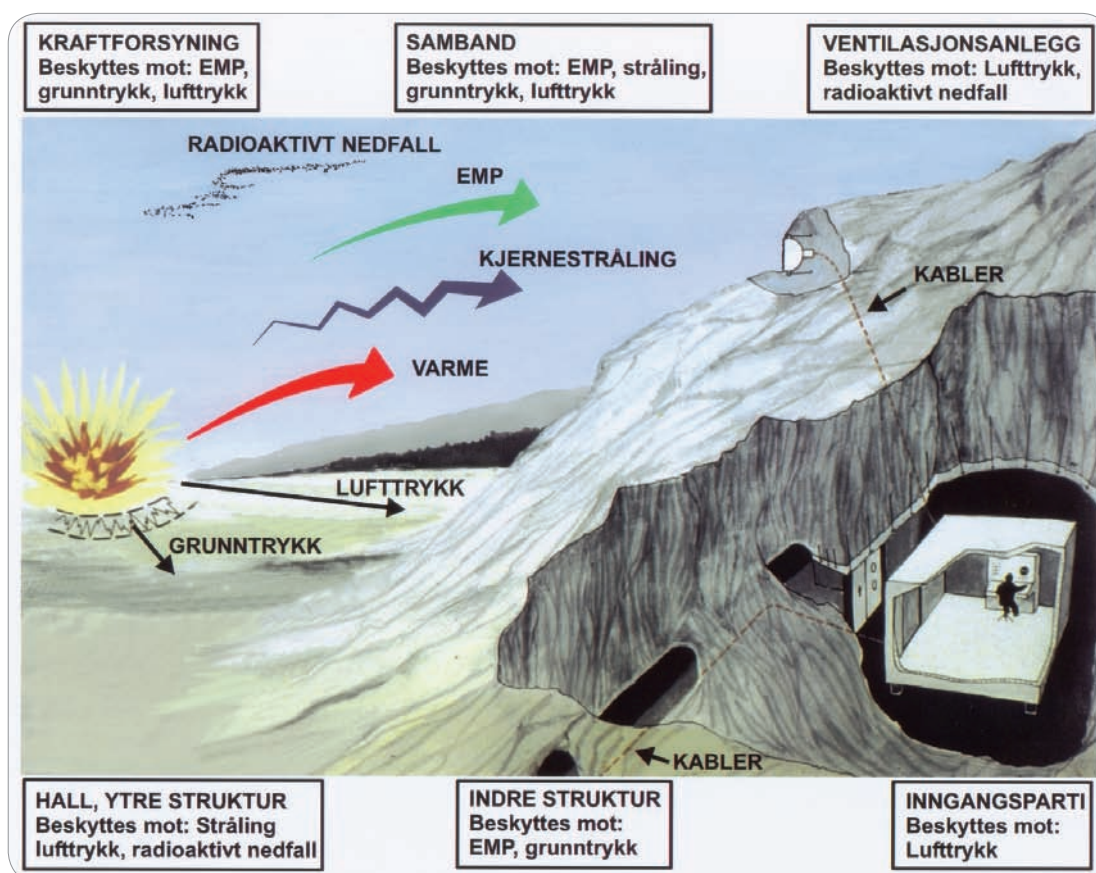
BESKYTTELSE MOT VIRKNINGER AV KJERNEVÅPEN

Under den såkalte "Kalde krigen", ca. 1948-90, ble bruk av kjernevåpen mot Norge oppfattet som en reell trussel. FFI hadde ansvaret for å veilede Totalforsvaret i tiltak for beskyttelse, og dette krevde FOU-innsats (Forskning og Utvikling). For å beskytte personell og kommandofunksjoner var det nødvendig å bygge anlegg dypt inne i fjell. FFIs formelle prosjekt var "Sikring av fjellanlegg" (141-F/136) som startet i 1959 og sluttet i 1974. Etter den tid ble dette arbeidet fordelt på flere mindre prosjekter og oppdrag. Det var Per Einar Thoresen som ble leder av prosjektet. I 1964 var han på besøk inne i det høyt beskyttede NORAD-anlegget (North American Aerospace Defence Command) i Cheyenne-fjellene i USA. Der fikk han et innblikk i den beskyttelse amerikanerne hadde mot de nye våpentruslene grunnsjokk (sjokk forplantet gjennom grunnen) og elektromagnetisk puls (EMP). I den anledning hadde han en stor illustrert artikkel i *Vi Menn*, der EMP ble omtalt for første gang i Norge. Det viste seg at beskyttelsestiltak som ble brukt

