



Fra Forsvarets forskningsinstitutt

HISTORIE

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



Kommunikasjon



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 Eigil 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 avvende 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



Kommunikasjon



På slutten av 1960-tallet besluttet Forsvaret å utvikle og produsere to feltradioer: En VHF-radio og en HF-radio. VHF-prosjektet ble terminert på et tidlig tidspunkt, da Norge fikk et meget gunstig tilbud fra USA om kjøp av den amerikanske VHF nettradioen PRC-77, som er den bærbare radioen i den såkalte VRC-12-serien. Denne serien er nå (2004) i ferd med å bli erstattet av den norskproduserte MRR (MultiRolle Radio). I motsetning til den terminerte VHF-radioen ble imidlertid HF-radioen utviklet og produsert og denne radioen er fortsatt i bruk i det norske forsvar. Fra 1973 til 1975 gjennomførte instituttet utviklingen av et kombinert applikasjons- og kommunikasjonsprosjekt for Forsvarets overkommando/Etterretningsstaben (FO/E), og fra 1975 til 1984 ble det utviklet et nytt kryptert datasystem, også for FO/E.

PRC 111 (også kalt HF 1)

Historien om HF-radioen startet i 1968 ved at Nera Oslo ble gitt utviklingskontrakt på radioen, og Akers Electronics (AE) i samarbeid med FFI fikk kontrakt på utvikling av radioens frekvenssyntetisator, som ble betraktet som en betydelig teknologisk utfordring. At syntetiseringsoppdraget gikk til AE skyldtes blant annet at AE behersket datidens teknologi for elektrominiaturisering, tynnfilm hybridteknologi. AE hadde dessuten gjort en god jobb med utviklingen av frekvenssyntetisatoren i den norske VHF-radioen som ble terminert.

Det særegne ved en HF-radio er den store relative båndbredde, med frekvensområde 1,5 til 30 MHz. AEs teknologiguruer Stein Stuhr og Olav Stavik mente prosjektet var gjennomførbart, og Stuhr samsnakk med Rolf Hedemark og lagde en håndskrevet systemstudie for en radio med to mellomfrekvenser og to frekvenssyntetisatorer, og avsluttet skissen med: "Es possiblos!!"

Med den store relative båndbredde og krav til frekvensstabilitet var eneste løsningen bruk av frekvenssyntetisator. Denne spesielle doble syntetisatoren kunne lage 285 000 frekvenser med 100 Hz mellomrom i området 1,5 til 30 MHz. En slik syntetisator er en faselåst sløyfe som inneholder en programmerbar neddeler-kjede. Neddelingstallet bestemmer frekvensen, og med en nøyaktighet gitt av en supernøyaktig frekvensreferanse. Derfor kunne den doble syntetisatoren lage 285 000 forskjellige frekvenser med samme høye nøyaktighet som en referanseoscillator som er spesialisert

for å arbeide på én enkelt, fast frekvens. Neddelingstallet – og dermed frekvensen – kunne settes ved hjelp av et for datiden moderne trykknappstatur. Dette var sannsynligvis første gang norsk elektronikk-industri tok mål av seg til å bruke spesialutviklede integrerte kretser i serieproduksjon. Utnyttelse av slik teknologi var nødvendig for å realisere en så avansert radio innenfor de vekt- og volumkrav som stilles til bærbart materiell.

Etter hvert måtte hovedkontraktoren Nera kaste inn håndkleet, men AE, som i mellomtiden var omdøpt til AME (Aksjeselskapet MikroElektronikk), nektet å gi opp og påtok seg ansvaret for både radioen og den doble frekvenssyntetisatoren. FFI var fortsatt med, med utviklingsansvar for den bredbandede syntetisatordel, kalt "Grovsøyfe", og som garantist for radiokonseptet, siden AME var uten egen radioerfaring. AME utviklet den andre syntetisatordelen, kalt "Finsøyfe". I denne pionértiden holdt AME til i en samling Moelven-brakker, og for å styre prosjektet ble en dyktig ingeniør ved navn Lindstad ansatt. Da Stuhr med entusiasme fortalte Hedemark om denne gledelige ansettelse og tilføyde: "Han er til og med radioamatør!", repliserte Hedemark tørt: "Her er det ingen plass for amatører. Her må man være profesjonell!" Lindstad gjorde imidlertid en utmerket jobb og emigrerte senere til Australia.

Omstendighetene gjorde at Nils A. Sæthermoen, ung og uerfaren, og til overmål med mikrobølgebakgrunn, ble påsatt som leder av FFIs syntetisatorutvikling. Arbeidet var vanskelig, spesifikasjonskravene var harde

og milepælene sto tett. Det ble en tøff tid med arbeid utover kveldene og endte med at Sæthermoen, med hard hånd og med Dag Gjessings velsignelse, inndro prosjektgruppens sommerferie for å komme i mål i tide. Men det hjalp ikke, syntetisatorens fasestøy var fortsatt for høy. Etter prosjektets avlyste ferie kom Hedemark, feriebrun og uthvilt, til unnsetning, med spørsmålet: "Er spesifikasjonene korrekte?" Det var de ikke! De var unødvendig harde. Jobben var i virkeligheten gjort, og en kort høstferie ble innvilget.

AMEs spesialitet var den gang hybridintegreerte tynnfilmkretser, og AME brukte disse over alt hvor det var mulig. Problemet var at uheldige kretsløsninger som først ble oppdaget etter at radioen var ferdig utviklet var meget vanskelige å rette opp. I denne fase var FFI stadig involvert i "brannslukningsaktivitet". Hermund Olaisen var en sentral skikkelse i FFIs radiomiljø og mye benyttet som brannslukker. Han var utdannet som ingeniør, men ble senere ansatt i forskerstilling. Ved en anledning stilte Stavik sin direktørresidens til disposisjon for unge Olaisen med familie mens Stavik var bortreist på ferie, slik at Olaisen kunne jobbe sammen-



Soldat med PRC 111.

hengende og uforstyrret hos AME, riktignok med FFI-lønn. Det meste lot seg ordne.

