

Tähän mennessä on jo saatu runsaasti kokemuksia USA:n viranomaisten ja teollisuuden toimintatavoista ja filosofiasta. USA:n viranomaisilla on suurvallan laajuudesta johtuen väkisinkin tavattoman laaja ja byrokraattinen organisaatio ja kaavamaiset asioiden käsittelemennettelyt, joista johtuen päätöksenteko kestää kauan ja asioihin vaikuttaminen on tavattoman vaikeaa etenkin silloin, jos halutaan poiketa vakiomenettelyistä. Tätä taustaa vasten Suomen erittäin ohuet ja joustavat organisaatiot ja menettelytavat ovat osoittautuneet todella käyttökelpoisiksi ja tehokkaiksi.

Vaikka hanke on ilmavoimien kannalta ajatellen voimavaroihin nähden tavattoman suuri ponnistus, se on onnistuttu viemään läpi täsmälleen alun perin asetetussa aikataulussa ja alkuperäisten tavoitteiden mukaisesti. Sen lisäksi, että hanke on antanut voimakkaan signaalin Suomen halusta säilyttää uskottava puolustuskyky myös taloudellisesti vaikeana aikana, on se kaikilta osiltaan ollut omiaan levittämään positiivista Suomi-tietämystä ja tosiasioihin perustuvaa kuvaa suomalaisen henkilöstön ja koulutuksen korkeasta laadusta sekä organisaatioidemme tarkoituksenmukaisuudesta niin USA:ssa kuin muissakin Hornet-käyttäjämaissa.

SOTA-ALUSTEKNIIKAN KEHITYSSUUNNISTA

Insinöörikommodori Alpo Tuurnala
Merivoimien yli-insinööri

Johdanto

Sota-alus määritellään usein merellä liikkuvaksi integroiduksi asejärjestelmäksi, jolla operatiivisten tehtäviensä lisäksi on yleensä myös itsepuolustuskyky.

Sota-alusten kirjo on laaja alkaen jättimäisistä lentotukialuksista ja päätyn vaikkapa minisukellusveneeseen. Alusten tekninen kehitys on vuorovaikutuksessa niiden kantamien tai niitä uhkaavien asejärjestelmien kehityksen kanssa. Näin laajan aihepiirin kattava käsittely on lyhyessä artikkelissa mahdotonta, joten keskityn pääasiassa laivatekniikkaan ja senkin osalta ehkä yleisesti kiinnostavimpiin aiheisiin.

On heti myös todettava, että kehitystavoitteet suurvaltojen valtamerialavastoissa ja toisaalta suppeiden merialueiden (mm Itämeri) alueellisissa merivoimissa poikkeavat monilta osin toisistaan. Näitä molempia pyrin hahmottamaan, samoin pinta-alusten ohella myös sukellusveneidä kehitystrendejä, kuitenkin suomalaista näkökulmaa painottaen.

Poliittisten muutosten vaikutus kehitystavoitteisiin

Neuvostoliiton hajoaminen ja siihen liittyvä blokkijaon purkautuminen aseriisuntasopimuksineen on selvästi korostanut valtamerillä partioivien **ydinsukellusveneidä** merkitystä ydinpelotteen kantajina. Niiden havaitseminen ja tuhoaminen on nykytekniikallakin erittäin vaikeaa, joten on syytä uskoa, että näiden alusten ylläpito ja kehittäminen ainakin supistetussa laajuudessa jatkuu myös tulevaisuudessa.

Toisaalta NATO ja erityisesti Yhdysvallat on asettanut tavoitteekseen kyvyn puuttua paikallisiin kriiseihin nopeasti ja missä tahansa maapallolla. Tämä on synnyttänyt tarpeen kehittää **nopeaa ja teho-**

kasta merikuljetuspotentiaalia sekä joukkojen että asemateriaalin siirtämiseksi.

NATOn merivoimien käyttöajatus perustui aikaisemmin valtameriympäristössä operoiviin voimakkaisiin taisteluosastoihin, joiden ytiminä olivat lentotukialukset. Näitä ympäröi tiukasti valvottu suoja-vyöhyke, jossa partioivat sukellusveneet ja saattoalukset helikoptereineen ja valvontajärjestelmineen. Suoja-alue ulottui pinnan alla ja yläpuolella kymmenien tai satojen kilometrien etäisyydelle. Operointi suppeilla merialueilla ja rannikon tuntumassa pakottaa kuitenkin hakemaan uusia operatiivisia ja teknisiä ratkaisuja. Tämä on näkynyt (Persianlahden sodan turhauttavien kokemusten jälkeen) mm Yhdysvaltain voimakkaana satsauksena **miinantorjuntaan** sekä **rannikko-olosuhteisiin soveltuvien vedenalaisten ja -päällisten tiedustelujen ja valvontatekniikoiden** kehittämiseen. Myös itse **maihinnousussa käytettävän kaluston** edelleenkehittämistarvetta korostetaan keskeisinä tavoitteina nopeus, amfibiokyky sekä tulituki.

Rajoitettujen merialueiden paikalliset merivoimat

Tyypillinen esimerkki rajoitetusta merialueesta on Itämeri, jonka piirissä tapahtuva kehitys on väistämättä otettava huomioon myös Suomen meripuolustuksen kehitystavoitteita asetettaessa.

Toisen maailmansodan jälkeen vallitsevana pyrkimyksenä on ollut yhä kevyempien, paikallisiin oloihin soveltuvien alustyyppien kehittäminen. Maatukikohtien läheisyys tekee lentotukialukset tarpeettomiksi eikä alue mitta- ja syvyysuhteiltaan ole ydinsukellusveneidien toiminta-alueita. Raskaimpia Itämerelle suunniteltuja alustyypejä olivat ensisen Varsovan-liiton kookkaat joukkojensiirtoalukset sekä niitä suojaavat hävittäjät ja fregatit. Näillä alustyypeillä oli operatiivisia toiminta-alueita myös Itämeren ulkopolella.

Tämä sama pätee myös Itämeren NATO-maiden (Saksa, Tanska) hävittäjä- ja fregatti-luokan aluksiin.

Kun raskas laivatykistö on väistynyt ohjusten tieltä ja asejärjestelmät muutenkin keventyneet, ovat modernien Itämeren laivastojen suurimpia taistelualustyypejä korvetti-luokan alukset ja eräissä valtioissa (Ruotsi, Suomi) avomerikelpoiset miinalaivat.

Myös Itämerellä käytettävät sukellusveneet on kooltaan ja ominaisuuksiltaan optimoitu paikallisiin olosuhteisiin.

Toiminta-alueena ja uhkaympäristönä Itämeri on sekä pinta-aluksille että sukellusveneille poikkeuksellisen vaativa. Suhteellisen pienestä aluskoosta huolimatta ja osittain juuri siitä johtuen niihin joudataan tästä syystä soveltamaan laajassa mitassa alan huipputekniikkaa. Tähän liittyviä mielenkiintoisimpia piirteitä pyrin tarkastelemaan jatkossa.

Uusia alusratkaisuja

Sotalaivanrakennus on viimeisinä vuosina saanut yhä voimakkaammin lisäväriä ns **epäkonventionaalisista alusratkaisuista**. Seuraavassa valotan lyhyesti myös syitä näiden alusratkaisujen saamaan huomioon.

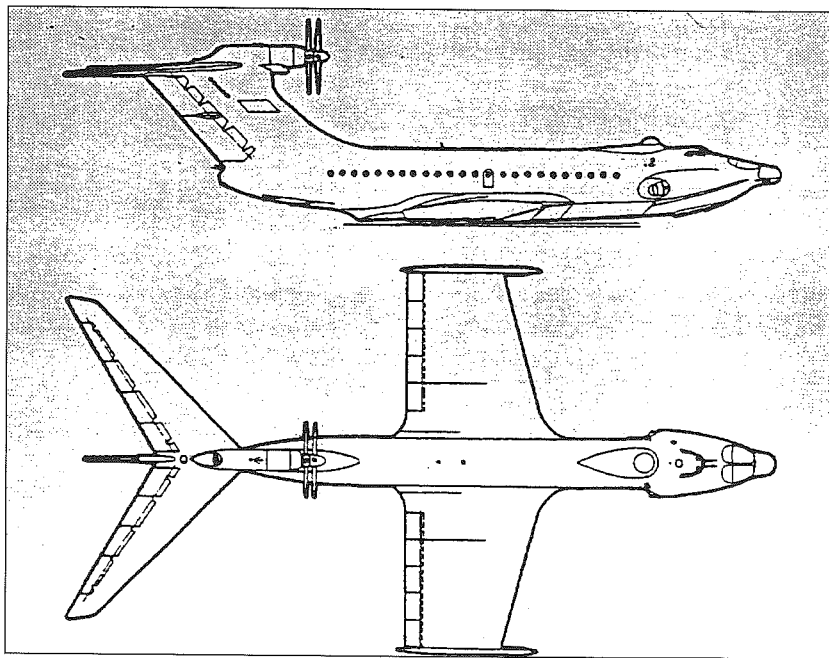
SWATH- (Small Water Plane Twinhull) alukset

Alustyyppi on yleensä kaksirunkoinen. Perusajatuksena on muotoilla molempien »ponttoonien» vesiraja niin kapeaksi kuin suinkin ja siirtää alusta kantavaa uppoumaa syvemmälle. Aallokon vaikutus alukseen saadaan näin pienenemään ja lopputuloksena on kokoonsa nähden poikkeuksellisen stabiili alusratkaisu. Koska alukselle samalla on tyypillistä erittäin laaja kansipinta-ala, on sitä jo pitkään tutkittu sekä helikopteri- että muun lentotoiminnan hinnaltaan edullisena tuki-alusratkaisuna nykyisten huippukalliiden lentotukialusten sijaan.

WIG- (Wing in Groundeffect) alukset

Pintavaikutussiipi tai -alus, josta Venäjällä on käytetty myös nimitystä ekranoplane, perustuu lähellä pintaa lentävän siipiprofiilin poikkeukselliseen kantokykyyn. Ajatus on sama kuin suomalaisen T. Kaarion patosiipikokeiluissa 30-luvulla.

Pintavaikutusaluksella saavutetaan tavanomaisia pinta-aluksia olennaisesti suurempi nopeus, mutta toisaalta lentokoneita parempi kuljetuskyky ja polttoainetalous.



Venäläinen Eglez-luokan Wig-alus. Pituus 58 m, kuormankantokyky 20 t, nopeus 400 km/h.

Erittäin nopeat suurtenkin joukkojen siirrot näyttävät tällä tekniikalla mahdollisilta ja onkin ymmärrettävää, että tämän aluksen tutkimus on keskittynyt suurvaltoihin (ent. Neuvostoliitto, USA, Kiina, Japani). Pisimmällä käytännön toteutuksessa on Venäjä, joka Neuvostoliiton aikana rakensi aikanaan salaisina projekteina useita suuri-kokoisia pintavaikutusaluksia. Tällä hetkellä USA:lla ja Venäjällä lienee käynnissä yhteisiä kehityshankkeita.

SES- (Surface Effect Ship) alukset

Aluksesta käytetään myös suomenkielistä nimitystä sivuvalli-ilmautynyalus.

Tämä alusratkaisu on viime vuosina nopeimmin levinnyt uusi alusratkaisu ja on sekä siviili- että sotilaskäytössä. Alus on periaatteessa



Norjalainen SES-tyyppinen miinantorjunta-alus.

ilmatyynyalus, jolla on joustavat kumihelmat vain keulassa ja perässä. Sivuilla ne on korvattu kiinteillä sivurungoilla. Alus ei ole amfibiokykyinen (ei esimerkiksi kykene operoimaan jäällä), mutta sillä on muita erityisasetu: saavutetaan suuria nopeuksia (tyypillisesti 40–60 solmua), voidaan käyttää tavanomaista vesipropulsiota ja ohjailu mui-
tutta tavanomaisia aluksia.

Sotilaskäytössä alus on mm nopeana miinantorjunta-aluksena (Norja), ohjuskorvettina (Venäjä) ja vartioaluksina. Lukuisia uusia projekteja on kehitteillä tämän alusratkaisun ympärillä.

ACV- (Air Cushion Vehicle) alukset

Nimityksellä tarkoitetaan »puhdasta», amfibiokykyistä ilmatyyny-
alusta, jossa joustavat kumihelmat ympäröivät joka puolelta aluksen
alle puhallettavaa ylipaineista ilmatyynyä.

Ilmatyynyalusten sotilaallisesta tulemisesta on puhuttu pitkään. Sovellukset ovat kuitenkin toistaiseksi rajoittuneet pääasiassa maihinnousualuksiin, joita sekä USA:ssa että Venäjällä on rakennettu yhteensä yli sata. Tässä roolissa ilmatyynyalukset ovat myös osoittaneet tehokkuutensa eräissä viimeaikojen kriisipesäkkeissä. Nopeuden lisäksi merkittävänä piirteenä on mainittava ilmatyynyalusten pitkälle menevä tunteettomuus merimiinoille sekä niiden poikkeuksellisen alhainen vedenalainen melutaso. Suomen matalat ja rikkonaiset merialueet kelirikko- ja talvikausineen näyttäisivät monessa suhteessa suosivan ilmatyynyalusta.

HF- (Hydfofoil) alukset

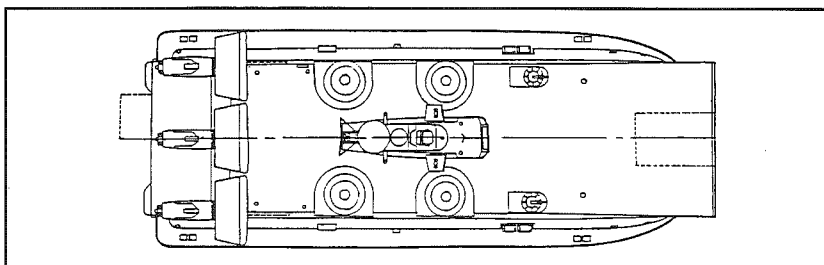
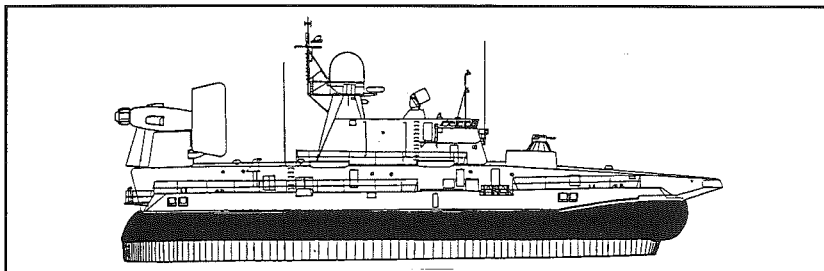
Kantosiipialuksia on jossain laajuudessa sovellettu sotilaskäyttöön. Aluksilla kyetään saavuttamaan verrattain suuria nopeuksia (n 50 solmuun saakka) ja jos kantosiivet ovat automaattisesti säätävät, saavutetaan myös erinomaiset merenkäyntiominaisuudet. Heikkoutena ovat kuitenkin tekninen monimutkaistuminen, suuri kulkusyväys pienillä nopeuksilla sekä soveltumattomuus kelirikko- ja jääolosuhteisiin.

Useissa yhteyksissä on ideoitu myös hybridejä (risteytyksiä) kantsiipialuksen ja SWATH:n tai tavanomaisten katamaraanien kesken. Verrattain vähän näitä on kuitenkin sovellettu käytäntöön.

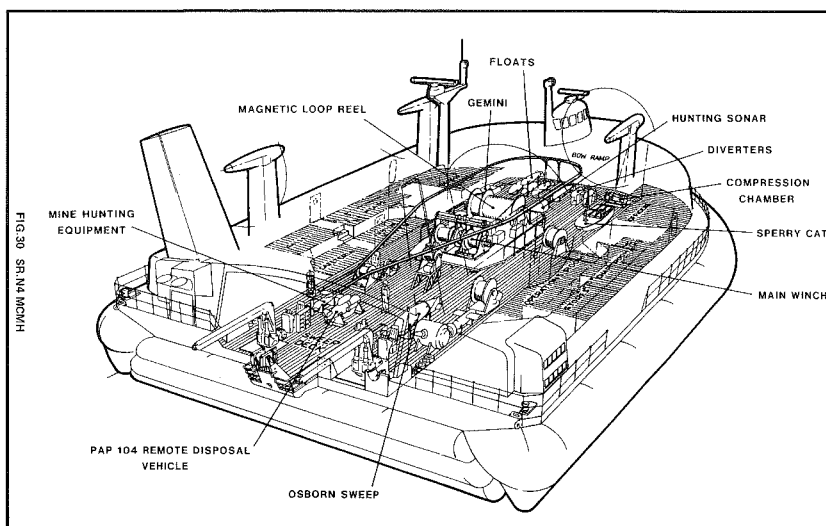
Propulsioratkaisut

Sota-alusten propulsiojärjestelmien kehittämissä on erityisesti viimeisten kolmenkymmenen vuoden aikana ollut kaksi keskeistä tavoitetta: **soveltuvuus suuriin nopeuksiin** (erityisesti epäkonventionaalialuksina) sekä **alhainen melutaso veden alla**. Viimemainittu piirre on käynyt yhä keskeisemmäksi akustisten sensoreiden, miinojen ja akustisesti ohjautuvien torpedojen kehittyessä älykkäämmiksi. Eri-tyisen tärkeä hiljaisuusvaatimus on miinan- ja sukellusveneentorjunnassa sekä itse sukellusveneissä.

Nopeusvaatimus on tuonut aluksiin mm vesisuihku- (VSP-) laitteet, pintapotkurit sekä ilmatyynyaluksissa ilmapotkurit. VSP-laittei-



Venäläinen Zubr-luokan ilmatyynyalus. Pituus 57 mm, paino 550 t, nopeus 60 solmua.



Ilmatyynyalus sovellettuna miinantorjuntatehtäviin. Erityisinä etuina vedenalaisten räjähdysten sietokyky sekä alhainen melutaso veden alla.

den kehittyessä ja käyttöönotossa on Suomi yksi edelläkävijöistä maailmassa.

Meluttomuusvaatimus on johtanut mm aivan erityisiin potkurimuotoihin (highly-shewed), tehoon nähden poikkeuksellisen suuriin potkurihalkaisijoihin sekä sähköisten ja hydraulisten propulsiojärjestelmien kehittämiseen. Ehkä mielikuvituksellisin sähköisen propulsiojärjestelmän muoto on MHD- (magneettihydrodynaaminen) propulsio, jonka länsivallat pelkäsivät (ilmeisen aiheettomasti) olevan 80-luvulla jo operatiivisessa käytössä neuvostosukellusveneissä. Järjestelmä on kuitenkin edelleen kehittyvaiheessa (pieninä prototyyppinä) mm Venäjällä ja Japanissa. Laite on periaatteessa vesipumppu, jossa pumppausvaikutus aikaansaadaan voimakkailla sup-
rajohtavilla sähkömagneeteilla ilman mekaanisia liikkuvia osia.