i Norge og andre NATO-land var utilstrekkelige. Thoresen utviklet konseptet "Balansert beskyttelse" for å sikre at krigshovedkvarter ble dimensjonert til å tåle alle våpenvirkninger i samme grad, og slik at de ikke ble spesielt sårbare for enkelte virkninger. En måtte også ta hensyn til grunnsjokk og EMP. Det var også viktig å få den totale beskyttelsen optimal i forhold til budsjettet.

Thoresen var en dyktig prosjektleder og forskningssjef. Enkelte hadde motforestillinger når det gjaldt prosjektplaner eller faglige ting, men hans argumentasjon var overbevisende og etter møter var det stort sett enighet. Medarbeiderne var sjelden i tvil om hva han mente, enten det nå var ros eller ris.

De andre som opprinnelig arbeidet på dette prosjektet var Per Christian Wessel, ekspert på grunnsjokk, Didrik Hveding, ekspert på luftsjokk, Gotfred Barstad, ekspert på kjernestråling og våpenkonstruksjon og Karl-Ludvig Grønhaug, ekspert på EMP.



Illustrasjonen viser fjellanlegg med beskyttelsestiltak mot forskjellige virkninger fra kjernevåpen.



A/S Noratom ble dannet for å overta produkter som FFI utviklet innen dette felt. Dette firma ble opprettet av FFIs første direktør Fredrik Møller. Både her og på flere andre områder var FFI tidlig ute med det som senere ble så populært: Næringspark med tilknytning til forskningsinstitusjoner.

Konsulenter for NATO

International Staff i NATO var interessert i analyser av sårbarheten til krigshovedkvarter i forskjellige medlemsland, både eksisterende og de som var under bygging eller planlegging. En best mulig beskyttelse var ønskelig. Thoresen ble i 1965 bedt om å gjennomføre en studie av Nordkommandoen på Kolsås. For å hjelpe til med denne oppgaven opprettet NATO kontrakt med ledende EMP-eksperter ved Aldermaston i England. De hadde gjennomført målinger av EMP ved sine sprengninger og hadde dermed også fått samarbeidsavtaler med amerikanerne. Nyttig var det også at forskningssjef Torleif Hvinden hadde vært til stede ved en atomspredning i Australia (1957) og fått kontakt med personer innen denne gruppen. Av anlegg i Norge ble de fleste kommandosentralene til Totalforsvaret analysert og gitt balansert beskyttelse. Som eksempler kan nevnes Sivilforsvarets anlegg ved Steinsfjorden, hovedkvarteret på Reitan ved Bodø og Luftforsvarets fjellanlegg på Sørreisa. Prosjektet, som fikk internasjonal anerkjennelse, ble videreført i 1966 med en rekke studier ved krigshovedkvarter i NATO-land. NATO betalte for studier av to anlegg i Tyrkia, to i Italia og ett i Hellas. Danmark engasjerte gruppen for sine anlegg, og også i USA ble konsulenttjenester gitt til USAs kommandosentral NORAD i Colorado.

Etter en tid ble det slutt på denne virksomheten. Direktøren mente at nå fikk det greie seg. (Det var to typer reiser: Ørnen som drar alene, og kråkene som drar i flokk. Denne siste "selskapsreisen" var ikke noe for oss). Amerikanske konsulenter overtok denne oppgaven og gikk grundig til verks når det gjaldt EMP. I mange år ble det montert stålplater rundt bygninger og rom langt inne i fjell. Platene ble sveiset tett sammen uten så mye som et knappenålshull. Dette var unødvendige og kostbare tiltak etter vår erfaring, men vi kom ingen vei med våre argumenter.