Som tidligere antydnet er den store relative båndbredde et hovedproblem i en HF-radio. For å få effekt ut på antennen må utgangskretsen kunne avstemmes over flere oktaver. Kretsen må samtidig kunne tåle sender-effekten og gi minimale tap. Løsningen var en regulerbar spole i form av en dielektrisk sylinder med utvendige gjengespor hvor en tykk, fleksibel lisse kunne kveiles opp i variabelt antall turn ved å snurre på spolesylindren. En underlig, klebrig, hvit, utvendig knott måtte dreies et stort antall omdreininger under avstemningsprosessen, og to lysdioder viste hvilken vei knotten skulle vris. Under avstemningen måtte effekt sendes ut over antennen. Mekanikkansvarlig Tetli var med rette mektig stolt av løsningen, men brukerne har aldri vært hysterisk begeistret for selve avstemningsmetoden.

Hærens forsyningskommando (HFK) styrte prosjektet på Forsvarets vegne. I produksjonsfasen hadde HFK flere uttakskontrollører fast stasjonert ved AME enn AME hadde av prosjektbemannning, samlebandspersonellet ikke medregnet. I sluttfasen var Maj Rønning prosjektleder i HFK. I utviklingsfasen var legendariske oberst Bjørn Rørholt en sentral aktør, mens oppstarten hos Nera ble ledet av HFKs P. Henden. På denne tiden etablerte HFK kontorlandskap, og en FFI-tilbeordret HFK-kaptein kunne fortelle nysgjerrige FFlere at problemet med kontorlandskapet ikke var manglende arbeidsro og konsentrasjonsmulighet, men at det var så anstrengende å følge med på Hendens telefonsamtaler. Henden var sivilist og snakket vesentlig fortere og lavere enn offiserene. Dessuten snakket Henden flytende fransk, og hadde mange og lange telefonsamtaler med Frankrike om Bromure-jammeren, som Hæren var i ferd med å anskaffe. Fra HFKs side ble bemanningskontinuiteten i prosjektet ivaretatt av Axel Wiborg, som var med fra starten ved NERA til siste radio var levert på slutten av 1970-tallet. En annen sentral person var Stein T. Langseth i HFK.

Nils A. Sæthermoen har fortalt om utviklingen av HF-radioen.



KOBRA

KOBRA (prosjekt 434), som står for KOm-munikasjon for BRigadens Avdelingsluftvern, ble startet opp i 1981/82. Det gikk til 1985, og ble etterfulgt av prosjekter som ledet frem til industriproduktet MRR.

KOBRA-prosjektet var et stort prosjekt, på det meste var ca. 25 medarbeidere i sving. Organisatorisk var det todelt, hvor den ene delen besto i å utvikle KOBRA-radioen og den andre delen i utvikling av en datakommunikasjonsdel, hvor det ble utviklet mikroprosessorstyrte kommunikasjonsenheter, som ivaretok nettfunksjoner og sendte data ved hjelp av KOBRA radio. Dataene som skulle overføres var rene NALLADS-meldinger. (NALLADS: Norwegian Army Low Level Air Defence System.)

Prosjektleder var Tore Lund-Hanssen, som hadde Nils A. Sæthermoen og Harald Røros som delprosjektledere, henholdsvis for radiodelen og nettdelen. Lund-Hanssen forlot FFI mot slutten av prosjektet. Røros overtok som prosjektleder og Anton B. Leere overtok som delprosjektleder etter Røros.

KOBRA-prosjektet var meget ambisiøst, både i forhold til konkurrerende utviklingsprosjekter og ikke minst i forhold til tilgjengelig teknologi. Men vi startet ikke uten faglige forutsetninger. Teoretisk og teknologisk behersket vi de sentrale fagfeltene på internasjonalt nivå;

- **mikrobølgeteknologien:** Georg Rosenborg, Agne Nordbotten, Øystein Grønli, Terje Thorvaldsen,
- **sifferteknologien:** Yngvar Lundh, Jens Gjerløw, Tore Lund-Hanssen, Harald Røros, Anton B. Leere,
- **radioteknikken:** Rolf Hedemark, Nils A. Sæthermoen, Arnfinn Brodtkorb, Reidar Skaug, Arne Slåstad, og
- **ionosfærefysikken:** Eivind Thrane, nestor.

På systemsiden hadde vi grunnleggende erfaringer fra tidligere sambandsprosjekter, det som er beskrevet ovenfor, et par mindre, delvis eksperimentelle radioprojekter, og