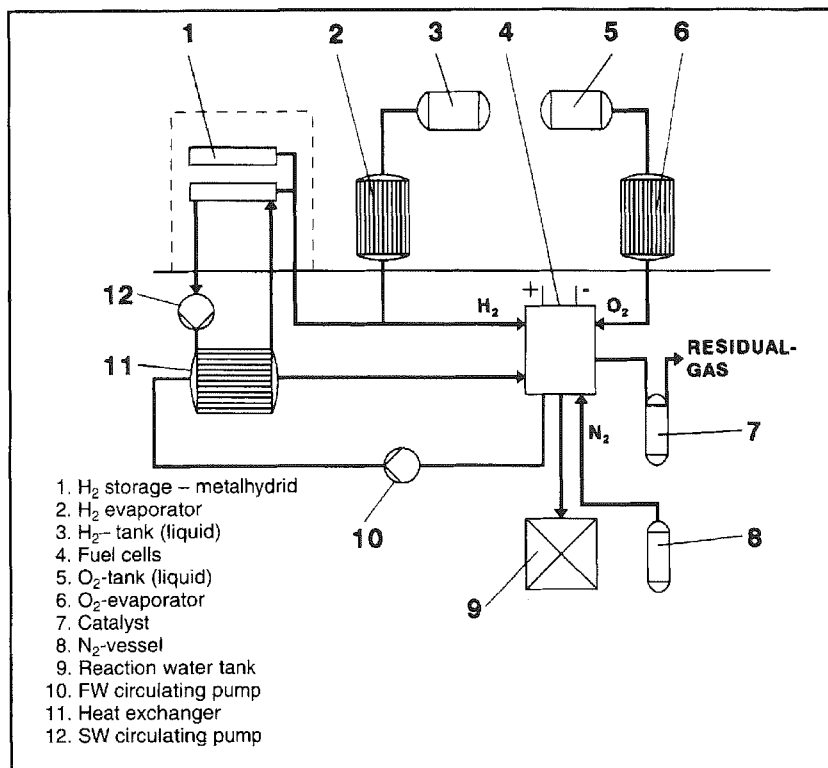
Sukellusveneiden propulsiolaitteissa on meluttomuuden ohella pyritty **riippumattomuuteen ulkopuolisesta ilmansaannista**, joka takaa rajoittamattoman tai ainakin esim. sähköakkujen kapasiteetin moninkertaisesti ylittävän sukellusajan. Tähän tavoitteeseen päästään ydinsukellusveneissä, joissa energiansaanti ei vaadi palamisilmaa.

Pienemmissä konventionaalisissa sukellusveneissä ilmasta riippumattomat (AIP = air independent) koneistot tulevat laajempaan operatiiviseen käyttöön lähivuosien aikana. Ratkaisut perustuvat joko »polttoainetta syöviin lämpökoneisiin» (Stirling-moottori, suljettukiertoinen kaasuturbiini), joissa palamishappi yleensä nestemäisenä on varastoitu sukellusveneeseen tai sähkökemialliseen voimayksikköön (polttokenno), jossa käänteisen elektrolyysin avulla polttoaineen energia muutetaan suoraan sähköksi. Kemialliseen reaktioon tarvittavat happi ja vety (jotka yhtyvät vedeksi) on varastoitu alukseen erikossäiliöihin.

Stirling-moottorin käyttöä on kehitellyt mm Ruotsi, polttokennon käyttöönotossa on Saksa pisimmällä.

Stealth-tekniikka

Julkisuudessa stealth- (häive-) tekniikka on yleensä tullut esille ns. tutkassa näkymättömien lentokoneiden yhteydessä. Vähemmälle huomiolle on ehkä jäänyt se, että häiveettömyystavoite on myös

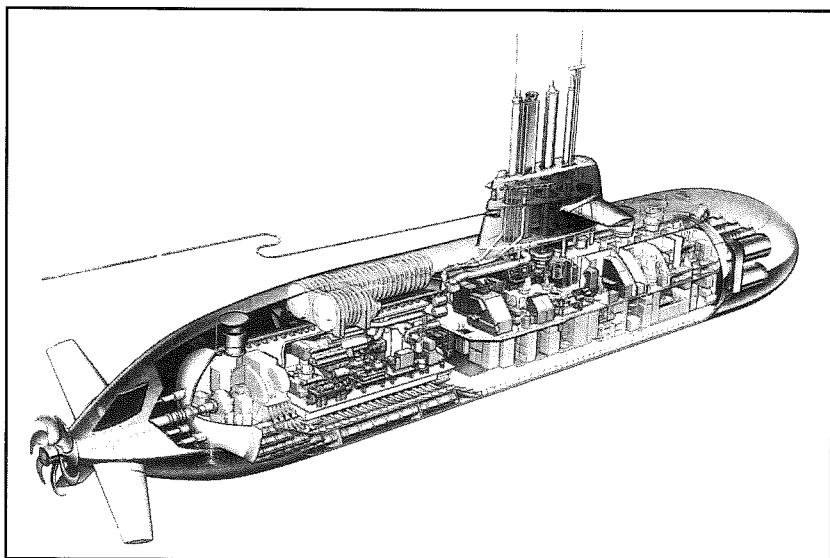


Ilmasta riippumaton sukellusveneen koneistoratkaisu (polttokenno).

sotalaivatekniikassa jo pitkähkön aikaa ollut yksi keskeisiä kehitystavoitteita.

Puhutaan myös aluksen heijastamista tai aktiivisesti ympärilleen säteilemistä herätteistä. Häiveettömyydellä ja herätteettömyydellä tarkoitetaan kuitenkin likimain samaa asiaa: aluksen mahdollisimman pitkälle vietyä »näkymättömyyttä» erilaisissa aktiivisissa tai passiivisissa sensoreissa. Laajemmin ymmärrettynä tämä käsittää myös aluksen magneettiset ja akustiset herätteet, suppeammin ainoastaan sähkömagneettisen säteilyn (tutka-, infrapuna- ja radiotaajuuksien säteily).

Alusten vedenalaista (hydroakustista) **melua** käsiteltiin jo edellä propulsiolaitteiden yhteydessä. Kun akustiset sensorit niitä käyttävis-



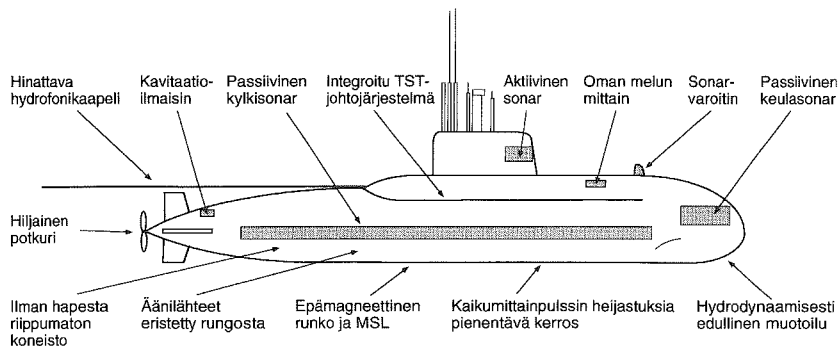
Saksalainen seuraavan sukupolven Itämeren sukellusvene (tyyppi 212), jossa on polttokenno energialähteenä.

sä aseissa (miinat, hakeutuvat torpedot, valvontajärjestelmät) ovat käyneet yhä herkemiksi ja signaaliprosessoinnin myötä yhä »älykkäämmiksi», on alusten vedenalaiseen melutasoon ollut pakko kiinnittää kasvavaa huomiota.

Erityisen voimakasta kehitys on ollut sukellusveneissä, joiden keskeinen taktinen arvo perustuu juuri havaitsemattomana pysymiseen. On todettava, että tämänhetkiset huippusukellusveneet liikkuessaan sukelluksissa rajoitetulla nopeudella käyttäen sähköistä propulsiota, ovat äärimmäisen vaikeita havaita akustisilla kuuntelujärjestelmillä. Sukellusveneiden potkurien epätavallisen ulkonäön tärkein syy on juuri potkurimelun eliminoiminen, ja sen lisäksi kaikki koneistot ja melulähteet on irroitettu vaimentimin rungosta. Myös aktiivisten kaimittainten, »vedenalaisten tutkien» ongelmat ovat suuria, sillä sukellusvene on usein päällystetty akustisella vaimennuspinnoitteella ja muotoiltu niin, että kunnollisen kaiun saanti on vaikeata.

Toisaalta myös sukellusveneiden vastapelureiden, sukellusveneen-torjunta-alusten kehitys on melutason osalta ollut voimakasta. Vaik-

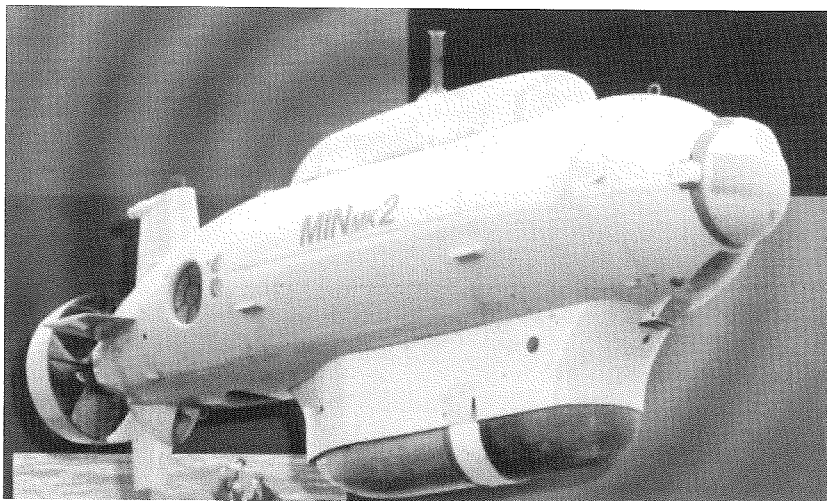
SUKELLUSVENE HAVAITSIJANA JA HAVAITSEMISEN KOHTEENA



Häivetekniikkaa ja sensorivarustusta modernissa rannikkomerien sukellusveneessä.

ka sukellusveneen torjujan unelma, päästä yllättämään sukellusvene ennenkuin se havaitsee vihollisen ja ryhtyy vastatoimiin, on edelleen kaukana, on sitä lähestytty käyttäen samaa filosofiaa kuin itse sukellusveneissäkin: erikoispotkureita, joustavaa koneistoripustusta ja tulevaisuudessa yhä enemmän myös sähköistä voimansiirtoa. Passiivisten akustisten sensoreiden kehittyminen on osa tätä kokonaispyrkimystä.

Kolmas alusryhmä, jossa myös hiljaisuus on aivan määräävä tavoite, ovat miinantorjunta-alukset (raivaajat, miinanetsijät), joiden on kyettävä operoimaan miinakentissä itse miinoja räjäyttämättä. Koska miinat tyypillisesti laukeavat myös **magneettisesta herätteestä**, on miinantorjunta-aluksen suunnittelu monitahoinen ongelma. Magneettisen herätteen eliminoimisessa vakiokeinona käytetään materiaalivalintojen ohella sähköistä kompensatiokäämitystä, jolla aluksen aiheuttama mg-häiriö voidaan kumota. Aikanaan 1970-luvulla suomalaiset Kuha-luokan raivaajat edustivat ajattelultaan ja teknisiltä ratkaisuiltaan korkeinta tasoa maailmassa. Heräte miinojen voimakas kehitys on kuitenkin johtanut siihen, että tällä hetkellä alusluokan modernisointi on välttämätöntä. Vaikuttaa siltä, että suuntaus myös miinantorjunta-aluksissa kulkee kohti sähköistä voimansiirtoa edellyttäen, että siihen liittyvät sähköiset ja magneettiset herätteet saadaan hallintaan. Lisäksi toiminnassa yhä enemmän käytetään hyväksi miehittämättömiä, kauko-ohjattuja »robotteja».

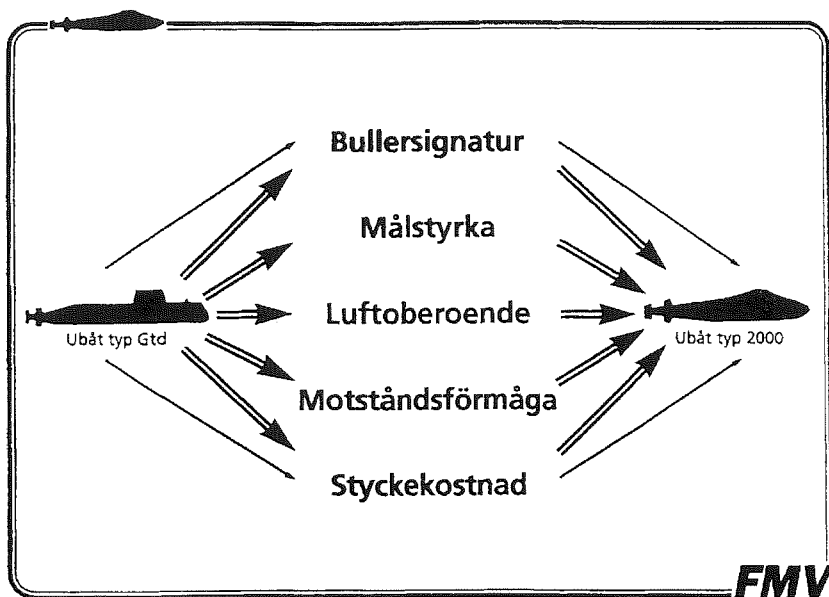


Modernin miinantorjunnan välineistöä: emäaluksesta kauko-ohjattava »robotti», jolla on tehokas sensorivarustus sekä miinan tuhoamiseen tarvittava räjähdde.

Sähkömagneettisen alueen stealth-tekniikoista ovat epäilemättä **tutka-aallonpituudet** (1–100 GHz) olleet viimevuosina median laajan huomion kohteena. Erityisesti USA:n kehittämät eksoottisen näköiset »tutkassa näkymättömät» lentokoneet (F117A ja B2) ovat herättäneet uteliaisuutta.

Vähemmälle huomiolle on jäänyt vastaava kehitystyö sota-alusten osalta. Periaatteessa ratkaisut, joita sovelletaan sekä lentokoneissa että aluksissa, ovat hyvin yksinkertaiset: muotoillaan laiva (lentokone) niin, että se heijastaa siihen suuntautuvan tutkasäteen muualle kuin kaikkua vastaanottavaan antenniin ja toisaalta absorpoidaan niin suuri osa tutkasäteilyn energiasta kuin suinkin, jolloin kaiku heikkenee. Joissain kohteissa voidaan käyttää myös rakenteita, jotka päästävät tutkasäteilyn lävitseen.

Ensinmainittu keino perustuu puhtaasti fysiikan heijastuslakeihin ja on kenen tahansa käytettävissä. Ongelmana käytännössä on soveltaa geometristä muotoilua niin, ettei se haittaa tai peräti estä järjestelmän järkevää käyttöä. Kaikkein eksoottisimman näköiset salaiset prototyyppit (esim. USA:n Seashadow) onkin tässä valossa nähtävä pit-



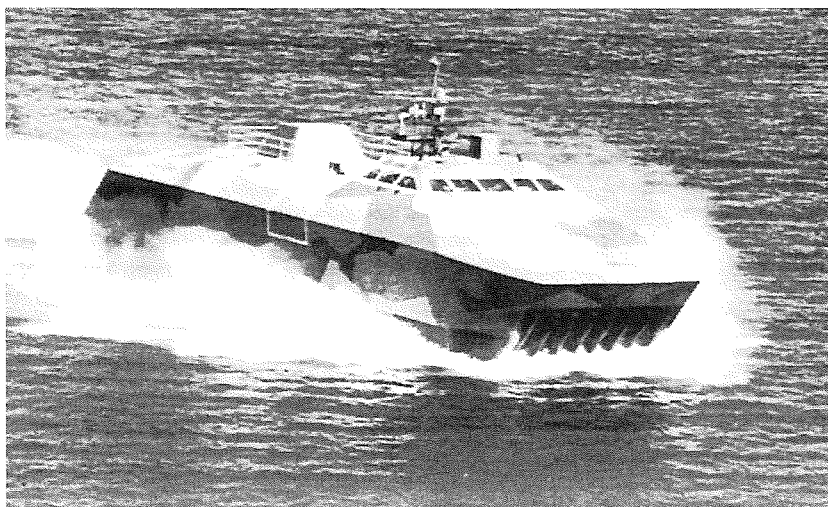
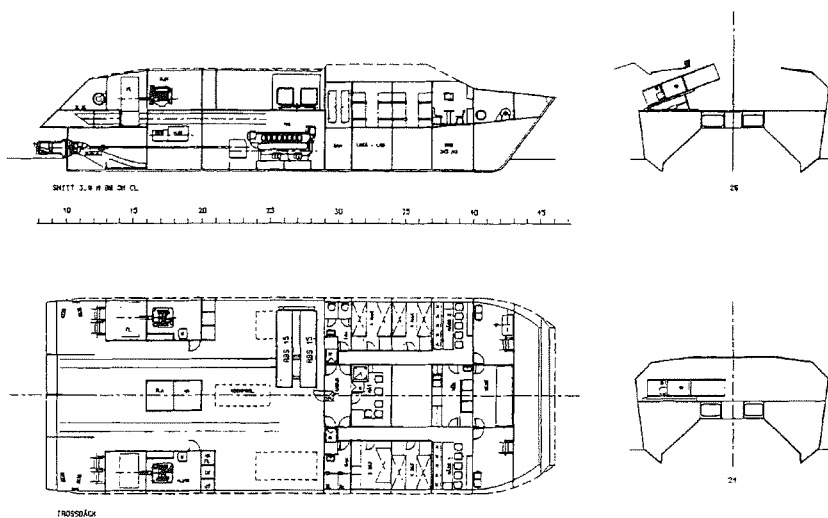
Ruotsalaisten näkemys sukellusvenekehityksestä kohti seuraavaa sukupolvea (tyyppi 2000). Huomaa häivetekniikan merkitys (muotoilu ml) sekä pyrkimys ilmasta riippumattomaan koneistoratkaisuun.

kähti kehittämistoiminnan testilavetteina. Tämä pätee myös ruotsalaiseen »Smyge»-alukseen. Ne osoittavat kuitenkin suunnan, mihin ollaan menossa: pelkistettyihin suorista tasopinnoista koostuviin muotoihin, joiden suojiin sisälle vedetyt ase- ym järjestelmät on sijoitettu.