Lufttrykk - den første kjernevåpentrussele

De første årene frem til 1965 ble det utført arbeid med å sikre hovedkvarter mot lufttrykk og radioaktiv stråling. Det var nødvendig med spesielle ventiler som kunne stenge sjokket ute. Slike sjokkventiler ble utviklet og testet av Olav Blichner og senere Didrik Hveding. For test av komponenter mot denne våpenvirkning var det behov for et større sjokkrør i vindtunnelen, i tillegg til det gamle på 10 cm i diameter, som var konstruert av Blichner. Wessel, sammen med Ingvald Lie, fikk ansvaret for denne oppgaven. De var begge meget dyktige og det nye sjokkrøret på 40 cm diameter var i 1965 ledende i sin konstruksjon.

I mange år var det en glede å våkne til smellene som Hveding fyrte av. Av og til klirret det i rutene. Det kom til og med klager i "Romeriksen" over disse "atombombene" som ble utløst på FFI. Kom det mange smell i rekkefølge tenkte vi: "Hveding har ikke noen god dag". En tid simulerte han lufttrykkets virkninger på jord og stein. En "sandstorm" tok en dag knekken på ruter i de nærmeste bygningene.

Ingvald Lie arbeidet sammen med Hveding en tid. Etter at han sluttet tok Henrik Nilsen over.

Hveding utviklet sjokkventiler for bruk i tilfluktsrom og hovedkvarter. Den såkalte FFI-ventilen ble patentert og produsert i et stort antall. Ventilen ble også solgt til andre NATO-land.

Grunnsjokk - den neste kjernevåpentrussele

Grunnsjokkvirkningen ble studert av Hveding og Wessel. En fikk via NATO-møter og symposier kontakt med de mest fremtredende forskere i USA på dette felt, bl.a. Harold Brode og Paul Newmark. I Nevada var grunnsjokk blitt målt ved forskjellige kjerneprøver nær bakken. Målingene viste at sjokket ble sterkt svekket ved transmisjon nedover i løsmassene i Nevada. En ny kjerneprøve "Hardhat", som i 1962 ble utført på fjell, viste at grunnsjokket der ble lite svekket. Beskyttelsen mot virkninger av grunnsjokk på anlegg i Norge som var inne i massivt fjell var derfor utilstrekkelige. Ved beregninger og forsøk fikk



FFI utarbeidet nye, mer realistiske retningslinjer for dimensjonering. Dette grunnlag for dimensjonering fikk anvendelse ved utbedring av beskyttelse av en rekke krigshovedkvarter i Norge og andre NATO-land.

I tillegg ble det utført studier i samarbeid med Forsvarets bygningstjeneste (FBT) for å konstruere sjokkbeskyttede bygninger for bruk i krigshovedkvarter i fjell. Det var Wessel som var ekspert på dette.

Massiv betong måtte til for å beskytte bygninger mot kraftige sjokk. I 1960-årene kom lettbetong i form av Siporex. Det ble snart spørsmål om hva slikt tålte av trykk. Wessel bygde en stor mur av disse blokkene i vindtunnelen. Det skulle ikke store trykket til før muren raste sammen. Materialet ble dermed ansett som uegnet til beskyttelse.

Det var også viktig å få undersøkt hva mennesket tålte av trykkpåkjenninger, og Wessel utførte en studie av dette. Wessel hadde godt håndlag og laget flotte tegninger. Men i rapporten om grunntrykkbølgens virkning på mennesker laget han for sine beregninger en tegning av mennesket som var ganske primitiv. Det var en runding øverst og noen rette

streker nederst. Figuren i rapporten kom tilbake fra direktøren med en blyanttilførsel som ble tydet til "Under FFIs standard".

Antenner som tåler en "trøkk"

En annen aktivitet var å lage antenner som tålte trykk fra kjernevåpeneksplosjoner og jordskjelv. Antenner som ble benyttet i hovedkvarter var den mest sårbare del av sambandet. Derfor ble det laget parabler av massivt stål eller aluminium. Disse ble fylt med en plastblanding for å beskytte fødesystemet. Utfordringen var her å komme frem til et stoff med stor styrke, brannfasthet, og lave elektriske tap i frekvensområdet 4.5 - 7.5 GHz. Dette arbeidet ble ledet av Grønhaug med hjelp av Roar Ulltang som var ekspert på sjokkvirkninger og som etterfulgte Wessel i denne rolle. Den mekaniske bearbeidingen på FFI ble utført av Ole Syversen. Han installerte også slike antenner ved NATO-hovedkvarteret på Kolsås.