linjekommunikasjon (se nedenfor). Det var en oppfatning i miljøet at fremtidige feltradiosystemer ville bli basert på former for spredt spektrumteknologi, og at konstruksjonen av raske korrelatorer ville være en begrensende faktor. Følgelig hadde vi studert ulike prinsipper for slike i et prosjekt under Nils A. Sæthermoens ledelse. (Instituttets finansiering var stadig slik at aktiviteter av denne typen i realiteten kunne iverksettes av forskningssjefen etter eget skjønn, uten behov for omfattende begrunnelser.) En digital løsning for VHF-området var basert på egenutviklede kretsrikker som ble produsert av HAFO i Sverige. Videre fikk vi i stand et samarbeid med Kjell Arne Ingebrigtsen ved SINTEF og laboratoriet for fysikalsk elektronikk ved NTH om eksperimentell utnyttelse av såkalte SAW-komponenter som korrelatorer for spredt spektrum mottakere. (SAW – Surface Acoustic Waves, akustiske overflatebølgekomponenter.) Blant de absolutt fremste i verden leverte NTH-folket korrelatorer som kunne håndtere 1000 bits spredekoder for datarater på 100 kbit/s. Vi hadde bygget og utprøvd sender/mottakere med denne teknologien (300 MHz båndbredde), og hadde i det minste en rimelig forståelse av teknologiens muligheter og de betydelige praktiske utfordringene. For vårt formål i KOBRA måtte spredekoden skiftes for hvert databit, og da var problemet å generere kodene raskt nok. Her kom Reidar Skaugs arbeider inn. Han hadde studert dette tema i dybden under studier i Skottland, og utviklet praktiske matematiske løsninger for generering av de såkalte direktesekvenskoder, som er aktuelle i denne sammenheng. Med hensyn til nettdelen hadde vi ikke jobbet med det krevende feltet ruting i radionett, men vi lå langt fremme med linjebårne datanett (se nedenfor). Det er ikke for meget å si at det var et miljø med bred erfaring både i relevant teknologi og militære sambandssystemer som gikk løs på oppgaven. Det undret oss litt etter hvert som prosjektet skred frem og vi presenterte det i forskjellige Nato-grupper, at vi syntes å ligge godt forut for vår tid. Drev "de store" med noe vi ikke visste om? Det skulle vise seg at det gjorde de ikke. Vi kan spekulere på om vårt fortrinn nettopp var at vi hadde den brede erfaringen samlet i et lite miljø. I de ledende miljøer vi hadde kontakt med, satt den nødvendig ekspertisen oftest spredt til ulike deler av organisasjonen, godt utenfor skapende kontakt med hverandre.

Det er kanskje ikke så farlig når systemet først er definert og oppgavene er redusert til detaljert problemløsning, men det støtter ikke utviklingsfasen av et grunnleggende nytt konsept som KOBRA.

Og hva var så det grunnleggende nye? Det begynte med et kritisk blikk på den internasjonale utviklingen innen taktisk samband. Fra de tradisjonelle, analoge radionettene merket man tre utviklingslinjer: En i retning digital feltradio, basert på systemkontroll i basestasjoner, en annen i retning radiotilknytning til linjebårne taktiske nett (for eksempel av typen TADKOM) og en tredje for dedikerte datasamband for anvendelser med krav til meget små tidsforsinkelser, som for eksempel ildledning mot fly. Ville dette ende i oppsetning med tre forskjellige systemer? Ville det være mulig å ivareta de ulike systemenes brukerkrav innenfor ett system? Og i tillegg ivareta kravene bedre? Vi diskuterte muligheten med Hæren, med utgangspunkt i Hærens behov for en sambandsløsning for det nye NALLADS. Etter hvert fikk vi støtte for et prøveprosjekt med bredere ambisjoner, både fra sambandsinspektøren, oberst Langerud, og i HFK. Det overordnede formål med prøveprosjektet KOBRA var å demonstrere et konsept for nettradiosystem med følgende egenskaper: Meget god motstandsdyktighet mot avlytting og forstyrrelse, enkelt i bruk (selvorganiserende nettfuksjoner, ingen basestasjoner), funksjonalitet for både tale og data, med høy fremkommelighet og liten forsinkelse for korte datameldinger (for NALLADS), og potensial for tilkopling mot linjebårne systemer.

HFK tok prosjektet meget alvorlig fra starten. Tidligere blandede erfaringer med industriprosjektet for VHF-radio hadde ikke ledet til demoralisering, men tvert imot til en oppfatning om at industrideltakelse måtte sikres fra starten i prosjektet. Men hvordan velge industripartner? Løsningen ble å gi tre bedrifter – etter offentlig anbud – anledning til å delta i utviklingsprosjektet mot en avtalefestet godtgjørelse på selvkostnivå. De tre ble AME, Ericsson og STK (senere Thales). Den erklærte målsetningen var at bedriftene foruten å bidra med utviklingskapasitet i FFIs prosjekt, også skulle få oppløpsfart til en senere konkurranse om systemansvar og produksjon. Denne fremgangsmåten ble vellykket, men allikevel ikke helt etter

forventningene. AME hoppet tidlig ut, og de to andre bedriftene hadde nok vanskelig for å prioritere så dyktige folk som det her krevdes sammenhengende til prosjektet over lengere tid. Ikke desto mindre, om bidragene til utviklingen ble noe beskjedne, var opplegget vesentlig for bedriftenes senere evne til å tilby produksjonsutvikling.

Det første konseptet og realisering omfattet direkte frekvensspredning, frekvenshopping og nullstyringsantenner. Resultatet ble en gjennomført spredt spektrum radio. (Spredt spektrum-prinsippet muliggjør skjult samband ved at radiosenderens effekt spres over et meget stort frekvensområde.) Radioen var beregnet på videre forskning, og var ikke ment å skulle settes i produksjon. Det ble laget fem eksemplarer av KOBRA-radioen, et antall som ble ansett som nødvendig for en noenlunde utprøving av prinsippet i nettdelen.

I det samme prosjektet ble det utviklet en rekke simuleringsprogrammer for bølgeforplantning, som la grunnlag for senere aktiviteter. Svein Haavik var sterkt involvert i disse simuleringsprogrammene.