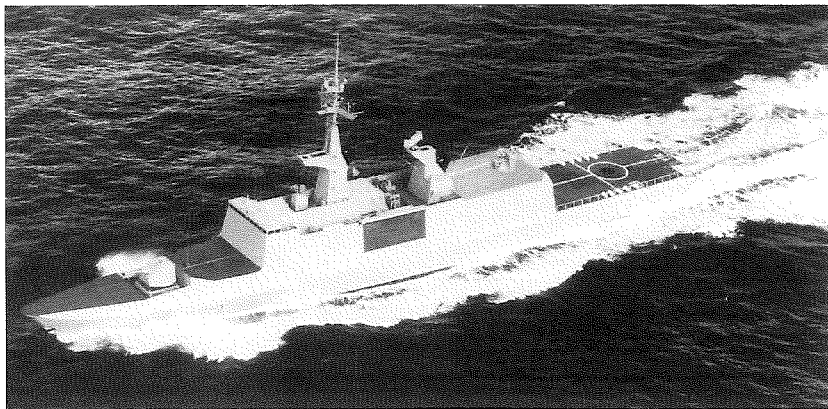
Konkreettisista, jo rakenteilla olevista alushankkeista on ranskalainen Lafayette-luokka hyvä esimerkki.

Jo operatiivisessa käytössä olevista aluksista suomalaiset Rauma-luokan ohjusvene ja Hämeenmaa-luokan miinalaiva ovat epäilemättä aivan huipputasolla myös tässä suhteessa.

Toinen keino, tutkasäteilyn absorpoiminen lentokoneen tai laivan pintarakenteisiin, on alue, jossa on paljon tehty ja tehdään myös salaista kehitystyötä. Erilaisilla materiaaleilla on mahdollista muuttaa tutkasäteilyn energia muuhun muotoon, viimekädessä lämmöksi. Vaimennuspinnoite voi olla laajakaistaista tai optimoitu halutulle kapeammalle kaistalle, jolloin saavutetaan suurempia vaimennuste-



Ruotsalainen Smyge-testialus, jossa häivetekniikka näkyy selkeästi mm muotoilussa. Alusratkaisuna SES.



Ranskalainen Lafayette-luokan fregatti koeajolla. Stealth-piirteet selvästi näkyvissä.

hoja. Laajakaistaisten materiaalien tavoitetasona voidaan pitää noin 20 dB:n vähimmäisvaimennusta (tutkasäteilystä heijastuu n 1 %). Kaapekaistaistilla materiaaleilla voidaan päästä 30–40 dB:n vaimennukseen (heijastus 0,1–0,01 %).

Onnistunutta kehitystyötä on tehty myös Suomessa ja se on johtanut mm Rauma-luokan ja Hämeenmaa-luokan aluksissa käytettyyn kotimaiseen absorptiopinnoitteeseen.

Lentokonetta ja varsinkaan laivaa ei todellisuudessa kyetä saamaan täysin tutkassa näkymättömäksi. Miksi sitten stealth-tekniikka aluksissa nähdään tärkeäksi? Syitä on lähinnä kaksi. Ensinnäkin taisteluosapuolista se, joka pidempään voi pysyä vastapuolen tutkan havaitsemattomissa, on ehdottomassa etulyöntiasemassa. Tätä korostaa vielä se äärimäisen lyhyt aika, joka torjuntatoimenpiteisiin on käytettävissä esim. ohjushyökkäyksen yhteydessä.

Toinen vielä tärkeämpi syy liittyy juuri tutkahakupäällä varustettujen täsmäaseiden (ohjus mm) torjuntaan, joka olennaiselta osaltaan perustuu harhamaalien käyttöön. Mitä pienemmäksi aluksen tutkaheijastuspinta-ala saadaan, sitä helpompi on ympäristöön levitettävillä harhamaaleilla sitä simuloida. Vaikka ohjusten hakupäihin liittyykin älyä jolla se analysoi harhamaaleja eroon todellisesta maalista, on tähän käytettävissä oleva aika hyvin lyhyt. Kun muutama harhamaali

on seulottu ja hylätty, on todellisen maalin hakeminen usein jo myöhäistä. Vastaavasti jos aluksen tutkapinta-ala on pieni, on yksinkertaisempaa luoda sitä vastaavia valemaali-illusioita tutkatiedustelua harhauttamaan.

Aluksen **infrapunaherätteen** tai -häiveen minimointi puolestaan liittyy lähinnä ir-hakuisten täsmäaseiden ja ilmasta tapahtuvan ir-sensoreita käyttävän tiedustelun muodostamiin uhkiin. Infrapunasäteilyhän on sähkömagneettista säteilyä, jonka aallonpituus on näkyvän valon ja millimetriaaltoalueen (mikroaallot) välissä. Ir-tekniikkaan perustuva hakupää on ongelmallinen mm passiivisuutensa vuoksi. Sitä ei voi havaita niinkuin on laita tutkahakupään yhteydessä.

Kun aluksia suojataan em uhkia vastaan, on perimmäisenä tavoitteena sulauttaa se ympäristöönsä, mikä ei ole yksinkertaista, kun taustana on tasalämpöinen meri tai ilma. Silloin, kun esim alus on tukeutuneena rantaan, on tehtävä jo jossain määrin helpompi. Joka tapauksessa aluksen lämpökuvan rikkominen niin, ettei esim. hahmontunnistus onnistu, on verrattain helppoa, jopa oltaessa merellä.

Tekniset menetelmät ovat sekä rakenteellisia (passiivisia) että aktiivisia. Passiivisista mainittakoon huolellinen lämpöeristyksen suunnittelu ja erityisen lämpimien tai kuumien pisteiden ja alueiden välttäminen. Tällaisia ovat mm savupiippurakenteet, jäähdytysilman poistot jne. Mm viimeisissä suomalaisissa sota-aluksissa voidaan kaikki pakokaasut johtaa veden alle.

Aktiivisena keinona aluksen ulkopintojen jäähdyttäminen merivesihuuhtelulla on osoittautunut varsin tehokkaaksi. Käytännössä se on mahdollista toteuttaa aluksen taisteluainesuojeluun käytettävällä suojasuihkujärjestelmällä, jolla ulkopinnat muutamassa minuutissa saadaan hyvin lähelle ympäröivän meriveden lämpötilaa. Lämpöpeitteiden ja naamioverkkojen käyttö soveltuu erityisesti tukeutuneen aluksen suojaamiseen.

Asetekniikan kehityksen vaikutukset

Se, mitä edellä on käsitelty mm stealth-tekniikan yhteydessä, liittyy olennaisilta osiltaan asejärjestelmien kehityksen ja sota-alussuunnittelun vuorovaikutukseen. Suomen meripuolustuksen näkökulmasta

asetekniikan kehitys tuo tullessaan sekä uhkia että mahdollisuuksia.

Miina-aseen kehittyminen yhä älykkäämmäksi on nähtävä positiivisena tulevaisuuden mahdollisuutena, jonka edut tullaan merivoimien kehitystyössä käyttämään hyväksi. Itse miina-aseen kehittämisen lisäksi tämä merkitsee sitä, että myös jatkossa merivoimat tulee ylläpitämään aluskalustoa, jolla tehokas miinanlasku on mahdollinen.

Toisaalta Suomen on myös ylläpidettävä miinantorjuntakyky, jolla vähintään varmistetaan omien alusten liikkumavapaus. Tämä pakottaa Kuha-luokan heräteraivaajien modernisoinnin lisäksi hakemaan myös uusia teknisiä ratkaisuja, erityisesti miinanetsinnän ja -tunnistuksen osalta. Suomen oloihin suunniteltu miinanetsintäjärjestelmän prototyyppi onkin parhaillaan testausvaiheessa.

Myös muiden kuin miinantorjunta-alusten osalta miinan kehittyminen pakottaa kiinnittämään yhä suurempaa huomiota mm niiden akustisiin ja magneettisiin ominaisuuksiin.

Meritorjuntaohjus on toinen Suomen merivoimien pääasejärjestelmistä. Ajatellen seuraavan sukupolven taistelualusratkaisua on sen rinnalle ehkä hieman yllättäen nousemassa vaihtoehdoksi uudenlaiseen ajatteluun perustuva pitkän kantaman **ohjelmoitava torpedo**, jonka torjuminen saattaa osoittautua ohjustorjuntaakin vaikeammaksi. Vaihtoehtojen analysointi ja aikanaan tehtävä ratkaisu tulee varmasti vaikuttamaan myös itse alusratkaisuun.

Uhka ilmasta on monitahoinen ja pahin merivoimien aluksiin kohdistuvista uhkista. Siihen sisältyy **ilmasta tapahtuvan tiedustelun** (satelliittitiedustelu, viistokorkeakuvaukset mm) voimakas kehittyminen. Tämä saattaa tarjota uusia mahdollisuuksia myös omalle merialueen valvonnalle, mutta uhkana se on hyvin realistinen jo tänä päivänä. Suojautuminen siltä edellyttää taktiikan, häivetekniikan sekä harhauttamismenetelmien jatkuvaa voimakasta kehitystä.

Myös tulevaisuuden alusratkaisuun voi tähän liittyvillä näkökohdilla olla merkittävä vaikutus. Periaatteessa laaja saaristo mm tarjoaa edelleen poikkeukselliset suojautumismahdollisuudet edellyttäen, että laivatekniset ratkaisut tukevat sitä. Tämän vuoksi tullaan vakavasti tutkimaan mm edellä kuvattujen epäkonventionaalialusten tarjoamat mahdollisuudet.

Täsmäaseet (tutka-, ir- ja laserohjatut) soveltuvat tyypillisesti alus-

maaleihin. Koska aktiivinen torjunta on usein erittäin vaikeaa, on alusratkaisut suunniteltava siten, että ne tarjoavat mahdollisimman hyvät edellytykset passiiviselle suojautumiselle ja harhautukselle. Tämä suunnittelunäkökohta voi olla sananmukaisesti elintärkeä ja liittyy myös läheisesti edellä käsiteltyyn häivetekniikkaan ja harhamaalien käyttöön. Tämä ei kuitenkaan merkitse sitä, etteikö kaikkia mahdollisuuksia tutkittaisi myös aktiivisen ilmatorjunnan tehon parantamiseksi.

Lopuksi

Parhaillaan merivoimat tutkii ja kehittää seuraavan sukupolven miinaa sekä toisaalta uusia miinantorjuntamenetelmiä ja -aluksia. Näiden rinnalla kaikkein vaativimpana tehtävänä analysoidaan vaihtoehtoja seuraavan sukupolven taistelualukseksi ja sen asejärjestelmiksi. Sotalaivatekniikassa tapahtuneen voimakkaan kehityksen tuloksena ollaan tietynlaisessa murrosvaiheessa, jossa valittava ratkaisu voi hyvinkin radikaalisti poiketa totutuista. Traditiot 60-luvulta alkaen ovat merivoimissa kuitenkin tässä suhteessa rohkaisevia: Turunmaalukan tykkiveneet, Kuha-luokan raivaajat, Helsinki- ja Rauma-luokan ohjusveneet ja viimeksi Hämeenmaa-luokan miinalaivat ja Pansio-luokan miinalautat ovat kaikki sisältäneet rohkeita, Suomen erikoisolosuhteisiin sovitettuja innovaatioita. Tämä on osaltaan taannut meripuolustuksen uskottavuuden.

Sotataloudellisesta näkökulmasta mielenkiintoista on, että merivoimat on kyennyt toteuttamaan hankkeensa suurelta osin suomalaisen teollisuuteen ja ennenkaikkea telakkateollisuuteen tukeutuen. Tämä on lopputuloksen kannalta etu, jota ei voi yliarvioida.

Myös eräillä muilla alueilla, mm vedenalaisten valvontajärjestelmien kehittämisessä (joka parhaillaankin jatkuu) on kotimaisen teollisuuden huippuosaaminen ollut ratkaisevaa. Vedenalaisen valvonnan vaikeus ymmärretään, kun muistetaan mm edellä kuvattu sukellusveneidän voimakas kehitys. Ongelmien ratkaisemiseksi on merivoimien pakko tarkastella ennakkoluulottomasti kaikkia teknisiä vaihtoehtoja. Tässä yhteydessä on keskustelun piiriin nostettu liikkuvana komponenttina myös sukellusvene, jonka käsittely aikaisemmin

on historiallisista syistä ollut mahdotonta. Yllättävää on ollut, että itseoppineita sukellusveneasiantuntijoita on pienestä Suomesta pul-
lahtanut runsaasti. Merivoimien teknisestä kehityksestä vastaavana
allekirjoittaneen on kuitenkin nöyrästi todettava, että merivoimien
tiedot sukellusvenetekniikasta ovat ymmärrettävistä syistä vielä var-
sin puutteelliset kovin radikaaleihin kannanottoihin. Tiedontason
jatkuva nostaminen on kuitenkin välttämätöntä jo puhtaasti valvon-
nan ja sukellusveneentorjunnan kehittämisen näkökulmasta. Olen-
naista olisi, että sukellusvenevaihtoehtoa kyettäisiin kiihkottomasti
ja analyttisesti tarkastelemaan vertaillen sitä muihin meripuolustus-
ratkaisuihin.

Muutokset sotatekniikassa ja toimintaympäristössä olisi kyettävä
ennakoimaan kymmeniksi vuosiksi eteenpäin. Tunnepohjaisilla tai
vain totuttuun olotilaan pitäytyvillä päätöksillä ei materiaaliratkaisu-
ja tehtäessä saisi olla merkittävää roolia.

TAISTELIJAN HENKILÖKOHTAISEN VARUSTUKSEN KEHITTÄMISEN KOTIMAISET PROJEKTIT

Diplomi-insinööri Erkki Vuori
Pääesikunta, materiaalihallintosaston osastoinsinööri

Yleistä

Vuosien 1885–1995 aikana puolustusvoimissa suoritettiin merkittävä taistelijan henkilökohtaisen varustuksen kehittämistyö. Periaatteessa lähes koko varustus uusittiin ja lisäksi kehitettiin aivan uusia varusteita kuten sirpale- ja luotisuojaliivit sekä aktiivihiliväliasu.

Kehitystyö toteutettiin vaatetus- ja pioneeritoimialojen toimesta yhteistyössä kotimaisen teollisuuden kanssa. Yhteistyökumppaniksi pyrittiin valitsemaan mikäli mahdollista alan johtava teollisuusyritys.

Ennen kehitystyön aloittamista poikkeuksetta analysoitiin käytössä olevan varustuksen hyvät ja huonot ominaisuudet. Lisäksi selvitettiin minkälaisia varusteita on käytössä tai suunnitteilla muualla maailmassa. Samoin eri käyttäjäryhmät esittivät paitsi omat nykyhetken vaatimuksensa, myös näkemyksensä vaatimusten mahdollisesta muuttumisesta lähimmän vuosikymmenen aikana.

Kehitystyössä pyrittiin toteuttamaan käyttäjien vaatimukset mahdollisimman hyvin ottaen kuitenkin huomioon teollisuuden tekniset mahdollisuudet ja kustannustekijät. Käyttäjät osallistuivat aktiivisesti kehittämistyöhön liittyvään käyttökokeiluun ja kehitettävien tuotteiden arviointiin.

Vv 1985–95 kehitystyön tulokset ovat käytännössä nähtävissä vasta tällä vuosikymmenellä. Syyt ovat seuraavat:

- uuden tuotteen kehitystyö kaikkine kokeiluineen vaatii aikaa kolmesta viiteen vuotta
- varsinaisia hankintoja on hidastanut viime vuosina käytettävissä olevien varojen niukkuus.

Seuraavassa lyhyt katsaus vuosien 1985–95 tärkeimpiin kehittämisprojekteihin:

1. Kantojärjestelmä m/85

2. Makuupussi m/87
3. Taisteluasukokonaisuus m/91
4. Suojaliivit m/91
5. Komposiittikypärä m/92
6. Aktiivihiliväliasu m/94
7. Suojanaamari m/95

1. Kantojärjestelmä m/85

Kantojärjestelmä m/85 käsittää kolme perusosaa: **taisteluvyö, reppu ja varustepussi**. Jalkaväkitaistelijan taisteluvarustus (kuva 1) sijoitetaan taisteluvyöhön ja varustepussiin. Kenttävarustuksen (kuva 2) kuljettamiseen tarvitaan lisäksi reppu.

Kantojärjestelmän kehittäminen oli ajallisesti ensimmäinen viime vuosikymmenen projekteista. Kehitystyö käynnistyi keväällä 1982 ja siitä vastasi erillinen puolustusvoimien koulutuspäällikön asettama työryhmä, jossa oli edustajat Pääesikunnan jalkaväkitoimistosta, taloushuolto-osastosta ja Uudenmaan Jääkäripataljoonasta.

Työryhmän esitykset toteutti Finn-Savotta Oy, joka valittiin tehtävään merkittävimpänä kotimaisena kantojärjestelmien valmistajana. Kehitystyössä pyrittiin alusta alkaen hyödyntämään teollisuuden paras tekninen tietämys ja kokemus vastaavien tuotteiden suunnittelussa ja valmistuksessa.

Työryhmä teki ensimmäisen esityksen kantojärjestelmän prototyypistä syksyllä 1983. Prototyypin kokeilujen ja niiden perusteella tehtyjen parannusten jälkeen aloitettiin pienimuotoinen käyttökokeilu keväällä 1984 Uudenmaan Jääkäripataljoonassa. Kokeilua laajennettiin syksyllä kahteen muuhun joukko-osastoon. Käyttökokeilu päättyi keväällä 1995. Sen jälkeen tehtiin eräitä muutoksia ja laadittiin tuotteiden tekniset spesifikaatiot. Tyypiesittely pidettiin helmikuussa 1986.

Kantojärjestelmän tärkeimmät hankinnat ajoittuivat vuosille 1988–93. Tällä hetkellä kantojärjestelmä m/85 on koulutuskäytössä kaikissa tärkeimmissä joukoissa.



Kuva 1



Kuva 2

1.1 Taisteluvyö m/85

Taisteluvyössä on seuraavat osat: olkaviilekkeet, lantiovyö, lipas-, yleis- ja takalaukku.

Taisteluvyön osat valmistetaan vahvoista polyesterinauhoista. Pehmusteena olkaviilekkeissä ja lantiovyössä käytetään polyeteeni-umpisolumuovia. Lantiovyön pehmustetyynyä päällystetään pinnoitetulla reppukankaalla. Taisteluvyö on säädettävissä käyttäjälle sopivaksi olkaviilekkeistä sekä lantiovyön molemmilta sivuilta ja edestä.

Laukut kiinnitetään vyöhön metallikoukuilla, mikä mahdollistaa niiden irroittamisen tarvittaessa. Laukkujen kannet suljetaan tarra- nauha-painonappikiinnityksellä. Lipaslaukku on edessä oikealla. Siihen mahtuu kolme rynnäkkökiväärin lipasta. Yleislaukku on edessä vasemmalla. Siihen voidaan sijoittaa lisää lippaita tai esimerkiksi kevyen konekiväärin lipas. Selkäpuolelle on kolmeen lokeroon jaettu

takalaukku. Siihen sijoitetaan vasemmalta lukien sadeviitta, pakki ja ruokailuvälineet sekä suojanaamari.

