

TEKNILLINEN TUTKIMUS- JA KEHITTÄMISTOIMINTA PUOLUSTUSVOIMISSA

Yleisesikuntaeverstiluutnantti U Anthoni
Tekniikan tohtori L Salonen
Filosofian maisteri L Kalervo
Filosofian maisteri T Korosuo
Filosofian maisteri I Hyyppä

JOHDANTO

Puolustusvoimien kehittämiseen liittyvää matemaattis-luonnontieteellistä ja teknillistä tutkimus- ja kehittämistoimintaa suoritetaan puolustusvoimien omassa piirissä sekä puolustusvoimien toimeksiannosta eri tutkimuslaitoksissa, korkeakouluissa ja teollisuuslaitoksissa.

Tämän kirjoituksen tarkoituksena on esitellä puolustusvoimien tämänhetkistä teknillistä tutkimus- ja kehittämistoimintaa keskittyen oman organisaation tehtäviin. Maanpuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnan (MATINE) koordinoimana korkeakouluissa ja siviilitutkimuslaitoksissa tapahtuvaa tutkimustyötä käsitellään erillisessä kirjoituksessa.

Puolustusvoimien teknillinen tutkimus- ja kehittämistoiminta tähtää sotavarustuksen kehittämiseen ja tähän liittyvään järjestelmien ja menetelmien tutkimiseen. Tutkimustyö on soveltavaa tavoitetutkimusta, millä tarkoitetaan määrättyyn tavoitteeseen tähtäävää systemaattista ja suunnitelmallista tulosten etsintää. Varsinaiseen perustutkimukseen ei vähäisten resurssien vuoksi ole mahdollisuuksia, vaikka tällaisen tutkimuksen tarve kipeänä tunnetaankin.

Johtuen teknillisen henkilöstön vähälukuisuudesta tehtäväkentän laajuuteen verrattuna muodostuu teknillinen tutkimus- ja kehittämis-

toiminta kokonaisuudeksi, jossa samat laitokset ja henkilöt suorittavat alansa

- tietojen keruuta ja teoreettista tutkimusta,
- välineen tai järjestelmän teknistä kehittämistä,
- kokeilutoiminnan suunnittelua ja johtamista sekä
- välineen tuotannossa tai käytössä ilmenneiden teknisten kysymysten selvittelyä.

Tutkimus- ja kehittämistoiminnan alat jakautuvat edellämainitusta syystä materiaalityyppien mukaisesti. Toiminta on hajautetumpaa kuin esimerkiksi Ruotsissa, jossa puolustusvoimien teknillinen tutkimustoiminta keskittyy voimakkaasti Försvarets forskningsanstalt'iin (FOA).

Tutkimustoiminnan kannalta hajauttaminen on epäedullista, mutta välineistön kehittämisen ja sen käyttöön liittyvien teknillisten kysymysten kannalta "välinekohtaisten specialistien" olemassaolosta on etuja.

Kuten jäljempänä eri yhteyksissä ilmenee pyritään teknillisen tutkimuksen kokonaistarvetta tyydyttämään keskittymällä puolustusvoimien omassa piirissä sellaisille sotilaallisesti tärkeille aloille, joiden tutkimiseen siviilisektori ei tunne riittävää mielenkiintoa tai joilla puolustusvoimien mahdollisuudet ovat koulutetun tutkimushenkilöstön tai laitteistojen johdosta paremmat kuin siviililaitoksien. Siviilitutkimuslaitosten ja teollisuuslaitosten tutkimuskapasiteettia pyritään muilla aloilla käyttämään mahdollisimman paljon hyväksi. Kannanottoja tämän suuntaisen kehityksen puolesta ovat esittäneet muun muassa valtion tilintarkastajat eräissä lausunnoissaan.

1. PERUSTEITA KOSKEVIA SELVITYKSIÄ

Puolustusvoimain komentaja asetti 20. 5. 1959 toimikunnan tehtävänsä selvittää:

- a) Mitkä ovat ne alat, joilla puolustuslaitoksessa tarvitaan tieteellisteknillistä tutkimustoimintaa ja missä tutkimuslaitoksessa tätä on suoritettu sekä onko aloja, joilla ei ko tutkimustoimintaa ole voitu suorittaa, vaikka olisi välttämätöntä.
- b) Mitkä tutkimustoiminnat voidaan suorittaa puolustuslaitoksen ulkopuolisissa laitoksissa, esimerkiksi Valtion teknillisessä tutkimuslaitoksessa.
- c) Mitä aloja ja tehtäviä varten on välttämätöntä puolustuslaitoksessa ylläpitää oma tutkimuslaitos.
- d) Millainen edellisen perusteella tulisi puolustuslaitoksen oman

tutkimuslaitoksen olla rakenteeltaan ja muilta toimintaedellytyksiltään.

- e) Vaatisiko puolustuslaitoksen ulkopuolisten tutkimuslaitosten nykyistä runsaampi ja tehokkaampi käyttö joitakin toimenpiteitä tai järjestelyjä yhteistoiminnan ylläpitämistä varten.

Toimikunnan puheenjohtajaksi määrättiin insinöörikenraalimajuri R Rissanen Puolustuslaitoksen tutkimuskeskuksesta.

Toimikunta kartoitti työssään tutkimusalat, määrittä ne, jotka ovat sotilaallisesti tärkeitä ja totesi, mitkä tutkimukset on hoidettava puolustuslaitoksessa kokonaan tai osaksi ja mitkä tulisi hoitaa siviililaitoksissa.

Edelleen toimikunta suositti muun muassa, että

- mahdollisuuksien mukaan on laadittava pidemmän ajan kokeilu- ja tutkimussuunnitelmat,
- sotilaallisesti toisarvoiset kokeilut ja tutkimukset on aina sijoitettava tilaustöinä siviililaitoksiin,
- Puolustuslaitoksen tutkimuskeskuksen organisaatiota tulee kehittää ja ruuti- ja räjähdyksinepuolen on saatava uudet laboratoriotilat sekä
- teknillisen tai akateemisen pohjakoulutuksen saaneiden varusmiesten entistä tehokkaampi käyttö puolustuslaitoksessa siviilikoulutuksensa mahdollistamiin tehtäviin on selvitettävä.

Toimikunnan esittämät näkökannat ja suositukset ovat pääpiirtein edelleen päteviä. Suurin osa esitetyistä toimenpiteistä on runsaan kymmenen vuoden kuluessa voitu toteuttaa. Viimeisenä toteutuneena tavoitteena oli vuoden 1974 tulo- ja menoarviossa teknillistä tutkimus- ja kehittämistoimintaa varten vuosiin 1974—1978 kohdistuva tilausoikeus, joka antaa konkreettisen pohjan pidemmän ajan kokeilu- ja tutkimusohjelmalle.

Toinen nykytilanteeseen vaikuttava teknillistä tutkimus- ja kehittämistoimintaa selvittelevä asiakirja on ”Teknillisen toiminnan koordinoitielimen mietintö”. Yleisesikunnan päällikkö asetti työelimen 17. 3. 1965 tutkimaan tieteellisen ja teknillisen tutkimus-, kehittämis- ja kokeilutoiminnan koordinoimista ja näihin myönnettyjen varojen jaon, käytön ja valvonnan tarkoituksenmukaisuutta. Työelin toimi silloisen pääinsinöörin, insinöörikenraalimajuri Allan Hallilan johdolla.

Työelin totesi mm, että

- tutkimus- ja kehittämistoiminnan on liityttävä yleisjohdon laatimaan puolustusvoimien yleiseen kehittämisohjelmaan,
- teknillisen kehittämistoiminnan hitaudesta johtuen on strategisten arvioiden ja ennusteiden rinnalla laadittava teknillisiä arvioita ja ennusteita ja

— tutkimus- ja kehittämisohjelman laatiminen kuuluu osana pitkän tähtäyksen suunnitteluun.

Mietinnössä suositettiin, että päänsinöörin alaisuuteen perustetaan työelin hoitamaan teknillisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan pitkäjänteiseen suunnitteluun ja koordinointiin liittyviä tehtäviä. Mietinnössä oli myös ehdotus työelimen tehtäviksi.

Suosituksen mukaisesti perustettiinkin pääesikuntaan kokeilukokoonpanossa toiminut teknillinen kehittämistoimisto. Se aloitti toimintansa 1. 10. 1965.

Pääesikunnan organisaatiomuutoksen yhteydessä 1. 3. 1968 muodostettuun sotatalousesikuntaan perustettiin edellämainittuja mietinnössä kaavailtuja tehtäviä hoitamaan päänsinöörin johdolla toimiva teknillinen osasto.

2. JOHTAMINEN

2.1. Organisaation tehtävät

Puolustusvoimien teknillistä tutkimus- ja kehittämistoimintaa johtaa pääesikunta. Eri henkilöiden vastuu ja tehtävät on yksityiskohtaisesti määrätty pääesikunnan työjärjestyksessä. Työjärjestyksen erillisissä liitteissä on lisäksi ohjeet kyseisen toiminnan järjestelystä ja kehittämistoiminnan lopputuloksen, uuden sotavarustetyypin, hyväksymismenettelystä.

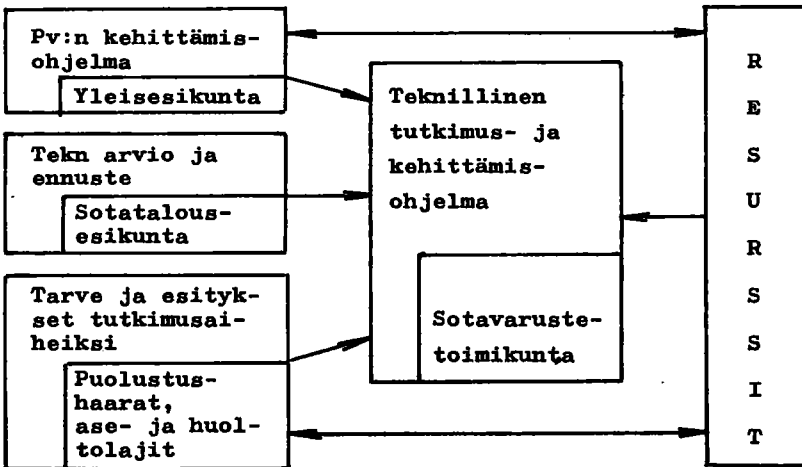
Asioiden käsittelyn tehostamiseksi toimii pääesikunnassa sotavarustetoimikunta, jonka tehtävänä on muun muassa

- antaa suosituksia ja lausuntoja sotavarustuksen teknilliseen kehittämiseen ja hankintoihin liittyvissä asioissa,
- ratkaista mitkä teknilliseen kehittämiseen liittyvät hankkeet otetaan tutkimus- ja kehittämisohjelmaan ja antaa perusteet niiden sijoittamiseksi tärkeysjärjestykseen,
- valvoa, että eri alojen tutkimus- ja kehittämistarpeet on otettu tasapuolisesti huomioon,
- seurata teknillisen kehittämisen toteutumista ja kehittämistulosten hyväksikäyttöä suunnitelmia ja ohjelmia laadittaessa.

Toimikunnan puheenjohtajana on sotatalouspäällikkö ja siinä on sekä suunnittelevan että toimeenpanevan portaan edustajat. Kokoonpano tähtää siihen, että teknillinen tutkimus- ja kehittämistoiminta palvelee yleisesikunnan määrittämiä puolustusvoimien kehittämistavoitteita. Toimikunta helpottaa ja nopeuttaa asioiden käsittelyä ja sen avulla vältytään muussa tapauksessa todennäköiseltä ja tarpeelliselta "paperisodalta".

Teknillisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan johtamisen käytännön toimenpiteet on käsketty puolustusvoimien pääinsinöörin tehtäväksi. Työelimenä on aikaisemmin mainittu pieni teknillinen osasto. Pääinsinöörin tehtäväkenttään kuuluu myös puolustusvoimien ulkopuolisten tutkimuslaitosten tarkoituksenmukainen hyväksikäyttö. Hän ohjaa tutkimus- ja kehittämistehtävät sopiviin laitoksiin ja valvoo niiden toteutumista. Pääinsinöörin alaisena toimii Puolustusvoimien tutkimuskeskus.