Kommunikasjonsenheten ble kalt "Network Administration Unit" (NAU). I tillegg ble det utviklet en "Weapon Terminal" (WT) og en "Radar Terminal" (RT). Alle disse tre enhetene hadde grensesnitt mot feltkabel. Til en NAU kunne det tilkobles tre feltlinjer, til en WT to feltlinjer og til en RT hele ni feltlinjer. Disse tre typer enheter kunne kobles sammen i et nett via feltkabler og kommunisere med et annet tilsvarende nett via KOBRA-radioen. En WT ble tilkoblet et RBS 70 missilsystem og en RT ble tilkoblet en SAAR CCU (Search And Acquisition Radar Command and Control Unit). Radaren ble utviklet av Ericsson Radar. Det ble også laget en miniversjon av RT med bare tre feltlinjer.

I alle disse tre enhetene (NAU, W, RT) ble det brukt egenutviklede prosessorkort basert på Motorola MC6809, en 8 bits mikroprosessor. Hver enhet hadde en hovedprosessor og en slaveprosessor for hver linjetilkobling. Disse hadde hver en lokal hukommelse samt en felles hukommelse, som ble brukt til all informasjonsutveksling mellom de enkelte prosessorene. Alle kortene ble laget i europastandard størrelse (100 x 160 mm)



KOBRA radio og NAU med våpenterminal.

med en 96-pin konektor. Det ble laget fem NAUer og fem WTer. Det ble bare laget to radarterminaler, en med fullt antall feltlinjer (ni) og en med et redusert antall feltlinjer (tre) kalt "Mini RT".

De enkelte medarbeidere på delprosjekt radio, hadde følgende arbeidsoppgaver og ansvar:

Nils A. Sætermoen var delprosjektleder for utvikling av radioen. Knut Besserudhagen arbeidet med analog radioteknikk og spesielt med mellomfrekvensdelen. Nils Klippenberg hadde ansvaret for både den analoge audiodelen og for den digitale 16 kbit delta audiodelen. Magne Norland sto for designet av mikroprozessorsystemet og strømforsyningen til alle delene av radioen. Terje Thorvaldsen hadde ansvaret for utviklingen av nullstyrings-systemet MONA. Hans Ringvold implementerte nullstyringen, programmerte Z-80 prosessoren som ble brukt i dette systemet, og sto også for design av andre analoge kretser i radioen. Ingvar Koltveit konstruerte frekvenssyntetisatordelen og dessuten kodegeneratoren som ble brukt i KOBRA-radioen. Halstein Heiene laget styringen av

frekvenssyntetisatoren. Bjørn Skeie hadde oppgaven med oppfølging og videreføring av VLSI korrelatorbrikke i SOS/CMOS-teknologi. Dessuten konstruerte han et digitalt tilpasset filter (DMF) basert på VLSI-korrelatoren og flerlags tykkfilmteknologi.

I delprosjektet som sto for datakommunikasjonen deltok følgende medarbeidere:

Harald Røros var delprosjektleder for utvikling av nettkomponent, radarterminal og våpenterminal. Bjørn Olav Steihaug, Svein Haavik og Anton B. Leere drev alle med systemprogrammering for de tre enhetene, som dette delprosjektet sto for utviklingen av.

Astrid Holstad hadde også programmeringsoppgaver i dette prosjektet.

Arne Slåstad hadde oppgaver innen systemarbeid. Håkon Hammerstad var opptatt med maskinvareutvikling og mikroprogrammering av våpenterminalen. Ove K. Grønnerud hadde ansvaret for maskinvareutvikling av mikroprozessorsystemet i NAU, WT og RT. Han sto også for underlaget for all kabling i nettkomponentene og radarterminalene.



Hanne Hungnes tester våpenterminalen i KOBRA på Bardufoss høsten 1985.

Hanne Hungnes sto for utvikling av mekanikk og elektronikk i våpenterminalen (WT). Hun skrev også mikroprogrammet for WT. Per Henriksens ansvarsområde var mekanisk design av kabinettene som NAU og RT ble montert i, samt noe kretskortutvikling. Gerda Grøndahl drev med kretskortarbeid og laget dessuten mange av de kablene som ble brukt.

Noen andre personer deltok også i kortere perioder av prosjektet. Stig Karsrud, Mads Henriksveen og Lauritz Heitmann kan nevnes. De drev alle med maskinvaredesign og kretskortutvikling.

Samarbeid med Ericsson Radar

Samarbeidet med Ericsson Radar medførte en del reisevirksomhet til Mølnadal ved Göteborg. Et KOBRA-system ble satt i drift der. Dette medførte også noe mikroprogramutvikling derfra. Via en 300 baud modemforbindelse til en VAX 11/750 på FFI ble nye versjoner av mikroprogrammet kompilert og lastet ned.

På militærøvelse

Helt på slutten av prosjektet (i 1985) deltok vi på to store øvelser. Disse var øvelse ELG, som gikk om høsten i Sørum og Aurskog-Høland-traktene og øvelse MINIBRIG, som gikk i Skibotn-området i Nord-Norge under vinterforhold.

Til øvelse MINIBRIG leide instituttet en Herkules-maskin for å frakte utstyr og personell fra Gardermoen til Bardufoss. Den greide vi å fylle helt opp. Før selve øvelsen gjorde vi prøver med utstyret i Andselv-Sætermoen-området. Alt utstyret var prototyper og programvaren måtte oppdateres flere ganger underveis. Dette ble gjort ved hjelp av en terminal med modem som kommuniserte over telefonlinje med datamaskinen brukt til programutvikling, som sto på FFI. Verten på Målselvkroa gned seg i hendene da tellerskritt-telleren på et av rommene passerte 1000 tellerskritt.

I en stor kjøretøyhall ble det opprettet et provisorisk laboratorium med de store transportkassene som underlag.



Feltservice på NAU i KOBRA ved øvelse MINIBRIG på Sætermoen høsten 1985.