Lantiovyön sivuilla on kahdet hihnat työkalujen ja metallirenkaat kenttäpullon kiinnitystä varten. Taisteluvarustuksessa varustepussi kiinnitetään olkaviilekkeissä oleviin metallirenkaisiin kahdella hihnalla.

1.2 Reppu m/85

Lumilukollinen reppu on tilavuudeltaan 60 litraa. Se valmistetaan pinnoitetusta reppukankaasta ja vahvoista polyesterinauhoista. Pohja on vahvistettu erityisellä vahvikekankaalla.

Repassa on neljä sivutaskua ja iso läppä. Taskut suljetaan neppari-kiinnitteisillä kansilla. Repun läpän ulko- ja sisäpuolella on neljä metallirengasta kuorman kiinnitystä varten. Vastaavaa tarkoitusta varten repun pohjassa on remmiohjaimet.

Selkäpuolelle oleva muovilevy suojaa selkää kuljettaessa repussa raskaita esineitä. Kannettaessa reppua ilman taisteluvyötä voidaan olkaviilekkeisiin kiinnittää erilliset pehmusteet.

1.3 Varustepussi m/85

Varustepussi on nyörillä suljettava, lumilukollinen putkikassi, joka on tarkoitettu päällysvaatetuksen tai muun ylimääräisen varustuksen kuljettamiseen.

Taisteluvarustuksessa se kiinnitetään polyesterinauhoilla taisteluvyön takalaukun päälle ja kenttävarustuksessa hihnoilla repun läpän alle tai päälle. Pussiin kuuluu irrallinen kantohihna, jonka avulla sitä voidaan erikoistehtävissä kuljettaa olkapäällä tai selkäreppuna.

Varustepussi valmistetaan pinnoitetusta reppukankaasta ja polyesterinauhoista.

2. Makuupussi m/87

Vuonna 1987 kehitettiin yhteistyössä Espe Oy:n kanssa uusi **makuupussi m/87**. Kehittämisen lähtökohtana oli markkinoilla oleva siviili-

tuote, johon tehtiin eräitä suoritevaatimusten mukaisia muutoksia.

Kehitetty makuupussi mahdollistaa yhdessä hyvän makuualustan kanssa kuuden tunnin levon -20°C lämpötilassa esimerkiksi lämmitettävässä teltassa. Pussi painaa kolme kiloa ja sitä valmistetaan vain yhtä kokoa. Pussin kaksoisrakenne, hyvä lämmöneristysmateriaali ja riittävä koko ovat oleelliset lämmöneristyskykyyn vaikuttavat tekijät.

Makuupussin m/87 tärkeimmät hankinnat ajoittuvat vuosille 1988–91. Tällä hetkellä se on koulutuskäytössä kaikissa tärkeimmissä joukoissa.

3. Taisteluasukokonaisuus m/91

3.1 Taisteluasukokonaisuus ja sen kehittäminen

Taisteluasukokonaisuudella (kuva 3) tarkoitetaan kaikkea taistelukentällä tarvittavaa vaatetusta. Siitä voidaan muodostaa pukineita yhdistämällä eri vuodenaikoihin ja sääolosuhteisiin soveltuvia asuja.

Vuonna 1986 puolustusvoimain komentajan hyväksymässä sotilasvaatetuksen kehittämissuunnitelmassa todettiin, että silloin käytössä ollut vaatetus ei antanut niin hyvää suojaa ja taistelunkestävyyttä käyttäjälleen kuin ajanmukaisella ja nykyisiin taistelukentän olosuhteisiin suunnitellulla vaatetuksella voitaisiin saavuttaa. Tästä syystä mainitussa raportissa asetettiin vuosien 1987–91 tärkeimmäksi tavoitteeksi kehittää vaatetus ja henkilökohtaiset ballistiset suojavarusteet sellaiseksi, että ne käytettävissä olevien resurssien



Kuva 3

piteissa omalta osaltaan lisäävät yksittäisen taistelijan taistelunkestävyyttä.

Koulutuspäällikkö asetti vuonna 1987 työryhmän laatimaan kehitettävälle asukokonaisuudelle vaatimukset, tekemään kehittämissuunnitelman sekä seuraamaan ja ohjaamaan kehitystyötä. Työryhmän kokoonpanossa pyrittiin ottamaan huomioon eri osapuolten tarpeet. Kehittäminen tuli saada valmiiksi vuoden 1991 aikana. Ballistisista suojavarusteista suojaliivien kehittämisestä vastasi oma työryhmä ja kypärää kehitettiin virkatyönä.

Taisteluasukokonaisuuden käytännön kehittämistyön toteutti Pääesikunnan vaatetusteknillinen toimisto yhteistyössä vaatetus- ja tekstiiliteollisuuden, alan tutkimuslaitosten sekä kokeilujoukko-osastojen kanssa. Kehittämistyössä hyödynnettiin erityisesti Oulun Aluetyöterveyslaitoksen puolustusvoimille tekemiä vaatetusfysiologisia selvityksiä.

Taisteluasukokonaisuuden vaatimuksia määriteltäessä tärkeimpinä asioina pidettiin mm kerrospukeutumista, eri tuotteiden yhteensopivuutta, raaka-aineissa ja valmistusteknologiassa tapahtuvaa kehitystä sekä alan teollisuudessa tapahtuvia rakennemuutoksia. Vaatimukset jaettiin yleisiin vaatimuksiin, jotka koskivat kaikkia tuotteita sekä jokaiselle tuotteelle asetettuihin erikoisvaatimuksiin. Yleisiin vaatimuksiin sisältyvät käyttäjien ja olosuhteiden asettamat vaatimukset sekä muut vaatimukset, joita asettavat huolto, sotatalous ja teollisuuden mahdollisuudet.

Kehittämistyö toteutettiin vuosina 1987–89 siten, että materiaali-selvitysten jälkeen tuotekohtaiset vaatimukset lähetettiin kysymykseen tuleville alan yrityksille. Niitä pyydettiin tekemään ratkaisuesityksensä ja mallit tuotteista, joita heillä olisi mahdollisuus myöhemmin valmistaa. Alkuvaiheessa yrityksiä oli mukana kehittämistyössä yli kaksikymmentä. Niiden joukossa oli muutama alan maahantuoja. Yrityksiltä saaduista ehdotuksista työryhmä valitsi jatkokehittelyyn tulevat tuotteet, joita tilattiin pienet käyttökokeiluun menevät koesarjat. Käyttökokeilun ja samanaikaisen huoltokokeilun tulosten perusteella tehtiin tuotteisiin tarkennuksia ja tuotteita tilattiin suuremmat koe-erät laajempaa käyttökokeilua varten.

Kehittämistyöhön osallistuivat seuraavat yritykset:

- alusvaatetus: Eiser Oy, Black Horse Oy, Finnwear Oy

- välivaatetus: Triconor Ab, Meira Oy Leijona
- puvut: Valtion Pukutehdas
- päällyysvaatetus: Valtion Pukutehdas
- päähineet: A Fredrikson Oy, Jarmo Kallio Ky
- käsineet: Triconor Ab, Meira Oy Leijona, Oy B Huhta Ab, Immo Ky, Viljo Viljanmaan Nahkatehdas Oy, Sauso Oy
- sukat: Kymen Sukka Oy, Sidoste Oy
- huopavuorit: Teknofelt Oy
- varsikengät: Urho Viljanmaa Oy
- kumisaappaat: Nokian Jalkine Oy
- kankaat: Oy Finlayson Ab
- tekoturkis: Finnpile Oy

Varsinainen kaikki vuodenajat käsittävä käyttökokeilu toteutettiin vuosina 1989–91 seuraavissa joukko-osastoissa: Kadettikoulu, Reserviupseerikoulu ja Jääkäriprikaati. Kokeiluun osallistui kaikkiaan noin tuhat miestä. Samanaikaisesti vaatetuskorjaamoissa suoritettiin mit-tava huoltokokeilu.

Taisteluasutyöryhmä sai työnsä valmiiksi aikataulun mukaisesti vuoden 1991 aikana.

3.2 Taisteluasukokonaisuuden toimintaperiaate ja kokoonpano

Asukokonaisuuden toimivuus perustuu kerrospukeutumisen periaat-teeseen. Toisin sanoen pukineita lisäämällä tai vähentämällä käyttä-jällä on mahdollisuus ylläpitää lämpötasapaino erilaisissa kuormitus-ja sääolosuhteissa. Asukokonaisuudesta voidaan siten muodostaa eri olosuhteisiin sopivia asuja.

3.2.1 Alus- ja välivaatetus

Taisteluasukokonaisuuden alusvaatetukseen kuuluvat seuraavat pu-kineet: **paita m/91, t-paita m/91, pitkät ja lyhyet alushousut m/91.**

Alusvaatetuksen tarkoitus on lämmöneristuksen lisäksi toimia iholle syntyvän kosteuden siirtäjänä seuraaviin vaatekerroksiin eri-

tyisesti kylmissä oloissa. Kosteuden siirto uudessa kenttäpaidassa (paita m/91) perustuu paidan sisäpinnan vakorakenteeseen ja sen kosteutta imemättömään kuitumateriaaliin, joka on vaikeasti sulavaa synteettistä kuitusekoitusta. Paidan pintakerros on puuvillaa, johon kosteus imeytyy ja siirtyy seuraaviin kerroksiin. Paidan poolokaulus helpottaa vaatetuksen tuuletusta ja sen säätöä.

Muut alusvaatteet, alushousut ja t-paita ovat puuvilla-polyesterineulosta. Ne imevät hyvin kosteutta, mutta kuivuvat puhdasta puuvillaneulosta nopeammin.

Välivaatetus, **välipusero m/91 ja välihousut m/91**, toimii lämmöneristyskerroksena. Ne on valmistettu kevyestä ja notkeasta täyssynteettisestä tekoturkiksesta, joka ei ime kosteutta ja joka kastuttuaan kuivuu nopeasti.

3.2.2 Puvut

Maastopuku m/91 on taisteluasukokonaisuuden uloin kerros muulloin kuin talvella (kuva 4). Sen tehtävä on suojata tuulelta ja kosteudelta. Puvun kangas on rakenteeltaan tiivistä puuvilla-polyesterisatiinia, joka on viimeistelty likaa ja vettä hylkiväksi. Lisäksi siinä on palosuojakäsittely, joka tekee sen heikosti paloa ylläpitäväksi. Pukua suunniteltaessa on kiinnitetty erityistä huomiota puvun toimivuuteen.

Maastotakki on vetoketjulla ja painonapeilla suljettava reisipituisen mitoitukseltaan väljä takki. Siinä on neljä isoa vetoketjulla suljettavaa taskua.

Maastohousut ovat reisitaskulliset, mitoitukseltaan väljät, polvista muotoillut housut, joissa on polvissa sisäpuoliset kosteussuojat.

Hupullinen, kaksiosainen **lumipuku m/91** on tarkoitettu ensisijaisesti antamaan näkösuojaa talvella tuuli- ja kosteussuojan lisäksi. Siinä ei ole taskuja, ainoastaan sivuilla aukot, joista pääsee alla olevan vaatetuksen taskuihin. Puvun materiaali on kevyttä, lujaa puuvilla-polyesterikangasta, joka kastuttuaan kuivuu nopeasti.

3.2.3 Päälyysvaatetus

Päälyysvaatetteita ovat: **sissipäälyystakki ja maastokuvioidut pakkashousut** (kuva 5).



Kuva 4



Kuva 5

Ne ovat aikaisemmin käyttöön otettuja tuotteita, joiden toimivuutta ja materiaaleja on kehitystyön aikana parannettu. Sissipäällystakin materiaalin on viimeistely paremmin tuulta ja vettäpitäväksi. Lisäksi siihen on lisätty kipinäsuojan antava palosuojakäsittely. Molempien tuotteiden kaavoitusta ja mitoitusta on tarkistettu.

Molemmat tuotteet ovat vanutikattuja. Sissitakki on lisäksi kääntövaate, toiselta puolelta maastokuvioitu ja toiselta puolelta valkoinen. Niitä on tarkoitus käyttää kenttäolosuhteissa pääasiassa tauko-vaatetuksena ja muulloin vain toimittaessa erittäin kylmissä oloissa.

3.2.4 Päähineet

Taisteluasukokonaisuuteen kuuluvat päähineet **talvilakki m/91** ja **kesälakki m/91** ovat molemmat maastokuvioituja.

Talvilakissa on huomionarvoista sen suuri peittokyky ja monipuo-

linen säädettävyyden. Myös kesälakissa on sisäänkäännettävät korvukset, mikä lisää sen suojaavuutta.

Lakkien materiaalit ovat samoja, mitä on käytetty päällysvaatteissa ja puvuissa.

Villapipoa m/91 käytetään lähinnä hiihdetäessä ja vastaavissa toiminnoissa. Se on valmistettu villaneuleesta kaksinkertaisena siten, että toinen puoli on vihreä ja toinen valkoinen. Neuloskerrosten välissä on tuulenpitävä välikerros.

3.2.5 Jalkaverhot

Sukkien, syylinkien ja huopavuorien toimivuus perustuu niiden suureen villasisältöön ja sitä kautta saavutettavaan hyvään kosteudenimemiskykyyn.

Uutena tuotteena kehitettiin **saapassukka m/91**, jonka ilmava ja paksu pohjarakenne parantaa jalkapohjan suojaa kylmältä. Syylinkien materiaalia ja muotoa parannettiin, samoin huopavuorien rakenne muutettiin valmistusystävällisemmäksi.

3.2.6 Jalkineet

Uudessa taisteluasussa maastojalkineina tullaan käyttämään kumisaappaita, kylmänä vuodenaikana huopavuorillisia pakkassaappaita ja muulloin tavallisia kumisaappaita.

Kuivia olosuhteita varten kehitettiin uudet nahkajalkineet, **varsikenkä m/91** (kuva 6). Sen päällinen valmistetaan vettähylykivistä nahasta ja kenkä pohjataan nykyaikaisella suoraruiskutusmenetelmällä käyttäen kahta erilaista polyuretaania, välikerroksena joustavaa ja huokoista sekä pintakerroksena tiivistä ja kovaa. Varsikengissä on ns pikanauhointus, mikä merkittävästi nopeuttaa kenkien pukemista ja riisumista.



Kuva 6

Kehitystyön yhteydessä muutettiin kumisaappaiden rakennetta siten, että kumisaappaan pohjakuvion pitävyyttä ja saappaan marssiominaisuuksia parannettiin sekä molempia saapasalleja kevennettiin merkittävästi.

3.2.7 Käsineet

Peruskäsineenä taisteluasukokonaisuudessa käytetään vuoritonta **nahkasormikasta m/91**. Kylmän vuodenaikana käytetään **nahkakinnasta m/91** ja niiden alla **neulekinnasta m/91**.

Nahkakintaan kämmenosa on tehty vettähylykivistä nahasta, jonka sisäpuolelle on laminoitu puoliläpisevä muovikalvo. Selkäpuoli ja varsi on tehty vedenpitäväksi pinnoitetusta kankaasta. Materiaalivaihtelujen ansiosta kintaat eivät kastu helposti ja kastuttuaan kuivuvat nopeasti.

Neulekintaat on valmistettu froteeneuloksesta, jonka raaka-aine on villasekoitetta. Neulekintaat säilyttävät käytössä hyvin lämmöneristävyytensä.

4. Suojaliivit m/91

4.1 Suojaliivit ja niiden kehittäminen

Taistelijan henkilökohtaiseen ballistiseen suojarustukseen kuuluu **sirpalesuojaliivi m/91** (kuva 7) ja erikoisjoukkojen vastaavaan varustukseen **luotisuojaliivi m/91**.

Vuoden 1985 lopussa asetettiin suojaliivityöryhmä laatimaan vaatimukset puolustusvoimien sirpalesuojaliiville, tekemään kehittämissuunnitelma sekä seuraamaan ja ohjaamaan kehitystyötä. Kehittäminen tuli saada valmiiksi vuoden 1991 aikana.

Ensimmäisessä vaiheessa vuoden 1986 aikana hankittiin ulkomailta sirpaleliivejä kenttäkokeisiin ja arvioitavaksi. Tulosten perusteella laadittiin puolustusvoimien sirpalesuojaliivin suoritevaatimukset, jotka hyväksyttiin keväällä 1988. Samanaikaisesti hankittiin mittalaitteisto suojaliivien ballististen suojausominaisuuksien mittaamista varten. Tarjouskilpailun perusteella syksyllä 1988 tehtiin Safematic



Kuva 7

Oy:n kanssa sopimus sirpalesuojaliivin kehittämisestä.

Ensimmäiset prototyypit valmistuivat vuoden lopussa. Niiden kokeiluun ja arviointiin osallistui useita joukko-osastoja.

Tuotetäsmennykset tehtiin kesällä 1989. Vuoden kestänyt kenttäkokeilu aloitettiin myöhemmin syksyllä. Tuote hyväksyttiin käyttöön syksyllä 1991. Hankinnat aloitettiin 1993.

Luotisuojaliivin suoritevaatimukset hyväksyttiin kesällä 1987. Sitä edelsi tarkka tutustuminen markkinoilla oleviin ulkomaisiin luotisuojaliiveihin. Koska liivejä ei alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen saatu hankkia ulkomailta pyydettiin tuotekehitystarjoukset kahdelta suomalaiselta valmistajalta Rymaco Oy:ltä ja Safematic Oy:ltä.

Saatujen prototyyppien kokeilun ja arvioinnin perusteella valittiin keväällä 1988 Safematic Oy:n ehdotus. Liivin hankinnat aloitettiin vielä saman vuoden lopussa.

Ensimmäinen luotiliiviversio oli sivulta ja olkapäältä avattava liivi, jossa oli alasuojat edessä ja takana. Lisälevyjä varten oli taskut etu- ja selkäkappaleessa. Liivi oli hyvin suojaava mutta käyttäjän kannalta hieman kömpelö.

Käytössä olevista luoti- ja sirpalesuojaliiveistä saatujen kokemusten perusteella luotisuojaliivin rakennetta muutettiin keväällä 1991 siten, että sen perusratkaisu on sama kuin sirpalesuojaliivissä. Näin päädyttiin luotisuojaliiviin m/91.

4.2 Sirpalesuojaliivi m/91

Sirpalesuojaliivi on tarkoitettu suojaamaan pieniltä sirpaleilta, joiden tuho vaikutus nykypäivän taistelukentällä on merkittävän. Suojaustaso sirpaleita vastaan ilmoitetaan ns V50-arvolla. Se tarkoittaa 1.1 gramman painoisen standardisirpaleen nopeutta, jolla puolet ammutuista sirpaleista ei läpäise liiviä. Suojaus perustuu sirpalesuojaliivissä pehmeisiin aramidikangaspaneeliin. Kangaskerrosten lukumäärä vaihtelee kangastyypistä riippuen.