Puolustushaarojen komentajilla, aselajitarkastajilla sekä eri materiaali- ja huoltolajien johtajilla on vastuu oman alansa teknillisestä kehittämisestä. Toteamansa tutkimus- tai kehittämistarpeen perusteella he joko käynnistävät tutkimuksen omilla resursseillaan tai tekevät esityksen kohteen sijoittamisesta keskitetyksi rahoitettuun tutkimus- ja kehittämisohjelmaan. Niin omatoimisesti kuin keskitetystikin rahoitetuista kohteista tulee asianomaisten raportoida, joten pääinsinööri ja sotavarustetoimikunta ovat tietoisia kokonaisuohjelman kehittämisestä.



Kuva 1. Teknillisen tutkimus- ja kehittämisohjelman osatekijät

2.2. Koordinointi muuhun maanpuolustustutkimukseen

Maanpuolustus- ja turvallisuustutkimuksen koordinoimiseksi MATINEn ja puolustusvoimien kesken toimii yleisesikuntapäällikön johdolla "maanpuolustustutkimuksen yhteistyöryhmä". Siinä ovat edustettuina mm MATINE, puolustusministeriö, Sotatieteen laitos ja puo-

lustusneuvosto (yleissihteeri). Puolustusvoimien teknillisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan edustajana on pääinsinööri. Hän on myös MATINEN lisäjäsen.

Operaatioanalyttistä (OA) tutkimusta on puolustusvoimissa käytetty teknillisten ongelmien ohella apuna myös taktillisten kysymysten selvittelyssä. Toiminta on kuitenkin ollut hajanaista. Jo edellä mainittu insinöörinenraalimajuri Rissasen johdolla työskennellyt toimikunta piti henkilöstöpuutetta OA-tutkijoiden kohdalla kipeimpänä.

Kun OA-tutkimuksen käyttöalue on laajentumassa käsittäen nyt myös pitkäntähtäyksen suunnitteluun, taloussuunnitteluun, joukkojen perustamiseen jne liittyviä ongelmia, on vuonna 1974 katsottu aiheelliseksi perustaa erityinen OA-tutkimuksen koordinoitiryhmä. Ryhmässä on riittävän monipuolinen eri alojen edustus. Sen tehtävänä on mm puolustusvoimien OA-tutkimussuunnitelman laatiminen ja OA-koulutuksen suunnittelu. Ryhmän puheenjohtajana toimii päämajamestari ja varapuheenjohtajana pääinsinööri. Yhteydenpito MATINEN systeemianalysijaostoon on annettu pääinsinöörin tehtäväksi.

3. TEKNILLINEN HENKILÖSTÖ

Puolustusvoimien teknilliseen henkilöstöön voidaan lukea tohtori- maisteri-tasoisien koulutuksen saaneet tutkijat, diplomi-insinöörit, insinöörit ja teknikot. Osa Sotakorkeakoulussa opiskelleista upseereista on suorittanut yleisesikuntaupseerin tutkinnon lisäksi 1—2 vuotta kestävä teknillisen opintosuunnan kurssin.

Edellä mainitun henkilöstön kokonaismäärä on yli 700, josta varsinaisia tutkijoita noin 20 ja insinöörejä ja diplomi-insinöörejä yhteensä noin 270 sekä teknikoita 340.

Näihin lukumääriin sisältyy myös yksinomaan huolto- ja korjaustehtävissä sekä opetustehtävissä oleva, teknillisen koulutuksen saanut henkilöstö.

Kuten edellä on mainittu suorittavat samat henkilöt sekä tutkimus- ja kehittämistyötä että myös alansa rutiiniluontoisia teknisiä tehtäviä ja opetustoimintaa.

Yksityiskohtaista laskelmaa siitä, mikä osuus edellä mainitun henkilöstön työpanoksesta käytetään teknilliseen tutkimus- ja kehittämistoimintaan ei ole käytettävissä. Henkilöstön koulutustasosta ja sen jakaumasta voi päätellä, että varsinaisen tutkimustyön osuus on pieni.

Puolustusvoimia on perinteisesti pidetty laitoksena, jossa henkilökunnan jatkokoulutus on järjestetty hyvin nousujohteisen kurssi- ja tutkinto-ohjelman avulla. Teknillisen henkilökunnan — nimenomaan tutkimus- ja kehittämistehtävissä olevien — jatko- ja täydennys-

koulutusmahdollisuudet ovat kuitenkin puutteelliset. Tämä johtuu tarkoitukseen myönnettyjen määrärahojen riittämättömyydestä.

Viimeaikaisen kehityksen johdosta on siviilisektorilla ja myös eräillä valtionhallinnon aloilla teknisen henkilöstön palkkaus korkeampi kuin puolustusvoimissa. Tästä aiheutuva henkilökunnan vaihtuvuus on enenevässä määrin haittaamassa teknillistä tutkimus- ja kehittämistoimintaa.

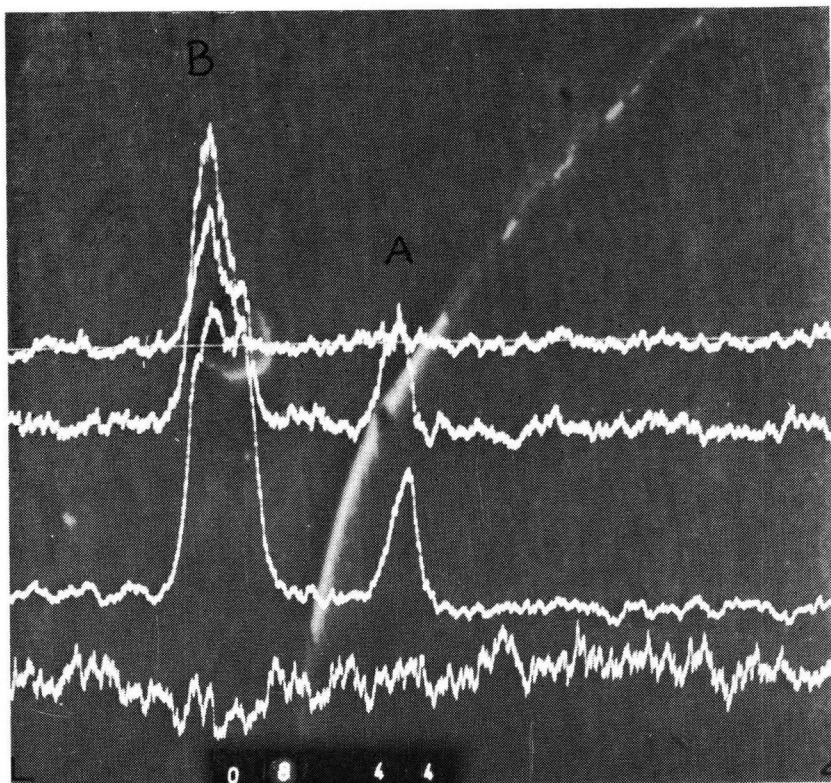
Vuodesta 1967 alkaen on erikoisalojen reserviupseerikoulutusjärjestelmän johdosta ollut vuosittain noin 150 teknillisen siviilikoulutuksen saanutta upseerikokelasta käytettävissä 3—4 kuukautta tutkimustoimintaan varsinaisen sotilaskoulutusvaiheen jälkeen. Ajan lyhyydestä huolimatta heidän työpanoksestaan on ollut hyötyä. Kokelaiden suorittamat tutkimustyöt ovat yleensä kirjallisuustutkimuksia, jotka samalla palvelevat asianomaisen sodan-ajan tehtäviin valmistautumista.

4. TUTKIMUSYKSIKÖT

1. 1. Puolustusvoimien tutkimuskeskus

Puolustusvoimien tutkimuskeskus on puolustusvoimien pääinsinöörin alainen sotilaslaitos. Laitoksen tehtävänä on suorittaa ja tarpeen vaatiessa muualla suorituttaa sille osoitetut tutkimus-, kehittämis- ja kokeilutyöt sekä omasta aloitteestaan ottaa tutkimuksen kohteeksi aiheita, joiden arvioidaan olevan tärkeitä maanpuolustuksen kannalta, ja kehittää tarvitsemiaan tutkimusmenetelmiä. Laitoksen tärkeimmät osat ovat: fysiikan osasto ja kemian osasto. Lisäksi siihen kuuluu painekoeasema, korjaamo ja toimisto sekä osastojen kesken jakautunut kirjasto.

Tutkimuskeskuksen tehtävät jakaantuvat vastaanottokokeisiin, projektitutkimuksiin, koulutustehtäviin ja lausuntojen antamiseen. Sisäisen tehtäväkentän muodostaa tutkimusmenetelmien kehittäminen. Laitos on erikoistunut sellaisiin tehtäviin, joita ei muissa tutkimuslaitoksissa voida suorittaa. Toisaalta se turvautuu siviililaitoksiin tutkimuksissa, jotka ovat niille ominaisia. Tätä periaatetta on noudatettu laitehankinnoissa, ja myös henkilöstö on kouliintunut työssään sotilaskohteiden tutkimukseen. Tällainen erikoistuminen on johtanut yhteistoimintaan muiden tutkimuslaitosten ja teollisuuden kanssa. Ylöjärvellä oleva osa on saanut tukea erityisesti Tampereen teknilliseltä korkeakoululta. Muutamia sotilastutkimuksen tuloksia, esimerkkeinä taisteluainepilvien leviäminen ja eräät analyysimenetelmät, on voitu soveltaa siviilielämän tarpeisiin. Viime vuonna laitoksessa suoritettiin yhteensä noin 3 000 rutiinomaista tutkimusta ja aineenkoetusta,



Kuva 2: Scannig-elektronimikroskooppi- ja mikroanalysaattorikuva johtorengaskuparista. Seosaineina käytetyt Mn, Fe ja Ni ovat kasautuneet raerajalle A ja sulkeutumaan B. Alin käyristä esittää Zn-pitoisuutta, joka on tasainen koko materiaalissa. Suurennus 3000 x.

laajempia tutkimustehtäviä oli työnlaisena nelisenkymmentä. Seuraavassa esitetään laitos sen nykyisessä vaiheessa toimialoitain.

Osasto 1, fysiikan laboratorio

Osasto on keskittynyt puolustusvoimien piirissä esiintyvien metalliteknillisten ongelmien ratkaisemiseen sekä erilaisten fysikaalisten mittausten suorittamiseen. Suoritettavat tehtävät voidaan karkeasti jakaa seuraaviin ryhmiin:

- materiaalin vastaanottoon liittyvät rutiininomaiset aineenkoetuskokeet esim kranaatit ja laskuvarjot
- vauriotapausten selvittely esim aseiden osien rikkoutuminen, laskutelineiden osien murtuminen jne,
- erilaiset mittaustehtävät, esim laivan liikkeiden mittaaminen aallokossa, melumittaukset, aseiden osissa esiintyvien kiihtyvyyksien ja jännitysten mittaaminen,
- osallistuminen laitteiden kehityskokeisiin, esim. polkupyörien väsytykset, akkioiden kulutuskokeet jne sekä
- laajemmat projektit, esim sirpalekranaatin kehittäminen.

Käytännön työskentelyä varten osasto on jaettu metallitekniikan ja mittaustekniikan jaostoihin.

Metallitutkimus

Metallien tutkimuksessa on mikrorakennetutkimuksella keskeinen osa. Tätä varten on metallimikroskooppi sekä näytteiden preparointiin tarvittavat laitteet. Valomikroskoopilla saadaan tietoja metallin eri rakenneosien jakautumasta, valmistustavasta, raakoista, puhtaudesta jne. Suurennuksen yläraja valomikroskoopissa on n 1500. Mikäli tarvitaan suurempaa suurennusta, käytetään hyväksi Tampereen teknillisen korkeakoulun scanning- ja läpivalaisuelektronimikroskooppeja, joissa on myös analysointimahdollisuus. Mikrorakennetutkimuksella voidaan selvittää syy esim tietyn toimituserän muista poikkeavaan käyttäytymiseen. Kuvassa 2 on scanning-elektronimikroskooppikuva johtorengaskuparista. Mikroskooppiin liittyvällä mikroanalysaattorilla on ajettu vaakasuunnassa kuva-alueen poikki, jolloin voidaan todeta seosaineina käytettyjen mangaanin, raudan ja nikkelin kasautuneen sulkeumiin ja raerajoille. Alin käyristä esittää sinkkipitoisuutta, joka on tasainen koko materiaalissa.

Lujuuskokeita varten on käytettävissä kolme yleisaineenkoetuskonetta, joista suurimman kapasiteetti on 350 kN, iskuvasaroita, kovuusmittareita ym laitteita. Kalusto soveltuu myös ei-metallisten raaka-aineiden, kuten muovien ja tekstiilien tutkimukseen. Lujuuskokeita voidaan tehdä paitsi huoneenlämpötilassa myös korkeissa (+ 800°C) ja matalissa (— 60°C) lämpötiloissa. Lujuus-, sitkeys- ja kovuuskokeet ovat tavanomaisimpia materiaalin vastaanottoon liittyviä kokeita.