En litt skummel hendelse fra MINIBRIG må også nevnes. I en type av enhetene som var utviklet på FFI satt det store litiumbatterier. Disse har høy kapasitet, men også den litt leie egenskapen at hvis man prøver å kjøre strøm inn på dem eller kortslutte dem, så får man en indre oppvarming som kan forårsake eksplosjon. Et litiumbatteri har da en sprengkraft nesten som tilsvarende mengde TNT. Ved et tilfelle merket Håkon Hammerstad at det luktet merkelig. Han slo umiddelbart av all spenning og forlot beltevognen hvor utstyret sto. Etter en tid gikk han tilbake og kunne da konstatere at litiumbatteriet, som i utgangspunktet var av form som en liten skoese, hadde begynt å bule ut og anta formen til en fotball. Heldigvis gikk det bra også denne gangen. Årsaken viste seg å være kortslutning i batteritilkoblingen.

Disse øvelsene medførte lange dager og vakter på alle døgnets tider. Tidligere hadde det blitt forsøkt innkjøpt kaffetraktere for prosjekt penger uten at det hadde blitt godkjent. Det gikk imidlertid greit når vi nå søkte om innkjøp av fire stk. "feltkaffetraktere".

Under øvelse ELG hadde vi en kvinnelig praktikant som opparbeidet seg et rykte som

rallykjører etter å ha fått garvede offiserer til å bli bleke om nebbet under kjøring mellom Kjeller og Aurskog-Høland-traktene.

Diverse problemer med utstyret til tross, resultatene fra disse prøvene var meget positive og overbevisende. At de også ble oppfattet slik skyldtes ikke minst det høye faglige nivå i Hæren. De som fulgte forsøkene hadde evne til å overse trivielle uskjønnheter og fokusere på det vesentlige, til stor oppmuntring for oss. Og så hadde vi en heldig episode: Motstandsdyktigheten mot støysending (jamming) skulle prøves. Ettersom våre radiosignaler var vanskelige å oppdage, hadde Hærens EK-kompani (EK – elektronisk krigføring) fått oppgitt det aktuelle frekvensområdet, og tid for støysendingen var avtalt. Prøven gikk utmerket for oss. Så viste det seg at det hadde vært en glipp i koordineringen, slik at støysendingen var ikke levert fra en støysender 5-6 km unna, som avtalt, men fra en som lå nærmest vegg-i-vegg. Her er det kvadratet av avstanden som teller, så dette var en slående demonstrasjon som ga grunnlag for et "hemmelig rykte" vi hadde glede av i lang tid. I sum: Prøvene ga grunnlaget for å føre konseptet videre mot produksjon.

KOBRA på MTBer

I et eget oppfølgerprosjekt i 1987 ble KOBRA-systemets EK-egenskaper prøvd. KOBRA-radioer ble montert ombord på tre MTBer, og det ble gjort forsøk i området utenfor Haakonsvern ved Bergen. Arne Slåstad ledet disse forsøkene, og flere prosjektmedarbeidere deltok: Bjørn Skeie, Per Henriksen, Gerda Grøndahl, Hanne Hungnes, Ove Grønnerud og Bjørn Olav Steihaug.

Prosjekt EROS

I prosjekt EROS (Enkanals RadiO System (prosjekt 520)), oppfølgerprosjektet til KOBRA, ble KOBRA-radioen bygget om for en mye smalere båndbredde. Prosjektet gikk fra 1. juli 1986 til 1. mars 1990. Reidar Skaug var prosjektleder i første halvdel av prosjektet, hvoretter Terje Thorvaldsen overtok.

Radioen, som ble betegnet som CORA-radioen, var fortsatt en spredt spektrum radio for data- og talekommunikasjon. To av de opprinnelige KOBRA radioboksene ble bygget om med nytt bakplan og mange nye kretskort. Mikroprosessordelen og betjeningspanelet var stort sett uforandret fra KOBRA, mens mye av mikroprogrammet var nytt. Radiode-

len var ny og utgangseffekten var redusert betydelig. Kun en sender og en mottaker ble laget. Det ble ikke laget komplette to-veis radioer. CORA-radioen var direkte forløper for MRR-radioen, som ble videreutviklet og satt i produksjon for Forsvaret av NFT Ericsson på Billingstad (NFT: Norsk ForsvarsTeknologi).

Reidar Skaug var prosjektleder fra starten til august 1988. Terje Thorvaldsen var prosjektleder fra august 1988 og sto dessuten for det overordnede designet. Han tok også ut patent på et prinsipp til bruk ved smalbands direkte sekvens spredt spektrum. Trond Hellum konstruerte og testet ut den digitale kontrolldelen i CORA-radioen. I kontrolldelen gjorde han utstrakt bruk av programmerbare logiske kretser. Bjørn Skeie konstruerte den nye korrelatoren og basebånddelen av radioen. Håkon Hammerstad skrev og implementerte ny programvare for mikroprosessoren som kontrollerte alle funksjonene i radioen. Hanne Hungnes deltok også i denne programmeringen. Hans Ringvold laget helt nytt mellomfrekvensopplegg med digitalt styrt AGC. Ringvold ble også engasjert ett års tid av NFT Ericsson for å arbeide med den tilsvarende delen i MRR-radioen. Rolf Lunestad bygget opp ny frekvenssyntetisator og ny



CORA – direkte sekvens spredt spektrum radio 1988.



modulator. Steffen Skaug var også involvert i konstruksjon av modulatorene. Ingvar Koltveit konstruerte den nye laveffekts senderen og dessuten en digitalt styrt avstembar preselektor.

Ove K. Grønnerud laget nytt bakplan for alle innstikkskortene i radioen, og dessuten ny kodegenerator med kontrollkretser som ble implementert med programmerbare logiske kretser.