Liivin pintakerros on maastokuvioitua erikoislujaa polyamidikangasta, joka on toiselta puolelta pinnoitettu polyuretaanilla.

Sirpalesuojaliivin m/91 paneelissa kangaskerroksia on 14 ja liivin V50-arvo on kuivana 450 m/s ja märkänä 430 m/s (Stanag 2920). Suojapaneeleja vaihtamalla ja edessä olevaan taskuun sijoitettavalla lisälevyllä voidaan suojaustasoa nostaa.

Suojapaneelit on suljettu kosteudelta, pölyltä, lialta ja auringonvalolta suojaaviin suojapusseihin. Paneelit kiinnittyvät liivin kuoriinsa tarranauhoilla. Liivin paino perusmuodossaan ilman alasuojaa on noin kolme kiloa.

Liivi on suljetaan oikealta sivulta tarranauhalla ja painonapeilla. Vasemmassa etukappaleessa on tasku lisälevyä varten ja kaksi erillistä lipastaskua. Lisälevytaskun alareunaan kiinnittyy tarranauhalla tarvittaessa ylöskäännettävä alasuoja. Molemmissa etukappaleissa on pidikkeet heitteille.

Kaulus on kaksiosainen. Se suljetaan edestä tarralla. Olkapäillä on erilliset olkasuojat, joiden päällä on liukuesteet aseiden hihnaa varten.

4.3 Luotisuojaliivi m/91

Luotisuojaliivi on tarkoitettu suojaamaan paitsi sirpaleilta myös pistoolin ja revolverin luodeilta sekä lisälevyllä varustettuna rynnäköki-

väärin luodilta. Lisälevy on tavallisimmin jäykkä kuitukomposiitti, jonka pintaan on lisätty keraaminen kerros.

Rakenteeltaan luotiliivi m/91 poikkeaa sirpaleliivistä lähinnä paneelien rakenteessa. Aramidikangas on tyypiltään erilainen ja keroslukumäärä on suurempi (24–26).

Ulkonäöltään luotiliivi m/91 on lähes sirpaleliivin m/91 kaltainen. Alasuojat ja lisälevytaskut ovat edessä ja takana. Lipastaskujen lisäksi etukappaleissa on kiinnitysmahdollisuus kahdelle erilliselle laukulle.

Liivin sirpalesuojaustaso V50-arvo on 600 m/s. Suojaustaso luoteja vastaan ilman lisälevyjä on standardin NIJ-0101.3 luokituksen mukaan II, mikä vastaa konepistoolinluotia (FMJ, 8 g, 420 m/s). Lisälevyn kanssa taso on III-A, III tai IV lisälevystä riippuen, jolloin liivi pysäyttää rynnäkkökiväärin luodin.

5. Komposiittikypärä m/92

Komposiittikypärä m/92 (kuva 8) on osa taistelijan uutta ballistista suojavarustusta. Se tulee korvaamaan aikanaan käytössä olevan teräskypärän m/62.

Uuden kypärän kehittämistyö aloitettiin vuonna 1986 tehdyllä selvityksellä eri maiden uusimmista kypäräratkaisista ja kotimaisen teollisuuden teknologisista valmiuksista. Selvityksen teki puolustusvoimille Exel Oy.

Keväällä 1987 puolustusvoimien komentaja teki päätöksen kotimaisen komposiittikypärän kehittämisestä. Tässä yhteydessä hyväksyttiin myös kypärän alustavat suoritevaatimukset. Kehitystyötä valvomaan määrättiin Pääesikunnan vaatetusteknillinen toimisto.

Vuoden 1988 aikana tehtiin selvityksiä vaatimukset täyttävän kypärän kuvun rakenteen ja valmistusmenetelmän löytämiseksi.

Varsinainen kehittämistyö annettiin vuoden 1989 lopussa Hollming Oy:n Materiaaliteknikalle, joka käytti hyväkseen eri alojen asiantuntijoiden kokemusta ja tietotaitoa. Kehitystyö kesti noin vuoden. Koe-erien hankinta ja testaus tapahtui vuoden 1991 aikana.

Komposiittikypärän m/92 suojaus perustuu jäykkään aramidikuiduista ja fenoolihartsista valmistettuun kuitukomposiittiin. Kuvun muotoilu mahdollistaa suojanaamarin, pienikokoisten kuulosuojain-



Kuva 8

ten ja suojalasien käytön. Kuvun ja pään välinen turvaetäisyys on 25 mm. Kypärän sirpalesuojaustaso V50-arvo on 550 m/s (Stanag 2920). Teräskypärän vastaava arvo 330 m/s.

Kypärän umpisolumuovista valmistettu sisus pehmentää iskuja ja pitää kypärän tukevasti päässä tukeutumalla valikoituihin pisteisiin pääkuoressa.

Kypärää valmistetaan kolmea kokoa, joiden keskipaino on 1 500 g.

6. Aktiivihiihiväliasu m/94

Taistelijan henkilökohtaisen ABC-suojavarustuksen tehtävänä on kasvojen ja hengityksen sekä ihon suojaaminen taisteluaineilta. Suoritevaatimuksena pidetään yleisesti sitä, että taistelija pystyy toimi-

maan ainakin vuorokauden täysin suojautuneena.

Suojavarustuksen kehittämisen päätarkoitus on ollut varustuksen aiheuttaman taistelunkestävyyden alenemisen minimoiminen. Erityinen huomio on ollut taistelijan lämpö- ja nestetasapainon ylläpitämisessä.

Ihon suojaamiseksi kehitettiin 1980-luvun alussa laminaattipuku, joka ei kuitenkaan osoittautunut käytännössä suoritusvaatimuksia vastaavaksi. Se oli mekaanisesti liian heikko ja käyttömukavuudeltaan huono. Uuden ihoa suojaavan asun kehittäminen aloitettiin 1990. Se oli ulkomaisen esimerkin mukainen maastopuvun korvaava aktiivihilipuku.

Myöhemmin päätettiin kuitenkin, että kerrospukeutumisperiaatteen mukaisesti kehitetäänkin **aktiivihiliväliasu**, jota käytetään maastopuvun alla. Päätös perustui väliasun alhaisempaan hintaan sekä sen pienempään kokoon ja painoon.

Väliasun suoritevaatimukset laadittiin vuoden 1993 alussa. Samana vuonna tapahtuneeseen kehitystyöhön osallistuivat Finlayson Oy ja VTT:n muovi- ja kuitutekniikan laboratorio.

Samanaikaisesti kehitettiin maastopuvun päälliskangasta niin, että uudella asukokonaisuudella päästään yhtä hyvään suojaavuuteen kuin aktiivihilipuvulla.

Väliasu on kaksiosainen ja siihen kuuluu irtohuppu. Housun ja puseron materiaali on kolmikerroslaminaattia, jossa kahden neuloksen väliin on laminoitu aktiivihilikerros. Irtohupussa uloin kerros on maastopukukangasta.

Väliasun käyttökokeilut suoritettiin vuoden 1994 aikana ja sen hankinnat aloitetaan ensi vuonna.

7. Suojanaamari m/95

Suojanaamarilla pyritään kasvot ja hengitys suojaamaan taisteluaineilta. 1980-luvun alussa parannettiin käytössä olevaa suojanaamaria m/61 nauhaston ja solkien osalta. Myöhemmin päätettiin kehittää kokonaan uusi suojanaamari.

Kehittämishanke käynnistyi vuoden 1988 alussa. Erilaisten selvitysten jälkeen projekti johti kotimaisen suojanaamarin kehittämisso-



Kuva 9

pimukseen Kemira Safety Oy:n kanssa vuonna 1992. Uusi **suoja-naamari m/95** (kuva 9) on nyt tuotantovalmis ja tuotanto käynnistyy vielä kuluvan syksyn aikana.

Uuden suojanaamarin tärkein ominaisuus on se, että taistelija voi nauttia nestettä suojautuneena. Suojanaamarissa on kenttäpulloon sopiva juomalaite. Muita parannuksia ovat mm uusi läpäisemättömämpi materiaali, näönkorjainten käyttömahdollisuus, laajempi näkökenttä ja hengitysvastuksen pieneminen.

Yhteenveto

Viime vuosina suoritettu taistelijan henkilökohtaisen varustuksen kehittäminen on tapahtunut lähes poikkeuksetta kotimaisen teollisuuden kanssa. Samoin hankinnat on pyritty ohjaamaan tietoisesti kotimaahan. Tällä on tahdottu tukea alan kotimaista teollisuutta ja varmistaa sen toimintamahdollisuuksia myös poikkeusoloissa. Ajatus sinänsä on perusteltu, mutta poikkeusoloissa teollisuuden toimintaedellytykset ovat monella alalla kyseenalaiset ulkomaisten raaka-ainevirtojen ehtyessä. Toisaalta kaikkien erikoistuotteiden valmistaminen pieninä sarjoina rauhan aikana kotimaassa tulee usein kohtuuttoman kalliiksi.

Viimeisen kymmenen vuoden aikana lähes kaikki pohjoismaat tekivät jokainen erikseen vastaavanlaista taistelijan henkilökohtaisen varustuksen kehitystyötä. Ainoastaan Ruotsin ja Suomen välillä on ollut aktiivista tiedonvaihtoa, mutta ei yhteistyötä. Harjoittamalla pohjoismaista yhteistyötä ja työjakoa tälläkin alalla, voitaisiin jatkossa saavuttaa merkittäviä taloudellisia säästöjä.

KULJETUSMATERIAALIALAN VIIMEAIKAINEN SOTILAALLINEN KEHITYS

Eversti Raimo Hohti
Puolustusvoimien Materiaalilaitos,
Kuljetusosaston osastopäällikkö

1. Johdanto

Kirjoituksessa otetaan aluksi lyhyesti kantaa kuljetusmateriaalialan yleismaailmalliseen kehitykseen, jonka jälkeen esitellään puolustusvoimissamme tapahtunutta viimeaikaista alan kehittämistä lähinnä maavoimien kannalta. Tulevaisuuden näkymiä tarkastellaan vain lyhyehköllä aikavälillä.

Viime vuosien maailmanlaajuiset tapahtumat ovat rajusti vaikuttaneet myös kuljetusmateriaalin sotilaalliseen kehittämiseen.

Persianlahden sotakokemukset korostavat tänään LOGISTIIKAN ja ELEKTRONIIKAN merkitystä kuljetusmateriaalin kehittämisessä.

Neuvostoliiton ja sotilasliittojen romahtaminen ja blokkirajojen murtuminen sekä erityisesti aikaisemmin itäiseen blokkiin kuuluneiden maiden romahtanut talous on vauhdittanut käytännön toimenpiteitä vanhojen » Itä-kalustomallien » MODERNISOIMISEKSI länsimaista tekniikkaa hyväksikäyttäen.

Bosnian ja Tsetsenian taisteluista saadut sotakokemukset korostavat kuljetuskaluston SIRPALESUOJAN tärkeyttä nykyisessä taistelutilanteessa.

Maailmanlaajuinen lamakierre myös lännessä on aiheuttanut suuria leikkauksia sotilasbudjetteihin. Tämä taas puolestaan on pakottanut säästämään varoja kaikissa sotilashankkeissa. On syntynyt MODULIRAKENNE-ajattelu, jossa mm tietyt sotilasajoneuvon komponentit pyritään korvaamaan halvoilla, siviilissä käytössä olevilla komponenteilla ja kalustot suunnitellaan ajoneuvoperhe-periaatteella. Tällöin ajoneuvossa voidaan käyttää toiseen ajoneuvoon suunniteltuja, suurina erinä tuotettavia komponentteja.

Euroopan yhdentyminen ja skandinaavisen yhteistyön voimistumi-

nen on aiheuttanut YHTEISTYÖ-tarpeen kuljetuskaluston kehittämisessä standardoinnin ja kustannustehokkuuden parantamiseksi.

Maailmanlaajuinen LAATUJÄRJESTELMIEN käyttöönotto myös kuljetuskaluston kehittämisessä ja tuotannossa on tullut jäädäkseen kaikkissa kehittyneissä valtioissa.

2. Kuljetuskaluston nykyaikainen kehittämisprosessi

Perinteinen täydellinen kuljetusvälineen kehittämisprosessi on hyvin kallista ja aikaavievää. Prosessi käsittää käyttäjän vaatimusten määrittämisen, välineen teknillisten vaatimusten määrittämisen, prototyypin spesifikaation laatimisen, 2–5 prototyypin rakentamisen, prototyyppien testaukset, 0-sarjan rakentamisen, kenttäkokeet ja vasta tämän jälkeen päästään massiiviseen sarjatuotantoon.

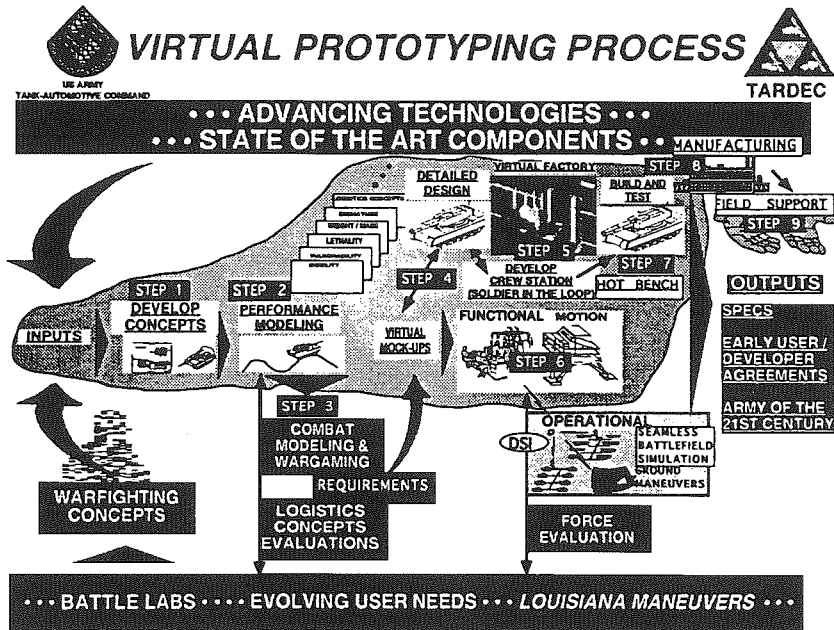
Esimerkiksi ruotsalainen Hägglundsin Bandvagn 206-telakuorma-auton kehittäminen pelkästään telojen kehittämisen osalta maksoi 53 miljoonaa Ruotsin kruunua ja vaunun saaminen tuhansien kappaleiden sarjatuotantoasteelle kesti yli 5 vuotta.

Integroimalla kaupalliset ja jo hyväksihavaitut sotilaskomponentit toisiinsa käyttämällä hyväksi simulointia ja tietokoneavusteista suunnittelua sekä valmistusta, voidaan nykyisin ajoneuvo kehittää sarjatuotantoasteelle pikemmin 1,5 vuodessa kuin tyypillisesti 3–5 vuoden kehitysjaksossa.

Yhdysvalloissa käytetään nykyisin sotamateriaalin kehittämisessä ns VIRTUAALIPROTOTYYPPIÄ (KUVA 1), joka merkitsee sitä, että rakentamatta todellista fyysistä prototyyppiä kehitystyö voidaan viedä simulointia hyväksi käyttäen hyvin lähelle valmista sarjavalmistusta ajoneuvoa. Todettakoon, että KUVASSA 1 esitetyssä virtuaaliprototyyppiprosessissa ensimmäiset kehitysvaiheet numerosta 1 numeroon 6 voidaan simuloida kaikki tietokonetta hyväksikäyttäen. Prosessi mahdollistaa myös erittäin tehokkaasti tuotannon pullonkaulojen poistamisen simuloimalla tulevaa tuotantoa »virtuaalitehdaslinjaa» apuna käyttäen.

Virtuaaliprototyypin käytön hyötyjä ovat:

- kehittäminen voidaan suorittaa nopeasti yleensä puolta nopeammassa aikataulussa kuin aikaisemmin

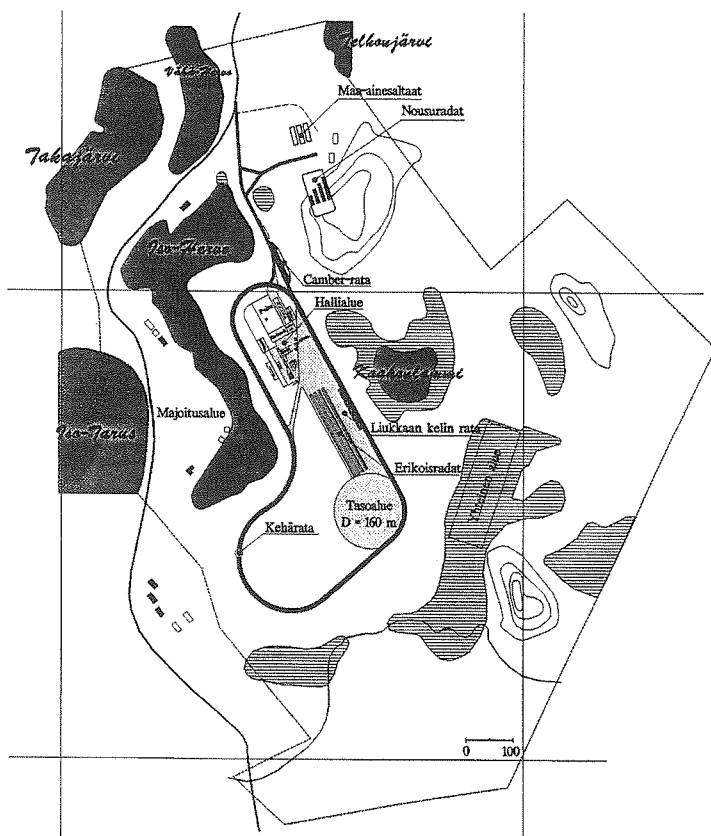


KUVA 1. Panssarivaunun kehittämisprosessi virtuaaliprototyyppiä käyttäen.

- käyttäjän vaatimukset voidaan ottaa huomioon nykyistä monipuolisemmin, koska erilaisia taistelukentän olosuhteita voidaan simuloida yhä uudestaan
- järjestelmä mahdollistaa uusimpien tekniikoiden välittömän käyttöönottamisen (esim. erittäin nopeasti kehittyvän elektroniikan mahdollisuudet)
- kehittämis- ja valmistuskustannuksia voidaan huomattavasti säästää, koska järjestelmässä ei tarvitse rakentaa raskasta prototyyppi-sarjaa.

Virtuaaliprototyyppi toimiakseen tarvitsee erilaisia terramekaanisia mittaustietoja, jotka on mitattava komponenttikohtaisesti. Tällaiset toistettavat mittaukset muuttumattomissa olosuhteissa voidaan suorittaa ajoneuvokomponenttikohtaisesti maastoa jäljittävällä MAAS-TOKOERADALLA.