Ainetta rikkomatonta aineenkoetusta käytetään materiaalivikojen ja vauriotapausten tutkimisessa. Toisinaan näitä menetelmiä käytetään myös turvallisuuden kannalta tärkeiden aseosien vastaanoton yhteydessä. Tällä alueella on käytettävissä seuraavat laitteet:

- Röntgenlaitteisto (150 kV, 5 mA), jolla kyetään läpivalaisemaan

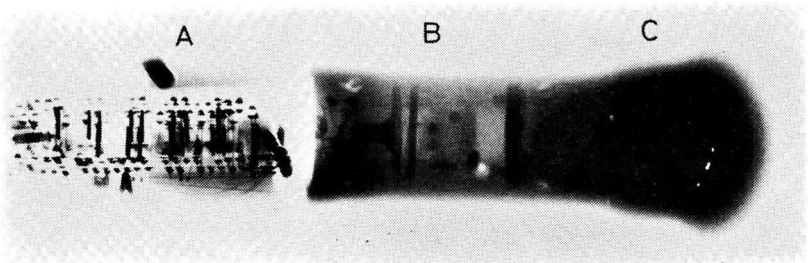
noin 10 mm terästä. Laite soveltuu erityisesti materiaalin sisäisten vikojen kuten murtumien ja valettujen kappaleiden huokoisuuden tutkimiseen. Sen avulla voidaan tutkia niittiliitosten kunto lentokoneen peruskorjauksen yhteydessä tai selvittää tuntemattoman ammuksen rakenne purkamatta ammusta.

- Ultraäänitutka, jota käytetään vianetsintään suurilla ainepaksuuksilla, jolloin röntgensäteilyn läpäisy on riittämätön. Laitetta voidaan käyttää myös umpinaisten säiliöiden seinämänpaksuuden mittaamiseen.
- Magneettipulveri- ja tunkeumavärimenetelmä, jotka soveltuvat pintaan asti ulottuvien vikojen, esim hienojen pintahalkeamien etsintään.
- Tutkimuskeskuksen käytössä on toistaiseksi pääesikunnan ase-tekniillisen osaston hankkima röntgenperävaunu, jonka röntgenlaitteistolla (300 kV, 10 mA) kyetään läpivalaisemaan n 40 mm terästä. Perävaunun kalustoon kuuluu lisäksi kuvanvahvistin, TV-kamera ja monitori sekä kauko-ohjattava siirtelypöytä, joten esim ammusten ja sytyttimien joukkotarkastus on mahdollista.

Koekappaleiden lämpökäsittelyä ja lämpökäsittelyohjelmien kehittämistä varten on pienehköjä uuneja, joilla voidaan suorittaa lämpökäsittelyjä ilmassa, suojakaasussa ja erilaisissa suolakylvyissä.

Mittaustekniikka

Pääasiallinen mittaustehtävä tutkimuskeskuksella oli pitkän aikaa ammusten valmistuksessa tarvittavien tulkkien mittojen tarkistaminen.



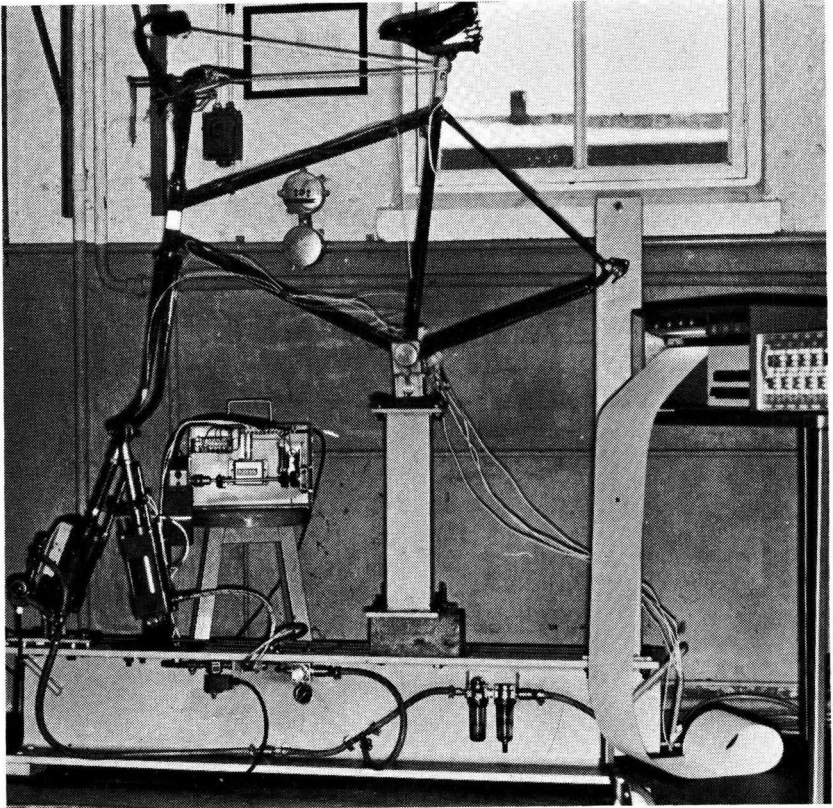
Kuva 3: Läpivalaisuröntgenkuva jännitysmittauslaitteesta. A mittaus- ja muistiosa, B liipaisuosa, C paristo-osa. Ympäröivän teräskuoren paksuusvaihteluista johtuen kuvan tummuus eri osien välillä vaihtelee. Valotusaika on valittu lähinnä liipaisuosan mukaan.



Kuva 4: Jännitys- ja kiihtyvyydsmittauskalustoa uuden heräteraivaajan kokeiluissa.

Tämäntyyppisiä tehtäviä varten on vakioilmastoitu huone ja tyydyttävä mittauslaitteisto. Tehtävät tällä alueella ovat kuitenkin jatkuvasti vähentyneet johtuen konepajojen parantuneista omista mittausmahdollisuuksista. Siksi tutkimuskeskuksen mittaustekniikkaa on kehitetty uuteen suuntaan. Osaston laitehankintojen painopiste on jo usean vuoden ajan ollut sähköisessä mittauskalustossa.

Tärkeimpänä mittauskohteena ovat mekaniikkaan liittyvien suureiden kuten voiman, paineen, kiihtyvyyden, venymän ja jännityksen mittaukset. Näitä mittauksia tarvitaan uusien aseiden ja ammusten sekä kulkuvälineiden kehitystyössä. Mittaukset paisuvat helposti melko laajoiksi ja siksi mittalaitteita on jouduttu lainaamaan sekä Tampereen että Helsingin teknillisistä korkeakouluista ja VTT:ltä. Oma kalusto käsittää 7-kanavaisen tasajännitemittasillan, 6-kanavaisen kantoaltosillan, 7-kanavaisen instrumenttinahurin, 8-kanavaisen oskillograafipiirturin sekä toistaiseksi melko rajoitetun määrän mittausantureita. Itse on rakennettu jännitysmittaus- ja muistilaitteisto, joka kykenee mittaamaan kranaatin kuoresta jännityksen putkiaikana ja säilyttää mittaustuloksen muistissa noin kuusi tuntia. Laite asennetaan kranaattiin sytyttimen paikalle ja se kestää sekä tykillä ammutaessa että kranaatin maahan putoamisessa syntyvät rasitukset.



Kuva 5: Polkupyörän rungon rasituslaite.

Röntgenlöpivalaisukuva mittalaitteesta on kuvassa 3.

Laajimmat mekaniikkaan liittyvien suureiden mittauksista on tehty merivoimille. Uuden heräteraivaajan kokeilujen yhteydessä mitattiin laivasta eri puolilta n 150 pisteestä kiihtyvyyksiä ja jännityksiä syvyysspommien räjähtäessä eri etäisyyksillä laivasta, kuva 4. Laivaston asejärjestelmien kehittämiseksi on myös mitattu eri alustyyppien liikkeitä ja kiihtyvyyksiä aallokossa.

Sirpalekranaattitutkimukseen liittyen on rakennettu edellä mainitun jännityslaitteiston lisäksi Katajaluotoon kranaattien sirpalointipaikka ja kehitetty menetelmät, joiden avulla voidaan määrätä sirpalei-



Kuva 6: FM Kalervo, prof Avela ja FM Korosuo kirjastossa.

den kokojakautuma, nopeus ja läpäisy sekä sirpaleviuhkan muoto kranaatin räjähtäessä. Nämä ovat perustietoja, joita tarvitaan laskettaessa tykistön ja heittimistön tulen tehokkuutta. Kranaatin kuoren paisumista räjähdystapahtuman alkuvaiheessa on seurattu rakentamalla kapasitanssin muutokseen perustuva mittalaite.

Esimerkkinä erilaisten laitteiden kehitystyöhön osallistumisesta on polkupyörätutkimus. Siviilitarkoituksiin valmistettavat pyörät tehdään vuosi vuodelta yhä kevyemmiksi. On osoittautunut, etteivät tällaiset pyörät kestä sotilaskäytössä. Ensin oli selvitettävä sotilaspöyrään kohdistuvat rasitukset. Ne saatiin selville kuormittamalla pyörä täysissä varusteissa olevalla miehellä ja kr:n vastimella ja ajamalla eri maasto-olosuhteissa. Pyöristä etsittiin maastokokeissa kohdat, joissa jännitykset olivat suurimmat. Tämän jälkeen rakennettiin laite, jossa paineilmasylinterien avulla saatiin pyörään sama rasitustila kuin maastojossa, kuva 5. Rakennetun laitteen avulla oli helppo verrata erityyppisiä rakenneratkaisuja keskenään ja karsia joukoille kokeiluun menevien vaihtoehtojen määrä mahdollisimman pieneksi.

Moniin puolustusvoimien tarvitsemiin kokeisiin ja mittauksiin ei ole kaupallisesti saatavissa sopivia laitteita. Siksi osaston pyrkimyksenä

on hankkia komponentteja, joista tarvittava laitteisto voidaan helposti rakentaa ja tehtävän tultua suoritettua jälleen purkaa.

Osasto 2, kemian laboratorio

Kemian osasto jakautuu yleisen kemian jaostoon, suojelutekniikan jaostoon ja räjähdysainejaostoon. Näiden jaostojen laboratoriot suorittavat analyttisiä tutkimuksia, aineenkoetusta, laadunvalvontaa, kehittävät tutkimusmenetelmiä ja tietokoneohjelmia sekä antavat asian- tuntijalausuntoja ja todistuksia. Tuotekehittelyä, pitempiä tutkimus- projekteja sekä teknisten tuotteiden tutkimusta ja laatuvaatimusten määrittelyä tehdään myös sellaisilla aloilla, joita muissa maan labora- torioissa ei tutkita. Näitä puolustusvoimille ja sille tavaroita toimitta- valle teollisuudelle tärkeitä aloja ovat suojelutekniikka, räjähdysaineet ja ruudit, aseistukseen, kuljetukseen ja varastointiin liittyvä kemia, eräät kylmätekniikan alat, virtalähteet, myrkyt ja orgaanisen seos- analytiikan alalta erityisesti aineiden nopea tunnistaminen mikro- mittakaavassa.

Osaston uudenaikaisen laitteiston työnopeus on antanut mahdolli- suuksia tilaustöiden vastaanottamiseen muiltakin kuin puolustus- voimilta. Puolustusvoimien työt ovat etusijalla ja ne ovat teettäjäille ilmaisia. Muut maksavat ministeriön vahvistaman korvauksen. Labora- torio suorittaa ja opastaa näytteenottoa ja tarvittaessa ohjaa työn mui- hin laboratorioihin.