En prototyp ble testet ved et sprengningsforsøk på Storfosna i Sør-Trøndelag. Den ble montert i en betongvegg like ved ladningen inne i testtunnelen. Mot formodning raste fjellet sammen slik at antennen måtte graves



Samband trenger spesielt robuste antenner for å stå i mot trykkpåvirkningene fra kjernevåpen. Bildet viser installasjon av en slik antenne (100 Bar) ved NATO-hovedkvarteret på Kolsås. Antennen er produsert av NOVTEK A/S og FFI.



ut. Antennen virket også etter denne hardhente behandlingen.

Det ble også laget antenner for kortbølge som ble gravet ned i bakken. Terje Aurdal ledet dette arbeidet.

Hvor lenge kan man overleve i et tilfluktsrom?

Sivilforsvaret hadde krav til bygging av tilfluktsrom. De skulle være slik dimensjonert at folk skulle kunne overleve, selv om de var innstengt i lang tid. Det var behov for å undersøke om disse kravene var realistiske, og i 1971 ble det gjennomført et forsøk i tilfluktsrommet på Avdeling for elektronikk (Avd E). Det var Roar Ulltang som ledet dette forsøket der 99 soldater og tre sivile ble innstengt i 60 timer. Rommet hadde et gulvareal på 60 m² og var dimensjonert til 100 personer. Forsøket viste at det ble stort ubehag og enkelte helseproblemer blant deltagerne, hovedsakelig pga. høy temperatur og fuktighet. Det ble gitt anbefalinger for hvorledes tilfluktsrom kunne forbedres.

EMP - den siste kjernevåpen-trusselen

Denne virkning ble studert av Thoresen og Grønhaug. I 1964 var Thoresen på et NATO-møte i Paris, der USA for første gang presenterte den strengt hemmelige EMP-trusselen. Opplysningene som ble gitt var alt for lite detaljerte til å være grunnlag for dimensjonering av beskyttelse. Det var bl.a. en formel for induserte strømmer i jordkabler som viste seg ubrukelig. Grønhaugs første oppgave var å lage en ny, som var mer i samsvar med Maxwells lover. Kunnskap om EMP var den gang strengt hemmelig, slik at FFI måtte studere både genererings- og virkningsprosessen fra grunnen av. Disse studier ble utført av Thoresen, som i 1970 hadde fått satt sammen et stort dataprogram for beregning av EMP-genereringen. Disse arbeidene ble utgangspunktet for hans doktoravhandling. Dette førte til at amerikanerne publiserte litt av sine omfattende arbeider på området. Thoresens arbeider ble utviklet videre av Grønhaug og koblet sammen med regneprogram for virkninger på elektriske og elektroniske systemer. En kom dermed frem til beregningsunderlag og direktiver, som ble brukt ved utbedring av

gamle forsvarsanlegg og ved dimensjonering av nye. FFIs arbeider vakte internasjonal oppmerksomhet. Thoresens doktorarbeid fra 1970 (Electric and magnetic field produced in low altitude explosions, NDRE Report 57 FFI) ble brukt som lærebok for forståelsen av hvordan EMP oppstår. Det kom bl.a. henvisning fra Kina om å få rapporten. Grønhaugs rapporter om beskyttelse er brukt i mange NATO-land. Han var den første som kartla EMP-indusert strøm i mennesker, og målemetoden ble benyttet i USA.

EMP-beskyttede kabler og kabelgjennomføringer til beskyttelsesrom ble også utviklet. Produktene ble produsert, men ikke i noe stort antall.

Testanlegg i kjelleren på Avd F

Det ble bygget to mindre testanlegg for EMP i et kjellerrom på Avd F. Der ble det generert et kunstig felt som lignet EMP i styrke og tidsforløp. Det første ble bl.a. brukt ved en "knall"-forelesning i auditoriet på IFA. Med et smell ble reiseradioer stumme. Dette så ut til å overbevise tilhørerne om at EMP var en brukbar våpenvirkning. Aktiviteten ble betydelig økt etter at Odd Busmundrud ble ansatt i 1970. Han var fysiker fra universitetet i Oslo og hadde bakgrunn fra Radarskolen på Lutvann. Testing av militært utstyr ble mulig etter at vi fikk et testanlegg inne i tilfluktsrommet i Sørumsfjellet ved Lillestrøm. Det var viktig at f.eks. nytt feltutstyr for Hæren fikk god beskyttelse. Fjelloverdekningen gjorde at EMP-strålingen ikke slapp ut i omgivelsene og forstyrret radio og TV. Til slutt ble det bygget et større anlegg ved arsenalet på Dal.