Myös Suomessa on havaittu tällaisen radan rakentamisen tarve. Maanpuolustuksen Tieteellisen Neuvottelukunnan kuljetustekniikan jaosto on kartoittanut maailmalla olevat vastaavat koeradat ja on tähän perustaen tehnyt koeradan rakentamissuunnitelman. Koeradan on määrä palvella suomalaista kuljetusväline- ja puolustusväline-teollisuutta, maa- ja metsäkoneteollisuutta, ajoneuvojen maahantuoja vertailujen suorittamiseksi sekä puolustusvoimien ja siviilipuolen kuljettajakoulutusta. KUVAN 2 mukainen maastokoerata on suunniteltu rakennettavaksi Padasjoen sotilasleirialueelle lähivuosien aikana.



KUVA 2. Kaaviopiirros Iso-Taruksen alueelle suunnitellusta maastokoeradasta.

3. Panssarikalusto

Panssaroitu miehistönkuljetusajoneuvo m/83 (PASI) kuuluu tyyppinä maavoimiemme panssarikalustoon. Ajoneuvoa on Suomessa valmistettu runsaat 500 kappaletta. Valmistusmäärissä ajoneuvo sijoittuu aivan Euroopan kärkijoukkoon. Huomattava määrä ajoneuvoista on tälläkin hetkellä ulkomailla rauhanturvaajien käytössä Lähi-Idässä, Bosniassa, Makedoniassa ja Skandinaaviassa. Viime vuosien aikana ajoneuvoa on voimakkaasti kehitetty uusiksi mallisarjoiksi. Uudessa PASI XA-185:ssä on toteutettu jo aiemmin Euroopassa valalle pääsyt modulierakenteisuus. Ajoneuvon on pyritty kustannusten säästämiseksi sijoittamaan sellaisia siviilimaailman ajoneuvokomponentteja, jotka säästävät suurissa sarjoissa valmistettaessa kustannuksia, kuitenkin huonontamatta merkittävästi ajoneuvon ominaisuuksia. Tällaisista komponenteista mainittakoon moottori, voimalinja, akselistot ja ajoneuvon huoltoon liittyvät järjestelmät. Uusi PASI XA185 tuli puolustusvoimien käyttöön vuoden 1993 lopulla.

Norjan puolustusvoimat on tilannut Sisu Defence Oy:ltä 22 kappaletta modifioitua PASI XA-185 vaunuja, joihin on tehty merkittäviä muutoksia tilaajan vaatimusten täyttämiseksi. Vaunu on saanut mallityypikseen PASI XA-186 (Kuva 3). Vaunuun on asennettu englantilainen HELIO-konekivääri/-tykkitori, joka on sähköisesti suunnattava ja vaunu on panssaroitu aivan uudella tavalla kestämiään sirpaleita ja raskaan konekiväärin luoteja. Vaunuun on asennettu myös koko miehistölle sisäänrakennettu NBC-suojelujärjestelmä. Vaunu on tarkoitettu rauhanturvaajien koulutukseen ja käyttöön Norjassa ja Bosniassa.

Saksa-kauppojen myötä Panssariprikaatin organisaatioon on voitu liittää kauan kaivatut telatykit. Hankitut telatykit ovat tyypiltään 2S1-telahaupitseja, jotka ovat varustetut 122 mm haupitseilla ja joihin on kotimaassa valmistettu tulitoiminnan vaatimat komentopaikka-, esikunta- ja tiedusteluvaunut Saksasta hankituista MTLBu- kalustosta. Aiemmin Panssariprikaatin tulenjohtovaunuiksi modernisoitiin joukko BMP-1 rynnäkkövaunuja. Panssariprikaatin käyttöön on lisäksi aivan lähiaikoina tulossa järeämpi 152 mm tykillä varustettu 2S5-telakanuuna.

Saksasta hankittiin myös suuri joukko erikoispanssarivaunuja



KUVA 3. Norjalainen PASI XA-186(tykkitorista puuttuu 12,7 mm konekivääri).

kuten siltapanssarivaunu BLG- 60M2 sekä hinauspanssarivaunuja JVBT ja VT-55 tyyppisinä. Kaikille näille vaunuille yhteistä on se, että ne ovat alustaltaan samanlaisia kuin meidän T-55 panssarivaunumme.

Saksa-kauppaan kuului myös merkittävä määrä T-72M1 taistelupanssarivaunuja. Vaikka vaunu on tunnetusti hyvinkin käyttökelpoinen, Persianlahden sotakokemukset osoittivat että nykyisellä taistelukentällä sillä on vakavia rakenteellisia puutteita. Tätä vaunumallia on käytössä useissa maissa Venäjän ulkopuolella n 4000 kappaletta. Suomessa kuten muuallakin maailmassa on pitkään mietitty, miten vaunun taistelukelpoisuutta voitaisiin parantaa käyttämällä modernisoinnissa apuna nykyaikaista länsimaista tekniikkaa. Voidaan arvioida, että vaunun tämän hetken pahimpia puutteita ovat:

- ampumatarvikkeen huono läpäisykyky nykyaikaisia panssarimateriaaleja vastaan
- ammunnan tarkkuus erityisesti liikkeestä ammuttaessa
- pimeätoimintakyky

- heikohko panssarointi ja
- heikkotehoinen moottori

KUVASSA 4 on esitetty slovakialainen esimerkki modernisoidusta T-72 M1-taistelupanssarivaunun prototyypistä.

T-72 M2 (MODERNA) panssarivaunu on varustettu lämpökamerapohjaisella modernilla länsimaisella ammunnanhallintajärjestelmällä, ilmatorjunnan tehoa on parannettu tornin molemminpuolin asennetuilla 20 mm länsimaisilla ilmatorjuntatykeillä ja panssarointia on parannettu asentamalla vaunuun kerroslisäpanssarit.

4. Ajoneuvokalusto

Puolustusvoimat on hankkinut radioautokäyttöön Mercedes-Benz 290 GD maastohenkilöautoja runsaat 50 kappaletta. Käyttötarkoituksesta johtuen radiohäiriöiden vaimennukseen on kiinnitetty erityistä huomiota. Koska auto on alkuaankin suunniteltu sotilaskäyttöön sen maastoliikkuvuus on erinomainen. Auto on varustettu dieselmoottorilla ja käsivalintaisella vaihteistolla.

Sisu-Auton Karjaan tehtaat on valmistanut siviilimalliseen SK-sarjaan perustuvat kaksi- ja kolmiakseliset maastokuorma-autot. Kehitystyön tavoitteena on ollut suorituskykyinen, helppokäyttöinen ja kustannuksiltaan edullinen maastokuorma-auto. Kaikki autojen komponentit ovat täysin kaupallista valmistetta, ainoastaan eräitä suojauksia on jouduttu tekemään sotilaskäyttöä silmälläpitäen. Myös pyöräkoko ja rengas on valittu maastokäyttöä varten. Moottorina 4x4 mallissa on VALMET 612 -dieselmoottori ja 6x6-versiossa CUMMINS LTA-10. Molempien mallien vaihteistot ovat käsivalintaisia. Kolmiakselinen malli on varustettu erityisesti ammuskuljetuksia varten ja siinä on mm lukkiintumattomat jarrut ja Hiab 120- puominosturi. Autojen suorituskyky sekä maastossa että tiellä on erittäin hyvä.

Panssarivaunujen ja raskaiden työkoneiden kuljetuksia varten puolustusvoimat on hankkinut ajoneuvoyhdistelmiä (KUVA 5), joiden vetoautona toimii SISU SM 270 8x4 ja perävaununa SIIMET-Yhtymän valmistama kolmiakselisella telillä varustettu kuljetuslavetti T-418. Ajoneuvoyhdistelmän kantavuus on riittävä T-72 taistelupanssarivaunun kuljettamiseen 80 km/h nopeudella.



KUVA 4. Slovakialainen modernisoitu T-72M2(MODERNA).



KUVA 5. Panssarivaunujen kuljetusauto SISU SM 270 8x4.

Vetoautoon on asennettu kotimainen Katsa Oy:n valmistama kaksoisvinssi, jonka vetovoima on 2x160 kN. Vinssin avulla kuljettaja pystyy yksinkin kuormaamaan ja purkamaan vaurioituneen panssari-vaunun.

Puolustusvoimien ja Sisu Defence Oy:n yhteistoiminnan tuloksena on saatu valmiiksi monivuotinen pioneerialan tuotekehitystyö, uusi raivaamisajoneuvo SISU RA-140D (KUVA 6). Raivausajoneuvo soveltuu ensisijaisesti sirotemiinon raivaamiseen tiellä ja kiitoradoilla. Ajoneuvo selviytyy myös maahan asennetuista panssari- ja jalkaväkimiinon raivaamisesta.

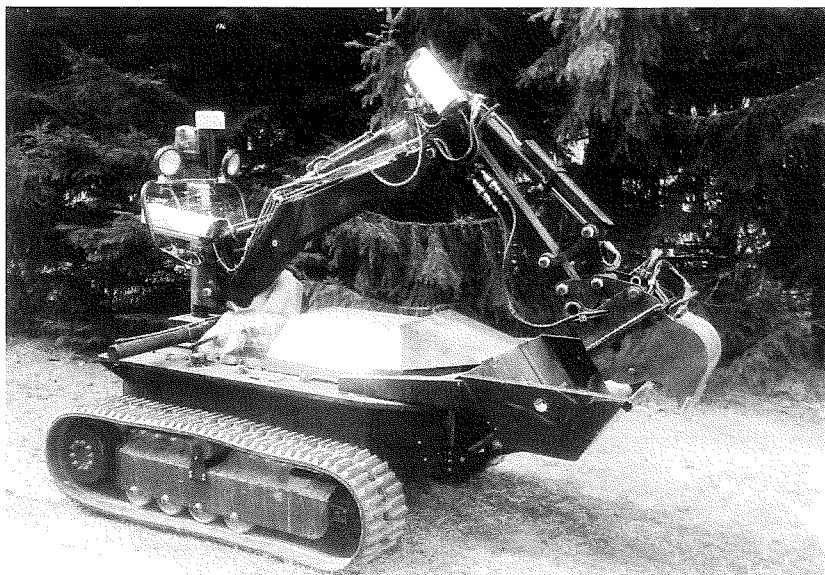
Raivaustehtävässä ajoneuvo etenee hydraulimoottorin avulla perä edellä miinotteeseen. Raivaimen pyörivät ketjut piiskaavat maassa olevat miinat toimintakunnottomiksi tai räjäyttävät ne. Raivaimen automaattinen raivaussyvyyden säätömekanismi huolehtii luotettavasti siitä, ettei toimintakuntoisia miinoja voi jäädä maahan. Ajoneuvo ei tarvitse siirtoja varten kuljetusalustaa vaan liikkuu maantiellä jopa 70 km/h nopeudella. Satojen kilometrien moottorimarsseja varten raivain on puolessa tunnissa irroitettavissa ja sijoitettavissa ajoneuvon lavalle. Tällöin ajoneuvolla on vain normaali ajoleveys.

Vuonna 1994 Niinisalon koeampuma-asemalle hankittiin puolustusvoimien ja kotimaisen Modulaire Oy:n kanssa yhteistoiminassa kehitetty ammusten raivausajoneuvo MD- 15 (KUVA 7). Ajoneuvoa on tarkoitus käyttää räjähtämättömien ammusten ja muiden vaarallisten materiaalien siirtoon ja käsittelyyn operaattorin olessa turvallisen etäisyyden päässä kohteesta.

Järjestelmä koostuu ajoneuvosta, manipulaattorista, kauko-ohjain 8 laitteesta ja videokuvan siirtojärjestelmästä. Telavetoinen ajoneuvo painaa hydraulisella manipulaattorilla varustettuna n 1,5 tonnia. Sen voimanlähteenä on 30 hv dieselmoottori. Voimansiirto teloille on hydrostaattinen ja se on toteutettu kahdella suljetun piirin säätötilavuuspumpulla ja kiinteän tilavuuden napamoottoreilla. Videokuva ajoneuvon kameroilta välitetään operaattorille mikroaaltolinkillä. Lähetyspäässä on ympärisäteilevä, vastaanotossa suunnattava antenni. Kuvansiirtoetäisyys on n 600 m, kun vastaanottavan ja lähettävän antennin välillä on näköyhteys. Kauko-ohjauslaitteen monitorilla näkyvä kuva on valittavissa kauko-ohjaimelta.



KUVA 6. Uusi kotimainen raivausajoneuvo SISU RA-140D.



KUVA 7. Raivausajoneuvo MD-15.

5. Kuljetusmateriaalialan huolto- ja korjausvälineet

Lähinnä kuljetusalan sodan aikaista huolto- ja korjaustoimintaa varten materiaalialalle on kehitetty liikuteltava konttijärjestelmä, joka on tarkoitettu prikaatitason joukkojen ja niitä tukevien kuljetusvälinehuoltojärjestelmien käyttöön autokenttäkorjaamoissa ja prikaatin autohuoltoloissa. Konttijärjestelmä käsittää seuraavat konttityypit:

- A-kontti, joka on lämpöeristetty ja jossa on myös valaistus ja lämmitys. Kontti on varusteltu yleiskorjauskontiksi
- BC-kontti, jonka rakenne on edellisen kaltainen, mutta on varusteltu erikoiskorjauskontiksi
- Voiteluainekontti, joka on varusteltu voitelu- ja muiden moottorijoneuvojen ylläpitoon tarvittavien aineiden jakeluun sopivaksi
- Rengashuoltokontti, joka on varusteltu rengashuollon edellyttämällä lisälaitteilla.

Kontteja käsitellään vaihtokuormalaitteilla varustetuilla joko 2- tai 3-akselisilla kuorma-autoilla. Konttijärjestelmä tulee pitkällä aikavälillä korvaamaan vanhentuneet nyt käytössä olevat korjaamoperävaunut.

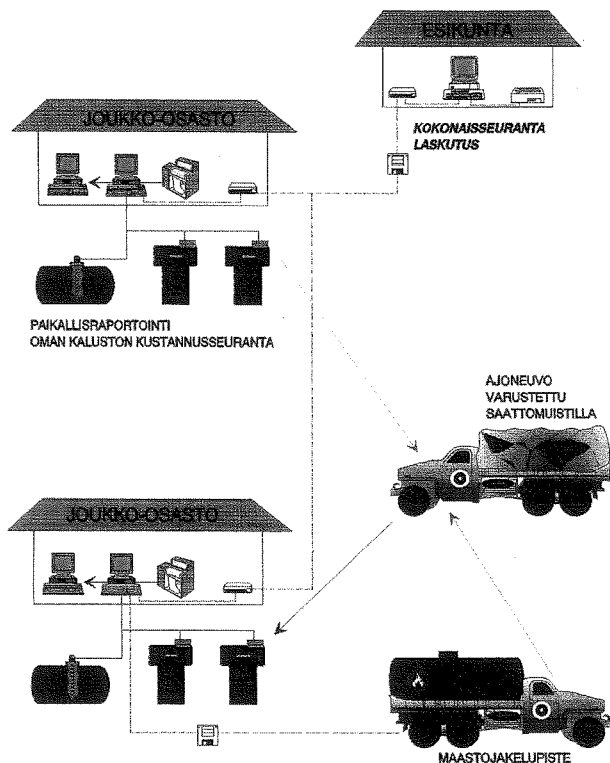
Lähinnä telakuorma-autoille, panssarivaunuille ja kotimaisille sotavarusteajoneuvoille puolustusvoimissa on kehitetty myös joukkokohtaisia varaosasarjoja. Sarjat ovat joko prikaati-, pataljoona- tai komppaniasarjoja. Varaosasarjat on sijoitettu jo rauhan aikana joukkojen yhteyteen ja varaosasarjoja on tarkoitus kierrättää rauhan aikana suoritettavien korjausten yhteydessä, jotta käyttäjät oppisivat oikein käyttämään paketteja.

6. Muita kuljetusalan viimeaikaisia kehitysprojekteja

Puolustusvoimat on kehittänyt oululaisen Idesco Oy:n kanssa automaattisen saattomuistiin perustuvan polttoaineen jakelujärjestelmän (KUVA 8).

Järjestelmässä varuskuntien polttoaineen jakopaikat (maastosäiliöt ml) on varustettu kortinlukijalaitteella, joka on yhdistetty varuskunnan ATK-verkkoon. Tankkaustapahtumassa lukijalaite tunnistaa kuljettajan henkiökohtaisesta tunnistuskortista. Kuljettaja nostaa lu-

**TIEDONSIIRTO SAATTOMUISTIN KÄYTTÖÖN PERUSTUVASSA
POLTTOAINEEN JAKELUVERKOSTOSSA**



KUVA 8. Tiedonsiirto saattomuistin käyttöön perustuvassa polttoaineen jakeluverkostossa.

kijalaitteen avainkoukkuun ajoneuvon virta-avaimen, jonka muoviin avainpäähän on upotettu ajoneuvokohtainen saattomuisti. Kortinlukijalaite lukee saattomuistista ajoneuvon tankkaustiedot (ajoneuvon rekisterinumero, polttoaineen laji ja säiliön tilavuus). Lukijalaitteen näyttörüutu opastaa tämän jälkeen tankkaustapahtuman. Jos tankkaus suoritetaan ajoneuvon kotivaruskunnassa, tankkaustiedot siirtyvät automaattisesti ajoneuvon kustannusseurantatietojärjestelmään. Jos tankkaus suoritetaan vieraassa varuskunnassa, ajoneuvon tankkaustiedot siirtyvät virta-avaimen saattoimuistiin.

Saattomuisti mahdollistaa yhtäjaksoisesti yli 10 tankkausta kotivaruskunnan ulkopuolella. Seuraavan kotivaruskunnassa tapahtuvan polttoainetankkauksen yhteydessä saattomuisti purkaa muissa varuskunnissa tapahtuneet tankkaustiedot ajoneuvon kustannusseurantatietojärjestelmään. Kun kaikki varuskunnat ovat samassa ATK-verkossa, järjestelmä mahdollistaa automaattisen laskuttamisen suoraan polttoaineen käyttäjän ja öljy-yhtiön välillä.

Automaattisen polttoaineen jakelujärjestelmän edut verrattuna nykyiseen järjestelmään ovat seuraavat:

- järjestelmän käyttöönotto säästää puolustusvoimilta työvoimaa n 70 henkilötyövuotta
- järjestelmään sidottu pääoma voidaan kuolettaa jo kahden vuoden aikana
- järjestelmä mahdollistaa automaattisen ja virheettömän laskuttamisen suoraan käyttäjän ja öljy-yhtiön välillä
- jakotapahtuma voidaan suorittaa erittäin tarkasti, jolloin polttoaineen kirjanpidolliset ja todelliset käyttömäärät korreloivat toisiinsa

Kun Neste Oy lopetti n vuosi sitten lyijyllisen polttoaineen valmistuksen huomattiin pian, että korvaavat lyijyttömät polttoaineet eivät sovi kaikkiin sotilassovelluksiin (esim Bv-206 bensiiniversioon). Puolustusvoimien materiaalilaitos yhdessä Neste Oy:n kanssa on ryhtynyt kehittämään bensiinin lisäaineita, jolla voitaisiin poistaa esiintyneet venttilikoneistojen kiinnileikkautumiset. Projekti on kasvanut yhteis-pohjoismaiseksi ja tänään Ruotsin, Norjan ja Suomen puolustusvoimat yhdessä tutkivat erilaisia ratkaisukeinoja, millä syntyneet ongelmat voitaisiin poistaa. Projekti on loppusuoralla ja skandinaavisia tuloksia on lupa odotella lähiaikoina.