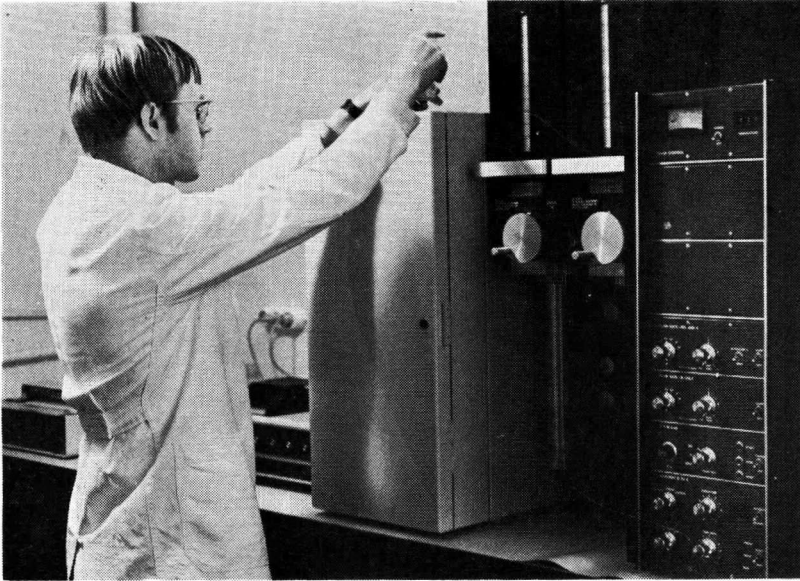
Vuosittain koulutetaan joukko erikoisupseerikokelaita ja muita ase- velvollisia kemistejä ja fyysikoita puolustusvoimien erikoisalojen teh- täviin. Henkilökunta osallistuu komiteoiden toimintaan ja ohjesääntö- jen laadintaan. Osasto antaa luennoitsijoita puolustusvoimien kouluille ja kursseille sekä väestönsuojelun, suojelulääkinnän ja kemian alan koulutustilaisuuksiin.

Yleinen kemian jaosto

Yleisen kemian jaoston tehtävät ovat:

- koostumusanalyysit,
- aineenkoetustehtävät sekä
- erilliset projekti- ja palvelutehtävät.

Analyysityöstä muodostavat huomattavan osan erilaiset metalli- analyysit. Tavallisimpia tutkittavia metalleja ovat seosteräket, alumiini- niseokset, lyijyt ja kuparipohjaiset metallit. Metallien tutkimus aloite- taan tavallisesti spektrografilla, jolla voidaan suoraan todeta, mitä



Kuva 7 a: Moderni korkeapainenestekromatografi. Laitteella voidaan erottaa kiinteitä orgaanisia aineita toisistaan ja tunnistaa ne.

metalleja näyte sisältää. Menetelmän herkkyys on luokkaa ppm (= miljoonasosa), joten vähäisimmätkin hivenpitoisuudet voidaan todeta. Tietyissä tapauksissa, esim teräkset, voidaan myös seosaineiden pitoisuudet määrittää. Tarvittava näytemäärä on tällöin pieni, tavallisesti tasopintaa 1 cm^2 :n verran. Useimmissa tapauksissa metallianalyysiä jatketaan laadullisen spektritutkimuksen jälkeen saattamalla näyte liuosmuotoon. Liuosta käsitellään yleensä kahta tietä. Metalliseoksen pääaineosat määritetään erilaisia klassillisia neste-analyysitapoja käyttäen, joilla saavutetaan paras mahdollinen analyysitarkkuus. Vähäisemmät seosaineosat, joiden pitoisuudet ovat alueella 10 % — ppm, määritetään yleensä atomiabsorptiotekniikalla. Tällä menetelmällä saavutetaan saman kertaluokan analyysiherkkyys kuin spektrografillakin.

Mitä edellä on sanottu metallianalyyseistä, pätee tavallisesti kaikkiin epäorgaanisiin analyyseihin, esim suolaseoksiin, joissa halutaan selvittää näytteen alkuainekoostumus.

Esimerkin jaostossa tehtävästä analyysityöstä tarjoaa lentokonei-



Kuva 7 b: Vakuuimikrovaaka, herkkyys 10^{-6} g.

den suihkumoottoriöljyjen hivenmetallipitoisuuksien määrittäminen. Seuraamalla metallipitoisuuksien kasvua lentoajan suhteen voidaan saada ennakkovaroitus kehityksessä olevasta laakerivauriosta. Määrittäminen tapahtuu pitoisuusalueella 0,1—40 ppm.

Toisen suuren analyysiryhmän muodostavat erilaiset kemialliset yhdisteanalyysit. Yhdisteet voivat olla erilaisia puhtaita orgaanisia tai epäorgaanisia yhdisteitä tai teknokemiallisia tuotteita kuten kumeja, muoveja, poltto- ja voiteluaineita, pinta-aktiivisia aineita, pyroteknillisiä ja räjähdysaineita jne. Tässä työssä näyttelee keskeistä osaa IR-analytiikka (IR = infrapuna). Jaostolla on käytettävissään nykyaikainen IR-kalusto ja laaja IR-vertailuspektrometrikokoelma, jonka avulla tutkittava yhdiste voidaan tunnistaa. Laajat kokelmat ovat välttämättömät, sillä esim puhtaita orgaanisia yhdisteitä tunnetaan tällä hetkellä yli miljoona kappaletta. Rinnan IR-tekniikan kanssa tehdään yhdisteanalyysijä myös kaasukromatografian avulla. Sillä voidaan suoraa selvittää esim räjähdysaineen sisältämät vieraat yhdisteet, jotka huonontavat sen laatua. Kaasukromatografilla voidaan myös tehokkaas-

ti erottaa nestemäisten näytteiden aineyksilöt erilleen toisistaan ja tunnistaa ne IR-tekniikan avulla.

Vaativan analyttisen tehtävän muodostavat valtakunnan ilmatilasta erityisten suodattimien avulla lentokoneilla kerätyt näytteet.

Jaostossa tehtävät aineenkoetustyöt ovat luonteeltaan teknilliskemiallisia tehtäviä, jotka voidaan karkeasti jakaa kahteen ryhmään. Toisen muodostavat poltto- ja voiteluaineiden, hydraulinesteiden, tiivisteen ym koetus ja toisen korroosio- ja säänkestävyyskokeilut. Esimerkiksi puolustusvoimien käyttämät moninaiset voiteluöljyt ja -rasvat testataan jaostossa. Jaostolla on käytettävissään yleisimmät kansainvälisten normien edellyttämät tämän alan testauslaitteet. Lisäksi on välineitä ja menetelmiä puolustusvoimien erikoistarpeita varten ja tarvittaessa kehitetään uusia esille tulevien pulmien ratkaisemiksi.

Korroosio- ja säänkestävyyskokeiluja tehdään materiaalien, välineiden ja pinnoitteiden kestävyys suhteen. Käytävissä olevat välineet ovat ruostekaapit, suolasumutuskammio ja Virtala-laite, jossa näyte saadaan erityisen kovan rasituksen alaiseksi. Lisäksi tehdään eräitä koesarjoja ulkona meri-ilman vaikutuksen alaisena.

Puolustusvoimien tarvitsemien naamiövärien kestävyyttä kokeillaan rasittamalla niitä kovia säänvaihteluita vastaavissa olosuhteissa, mittaamalla värien heijastukset spektrofotometrisesti ja selvittämällä värien muutokset suojelutekniikan jaoston kehittämän tietokoneohjelman avulla. Muovien ja kumien säänvaikutuksesta tapahtuvaa vanhenemista voidaan nopeutettuna arvioida myös seuraamalla rasituskoetta näytteen pintakerroksen IR-tutkimuksella (FMIR-tekniikka). Muutokset alkavat aivan uloimmassa muutamien molekyylikerrosten paksuisessa pinnassa. Samantapaisia tutkimuksia on mahdollista tehdä myös differential scanning calorimeter'in avulla. Tällä laitteella saadaan aineesta "lämpöspektri", ts kaikki aineen rakenteessa lämpötilan vaikutuksesta aiheutuvat muutokset voidaan mitata. Toimintalue on $-100 - +500^{\circ}\text{C}$. Lämpöspektrin avulla voidaan tehdä myös analyysejä, esim. nallimassojen analysointi on mahdollista tällä tavalla.

Suojelutekniikan jaosto

Jaoston tehtävänä on henkilökohtaiseen ja joukkokohtaiseen taisteluainesuojeluun tarvittavien välineiden ja menetelmien tutkiminen ja kehittäminen sekä laadunvalvontatehtävät, jotka liittyvät suojelumateriaalin hankintojen valmisteluun, vastaanottoon ja varastokestävyys selvittelyyn. Jaosto tekee myös lain edellyttämiä työpaikka-



Kuva 8: Paristojen varastointiin liittyvä kuormituskoe käynnissä.



Kuva 9: Suojanaamarin kasvo-osan pakkaskoe.

suojeluun liittyviä tutkimuksia puolustusvoimien piirissä.

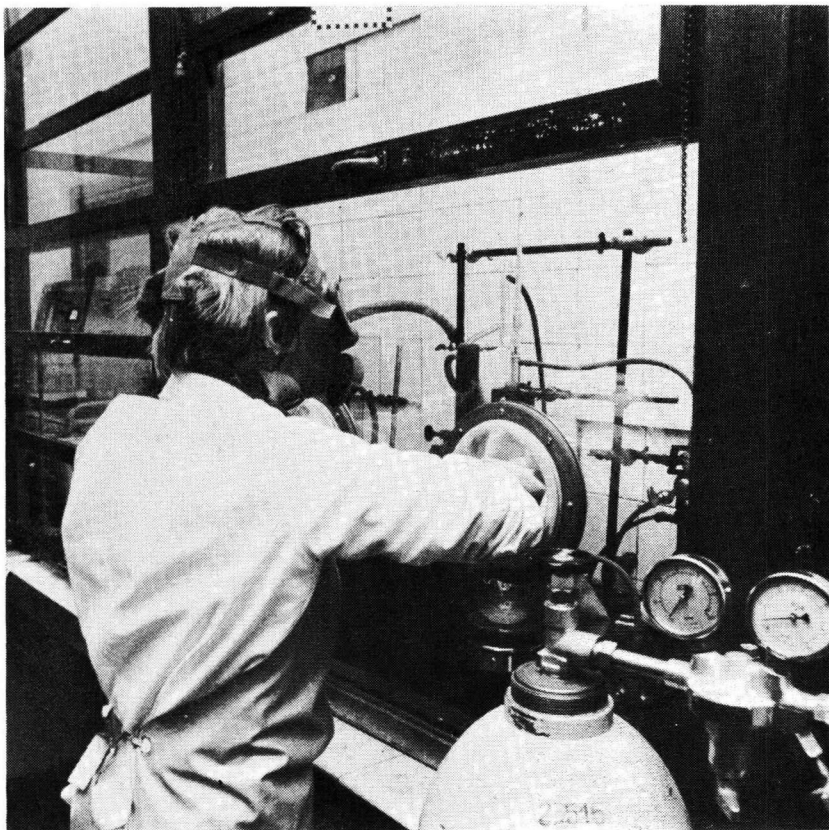
Tärkeimmät tutkimuskohteet ovat:

- henkilökohtaiset suojavälineet kuten naamarit ja ihonsuojavälineet,
- suojahuoneiden ilmanvaihtolaitteiden suodattimet,
- taistelukaasujen ilmaisimet, valvontalaitteet ja tutkimusmenetelmät sekä
- taistelukaasujen poistamisessa tarvittavat aineet ja menetelmät.

Jaoston henkilöstö toimii suojelualan opettajina kouluissa, kursseilla ja opetustilaisuuksissa sekä asiantuntijoina komiteoissa ja toimikunnissa.

Taisteluaineaerosoleja pidättävillä hiukkassuodattimilla on suojelutekniikassa suuri merkitys. Jaostossa tutkitaan sekä pienten naamari-suodattimien että suurten kalliosuojien ilmanvaihtolaitteistojen suodatusyksiköiden pidätystehoon vaikuttavia seikkoja.

Kaasumaisia taisteluaineita pidättävän aktiivihiihden rakenteen ja



Kuva 10: Hermokaasun synteesi ilmaisutekniikan kehittämiseksi.

tehon tutkiminen on eräs tärkeä tehtävä. Pyritään selvittämään valmistusmenetelmien ja kentällä vallitsevien eri tekijöiden vaikutusta hiilen pidätyskykyyn sekä valvotaan erilaisiin suodattimiin käytetyn hiilen laatua.

Jatkuvassa yhteistyössä alan tuotantolaitosten kanssa kehitetään suojanaamareita ja -pukuja sekä joukkosuojaimia puolustusvoimien, väestönsuojelun ja teollisuuden tarpeisiin. Valmiit välineet ja niiden tuotantoon käytetty materiaali ovat jaoston jatkuvan laaduntarkkailun alaisina.