Olav Berg og Berta Omtveit sto for simuleringer og koding.

Andre personer som bidro til utviklingen av CORA-radioen var Storm Bull Hodne, Anders Hæreid, Per Olav Bjørtomt og Ivar Lie.

TARAK og MRR

Prosjekt TARAK (Taktisk RAdioKommunikasjon), prosjekt 581, ble kjørt på FFI fra 1. mars 1990 til 31. desember 1992 for å støtte NFT Ericsson i utviklingen av MRR-radioen. Terje Thorvaldsen og senere Olav Berg var prosjektledere for dette prosjektet. Olav Berg overtok etter at Terje Thorvaldsen sluttet ved FFI og begynte ved NFT Ericsson. Det ble også utført studier i talekoding ved Georg Anuglen. Dessuten ble det gjort arbei-

der med utvikling av feilkorrigerende koder og med frekvensplanlegging.

Prosjekt MRR (Multi Rolle Radio), prosjekt 590, var et støtteprosjekt for HFK som løp parallelt med TARAK. Dette ble ledet av Anton B. Leere med prosjektmedarbeider Svein Haavik. Prosjektet var atskilt fra TARAK for å unngå habilitetsproblemer ved gjennomføring av HFKs utviklingskontrakt mot industrien. Prosjektet gikk fra 15. oktober 1990 til 31. desember 1992.

I tillegg til en del av medarbeiderne fra EROS-prosjektet ble Hanne Hodnesdal, Ingrid Storruste og Georg Anuglen involvert i disse to prosjektene.

Bidragstere: Ove K. Grønnerud, Anton B. Leere, Tore Lund-Hanssen, Reidar Skaug, Nils Holme.



MRR slik den produseres for Forsvaret.

Datanett

SNOOPY

Fra 1973 til 1975 gjennomførte instituttet utviklingen av et kombinert applikasjons- og kommunikasjonsprosjekt for Forsvarets overkommando/Etterretningsstaben (FO/E). Bakgrunnen var at FO/E hadde utvidet sin tekniske innsamlingskapasitet og hadde behov for å utveksle sensordata mellom ulike stasjoner for signalprosessering og analyse. Det var viktig at dataoverføringen av sensordataene skjedde i sann tid og med negligjerbar forringelse av kvaliteten. Og, som vanlig i etterretning, var det viktig at ikke uvedkommende kunne lese hva som gikk på linjene. Det krevdes altså kryptering. Videre lå det en utfordring i at datamengdene som skulle overføres var så store at en enkelt overføringskanal ikke hadde tilstrekkelig kapasitet. Flere kanaler måtte flettes sammen, og disse kunne rutes over forskjellige rutestrekke og dermed gi forskjellig forsinkelse.



SNOOPY. Applikasjons- og datarack.

Prosjektet med kodebetegnelsen SNOOPY ble ledet av Tore Lund-Hanssen og prosjektet gikk ut på å skrive spesialtilpasset programvare for FO/E samt bygge nødvendig maskinvare, som ble koblet til NORD 10 maskiner fra Norsk Data. I dette prosjektet ble det utviklet både maskinvare og programvare. Av sentrale medarbeidere på maskinvaresiden var Per Bøe Bekkevold, Harald Røros, Ove Grønnerud, Tom Wahlberg og Terje Bølstad. På programvaresiden deltok Tor Gjertsen, Anton B. Leere med flere. Da dette var et forholdsvis kortvarig prosjekt ble det meget hektisk, og det ble mange turer til de av FO/Es stasjoner hvor systemet var plassert.

Etter hvert ble systemet meget driftssikkert og kunne gå i måneder uten tilsyn. Dette gjorde driften enklere da den ene av de aktuelle stasjonene da kunne være ubetjent.

Maskinvare

Kommunikasjonen foregikk via telefonlinjer i Forsvarets nett. Flere Siemens 4800 baud modemer ble brukt i parallell av flere årsaker. En var at det ikke skulle kunne ses at dette var en høyhastighetslinje, og en annen var for å oppnå tilstrekkelig overføringskapasitet.

SNOOPY var ikke et system som skulle produseres, slik som ODIN. FFI var her totalleverandør direkte til Forsvaret av et fåtall systemer. En kuriositet her er at helt i starten av prosjektet, da det kom daværende direktør Finn Lied for øret at vi ønsket å benytte NORD 10 datamaskiner fra Norsk Data og ikke SM 3-maskiner fra KV, ble prosjektlederen kalt inn til Lied og fikk spørsmål om han hadde aksjer i Norsk Data. Det hadde han ikke og bruk av NORD 10-maskinen, som var SM 3 overlegen, ble motvillig godkjent av direktøren som helst hadde sett at vi brukte SM 3-maskiner.

Strengt hemmelig

På hele syttitallet var den kalde krigen på sitt høyeste, og SNOOPY var underlagt streng gradering. Ingen måtte få vite hvor vi skulle når vi dro på tjenestereise, ikke engang reisekontoret, langt mindre vår egen familie.



Systemet sluttet å virke

En artig historie om SNOOPY er at på starten av 1981 sluttet systemet å virke. Harald Røros og Anton B. Leere dro da ut for å prøve og finne feilen. De fant ikke noe galt i systemet, men deres teori var at en antenne i havet var blitt endret. Ved senere undersøkelser viste det seg at det etter all sannsynlighet hadde vært en fiskebåt og dratt i antennen slik at de parametere som var innlagt ble gale, og systemet virket derfor ikke lenger. Ved innlegging av nye parametere, som kompenserte for endringen, fungerte alt perfekt igjen.