Det ble også laget portabelt prøveutstyr for å teste EMP-beskyttelsen av sikrede anlegg mens de var i full drift og under overvåking. Flere anlegg ble testet, og det var ikke uvanlig at beskyttelsen måtte forbedres. Uheldig var det med skjulte feil, som først ble oppdaget lenge etterpå. En torpedo tok, ved en prøveskyting to uker etter testen, strake vegen over fjorden mot bebyggelsen. Heldigvis stoppet den i strandkanten. Dette fikk vi skylden for, men helt sikre kunne ingen være.

Fartøyer (MTB) ble også testet i samarbeid med Sjøforsvaret på Haakonsværn. Den mest omfattende test ble utført i 1990 i samarbeid med eksperter fra England og



EMP fra kjernevåpen ødelegger ubeskyttet elektrisk utstyr. Bildet viser Karl-Ludvig Grønhaug i et testanlegg for EMP i 1972. I et fjellanlegg i Sørumsfjellet ved Lillestrøm ble samband og våpenutstyr utsatt for simulert EMP.

Nederland. Det ble benyttet et stort temporært testanlegg, som ble montert over Lukksundet ved Tysnes.

Televerket var med

Televerket var også en samarbeidspartner som la vekt på å sikre fjellanlegg, og et par store forsøk ble utført med vår prøveutrustning. En stor elektronisk sentral montert i en brakke av treverk ble også testet. Televerket la vekt på å få den så "immun" som mulig, da den også ble brukt ved daganlegg. De fant fort ut at prøving og beskyttelse mot EMP var nyttig for å gjøre systemer mere pålitelige i den daglig drift, og ikke minst som effektiv beskyttelse mot lyn.

I årene rundt 1980 ble det utført analyser av sårbarheten av landsdekkende samband i Norge. Det var Terje Aurdal og senere Otto E. Johansen som tok seg av disse oppgavene.

I mange år var FFI konsulenter for Telestyrelsen og Bygningstjenesten i Danmark. Samarbeidet med Forsvarets Forskningsanstalt (FOA) i Sverige kunne være problematisk siden vi arbeidet med ting som i og for seg kunne være åpne, men som NATO holdt gradert.

Sovjet slår til med EMP, eller?

At Sovjet ikke satte noen pris på nye radarstasjoner på Varangerhalvøya var alle klar over. Da en ny stasjon skulle tas i bruk på Holmfjell i 1974 var det ikke mulig å få brukbare radarbilder frem til Vardø. Det kom alarmerende meldinger om at det var satt inn et elektromagnetisk våpen mot stasjonen. Noe skjedde i den 70 km lange kabelen som til dels lå langs riksveien. Ved målinger på videokabelen på stasjonen fant FFI kraftige oscillerende strømforløp rundt 12 kHz med få sekunders intervall. Deretter begynte vi ferden mot Vardø med målinger nede i diverse trange kabelbrønner. Strømmen økte



i styrke etter hvert som vi nærmet oss den andre enden. Til slutt kom vi frem til en telefonsentral i Vardø av riktig gammel årgang. Av og til var det et formidabelt gnistregn på noen av releene. Etter en del forhandlinger med operativ ledelse ble sentralen lagt død i kortere tidsrom. Radarbilder viste seg da på skjermen. Årsaken var nå klar: Hver gnist genererte en kraftig overspenning som fikk hele den lange kabelen til å svinge som ved et slag mot en stemmegaffel. Montasje av gnistdreperer på releer kurerte problemet, og de mistenkte viste seg å være uskyldige.

Kjernestråling, en farlig våpenvirkning

I likhet med EMP var detaljer om denne virkningen hemmelige, de representerte et "fingeravtrykk" av energiutviklingen i atombomben og kunne avsløre konstruksjonsdetaljer. I 1960 fikk Thoresen ansvaret for å studere denne initielle radioaktive strålingen samt sekundær induert stråling i jord og andre materialer.