Taistelukaasujen ilmaisimia ja kenttäkelpoisia tutkimusmenetelmiä kehitetään sekä suoritetaan niihin liittyvää laadunvalvontaa. Varsinaiseen laboratoriotyöskentelyyn soveltuvia menetelmiä kehitetään kriisi-aikaa silmälläpitäen taisteluaineiden osoittamiseksi vedestä ja elintarvikkeista sekä erilaisista ilma-, maaperä- yms näytteistä. Tutkimuksia varten joudutaan myös valmistamaan erilaisia aineita, joita ei ole vapaasti saatavissa. — Nämä tehtävät liittyvät omalta osaltaan toimenpiteisiin, joilla Suomessa pyritään luomaan valmiutta YK:n toimeksiannosta mahdollisesti tapahtuvaan kemiallisen aseiden kielto sopimuksen kansainväliseen valvontaan. Näitä kokeita varten on Ylöjärvellä rakenteilla erikoislaboratorio.

Taisteluaineiden poistamisessa ja vaarattomaksi tekemisessä tarvittavia aineita ja menetelmiä kehitetään ja niiden tehoa kokeillaan.

Suojelulääkintään liittyviin tehtäviin kuuluvat lähinnä kenttäkäyttöön sopivan ensiavun ja kaasulääkinnän kehittäminen sekä alan kehityksen seuraaminen yhteistyössä pääesikunnan lääkintöosaston kanssa. Jaostossa käsiteltävien erittäin myrkyllisten aineiden varalta on lisäksi ylläpidettävä erikoisasiantuntemusta edellyttävää jatkuvaa ensiapuvalmiutta.

Asiantuntija-apua ja -lausuntoja annetaan taisteluaine- ja työpaikkasuojeluun sekä toksikologiaan liittyvissä kysymyksissä. Näitä edeltää usein paikalla tehtävät ilman epäpuhtauspitoisuuksien määrittäykset tai näytteidenotto laboratoriossa tehtävää analyysiä varten.

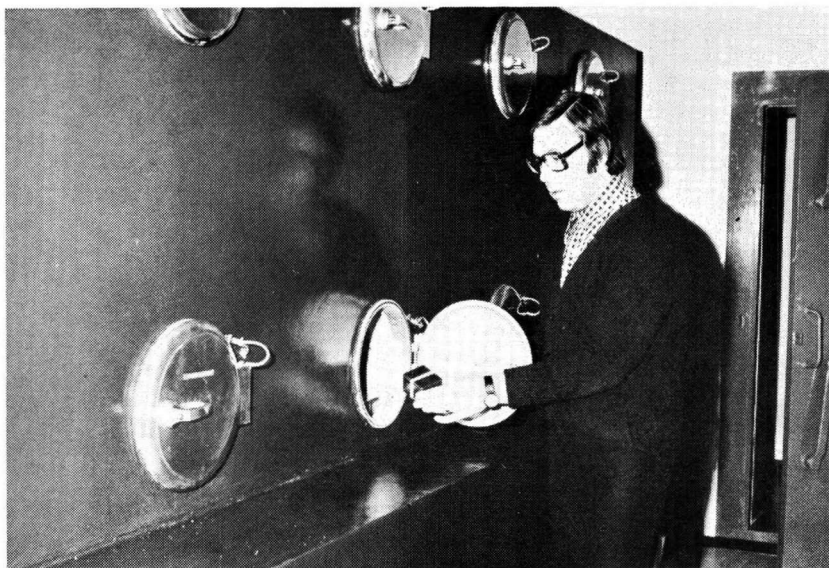
Tutkimustyössä ja laadunvalvonnassa käytetään runsaasti hyväksi jaostossa kehitettyjä tietokoneohjelmia mm aktiivihiilen rakenteen, suodattimien tehon ja kaasupilvien leviämisen selvittelyssä.

Ruuti- ja räjähdysainejaosto

Jaosto on toiminut 1. 3. 1974 lähtien uudessa laboratoriossa Ylöjärvellä. Laboratorion tilat ovat noin 7 000 m². Uusiin tiloihin siirtyminen on luonut uuden perustan tutkimustoiminnan kehittämiseksi sekä määrällisesti että laadullisesti. Tutkimuskohteina ovat ruudit eli ajoaineet, räjähdysaineet, pyroteknilliset aineet ja -välineet.

Räjähävän materiaalin ollessa tutkimuskohteena on laadunvalvonta erittäin tärkeätä. Se käsittää uusille ruudeille ja räjähdysaineille tehtävät vastaanottokokeet sekä käytössä ja varastossa olevan materiaalin säilyvyystutkimukset.

Ruudit, joiden pääkomponentteina ovat erilaiset orgaaniset nitroesterit, hajoavat vähitellen huolimatta käytetyistä stabilisaattoreista lämpötilan, kosteuden ja muiden ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta. Vaikka hajoaminen ei ehtisikään itsesyttymisen asteelle saakka, vai-



Kuva 11: Räjähdyksaineiden näytevarasto. Kussakin lokerossa saa olla enintään 2 kg räjähdysainetta.

kuttaa se kuitenkin ruudin palamisominaisuuksiin. Hajoamisasteen selvittämiseksi ruutien hajoamista nopeutetaan keinotekoisesti rasittamalla niitä termisesti eri lämpötiloissa (135, 100 ja 78°C). Kokeet tehdään erityisissä ruutihauteissa, ja näytteet otetaan pois, kun hajoamisen seurauksena alkaa kehittyä ruskeita typhen oksideja. Ekstrapoloidulla kestoajat säilytyslämpötilaan voidaan karkeasti ennustaa ruudin elinikä.

Säilyvyystutkimukset käsittävät lisäksi ruudin kosteuden, lämpöarvon ja humahduspisteen mittaukset sekä stabilisaattoreiden ja muiden komponenttien pitoisuuksien määrittämisen. Stabilisaattorien ja niiden nitraustuotteiden määrittämisessä käytetään sekä kaasua että ohutkerroskromatografiaa. Myös muut orgaaniset komponentit pyritään analysoimaan kaasukromatografisesti.

Räjähdyksaineiden laadunvalvonnassa kiinnitetään erityistä huomiota kemialliseen puhtauteen. Hyvinkin pienet epäpuhtauspitoisuudet voivat pitkän säilytysajan kuluessa herkistää tai muuten vaikuttaa räjähdysominaisuuksiin. Epäpuhtaudet määritetään pääasiassa kromatografisesti.

Räjähdyksaineiden herkistymistä erilaisissa polymeerien ja muiden räjähdysaineiden välisissä seoksissa tutkitaan termoanalyttisesti DSC:llä (differential scanning calorimeter) sekä painonmenetyksillä.

Räjähdysteknillisten ominaisuuksien tutkiminen käsittää lähinnä isku- ja hankausherkkyyden, hamauspisteen, räjähdystehon sekä detonaationopeuden mittaukset. Detonaationopeuden mittauksessa käytetään Oerlikonin suurjännite-elektrodimittausta, jossa aikaväli mitataan kaksisädeoskilloskoopista, tai käytetään digitaalista aikavälilaskinta. Kummankin menetelmän tarkkuus on mikrosekuntiluokkaa.

Jaostossa tutkitaan myös räjäytysnallien ominaisuuksia, kuten räjäytyskykyä, herkkyyttä staattiselle sähkölle sekä mitataan sähkönallien paloajoja.

Analyysipalveluun liittyviä laitteita jaostossa ovat UV spektrofotometri, kaasukromatografi, ohutkerroskromatografialaitteisto sekä automaattinen titraattori. Vuonna 1975 hankitaan lisäksi IR-spektrofotometri, emissiospektrografi sekä korkeatasoinen tutkimusmikroskoopi.

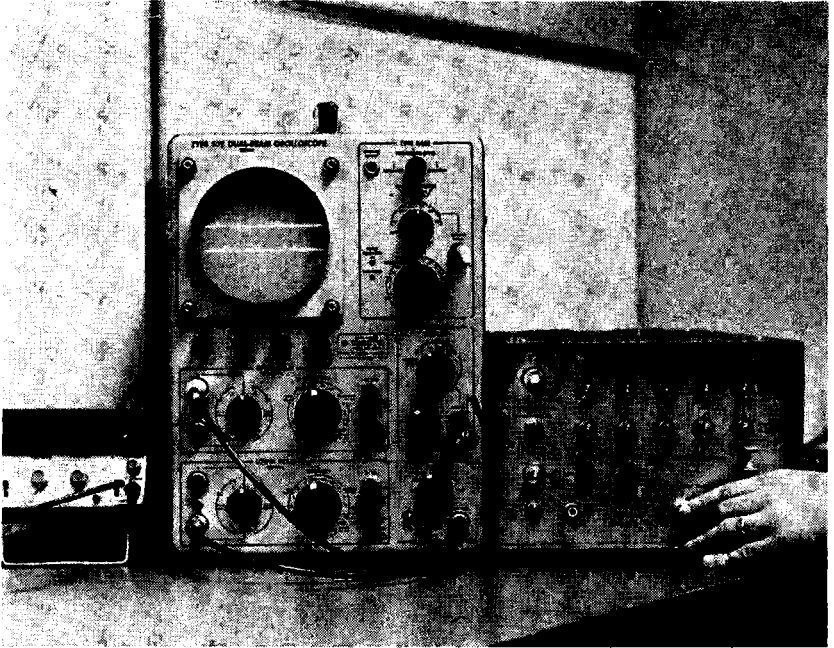
Tavoitetutkimuksen piiriin kuuluvat erilaiset tutkimusprojektit, jotka tähtäävät uusien tutkimusmenetelmien kehittämiseen, uusien varmakäyttöisten räjähdysaineiden kehittämiseen sekä räjähdysaineiden käyttäytymisen selvittämiseen erilaisissa rasiustilanteissa.

Tutkimusmenetelmien kehittämisessä on tällä hetkellä etusijalla ruudin vanhenemisen luotettava mittaamistekniikka. Tavoitteena on kehittää menetelmä, jolla stabiliteetti voidaan mitata mahdollisimman lähellä ruudin normaalia säilytyslämpötilaa. Kokeita on tehty Oy Strömberg Ab:n valmistamalla mikrokolorimetrillä, jolla näytteessä hajoamisen tuloksena syntyvä lämpöenergia mitataan vakio- $70-80^{\circ}\text{C}$ tilassa.

Tavoitetutkimuksesta voidaan mainita esimerkkinä uuden kaksikomponenttisen nestemäisen räjähdysaineen kehittäminen.

Komponentit eivät yksinään ole räjähdysaineita, mutta toisiinsa sekoitettuna reagoivat kemiallisesti muodostaen hyvin tehokkaan räjähdysaineen.

Jaosto on yhteistyössä monien siviilialojen kanssa toimien räjähdysainealaan liittyvissä asiantuntijatehtävissä. Koulutuksesta voidaan mainita osallistuminen Sotakorkeakoulussa annettavaan räjähdysainekemian opetukseen sekä varikoiden henkilökunnalle annettava koulutus.



Kuva 12: Räjähdyksineen detonaationopeuden mittaus käynnissä. Kuvan esittämällä laitteistolla saadaan kolme riippumatonta mittaustulosta yhdessä kokeessa.

Painekoeasema

Kirkkonummella Upinniemessä sijaitsevan painekoeaseman päätehtävänä on suojarakenteiden ja suojarakennelaitteiden koestus paineaallolla. Tämän tehtävän suorittamiseksi painekoeasemalla on kolme paineaallon simulointilaitetta: Paineaaltoputki, jolla voidaan simuloida lähinnä suurten tavanomaisten aseiden aiheuttamaa paineaaltoa ja kaksi painekammiota, joilla simuloidaan ydinräjähteen paineaaltoa. Paine saadaan aikaan räjähdyspanoksella.

Paineen ja kiihtyvyyden mittaus tapahtuu piezosähköisillä antureilla. Siirtymä (amplitudi) mitataan liukuvastukseen perustuvalla positionometrillä. Venymä ja jännitysmittauksissa käytetään straingauge-antureita.

Paineaaltoputkella saadaan säännöllinen paineaalto, jonka suurin koestuksessa käytetty arvo on ollut 50 aty. Paineaallon kestoaika vaihtelee panoksen suuruudesta ja sijainnista riippuen välillä 15—42 ms.