Grytelokk som testutstyr

Vi skulle forsøke hvorledes løsningen håndterte linjebrydd. Det ble enkelt utført med et grytelokk foran bølgelederen i mikrobølgeantennen. Forsvarets fellessamband fikk nok noen tilfeller i sin linjestatistikk som ikke var så lett å forklare. Disse linjebryddene berørte jo selvfølgelig også fjernskriver-samband og telefon.

Tøft vinterstid

En av SNOOPY-installasjonene lå litt værhardt og avsides til. Vinterstid kunne det være litt vanskelig både å komme dit og oppholde seg der. Stedet hadde mulighet for generatordrift dersom nettstrømmen ble borte. Operatøren måtte imidlertid gå ut og inn i et rom i underetasjen for å starte opp generatoren. Denne ble rutinemessig startet opp for å holdes driftsklar til enhver tid. En gang skrev operatøren i loggboka: "Nekter å gå ut, møtte trillebåra på låvebrua! Det snør vannrett."

Tre av oss ankom uka etter, og selv da var været ikke helt i godlage. Operatøren hentet oss med en Volvo feltvogn på nærmeste flypass sent på dagen. Det viste seg at veien tilbake over fjellovergangen var stengt. Det blåste temmelig friskt med tett snødrev nær bakken. Mens vi ventet ved bommen kom det en brøytebil, som akkurat hadde kjørt opp veien. Sjåføren sa at det ikke var tilrådelig å kjøre. Aller nådigst slapp han oss igjennom fordi vi kjørte militær Volvo feltvogn med kjettinger på alle fire hjul. Vi hadde ikke kjørt lenge før vi møtte snødriver på over halvmeteren. Det gikk bra, selv om vi måtte kjøre utenom bommen i den andre enden av veien.

Selve installasjonen lå litt utenfor bebyggelsen, og noen hundre meter fra hovedveien. Om kvelden kjørte vi en stikkvei opp til hovedveien hver halvtime for å forsøke og holde den oppe. Imidlertid glemte vi å gjøre dette de siste par timene, slik at da vi skulle kjøre tilbake til overnattingsstedet (som vi så lysene fra) var stikkveien vår helt umulig å se. Fra hoftehøyde og ned var det bare hvitt! Etter å ha brukt over en halv time på ca. 500 meter og kjørt over hovedveien uten å se den, ga vi opp, kjørte tilbake og la oss til å sove på gulvet i stasjonen. Neste dag var heldigvis været bedre.

På en annen av installasjonene opplevde vi skikkelig kulde. Termometeret viste godt under 40 kuldegrader. En av FFI-medarbeiderne la ut på en kvarters spasertur i sko med korte sokker uten lange underbukser. Det ble en kald opplevelse!

En annen gang la Anton B. Leere og Tor Gjertsen ut på en lengre skitur. De ble kjørt ut med bil og skulle gå noen mil tilbake på ski. Utpå dagen ble de etterlyst da SNOOPY-systemet stoppet. Det var på nippet til at det ble satt i gang en større leteaksjon, da ingen på stasjonen hadde registrert at de hadde kommet tilbake. Hovedpersonene var imidlertid hjemme hos en av de ansatte på stasjonen og spiste fårrikål.

SNOOPY II

Det første av SNOOPY-kommunikasjonssystemene ble i 1982/1983 bygget om for å kunne overføre data over linje med større kapasitet. Ombyggingen ble foretatt på FFI/Kjeller. Hastigheten ble øket til 64 kbit/s, og det ble da benyttet ett modem som kunne håndtere denne hastigheten. Det ble benyttet en Motorola MC 68000 mikroprosessor til styring av modem interface og nøkkelgenerator. Installasjonen ble foretatt våren 1983.

Tom Wahlberg sto for design av nøkkelgenerator-delen, men sluttet ved FFI før systemet var ferdig uttestet. Ove Grønnerud sto for utviklingen av modeminterfacen og mikroprocessorsystemet og fullførte nøkkelgenerator-delen. Han var også ansvarlig for installasjonen av systemet. Håkon Hammerstad sto for utvikling av mikroprogrammet og dessuten for oppdateringen av systemprogrammet på NORD 10. Prosjektleder var Tore Lund-



Hanssen. Systemansvaret for SNOOPY ble overtatt og systemet videreutviklet av Informasjonskontroll fra midten av 1980-tallet.

COMPASS

Ut i fra de erfaringer en hadde oppnådd med suksessen med SNOOPY, og at det etter hvert ikke kunne gjennomføres sann tids dataoverføring mellom FO/Es radiostasjoner uten å gå via offentlige radiolinjer, ble det besluttet å utvikle et nytt kryptert datasystem for å tilfredsstillende overføring av sanntids data samtidig som brukerne skulle få tilgang på lokale datatjenester. Dette dannet grunnlaget for å utvikle COMPASS (Computer Assisted Data Communication System). Noe av grunnlaget kom også fra de forskningsresultater som var kommet fra USA i forbindelse med utviklingen av ARPANET (senere Internet). Teoretiske resultater fra arbeid innenfor norsk krypteringskunnskap ble også en viktig del av utviklingsarbeidet.

COMPASS var et sikkert datanettverk, som forbandt en rekke sambandsstasjoner. Prosjektet startet i 1975 og ble forlenget flere ganger. Også her ble NORD 10 datamaskiner brukt. Løsningen skulle virke som kontorstøtteverktøy og generelt kommunikasjonsmedium, samtidig som den skulle overføre sanntidssignaler i kryptert form. Oppfølgerprosjektet som pågikk i 1983-84 fikk navnet POST-COMPASS. COMPASS-installasjoner ble satt opp ved et antall av FO/Es stasjoner over det meste av landet. Dette medførte ganske mye reisevirksomhet i perioder for alle medarbeidere i prosjektet.