Puolustusvoimat on yhdessä Itävallan Liittoarmeijan kanssa tutkinut rypsiöljyn soveltuvuutta nykyaikaiseen dieselmoottoriin vuosina 1989–1993. Tutkimuksen perusteella näyttää siltä, että rypsiöljy este-eröitynä (rypsiöljymetyyliesteri RME) soveltuu kohtuullisen hyvin sotilaskäytössä olevien ajoneuvojen dieselmoottoreiden polttoaineeksi.

Rypsiöljyn hyvinä puolina voidaan pitää:

- dieselmoottoreihin ei tarvitse tehdä välttämättä mitään rakenteellisia muutoksia

- käytettäessä rypsiöljyä polttoaineena moottorin nimellistehon lasku on vähäinen(0–6 %)
- voimassa olevat ajoneuvojen öljynvaihtovälit voidaan pitää ennallaan
- rypsiöljyllä on nopea biologinen hajaantumiskyky, josta johtuen se on ympäristöystävällinen tuote
- yhteenlaskettuna pakokaasujen emission käyttäytyminen ei huonone

Rypsiöljyn huonoina puolina voidaan pitää:

- rypsiöljyn hinta ainakin rauhan aikana on korkeasta polttoaineverotuksesta johtuen suuri
- rypsiöljyn massatuotanto vaatii suuria peltopinta- aloja ja valikoi- tuja kasvualustoja
- pakkaskestävyys lämmitettävine polttoainesäiliöineen ja suodat- timineen on heikohko < 30 astetta C

Yhteistoiminassa pioneeriaselajin kanssa tärkeimmille panssari- ja sotavarusteajoneuvoille on kehitetty ajoneuvokohtaiset maastouttamispaketit. Itse naamiointiverkko on valmistettu PVC-pinnoitetusta kankaasta. Verkko on yhdistetty myös lämpösuojuverkko, jolloin paketista saadaan toimivampi lämpösäteilyn häivyttämiseksi ja ympäristöön sekoittumiseksi. Panssarivaunuihin ja ajoneuvoihin on rakennettu varta vasten maastouttamispaketeille telineet, joista naamioverkot voidaan nopeasti ja helposti laskea ajoneuvon päälle.

Puolustusvoimien Materiaalilaitos vastaa maavoimien kuljetusmateriaalin koko teknisestä elinkaaresta. Tuotteiden tulee vastata käyttäjien vaatimuksia. Kuljetusmateriaalialalle on rakennettu standardien ISO 9000 mukainen laatujärjestelmä suoraan toimialan johtamisjärjestelmään. Kuljetusalan varikoista Kuljetusvarikolle on myönnetty puolustusvoimien laatusertifikaatti koko varikon toiminnan osalta, Panssarivarikko ja Tervolan varikko on määrää sertifioida vielä tämän vuoden aikana. Tärkeimmät kuljetusmateriaalialan laatusertifioidut toimittajat ovat:

- Sisu Defence Oy (Oy Sisu-Auto Ab, Karjaa katselmus menossa)
- Vammas Oy
- Scantarp Oy

- Reka Rubber Oy
- Nokia Renkaat Oy
- Tampereen Autovaraosa Ky

On muistettava, että laatusertifikaatti on vain osoitus laatujohtamisen käytännön menetelmien hallinnasta. Tuotteen laadun arvioi kuitenkin aina viime kädessä asiakas.

7. Lopuksi

Nykyaikaisen taistelukentän elementit ovat **tuli, liike ja elektroniikka**.

Elektronisten tiedustelujärjestelmien takia joukon on pystyttävä siirtymään nopeasti ja huomaamattomasti. Paikalleen jäänyt suojaton joukko tuhotaan nopeasti, koska havaitseminen ei ole enää ongelma.

Kuljetusvälineet kuuluvat nykyisin kiinteänä osana suurempia johtamis- tai asejärjestelmiä. Tulevaisuudessa tulisi myös kuljetusalalle osoittaa riittävät oman alansa hallitsevat henkilöresurssit, jotta arvokkaista järjestelmistä tulisi mahdollisim 12 man käyttökelpoisia.

Lähitulevaisuuden haasteita kuljetusalalla tulevat olemaan:

- T- 72M1 taistelupanssarivaunun modernisointi
- panssarivaunujen ja muun kuljetuskaluston sirpalesuojauksen parantaminen
- johtamisjärjestelmien vaatimat ajoneuvoratkaisut
- tietojärjestelmien kehittäminen, joilla voidaan arvioida kuljetus-suoritteiden taloudellisuutta ja
- vanhan kaluston modernisoinnit.

THE FINNISH DEFENCE FORCES

*Certificate*

of quality system

NO 22

The Quality Group of the Defence Staff with this certificate
confirms that the Quality System of

Oy Sisu-Auto Ab

meets the requirements of Standards:

AQAP-1
ISO 9001

in the following product ranges:

Tracked Carriers (NA-series)
All-Terrain Trucks (SA-series)
Armoured Carriers (XA-series)

The validity of this certificate terminates after one year.

Helsinki 5.10.1993

On behalf of the Defence Staff

Chief of Logistics
Major General

Timo Merjola
Timo Merjola

Quality Manager
Colonel (Eng)

Matti Multimäki
Matti Multimäki



*KUVA 9. Ensimmäinen Oy Sisu-Auto Ab:lle myönnetty puolustusvoimien
laatusertifikaatti.*

TIEDUSTELULENNOKKIJÄRJESTELMÄLLE ASETETTAVIA VAATIMUKSIA

Everstiluutnantti Pekka Majuri

Tiedustelulennokkien tarpeesta ja hankintamahdollisuuksista on Suomessa keskusteltu jo pitkään. Tarve on kiistatta todettu monissa tutkimuksissa ja työryhmissä. Alustava päätös hankintojen käynnistämisestä tehtiin keväällä 1992 mietintönsä jättäneen lennokkityöryhmän esityksen pohjalta. Mietintö perustui neljä kuukautta kestäneisiin kenttäkokeisiin Suomessa. Sekä kesä- että talviolosuhteissa toteutetut testit olivat perusteellisuudessaan ainutlaatuiset ja ne ovatkin herättäneet runsasta kiinnostusta useissa eri maissa. Testatusta järjestelmästä saadut kokemukset olivat erinomaisia mutta hankinnat kariutuivat tuolloin määrärahojen leikkauksiin.

Saatuja kokemuksia ja testeihin liittyneeseen koulutuksesta saatua ammattitaitoa ei saisi päästää valumaan hukkaan vaan ensimmäisen järjestelmän hankinta tulisi käynnistää mahdollisimman pian. Näin menetellen olisi mahdollista käynnistää käyttösovellutusten testaaminen ja henkilöstön laajempi koulutus. Järjestelmän hankinta ja käyttöönotto tulisi toteuttaa kaikkien puolustushaarojen ja Rajavartiolaitoksen yhteistyönä. Muun muassa raja- ja merivalvonta olisivatkin järjestelmän tärkeitä käyttösovelluksia.

Siviiliviranomaiset osoittivat kiinnostuksensa järjestelmästä testien aikana, joten myös heidän pitämisensä mukana hankintojen valmistelussa on tärkeää. Esimerkiksi etsintä-, kulonvalvonta- ja ilmanäytteenottotehtävät on mahdollista toteuttaa lennokilla nopeasti ja edullisesti ilman lentäjälle aiheutuvaa riskiä.

Myös kotimaisen teollisuuden olisi mahdollista hyötyä hankkeesta. Jo testien yhteydessä keskusteltiin epävirallisesti siitä, että Suomi voisi toimia muihinkin Euroopan maihin mahdollisesti myytävän järjestelmän osatoimittajana. Tämä tilaisuus tulisi käyttää hyväksi ainakin pohjoismaiden puitteissa.

Käyttö Euroopassa laajenee jatkuvasti

Miehittämättömien ilma-alusten käyttö tiedustelussa lisääntyy jatkuvasti eri puolilla maailmaa. Kokonais- tai osajärjestelmiä valmistavia yrityksiä on alan luettelon mukaan noin 200. Tuotannossa olevia tai kehitystyön alla olevia tiedustelulennokkimalleja on useita kymmeniä. Israelilla on pisimmät kokemukset tiedustelulennokkijärjestelmien operatiivisesta käytöstä. Nykyisten järjestelmien ensimmäiset versiot olivat käytössä jo 1970-luvulla. Israelilainen lennokkiteknologia on edelleen lyhyen matkan potkurikoneiden kehityksen kärjessä ja johtavassa asemassa maailmassa. Meillä testattavana ollut sveitsiläinen Ranger on kehitetty israelilaisen ratkaisun pohjalta. Sveitsin puolustusvoimat tilasi neljä Ranger-järjestelmää keväällä 1995. Myös USA:ssa käytössä oleva Pioneer on alkuperältään israelilainen.

Persianlahden sodan aikana tämäntyyppisistä lennokeista saatujen erittäin hyvien kokemusten perusteella panostus järjestelmien jatkokehittämiseen on ollut voimakasta. USA:n maavoimilla, merijalkaväellä ja merivoimilla oli sodassa käytössään yhteensä kuusi Pioneerilennokkiyksikköä. Lennokeilla suoritettiin yli 500 tehtävää ja lennettiin yhteensä noin 1 700 lentotuntia. Tiedustelulennokkijärjestelmiä on ollut käytössä myös entisen Jugoslavian alueella. Rauhanturvatoiminta voisikin olla yksi tiedustelulennokkien merkittävimmistä tulevaisuuden käyttöalueista.

USA:ssa käynnissä oleva kehittämisohjelma pitää lähtökohtanaan sitä, että lennokkeja tullaan ensi vuosituhanalla käyttämään kaikilla tasoilla taktisesta mannertenväliseen tiedusteluun. Euroopan ulkopuolella USA:n lisäksi Kanadalla on pitkä kokemus lennokkijärjestelmien kehittämisestä. Myös Etelä-Afrikassa on kehitetty järjestelmä, joka on kilpailukykyinen Euroopankin markkinoilla.

Euroopan maista tiedustelulennokkien kehittämisprojekteissa ovat olleet mukana jo 1970-luvulta alkaen Saksa, Ranska, Italia ja Iso-Britannia. Hankkeita on ollut lukuisia, mutta operatiiviseen käyttöön niistä on päätyntä vain harvoja. Tällä hetkellä kehittämisen painopiste on selkeästi taktisissa lyhyen kantaman potkurilennokkijärjestelmissä, joiden keskeinen ominaisuus on reaaliaikaisen tiedustelutiedon ja maalitietojen tuottaminen. Merkittävimpiä edellä mainittuun ryhmään kuuluvia eurooppalaisia hankkeita ovat sveitsiläinen Ran-

ger, saksalais-ranskalainen Brevel ja italialainen Mirach. Näiden lisäksi ranskalainen Fox on ollut käytössä muun muassa entisen Jugoslavian alueella ja Mart Persianlahden sodassa. Iso-Britannian merkittävin lennokkiprojekti on jo vuosia ollut Phoenix.

Omia lennokkiprojekteja on Euroopassa lisäksi ainakin Unkarissa, Tsekissä, Ruotsissa ja Venäjällä. Lähes kaikki muutkin Euroopan maat ovat sisällyttäneet tiedustelulennokit lähivuosien hankintasuunnitelmiinsa.

Pituus	3–6 m
Siipien kärkiväli	3,5–7 m
Lentoonlähtöpaino	150–300 kg
Hyötykuorman paino (max)	40–50 kg
Moottori	mäntämoottori, 25–50 hv
Nopeus (max)	180–220 km/h
Lentokorkeus (max)	3000–5500 m
Lentoaika (max)	5–12 h
Kuvansiirtoetäisyys (max)	100–200 km
Kuvaustiedusteluvarustus	TV-kamera, lämpökamera
Muu mahdollinen varustus	Elektroninen tiedustelu ja häirintä, releasema, ABC-näytteenotto, tutka, laseretäisyysmittari, laservalaisin, säätiedustelu
Lähtötapa	Kiitotie, katapultti, raketti-boosteri
Ohjaustapa	Kauko-ohjaus, ennako-ohjelmointi
Navigointi	Autopilotti, inertia, GPS
Laskeutumistapa	Kiitotie, laskuvarjo, ilmatyyny

Lyhyen kantaman tiedustelulennokkien tyypillisiä ominaisuuksia.

Perusteelliset kenttäkokeet Suomessa

Päämajamestarin johtaman ja kaikkien puolustushaarojen edustajista koostuneen työryhmän suositusten perusteella päätettiin vuonna 1990 aloittaa tiedustelulennokkien testaaminen Suomessa. Vuokrasopimus tehtiin israelilais-sveitsiläisestä järjestelmästä, koska sen katsottiin parhaiten vastaavat alustavia vaatimuksiamme.

Kokeilut jakautuivat kahteen eri jaksoon. Kesätestit toteutettiin elo-lokakuussa 1991 ja talvitestit tammi-maaliskuussa 1992. Molemmat jaksot kestivät kaksi kuukautta. Kesätestit toteutettiin Porissa ja Kemijärvellä ja talvitestit Porissa, Kemijärvellä ja Hangossa.

Kokeiluissa keskityttiin hankkimaan kokemuksia tiedustelulennokin soveltuvuudesta Suomen olosuhteisiin eri vuorokauden- ja vuodenaikoina. Erityisesti haluttiin selvittää järjestelmän soveltuvuus aluevalvontaan, maavoimien tiedusteluun, kenttä- ja rannikkotykistön tulenkäytön johtamiseen, merivalvontaan, meritiedusteluun, ja tukitehtäviin merialueella.

Kaikki valmistajan ilmoittamat tekniset arvot testattiin molempien jaksojen aikana. Kokemuksia saatiin myös toiminnasta sateessa ja lumisateessa, sumussa, jäätävissä olosuhteissa sekä pimeällä. Erityisenä kokeilukohteena Kemijärvellä oli kenttätykistön ampumaleiriin liittyen selvittää järjestelmän liikuteltavuus sekä toimintamahdollisuudet lumessa ja tilapäiskentiltä.

Kokeiltavana ollut sveitsiläinen Ranger-järjestelmä osoittautui erittäin luotettavaksi ja toimintavarmaksi ja se jopa ylitti osan asettamamme alustavista vaatimuksista. Ranger-järjestelmä oli kehitteillä oleva prototyyppijärjestelmä, joka kuitenkin oli kokoonpanoltaan, toiminnoiltaan ja ominaisuuksiltaan valmis otettavaksi käyttöön sellaisenaan. Sen keskeisiä ominaisuuksia olivat reaaliaikaisen tiedustelun yli 150 km:n ulottuvuus, katapulttilähtö ja laskeutuminen jalakselille, jotka lisäsivät järjestelmän käyttömahdollisuuksia ja vähensivät yksikön paljastumisriskiä sekä lennokin rakenne, joka mahdollisti muun muassa lentämisen sateessa ja pakkasessa.

Teknisiä vikoja oli vähän eivätkä ne aiheuttaneet ongelmia suunnitellun lento-ohjelman toteuttamiselle. Lentotunteja kertyi yhteensä noin 160.

Ensimmäisen kokeilujakson aikana kutsuttiin myös poliisin, tullin

ja rajavartiolaitoksen edustajat seuraamaan etsintä- ja meripelastuskokeilua, jossa lennokin avulla etsittiin mereen pudonnutta ihmistä. Etsintä suoritettiin lämpökameralla ja harjoitus onnistui erinomaisesti.

Käyttömahdollisuuksia on runsaasti

Toteutettu kokeilutoiminta osoitti, että järjestelmällä on olosuhteissamme runsaasti käyttömahdollisuuksia ja -sovelluksia.

Lennokkijärjestelmän avulla on mahdollista parantaa rauhan ajan valvontakykyä painopisteen ollessa merialueella. Järjestelmän käyttö painottuu merivalvonnan täydentämiseen, liikkuvan valvonnan painopisteen ja syvyyden luomiseen sekä kohteiden tunnistamiseen ja paikantamiseen.

ABC-valvonnassa ja -tiedustelussa lennokeilla voidaan täydentää ja tarkentaa kiinteän valvontaverkon tietoja ja parantaa ilmanäytteenottokykyä. Sotilaallisten tehtävien ohella lennokkien käyttötarpeissa on otettava huomioon rauhanaikaisen pelastuspalvelukyvyn tehostaminen etsinnässä ja paikantamisessa, säätiedustelu sekä ympäristövahinkojen valvonta ja tiedustelu.

Valvontatehtävien tehokkaan toteuttamisen edellytyksenä on noin 150 km:n toimintasäde, pimeätoimintakyky ja monipuolinen kamera-varustus.

Sodan uhan aikana lennokkijärjestelmää voidaan käyttää sekä ylijohton tiedustelutehtäviin että elektronisen tiedustelun tarpeisiin. Viimeksi mainittu edellyttää kuitenkin perusteellisia jatkoselvityksiä.

Merellisessä toiminnassa valvonta säilyy myös sodan uhan aikana päätehtävänä. Tällöin vaatimus valvonnan ja tiedustelun ulottuvuudesta kasvaa 200–250 km:in. Järjestelmän tulee mahdollistaa meri-tilannekuvan täydentäminen painopistealueilta operatiivisen johdon asettamien vaatimusten mukaisesti.

Maatiedustelussa järjestelmällä tulee olla kyky suorittaa tehtäviä, joita muu liikkuva valvonta ei voi toteuttaa kohtuuttoman riskin, ympäristöolosuhteiden tai muiden tekijöiden takia. Tiedustelulennokkeja tulee kyetä käyttämään uhanalaisimmissa suunnissa mahdollisten hyökkäysvalmistelujen paljastamiseksi. Ensisijaisesti tehtävänä

on tiedustelu tieurien suunnassa. Tiedustelun ulottuvuusvaatimus on 100–150 km.

Sodan aikana lennokkien käyttö painottuu operatiivisten vaatimusten mukaisesti painopistesuunnan taistelualueen reaaliaikaisen tilannekuvan muodostamiseen sekä meritorjuntaohjusten ja tykistön tulenkäyttöön. Lennokkien käytön kohteina voivat tulla kyseeseen vihollisen syvyydessä olevat johtamisaikat, tuliasemat, reservien ryhmitysalueet, huoltolaitokset, liikenteen solmukohdat, satamat, alukset ja alusmuodostelmat sekä helikopterikentät.