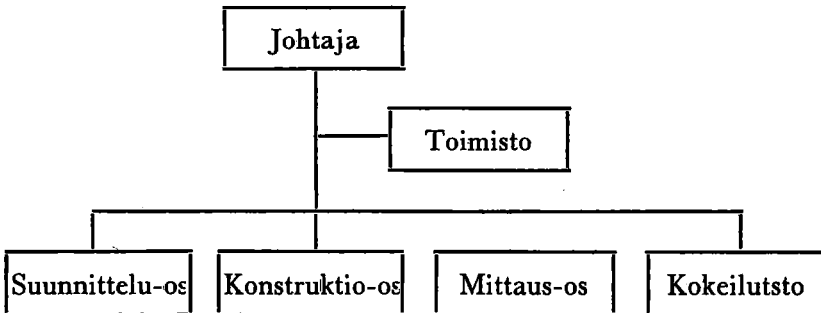
Painekammiossa räjäytys tapahtuu suljetussa tilassa, jolloin saadaan suhteellisen pitkäaikainen, voimakkaasti värähtelevä paineaalto. Värähtely tapahtuu erään laskevan arvon ympärillä. Tutkittaessa paineaallon suuruutta ilmoitetaan testauspaineeksi tämä keskiarvopaine, joka kuvaa ydinräjähteen paineaaltoa.

Suojarakennetestausten lisäksi painekoeasema on suorittanut paineaaltomittauksia maastossa eri tarkoituksia palvelevien räjäytyskoearjojen yhteydessä ja osallistunut osasto 1:n kanssa yhteisiin mittaus-tehtäviin. Painekoeasema on tutkinut myös eri aseiden ammunnan ympäristössään aiheuttaman paineaallon suuruutta ja vaikutusta. Tärityskokeita varten on hankittavana räjähdyspanoksen ja torsiojousien avulla toimiva laite.

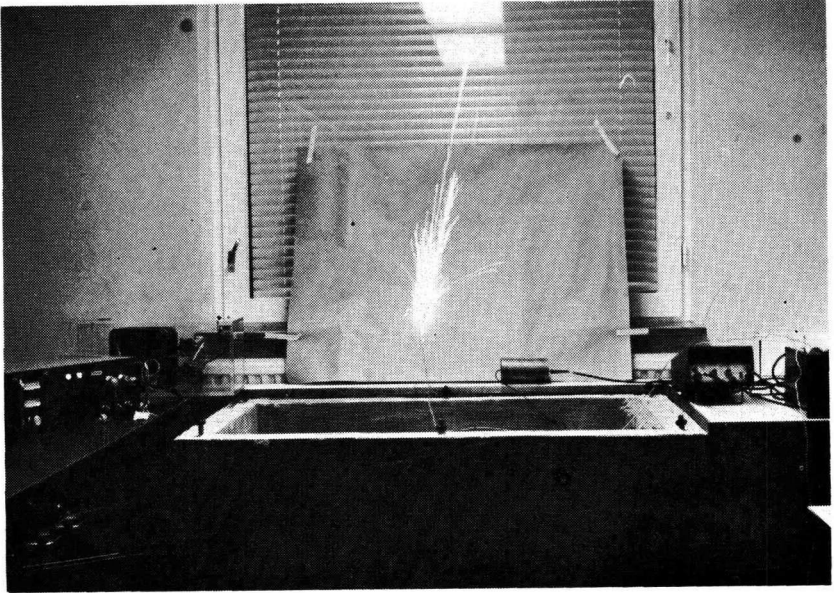
4.2. Sähköteknillinen tutkimuslaitos

Sähköteknillinen tutkimuslaitos on kehittynyt v 1955 perustetusta Sähköteknillisen koulun koeasemasta. Koeasema sai omat tilat Espoon Kivenlahdessa v 1960. Tällöin alkoi kehittämistyön osuus koeaseman toiminnassa merkittävästi kasvaa. Tähän oli syynä myös elektronikan sovellutusten voimakas lisääntyminen eri ase- ja valvontajärjestelmissä. Kehittämistoiminnan osuus on nykyisin noin 90 % laitoksen toiminnan volyymistä.

Käytännössä kehittämistehtävien antaminen Sähköteknilliselle tutkimuslaitokselle tapahtuu pääesikunnan sähköteknillisestä osastosta, jonka alaisuuteen tutkimuslaitos siirtyi 1. 3. 1974.



Tutkimuslaitoksen tämänhetkinen henkilöstövahvuus on 40, joista 18 diplomi-insinööriä tai insinööriä. Oleellinen piirre on toimitus-



Kuva 13: Sähkönnällin sytykepään kipinäsyttymisherkeyden testaus käynnissä.

ten insinöörien vähäinen määrä. Suurin osa insinööreistä on palkattu työsopimussuhteeseen määrättyä kehitysprojektia varten osoitetuilla määrärahoilla.

Aina näihin päiviin asti on tutkimuslaitoksen insinöörikunnan vaihtuvuus ollut varsin vähäistä. Tämän vuoksi asiantuntemus ja kokemus ovat kasvaneet useilla elektroniikan sotilaallisesti tärkeillä sektoreilla ja merkittäviä tuloksia on saavutettu.

Tutkimuskeskuksen toimitilat vastaavat nykyisiä vaatimuksia, mutta laajentumisen mahdollisuuksia ei alueella ole.

Viime vuosina on tutkimuslaitoksen keskeiseksi ja eniten kapasiteettia sitovaksi työksi muodostunut ilmavalvonnan tutkikaluston ja siihen liittyvän tietojen siirtojärjestelmän ja näyttölaitejärjestelmän kehittäminen. Laitoksen tällä alalla tekemä kehitystyö palvelee myös siviili-ilmailua. Se on kehittänyt tutkakuvan siirtojärjestelmä välille Helsingin lentoasema—Etelä-Suomen lennonjohtokeskus ja digitaalisen näyttöjärjestelmän Helsingin lentoasemalle.

Edellämainittujen projektien lisäksi on tutkimuslaitos kehittänyt

eri aselajien käyttöön elektronisia laitteita ja järjestelmiä kuten erilaisia ilmaisimia, kauko-ohjauslaitteita, sytyttimiä, radiomajakoita jne.

Kehittämistehtävien ohella tärkeän osan laitoksen toiminnasta muodostaa mittaus- ja koestustoiminta, jossa erityinen paino tällä hetkellä on elektroniikkakomponenttien standardisointi- ja spesifiointityössä.

4.3. Muut yksiköt

Edellä mainittujen, tutkimuslaitoksiksi nimettyjen yksikköjen lisäksi on eräitä laitoksia, jotka tekevät oman alansa toimintaan liittyen myös teknillistä kehittämistyötä.

Koeampumalaitos, jonka esikunta on Helsingissä ja koeampuma-asetat Niinisalossa ja Katajaluodossa, suorittaa aseiden ja ampumatarvikkeiden kehitystyön vaatimat koeammunnat. Toiminnasta noin puolet on kehittämistyötä. Loppuosa kapasiteetista sitoutuu pääasiassa ampumatarvikkeiden hankintoihin liittyviin ulko- ja sisäballistisiin vastaanottoammuntoihin.

Koeampumatoiminnan ballistiset laskut suoritetaan tietokoneella. Ajankohtainen kehittämisprojekti on puolustusvoimien keskustietokoneen hyväksikäyttömahdollisuuksien nopeuttaminen etäiskäytön avulla. Pyrkimyksenä on säästää työtä ja koeampumasarjoissa tarvittavia laukauksia.

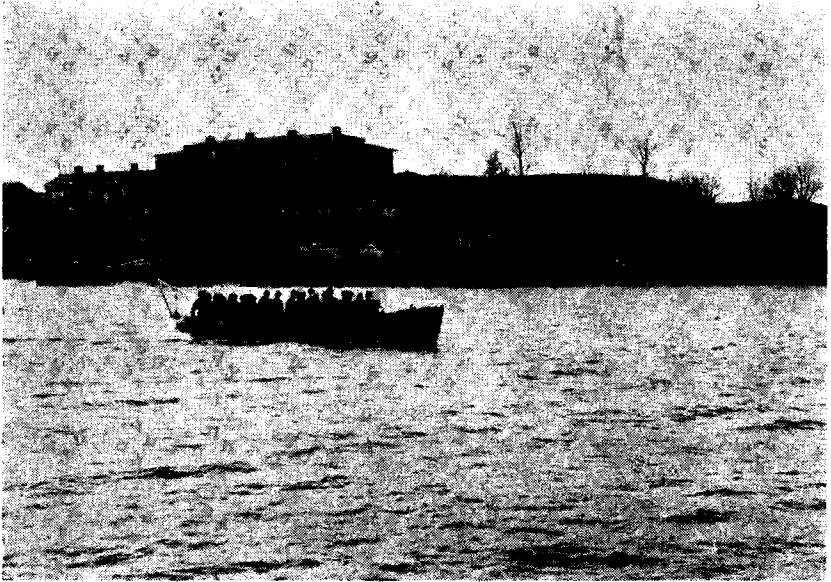
Merivoimien sotavarustuksen kehittäminen tapahtuu Merivoimien esikunnan johtamana. Kehitystyöhön liittyvä kokeilutoiminta suoritetaan laivastoasemilla.

Optinen laitos on optisen tiedustelu- ja mittauskaluston keskuskorjaamo. Laitoksessa suoritetaan lisäksi alan kirjallisuustutkimusta ja resurssien puitteissa alan kehittämistoimintaa yhteistyössä mm. korkeakoulujen asiantuntijoiden kanssa. Tutkimuskohteista ovat opto-elektroniset sovellutukset ajankohtaisia.

Suojelupäällikön alainen Tikkakoskella sijaitseva Keskussäätöasema on palvelulaitos, joka osallistuu myös sääalan tekniseen kehittämistyöhön yhteistyössä Helsingin yliopiston ja Ilmatieteen laitoksen asiantuntijoiden kanssa.

Puolustusvoimien kuvakeskus on myöskin päätehtävältään palvelulaitos. Se suorittaa kuitenkin mahdollisuuksiensa mukaan tiedustelukuvaustekniikkaan ja kuvien tulkintaan, erityisesti naamiointin paljastuvuuteen liittyviä perus- ja sovellutustutkimuksia. Alan tutkimus- ja kehittämistyö on tärkeää, sillä sitä ei Suomessa tehdä muualla. Tutkimustulosten salaisen luonteen johdosta on ulkomaisia lähteitä saatavissa kovin niukasti.

Topografikunta huolehtii puolustusvoimien kartta- ja ilma-



Kuva 14: Kemian laboratorio Harakassa.

kuvapalvelusta. Käytössä olevat kartoitus- ja kartanvalmistusmenetelmät ovat saavuttaneet varsin korkean tason. Niiden kehittäminen rajoittuu lähinnä tiettyihin väline- ja materiaaliikohteisiin.

Topografikunnan nykyisistä tutkimus- ja kokeilukohteista voidaan mainita sotilaskarttojen ja merikarttojen luotettavuuden ja informaatiomäärän lisääminen, ns "fiktiivisten" karttojen valmistaminen ja kartanpainatuskokeilujen suorittaminen eri painolaitoksissa kriisin ajan valmiuden parantamiseksi.

Väärävärikuvauksen varsinainen tutkimus- ja kokeiluvaihe on pääpiirtein suoritettu. Väärävärikuvien hyväksikäyttö eri tarkoituksiin on jatkuvasti kasvamassa.

Ilmakuva-aineiston erittäin voimakkaan määrällisen kasvun takia on aloitettu tutkimustyö ilmakuviin atk-pohjaisen rekisterijärjestelmän kehittämiseksi päämääränä ilmakuva-aineiston käytön tehostaminen.

Kokonaan uusi kartoitusratkaisu on niinsanottu kaukokartoitus, jossa käytetään hyväksi satelliiteista otettuja kuvia. Uuden menetelmän tarjoamia mahdollisuuksia tutkitaan maanmittaushallituksessa.

Maavoimien sulutusmateriaalin kehittämiseen liittyvät kokeilut ta-
pahtuvat Pioneerivarikon kokeiluosastossa. Myös eräät muut
varikot ja korjaamot osallistuvat kehittämistehtäviin ja koekappalei-
den valmistamiseen.

Sotakorkeakoulun teknillisen osaston opettajakunta osallistu-
tuu tutkimustoimintaan mm seuraamalla ulkomaisia julkaisuja. Par-
haillaan on käynnistymässä lähinnä SKK:n opettajavoimin erillistyönä
teknillistä kehitystä 1980-luvulla koskevan ennusteen laatiminen. Tek-
nillisen opintosuunnan oppilailta opinnäytteinä vaadittavien diplomitöi-
den aiheet määritetään tutkimustarpeiden mukaisiksi.

Puolustusministeriön hallinnonalan teollisuuslaitokset Lapuan pat-
ruunatehdas, Vammaskosken tehdas ja Valtion pukutehdas ovat tek-
nillisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan suorittajina samassa asemas-
sa kuin muutkin teollisuuslaitokset.