Også COMPASS var et sluttbrukersystem på samme måte som SNOOPY, og det var aldri meningen at systemet skulle industrialiseres. Det innebar at FFI fikk et ansvar for systemet, også etter leveranse, noe som var grunnen til de mange forlengelsene som fulgte. Det at FFI fikk et oppfølgings- og kundansvar overfor FO/E var en noe uheldig effekt av både SNOOPY og COMPASS, og det var derfor en stor lettelse da Informasjonskontroll skrev kontrakt med FO/E på videreutvikling og oppfølging av systemet.

Prosjektleder var også for COMPASS Tore Lund-Hanssen. Torstein Haugland var delprosjektleder for programvareutvikling og Harald Røros var delprosjektleder for

maskinvareutvikling. Røros laget sammen med Ove Grønnerud og Tom Wahlberg viktige løsninger. I dette prosjektet deltok også to personer fra oppdragsgiveren FO/E aktivt i utviklingen på henholdsvis maskinvare- og programvaresiden. De hadde kontorplass på FFI sammen med andre COMPASS-medarbeidere i utviklingsperioden.

Maskinvare

En NORD 10-maskin med eksterne enheter som harddisk, papirbåndleser, kortleser, linjeskriver, dataskjermer og skrivende terminaler ble benyttet. Antallet enheter av den enkelte type og utvalget av enheter varierte fra installasjon til installasjon. I tillegg ble det utviklet en spesiell COMPASS-maskinvare.

Kommunikasjonen foregikk via modem. Modem interface og en spesiell sanntidskanal ble designet av Grønnerud i samarbeid med Røros. I modem interfacen ble mikroprosessoren tatt i bruk. Motorolas MC 6800, som var en 8-bits prosessor, ble innkjøpt. FFI skal ha vært de første i Norge som kjøpte et utviklingssystem for denne prosessoren. Wahlberg sto for design av nøkkelgeneratoren. Grønnerud utviklet også maskinvare for kommunikasjon mellom NORD 10 og hyllen med elektronikk, som inneholdt den spesielle COMPASS-elektronikken. Videre konstruerte han ved hjelp av mikroprosessoren MC 6800 også en synkron RS-422 interface for rask toveis kommunikasjon mellom to NORD 10-maskiner. Erik Rosness hadde ansvaret for mikroprogrammet til dette kommunikasjonskortet.

Under oppfølgingsprosjektet POST COMPASS laget Grønnerud en mikroprosessorstyrt RS-232 interface for NORD 10, som ble brukt til kommunikasjon med datamaskiner av andre fabrikater som hadde RS-232 grensesnittet tilgjengelig. Håkon Hammerstad hadde ansvaret for mikroprogrammet til dette kortet.

Av andre medarbeidere på maskinvaresiden kan nevnes Vidar Sannerhaugen og Gerda Grøndal.

Harddisken var av en type som hadde en fast plate på fem megabyte og en utskiftbar plate på fem megabyte.



Programvare

Prosjektet gikk i korthet ut på å utvikle og implementere et operativsystem spesielt beregnet på datakommunikasjon. En sentral person på prosjektet var Jon Letting, som overtok etter Torstein Haugland som delprosjektleder da han sluttet. En annen dyktig medarbeider innen programvareutvikling var Bjørn Olav Steihaug. Både han, Letting og Wahlberg begynte senere hos Informasjonskontroll og arbeidet videre med COMPASS der. Anton B. Leere og Tor Gjertsen hadde viktige oppgaver innen utviklingen av programvare.

Torstein Haugland arbeidet med operativsystemet COSMON. Det var et ønske fra kunden at FFI utviklet et "Sikkert operativsystem". Selve konseptet ble laget med det for øye at en på sikt skulle kunne vise at den koden som kjørte på maskinen var sikker – og riktig. Torstein hadde ansvaret for den første versjonen av COSMON operativsystemet. For å kunne utvikle et sikkert operativsystem ble det valgt et verktøy: MARY fra RUNIT. Valget ble foretatt etter en grundig analyse av kvasi høynivåspråk.

Jon Letting overtok etter Haugland på operativsystemsiden.

Anton B. Leere hadde ansvaret for meldingshåndtering og inn/ut-systemet.

Tor Gjertsen skrev håndteringen av modeminterfacen, bakgrunnsprogrammeringen og sanntidsdelen. Han genererte også nye programversjoner.

Oppgraderinger

NORD 10-datamaskinene ble, etter at prosjektet var overført til Informasjonskontroll, byttet ut med NORD 100-maskiner. FFI, ved Grønnerud, var involvert i undersøkelser om den eksisterende COMPASS maskinvare kunne flyttes over i NORD 100 uten redesign.

Informasjonskontroll fikk senere i oppgave å utvikle ny COMPASS maskinvare, som kunne kommunisere via et modem som var mange ganger så raskt som det opprinnelige 4800 baud modemmet. Installasjonen av dette begynte i 1988-89.

Bidragyttere: Tore Lund-Hanssen, Anton B. Leere, Ove K. Grønnerud.

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
5. Virkninger av kjernevåpen
6. Spredning av stridsgasser
Kamouflasje
7. Ildledning og navigasjon
8. Luftvern og sårbarhet av flystasjoner
Olje, gass og norsk sikkerhet
9. Bildebehandling og mønstergjenkjenning
10. Noen spesielle teknologiområder
11. Elektrooptikk
12. Nærhetsbrannrør for 81 mm bombekastergranat
13. HUGIN – Utvikling av autonome undervannsfarkoster ved FFI
14. Bioenergi
Teltovn M 94 – flytende brensel
Hermes og Jeeves
15. Batteriteknologi