Strålingens virkninger på halvlederelektronikk ble også studert i 1970-årene. Det var spesielt Terje Aurdal som tok seg av dette fagfelt der en benyttet dataprogram fra USA.

Krigshovedkvarter i fjell hadde en god naturlig beskyttelse mot kjernestråling ved en stor overdekning. Radioaktivt nedfall ble stoppet ved bruk av filtre i luftinntak. For dekningsrom over, eller like under overflaten, var strålingen en alvorlig trussel, som måtte kartlegges slik at en kunne komme frem til egnede tiltak for beskyttelse. Dette arbeidet ble utført av Gotfred Barstad. Under krigen hadde han arbeidet ved arsenal i England med farefulle studier av energiutviklingen til eksplosiver. Som kjernefysiker hadde Barstad derfor et godt grunnlag for å kunne studere virkemåten til kjernevåpen og avsløre kjerne-strålingens hemmeligheter. Han kom frem til kunnskap som først ble åpent tilgjengelig på 1990-tallet.

Gotfred Barstad var en meget dyktig fysiker med en eksepsjonell evne til å kombinere sine omfattende kunnskaper og frembringe originale løsninger på praktiske problemer. Med sin hjelpsomhet og sitt lune vesen var han også en god støtte for sine kolleger. Han var imidlertid også ganske distré, slik en

etablert fysiker og ungkar kan være. En standard ytring var: "Hva har jeg glemt nå?" For å finne frem på ukjent sted måtte en spørre minst tre personer om veien, og dette har siden også vist seg å være en nyttig regel. Han hadde kontakt med vitenskapsmenn i USA og andre land, og var flink til å følge opp sine bekjenskaper med besøk og studieopphold. Men Grønhaug glemmer ikke da Barstad toget inn på Waldorf Astoria i New York for å hilse på hotellets eierinne, som han kjente fra tidligere tider.

Barstad utviklet også utstyr for måling av stråling, bl.a. det lille lommeinstrumentet "Blunk" for måling av strålingsintensitet. Det ble utviklet i 1950-årene, patentsøkt 1956, og benyttet i Forsvaret og Sivilforsvaret etter at 1000 instrumenter ble produsert ved Standard Telefon og Kabelfabrikk A/S (STK). Radioaktivitet ble påvist ved at bevegelige blader ble ladet opp fra et batteri i serie med et ionisjonskammer og deretter raskt utladet når bladet hadde beveget seg mot en kontakt. De bevegelige blader ga instrumentet navnet "Blunk". Karl Magnus Sand og Helge Storbråthen bidro under utviklingen.

Utvikling av større portable og stasjonære instrumenter for Totalforsvaret ble ledet av Sand med hjelp av Odd Møller og R. Hoel. De mest kjente instrumentene var:

Radiacmeter NM-20, en forurensningsmåler som målte lav intensitet av gammastråling fra forurenset personell, drikkevann, utstyr osv. Ferdig utviklet 1969. 2000 enheter produsert av Noratom-Norkontroll A/S.

Radiacmeter NM-70 målte høye nivåer av gamma- og betastråling. Den ble ferdig utviklet 1969, og 2500 enheter ble produsert ved STK A/S.

Sand utviklet også i tiden 1977-81 simulatorutstyr for å vise nivåer av radioaktiv stråling til soldater under øvelser. Medhjelpere var Gunn Røym og T. Gregersen. Disse simuleringsettene besto av en hovedstyringsenhet som sendte ut radiosignal ved hjelp av radiosettet HF1 og en stor retningsantenne. Signalene simulerte radioaktiv stråling i terrenget. Mottakerne som mannskapene øvet med var laget identisk med intensitetsmåler NM-70 og viste dermed simulert stråling i felten. Mannskapet gikk med en hjelm



der antennen til mottakeren var plassert. Utstyret ble produsert for Forsvaret og Sivilforsvaret av AME (Aksjeselskapet Mikro-Elektronikk).



Demonstrasjon av simuleringutstyr for radioaktiv stråling. Antennen på hjelmen tar inn radiosignalene som styringsenheten sender ut.



Tidligere utgitt i denne serien

1. Om FFIs etablering på Kjeller og utviklingen fram til 1996
2. Terne - et anti ubåtvåpen
3. Datateknologi
4. Radiolinjer