5. KUSTANNUKSET

Puolustusvoimien tutkimus- ja kehittämistoiminnan kokonaismenot
v 1973 olivat Tilastokeskuksen antamien ohjeiden mukaan tehdyin
selvityksen perusteella seuraavasti:

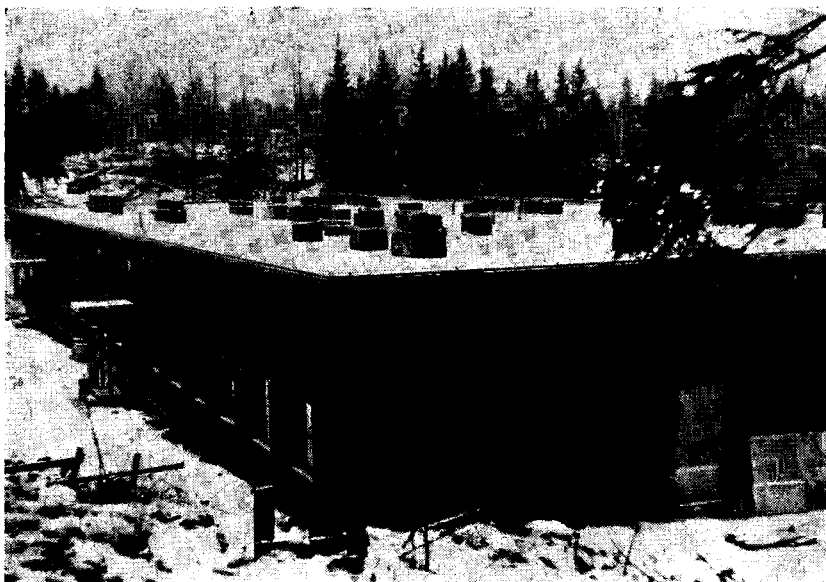
Tutkimushenkilökunnan palkkaus ja sosiaalimenot	9,7 Mmk
Muut käyttömenot	3,9 Mmk
Käyttömenot yhteensä	13,6 Mmk
Rakennusinvestoinnit	1,8 Mmk
Muut investoinnit	0,4 »
Käyttömenot ja investoinnit yhteensä	15,3 Mmk

Ylläolevista kustannuksista oli matemaattis-luonnontieteellisen sekä
teknillisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan kustannuksia valtaosa,
noin 80 %.

Kustannukset eivät ole suoraan vertailukelpoisia eräisiin julkisuu-
dessa esitettyihin, muiden alojen tutkimustoimintaa koskeviin lukui-
hin, koska tässä yhteydessä usein jätetään huomioon ottamatta
organisaatioon kuuluvien tutkijoiden palkkauksen osuus kustannuk-
sista ja rakennusinvestoinnit.

Teknilliseen tutkimus- ja kehittämistoimintaan osoitettujen perus-
hankintamäärärahoja, jotka sisältyvät edellä mainittuihin lukuihin,
käytetään kehittämisprojektien rahoitukseen.

Vuoden 1974 tulo- ja menoarviossa myönnettiin vuosille 1974—78
perushankintavaroja yhteensä 16,5 Mmk tilausoikeutena »suun-
nitelmallisen kehittämis- ja kokeilutoiminnan suorittamiseksi mm



Kuva 15: Ruuti- ja räjähdysainelaboratorio Ylöjärven Lakialassa.

perushankintojen kotimaisuusasteen lisäämiseksi, jotta hankinnoilla voitaisiin tarvittaessa turvata yritysten työllisyyttä". Tilausoikeus antaa tutkimus- ja kehittämisohjelmalle puitteet ja mahdollistaa toiminnan tehostamisen ja aloitettujen projektien pitkäjänteisemmän rahoituksen sekä useampivuotisten tutkimussopimusten teon.

Perushankintavarojen käyttö teknilliseen tutkimus- ja kehittämis-toimintaan 1970-luvulla muodostuu seuraavaksi (Mmk):

-70	-71	-72	-73	-74	-75	-76	-77	-78	-79
1.6	1.4	1.5	1.4	3.0	3.0	3.0	3.5	4.0	4.5
Käytetty					Myönnetty			Arvio	

Myös eräiden muiden tulo- ja menoarviossa olevien menokohtien määrärahoja käytetään hankintoihin liittyen kehittämisprojektien rahoituksena.

6. PAINOPISTEALUEET

6.1. Työnjako puolustusvoimat—siviilit

Kuten johdannossa todettiin, pyritään tutkimus- ja kehittämistyöhön käytettävissä olevien resurssien optimointiin ostamalla tutkimus- ja kehittämisspalveluja siviililaitoksista aina silloin kun se on mahdollista ja taloudellisesti kannattavaa. Puolustusvoimien tutkimusyksiköt keskittyvät sotilaallisesti tärkeimpiin tavoitteisiin ja sovellutuksiin.

Aikaisemmin mainittu "Rissasen toimikunta" suoritti tutkimusalojen tärkeysarvostelun. Sotilaallisesti tärkeiksi tutkimus- ja kokeilualoiksi, jotka osaksi tai kokonaan on hoidettava puolustusvoimissa, katsottiin

- ruuti- ja räjähdysainetutkimukset,
- suojelualan tutkimukset,
- viesti- ja sähköteknillisen alan tutkimukset,
- valokuvaus- ja optisen alan tutkimukset,
- aineenkoetus ja fysikaaliset mittaukset
- aseisiin ja muihin taisteluvälineisiin sekä laitteisiin käytettävien rasvojen ja öljyjen tutkimukset,
- matematiikka, etenkin operaatioanalyysi sekä
- meteorologia sotilaallisten sovellutusten kohdalla.

Sotilaallisesti vähemmän tärkeiksi tutkimusaloiksi, joiden tutkimukset tulisi suorittaa puolustusvoimien ulkopuolella, katsottiin

- yleiset poltto- ja voiteluainetutkimukset,
- elintarviketutkimukset,
- vesitutkimukset,
- rehututkimukset,
- pesuainealan tutkimukset (pl suojelualan pesuaineet),
- vaatetusalan tutkimukset sekä
- muovi- ja kumialan tutkimukset lukuunottamatta käyttö- ja soveltuvuuskokeiluita.

Toimikunnan esittämä tärkeysluokittelu on antanut perusteita puolustusvoimien tutkimusyksikköjen kehittämiseen. Se pätee pääpiirtein vieläkin, joskin tutkimusalat ovat laajentuneet ja uusia tärkeitä aloja on tullut esiin.

Henkilöstöresurssien vähäisyydestä johtuen on esimerkiksi viesti- ja sähköteknillisen alan tutkimus- ja kehittämistöitä suunnattu huomattavassa määrin Valtion teknilliselle tutkimuskeskukselle sekä hankintoihin liittyen teollisuuslaitoksille.

Toisaalta puolustusvoimat osallistuvat sotilaallisesti vähemmän tärkeiksi katsotuilla tutkimusaloilla melko suurellakin panoksella kehittämistyöhön. Esimerkiksi vaatetusalan kehittämis- ja kokeilutoiminta on ollut jatkuvasti käynnissä.

6.2. Eri materiaalialojen keskeisiä tutkimus- ja kehittämiskohteita

Materiaalialojen tutkimuskohteiden esittely jäljempänä ei yksityiskohtaisuudessaan ole tasapainoinen. Tämä johtuu alojen erilaisesta laajuudesta ja salattavuusnäkökohtien huomioon ottamisesta.

6.2.1. Ase- ja ampumatarviketeknillinen ala

Puolustusvoimien perimmäisen tehtävän kannalta ala on tärkein. Sen sotavarustukseen kuuluu paljon nimikkeitä ja eräiden nimikkeiden lukumäärä on suhteellisen suuri. Kun otetaan huomioon vielä koulutukseen tarvittava materiaali, muodostuu ala merkittäväksi kustannustekijäksi.

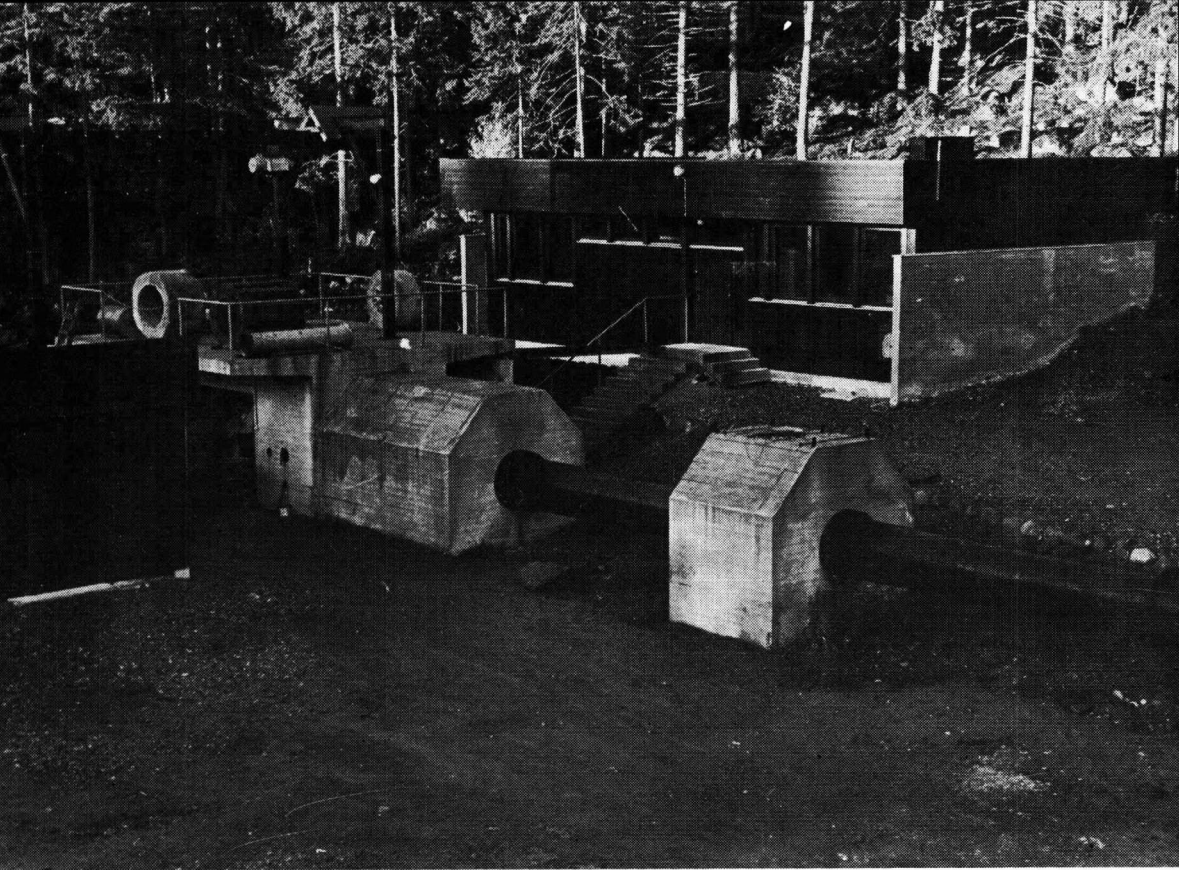
Ylläolevasta johtuen on alalla käynnissä useita tutkimus- ja kehittämistöitä, jotka pyrkivät olemassa olevan aseistuksen tehokkuuden lisäämiseen parantamalla joitain sen osia, sen käyttämiä ampumatarvikkeita tai lisäämällä aseistuksen kulutus- ja varastointikestävyyttä.

Sotataloudellisten näkökohtien perusteella pyritään nimenomaan massa-artikkelien kotimaisuusastetta nostamaan ja yksikkökustannuksia pienentämään. Tähän tähtääviä tutkimuksia ovat raaka-aineisiin ja valmistusmenetelmiin liittyvät tutkimukset. Työ tapahtuu yhteistoiminnassa teollisuuslaitosten kanssa.

Koulutuksessa käytettävien kranaatinheittimistön ampumatarvikkeiden korvaamiseksi halvemmilla on käynnissä kehitystyö. Samoin on kehitteillä "hylsynkerääjä". Edellämainitut projektit näyttävät vähäpätöisiltä, mutta ne on tuotu esimerkkeinä esille sen vuoksi, että tuloksista syntyvä säästö voi olla suuruusluokaltaan miljoonia markkoja vuodessa.

Erityisolosuhteemme, joista erikseen on mainittava määrärahojen vähäisyys asetettuihin tavoitteisiin verrattuna, ovat pakottaneet ratkaisuihin, joissa kotimaisten tuotantomahdollisuuksien ulkopuolella olevien kalliiden asejärjestelmien osakokonaisuuksia hankitaan ulkomailta ja niitä modifioimalla kehitetään vaatimuksemme täyttävä asejärjestelmä.

Tällainen kehitystyö on osoittautunut taloudelliseksi. Sillä on lujitettu merkittävästi mm rannikkopuolustustamme. Kehitystyö tällä alalla jatkuu.



Kuva 16: Painekoeasema Upinniemessä.

6.2.2. Ajoneuvo- ja kuljetusvälineteknillinen ala

Tällä hetkellä laiva-alalla on käynnissä heräteraivaajien hankinta töihin liittyen teollisuudelta ja tutkimuslaitoksilta. Omaa henkilöstöä onkin ainoastaan sen verran kuin vaatimusten asettaminen, sopimusneuvottelut ja kokeilutoiminta vaativat. Kokeilutoiminta tapahtuu teollisuuslaitosten ja puolustusvoimien yhteistyönä. Vaatimukset asetetaan mahdollisuuksien mukaan sellaisiksi, että niitä voidaan toteuttaa myös siviilituotantoon menevissä valmisteissa.

Suomen Autoteollisuuden suunnittelema keskiraskas maastokuorma-auto Sisu A-45 on jatkuvan kehittämisen kohteena. Auton kotimaisuusastetta lisätään sijoittamalla seuraaviin sarjoihin Valmet Oy:n uusi 6-sylinterinen kuorma-auton moottori.

Raskaan tykkikaluston vetäjien vertailu on myös pitkäaikainen

kokeiluprojekti. Vertailuja on suoritettu ulkomaisten raskaiden maastokuorma-autojen ja hydraulisilla nestemootoreilla varustettujen keskiraskaiden Sisu-maastokuorma-autojen kesken.

Traktoreiden maastoliikkuvuus on pysyvästi tarkkailun kohteena. On kehitetty mm vetävää traktorin perävaunua, painonsiirtolaitetta, jolla paino voidaan siirtää vetäville pyörille, ja traktoriin soveltuvaa auraa.

Maastossa tapahtuviin aurauksiin soveltuvan kaluston kehittäminen ja kokeilu ovat keskeisiä tämänhetkisistä projekteista.

Lumikelkkujen soveltuvuutta vetotehtäviin on kokeiltu ja perärekiä kehitetty. Hyviä kokemuksia on saatu Valmet Terri 30:stä, jonka prototyypin puolustusvoimat osittain rahoitti.

Nykyisin maastamme yleisesti saatavat moottoripyörät eivät sovellu sotilaskäyttöön. Sen vuoksi tutkitaan ja kokeillaan erityisesti sotilasmaastokäyttöön rakennettuja moottoripyöriä. Kokeiluissa on ollut mukana kaksi ruotsalaista ja yksi suomalainen moottoripyörätyyppi.

Liikuntavälinepuolen tutkimuskohteista mainittakoon liimaamalla valmistettujen suksien varastointikestävyyden tutkimus.

6.2.3. Pioneeritekniikka

Pioneerialan sotavarustukseen kuuluvat työkalut ja -koneet, naamiointi- ja sulatusvälineet sekä vesistökalustot.

Toiminnan painopiste on sulatusmateriaalin kehittämisessä. Eri tarkoituksiin soveltuvat miinat ovat suhteellisen halpoja ja kotimaassa valmistettavissa olevia massa-artikkeleita.

Kehitystyön tuloksena on saatu valmiiksi sissitoimintaan soveltuva, tähysmiinana laukaistava kylkimiina, joka soveltuu käytettäväksi panssaroituja miehistönkuljetusajoneuvoja vastaan. Miinan teho perustuu suunnattuun räjähdysvaikutukseen.

Linnoitteiden tyyppikehittelyssä on käytetty hyväksi rakennusteollisuudesta saatavia valmiita elementtejä. Puulaatta-, betonilaatta- ja betonirengaskorsut voidaan katsoa tyyppeinä valmiiksi.

Tärkeä naamiointikysymys on ollut jatkuvasti tutkimusten kohteena. Kotimaisen naamioverkon sarjatuotanto on alkanut.

Vesistökalustojen kehittäminen on kohdistunut syöksyveneeseen. Koe-erä uppoamattomia lasikuituvahvisteisia muoviveneitä on tilattu. Valmet Oy:n 40 hv perämoottorin kehittämiseen on osallistuttu siinä määrin, että moottori soveltuu eräin lisälaittein varustettuna myös syöksyveneen moottoriksi.

6.2.4. Viesti- ja sähköteknillinen ala

Yleinen tekninen kehitys elektroniikka-alalla on nykyisin nopeaa. Sähköiset laitteistot ase-, tulenjohto- ja valvontajärjestelmissä sekä yksittäisissä aseissakin lisääntyvät jatkuvasti. Tämä on johtanut siihen, että yhä enemmän kapasiteettia on sidottava sähköteknillisen alan tutkimus- ja kehittämistoimintaan. Vaatimus, että kykenemme ainakin tyydyttävään jokahetkiseen alueemme valvontaan, edellyttää myös käytettävien välineiden ja menetelmien sekä valvonnan häirintälaitteiden kehityksen jatkuvaa seuraamista.

Viestikaluston omatoimiseen kehitystyöhön ovat puolustusvoimien mahdollisuudet rajoitetut. Kehitystyö ostetaan hankintoihin liittyen teollisuudelta tai sopimuksilla VTT:ltä. Omaa kapasiteettia käytetään kuitenkin esim. elektronisen puolustuksen tarvitsemien välineiden tutkimiseen ja kehittämiseen. Ala on tärkeä, sillä yleisimmäksi viestivälineeksi muodostuneen radion myötä kuuntelutiedustelun ja häirintän mahdollisuuksia on voimakkaasti kehitetty ulkomailla.

6.2.5. Suojelu- ja sääteteknillinen ala

Suojelualan keskeisiä projekteja ovat olleet suojanaamarin m/61:n modifiointi ja säteilynvalvontamittarin kehittäminen. Suojelualaan liittyvien tutkimusten suoritusta on käsitelty aikaisemmin Puolustusvoimien tutkimuskeskuksen tehtävien yhteydessä.

Suojelupäällikön alaisella sääteteknisellä alalla on äskettäin saatu valmiiksi kriisiajan sääpalvelun järjestelyjä koskeva selvitys. Selvitystyö on tehty Helsingin yliopiston ja Ilmatieteen laitoksen asiantuntijoiden johdolla. Työtä on tarkoitus jatkaa ballistisen sääpalvelun kehittämisellä.

Puolustusvoimat ovat osallistuneet myös valvontaseismologian kehitystyöhön.

6.2.6. Ilmavoimien teknillinen ala

Ilmavoimien lentokaluston ja nimenomaan taistelukoneiden kehittämiseen eivät resurssit meillä riitä. Jo yksinkertaisen alkeiskoulukoneen kehitystyö on mittasuhteiltaan niin suuri, että sen aloittaminen kotimaassa oli mahdollista vain eduskunnan erikseen kehitystyöhön myöntämän useampivuotisen rahoituksen avulla. Alkeiskoulukoneen (Leko-70) prototyypin rakentaminen rahoitettiin osin puolustusministeriön, osin kauppa- ja teollisuusministeriön hallinnonalan varoin.

Lentokalustoomme kuuluu sekä idästä että lännestä ostettuja tai

lisenssillä kotimaassa valmistettuja lentokoneita. Pyrkimyksenä on löytää aseistuksen, lentovarustuksen, maaorganisaation huoltolaitteistojen jne mahdollisimman suuri soveltuvuus eri konetyypeille.

Vanhentuneina poistettavien konetyyppien käyttökelpoiset varusteet pyritään käyttämään hyväksi uusissa konetyypeissä. Edellä mainitusta aiheutuu jatkuvat kokeilujen ja selvittelyjen tarve. Tämän tyyppisistä tehtävistä voidaan esimerkkinä mainita eri normien perusteella määritettyjen nesteiden, rasvojen ja öljyjen vaihtokelpoisuuden tutkiminen ja kokeilu.

Fouga-Magister -suihkumoottoriharjoituskone joudutaan poistamaan käytöstä ennen pitkää. Uuden korvaavan harjoituskoneen valinta muodostaa laajan teknisen selvittely- ja vertailutehtävän. Pyrkimyksenä on löytää ratkaisu, jossa kotimaassa lisenssillä tapahtuvan valmistuksen osuus on mahdollisimman suuri.

6.3.7. Merivoimien teknillinen ala

Tällä hetkellä laiv-alalla on käynnissä heräteraivaajien hankinta ja rannikkotyökistön yhteysalusten uusinta.

Uudet heräteraivaajat täyttävät tehtävänsä vain mikäli niillä on käytettävissään nykyaikaisten merimiinojen raivaukseen soveltuva raivauskalusto. Ulkomailta mahdollisesti ostettavissa olevat kalustot ovat raskaita sekä keveille raivaajillemme ja kapeikkoisille vesillemme soveltumattomia. Keskeisiä kehityskohteita on siitä syystä magneettisilla tai akustisilla herätteillä toimivien miinojen raivaukseen soveltuvien raivaimien kehittäminen.

Alustemme pienestä lukumäärästä ja käyttöperiaatteista johtuen tulisi myös keveillä aluksilla olla ilmatorjuntakykyä. Soveltuvaa kevyttä, riittävän tehokasta ilmatorjunta-asejärjestelmää ei ole ostettavissa eikä täydellisen asejärjestelmän kehittäminen kotimaisin resurssein ole mahdollista. Ratkaisu pyritään löytämään modifioimalla sopivin käytössämme oleva ilmatorjunta-ase tähän tarkoitukseen.

LOPUKSI

Teknillisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan suoritusmahdollisuudet ovat vuoden 1974 tulo- ja menoarviossa vuosille 1974—78 myönnetyin määrärahan ansiosta varmentuneet ja parantuneet.

Puolustushaarojen, aselajien ja eri materiaalialojen tekemät perustellut kehittämisaloitteet vaativat kuitenkin tuntuvasti suuremman

määrärahan. Monet esitykset edellyttävät henkilöstön palkkaamista kehitystehtäviä varten. Määrärahan lisäksi rajoittavat palkan suuruutta koskevat määräykset pätevän projektihenkilöstön työhön ottoa. Teknillisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan lisäämiseen ja tehostamiseen puolustusvoimien omissa laitoksissa ei näin ollen lähinnä henkilöstötilanteesta johtuen ole sanottavia mahdollisuuksia.

Teknillisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan ensiarvoista merkitystä sotavarustuksen tehon sekä sen hankintojen ja käytön taloudellisuuden lisääjänä ei voida millään taholla kiistää.

Tutkimus- ja kehittämistoiminnan saamaa suhteellista arvostusta kuvaa se, että vuonna 1971 Ruotsissa käytettiin 7,7 % maanpuolustuksen kokonaismenoista tutkimus- ja kehittämistoimintaan.¹⁾ Meillä vastaava osuus tuolloin oli 1,3 %. Puolustustutkimuksen osuus budjettikautena 1972/73 Ruotsissa oli 25 % tutkimus- ja kehittämistoiminnan kokonaismenoista.²⁾ Suomessa vastaava prosenttiluku oli v 1973 vajaa 3 %.³⁾ Sekä Ruotsissa että meillä on puolustustutkimuksesta suurin osa teknillistä tutkimus- ja kehittämistoimintaa.

Puolustustutkimuksen suhteellinen suuruus Ruotsissa selitty osin sillä, että huomattava osa kustannuksista aiheutuu voimakkaan ase-teollisuuden harjoittamasta prototyypin kehittelystä.

Pitkälle menevien johtopäätösten tekeminen edellä mainittujen tarve-esitysten ja tilastolukujen perusteella ei ole tässä yhteydessä paikallaan. Voitaneen kuitenkin todeta, että teknillisen tutkimus- ja kehittämistoiminnan resursseja ei meillä voi pitää ainakaan suurina. Myöskään maamme teollisuudelle eivät puolustusvoimien tutkimus- ja kehittämistyötilaukset muodostu taloudellisesti merkittäviksi.

1) Laskettu SIPRI yearbook 1973:n tietojen perusteella.

2) Svensk försvarsforskning i går och i dag. FOA tidningar; Nummer 1, April 1974.

3) Suomen tiedepolitiikan suuntaviivat 1970-luvulla, taul. 1 sivu 23. Valtion tiede-neuvosto 1973; kirjoituksen luku 5 tiedot.