Tiedustelun ulottuvuusvaatimukset ovat operatiivisessa maatie-dustelussa 100–150 km, merellä 200–250 km ja tykistön tulenkäytössä 50–70 km.

Tekniset vaatimukset perustuvat kenttäkokeisiin

Järjestelmän tulee sisältää vähintään yksi siirrettävä, esimerkiksi kontteihin sijoitettu maa-asema ja yksi kevyt taktinen maa-asema, joista lennokkia voidaan ohjata ja jotka voivat reaaliajassa vastaanottaa lennokin lähettämää informaatiota. Varsinaisen maa-asema voisi koostua komento-, antenni-, viesti- ja huoltokontista.

Lennokkia lennätetään maa-asemalta joko manuaalisesti tai automaattisesti. Koko lennon ajan tulee maa-asemalla olla tiedossa lennokin sijainti sekä koordinaatteina että karttapisteenä. Mikäli yhteys maa-aseman ja lennokin välillä katkeaa, tulee lennokin lentää automaattisesti ennalta ohjelmoituun paikkaan alasottoa varten. Usean lennokin yhtäaikaista hallintaa tulisi myös olla mahdollista.

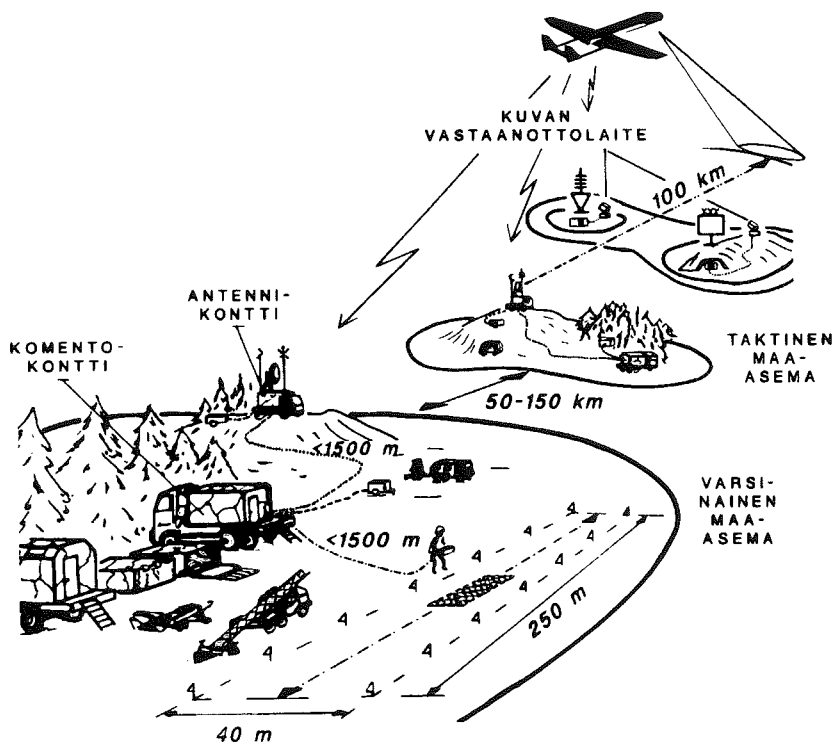
Komentokontti sisältää lennättämiseen ja hyötykuorman käyttämiseen tarvittavat laitteet sekä lennätysjärjestelmään sopivan simulaattorin koulutusohjelmistoinen. Samassa tilassa tulee sijaita myös lennokin hyötykuormalta tulevan informaation vastaanottolaitteet. Lennokin lennätyslaitteisto ja informaation tulkintalaitteisto voivat olla myös erillään lähetin- ja vastaanottolaitteista.

Antennikontti sisältää kaikki tarvittavat lähettimet ja vastaanottimet. Se on voitava sijoittaa enintään 1.5 km:n päähän komentokontista. Viestikontti sisältää lennokin lähettämän kuvan nauhoitus- ja käsittelylaitteet sekä viestiyhteysvälineet ulospäin suuntautuvaa viesti-

liikennettä varten. Huoltokontti sisältää lennokkiyksikön tarvitsemat varaosat, mittalaitteet ja työkalut.

Taktinen maa-asema on helposti liikuteltava lennokin johtamiseen käytettävä laitteisto, jolla pyritään pidentämään tiedustelun ulottuvuutta. Se voi olla enintään noin 150 km:n päässä varsinaisesta maa-asemasta. Taktisessa maa-asemassa tulee olla täydellinen tiedonsiirtovarustus. Lennättäjä voi ohjata lennokkia ja tähystäjä voi käyttää lennokin tiedusteluvälineitä.

Kuvan vastaanottolaite on erillinen helposti liikuteltava passiivinen laite. Sillä tulee olla kuvien tallennuskyky, mahdollisesti kuvankäsittelykykyä ja sillä tulee voida lähettää kuva eteenpäin sitä tarvit-



Kiitotieltä operoitavan lennokkiyksikön ryhmitysperiaate.

seville. Niitä voi järjestelmään kuulua useita ja ne voivat sijaita esikunnissa, liikkuvissa johtoportaisissa tai esimerkiksi aluksilla.

Tiedonsiirtojärjestelmän tulee omata riittävä häirinnänsietokyky. Linkkiyhteys komentokontin ja lennokin välillä tulee olla varmistettu varajärjestelmällä.

Ympärivuorokautisen toiminnan mahdollistamiseksi yhteen yksiköön tulisi kuulua useita lennokkeja. Tiedustelulennokin tulee olla tutkapinta-alaltaan ja lämpölähteenä mahdollisimman pieni. Sen voimanlähteenä tulee olla potkurilla varustettu polttomoottori, joka käyttää yleisesti saatavilla olevaa polttoainetta. Lennokin tulee olla varustettu autopilotilla ja mahdollisesti satelliittipaikantamislaitteella.

Lennokissa tulee olla komento-ohjauksen vaatima vastaanottolaitteisto varajärjestelmineen ja hyötykuormalta saatavan informaation lähetinlaitteisto. Lisäksi lennokin tulee lähettää maa-asemalle eri sensorien mittaamat liiketilaa ja lentoturvallisuutta koskevat tiedot. Lennokin tulee olla varustettu ilmailulain määräämillä lentovaloilla ja korkeuskoodauksen sisältävällä tunnistusmerkin lähettimellä. Lennokissa tulee olla oma generaattori ja varajärjestelmänä akku.

Lennokin tulee olla mahdollisimman pitkälle modulierakenteinen, jotta vialliset osat ovat helposti vaihdettavissa. Lennokissa tulee olla oma sisäänrakennettu testausjärjestelmä, jolla sen toimintakunto tarkastetaan ennen lentoönlähtöä.

Nousut ja laskut tulee voida tehdä lennätyspaikalta. Suoritettujen kokeilujen perusteella lähtöalustana tulisi olla maastokelpoinen katapulttijoneuvo. Lennokin on voitava laskeutua riittävän aukealle, tasaiselle ja kantavalle alustalle. Lennokin laskeutuminen tulisi voida toteuttaa automaattisesti ilman ulkolennättäjää. Lennokkiin tulee voida asentaa laskuvarjo, jonka varassa kone laskeutuu vaurioitumatta hätätapauksissa. Jos tiedustelulennokkia operoidaan kiitotieltä, se voi olla varustettu joko pyörillä tai jalaksilla.

Tiedusteluvarustuksen sensoreiden tulee mahdollistaa kohteen kuvaaminen sekä päivänvalossa että pimeällä. Lennokin tulee kyetä kuljettamaan erilaisia stabiloituja hyötykuormia kuten TV-kameraa, lämpökameraa, tarvittaessa videonauhuria, ilmanäytteenottolaitteistoa, elso-laitteistoa tai säätiedustelulaitteistoa.

Hankinnat aloitettava yhdellä järjestelmällä

Lennokkijärjestelmien hankinnat tulisi käynnistää jo tällä vuosikymmenellä. Hankinnat on perusteltua aloittaa yhdellä järjestelmällä, joka takaa sekä merivalvonnan että koulutuksen minimitarpeen. Järjestelmä mahdollistaa lisäksi tiedustelulennokkijärjestelmän teknisen kehittämisen, integroimisen johtamis- ja tiedustelujärjestelmäämme sekä lopullisten vaatimusten ja yksikköjen määrän määrittämisen. Järjestelmällä olisi myös keskeinen merkitys omien vastatoimenpiteittemme sekä maastouttamis- ja suojautumistarpeen määrittämiselle.

Riittävän laajan kokeilutoiminnan mahdollistamiseksi järjestelmä tulisi voida jakaa kahteen alayksikköön. Lisäksi järjestelmään on hankittava erikoismittalaitteita ja -työkaluja sekä riittävä varaosapaketti korjaus- ja huoltotoiminnan kouluttamisen mahdollistamiseksi. Sekä käyttö- että huoltohenkilöstön kouluttaminen edellyttää lisäksi järjestelmäsimulaattorien hankkimista.

Ensimmäisen lennokkiyksikön päätukikohta ja pääasiallinen koulutuspaikka voisi olla Tykistöprikaatin Tiedustelupatteristo Niinisalossa.

Rauhan ajan toiminta edellyttää myös lämmitettävän hallitilan rakentamista Niinisaloon. Tiloja tarvitaan huolto- ja säilytystarkoituksiin sekä lennon valmisteluihin. Tiloja tulee voida käyttää myös henkilöstön koulutuksessa.

Saatujen kokemusten perusteella lennokkiyksikön käyttöhenkilöstöksi tulisi nimetä yhteensä kymmenen henkeä. Johtajan lisäksi tarvitaan tähystäjä, kuvatulkki, kaksi lennättäjää ja viisi teknikkoo/ mekaanikkoo. Kokeiluissa jo saatua koulutusta ja käyttökokemuksia tulee hyödyntää mahdollisuuksien mukaan jatkokoulutuksella ennen järjestelmän käyttöönottoa. Järjestelmän käyttäminen edellyttää myös ammattitaitoista huoltohenkilöstöä, joka on koulutettava järjestelmän hankinnan yhteydessä.

Saadakseen käsityksen tämänhetkisestä hintatasosta työryhmä pyysi budjetäärisiä hintoja Ranger-järjestelmän osista. Eräiden hinnantarkistusten, valuttakurssimuutosten ja vastaavista ulkomaisista hankinnoista saatujen tietojen perusteella ensimmäisen järjestelmän hankintaan tulisi varata noin 150 Mmk. Hinta sisältää lennokkijär-

jestelmän ulko- ja kotimaiset hankinnat, koulutuksen ja rakentamisen. Vuotuisiksi käyttö- ja kunnossapitokustannuksiksi on arvioitu 2 Mmk.

Lopuksi

Lennokkijärjestelmien käyttöönotto merkitsee tiedustelujärjestelmällemme kokonaan uutta ulottuvuutta. Lennokkien käyttöarvo on erittäin suuri johtuen niiden monipuolisuudesta, suuresta lentovalmiudesta ja -tiheydestä sekä taktisesta liikkuvuudesta. Pienet koulutus-, käyttö- ja kunnossapitokustannukset merkitsevät suurta kustannustehokkuutta. Havaittavuus ja haavoittuvuus ovat kokemusten mukaan pienet ja lennokin tuhoutuessa kalusto-, henkilö- ja ympäristöriskit ovat merkittävästi pienemmät kuin vastaavilla miehitetyillä järjestelmillä.

Tiedustelulennokkijärjestelmät eivät tule koskaan korvaamaan nykyistä tiedustelujärjestelmäämme. Niiden merkitys maavoimien yhtymien operatiivisen ja taktisen yleistiedustelun sekä maalitiedustelun täydentäjänä tulee kuitenkin olemaan merkittävä. Merialueella lennokit tuovat uuden ulottuvuuden ainakin valvontaan ja torjuntaohjusten maalinosoitukseen.

Hankittavien yksiköiden virka-aputehtävät siviiliviranomaisille tulevat muodostamaan todennäköisesti myös paljon julkisuutta saavaan osan puolustusvoimien lennokkitoiminnasta. Tällaisia tehtäviä ovat ainakin etsinnät, metsäpalojen ja suurtulvien valvonta, öljy- ja ympäristövahinkojen havaitseminen, näytteenotto ja valvonta sekä tilanteenhallinta ja liikenteenohjaus suuronnettomuustilanteissa.

Lennokkiyksiköiden käyttö myös rauhanturvatoiminnassa olisi perusteltua. Lennokeilla toteutettava valvonta tarjoaisi operaatioiden johdolle mahdollisuuden reaaliaikaiseen tilanteenhallintaan sekä oikeiden ja oikeudenmukaisten päätösten tekemiseen.

Lennokkiyksiköiden lopullinen lukumäärä, johtosuhteet ja tehtävät on mahdollista määrittää vasta sen jälkeen kun järjestelmän soveltuvuudesta eri käyttötarkoituksiin on saatu riittävästi kokemuksia. Myös ilmavoimien rooli ainakin lentotiedustelujärjestelmien integroinnin osalta tulee selvittää. Kaikissa tapauksissa järjestelmien

käyttöönotto edellyttää varsin mittavien tila- ja henkilöresurssien luomista hyvissä ajoin etukäteen.

Tiedustelulennokkijärjestelmät tulevat lähivuosina laajaan operatiiviseen käyttöön Euroopassa mukaan lukien lähialueemme. Toivottavasti Suomi on kehityksessä mukana.

HÄIVETEKNIikka

Insinööri majuri Johnny Heikell
Pääesikunta, Teknillinen kehittämisosasto

Vuonna 1912 Ranskan kansalliskokous keskusteli armeijan punaisten housujen tulevaisuudesta. Sotaministeri Messimy oli nähnyt maastonvärisen taisteluasun edut Balkanin sodassa ja ehdottanut tällaista myös Ranskan armeijalle. Entisen sotaministerin Etiennen näkemys kuitenkin voitti: »Luopua punaisista housuista? Ei koskaan! *Le pantalon rouge, c'est la France!*». Jääräpäinen perinteissä pysyminen vaati tuhansien ranskalaisten hengen kaksi vuotta myöhemmin.

Vuonna 1939 Saksan merivoimat otti käyttöön uuden magneettisen herätemiinan. Sen raivaustehtävissä epämagneettiset puulaivat kokivat renessanssin. Teräsalusten suojaksi kehitettiin demagnetointi, jolla aluksen synnyttämää magneettikenttää kumotaan runkoa ympäröivillä sähkökäämeillä.

Vuonna 1988 Yhdysvaltojen ilmavoimat esitteli kaksi salassa kehitettyä lentokonetta, rynnäkkökone *F-117A* ja strateginen pommikone *B2*. Molemmat olivat tutkille »näkymättömiä» lentokoneita, joiden epätavallinen ulkomuoto herätti keskustelua. Persianlahden sodassa *F-117A* osoitti kyntensä yöllä salaa toimivana tarkkuuspommittajana jota Irakin ilmavalvonta ei pystynyt havaitsemaan.

Mainitut tapaukset kuuluvat siihen sotatekniikan joukkoon, jota voi luokitella häivetekniikaksi. Häivetekniikan keskipisteenä on kohteiden aiheuttamat herätteet: Lentokoneet, ajoneuvot, laivat, ihmiset ja muut kohteet säteilevät ja heijastavat energiaherätteitä, esim. näkyvää valoa, lämpösäteilyä, radioaaltoja, ääniaaltoja ja seismisiä aaltoja. Kohteet voivat myös aikaansaada staattisia herätteitä jotka eivät muutu aaltoliikkeiden tapaan. Esimerkkinä on laivan magneettikenttä. Häivetekniikan tavoite on vähentää erilaisten herätteiden syntyä, säteilyä ja heijastusta sekä pienentää kohteen havaittavuutta, tunnistettavuutta ja maaliksi joutumisen riskiä. Häivekohteita ei kuitenkaan pidä tehdä »näkymättömiksi» tutkille ja muille sensoreille, vaan on noudatettava perinteisen naamiointitekniikan menetelmiä sulaut-



Kuha-luokan miinanraivausaluksessakin on käytetty häivetekniikkaa: Aluksen herättämää magneettikenttää on vähennetty komposiittirakenteisella rungolla ja sijoittamalla konehuone kannelle. Konehuoneen sijainti vähentää myös aluksen ääniherätteitä.

tamalla kohteet ympäristöön. Voimme siksi puhua häivetekniikasta *herätesovituksen* menetelmänä.

Keskitymme seuraavassa häivetekniikan neljään osa-alueeseen: kohteen tutkakaikupinnan, lämpösäteilyn ja ääniherätteiden pienentämiseen sekä häivetekniikan operatiiviseen ulottuvuuteen. Lopuksi tarkastelemme häivetekniikan kokonaisvaltaisen ajattelun merkitystä, häivetekniikkaan liittyviä valmistus- ja huoltokysymyksiä sekä häivetekniikan tulevaisuutta.

1. Tutkakaikupinnan pienentäminen

Ajatellaan pimeään huoneeseen sijoitettua kiiltäväpintaista lentokoneen pienoismallia. Tehtävämme on paikantaa tämä kohde lyhyitä valopulsseja lähettävän valonheittimen avulla. Ryhdytään siis työhön

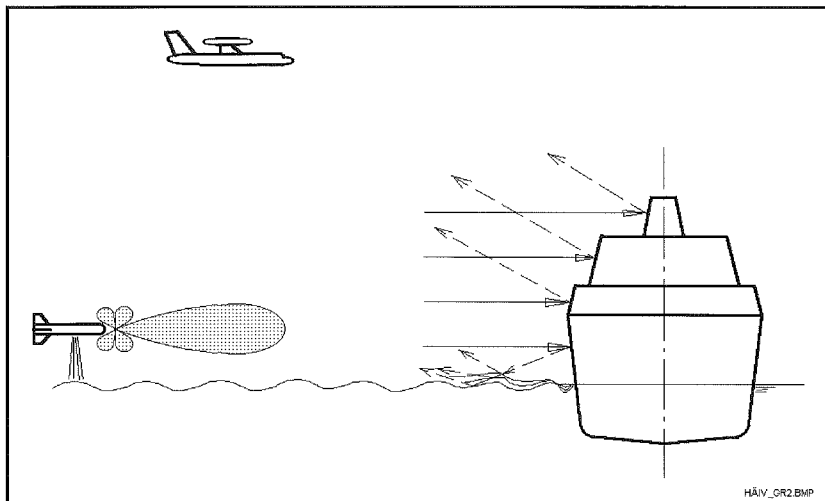
lähettämällä pulsseja järjestelmällisesti eri suuntiin, esimerkiksi pyörimällä hitaasti ympäri valonheitin kädessä. Kun kierros on tehty nostamme valokeilaa hieman ja teemme uuden kierroksen. Ennen pitkää keila osuu pienoismalliin ja näemme siitä heijastuvat välähdykset. Maali on paikannettu.

Edellä kuvattu tapahtumaketju vastaa tutkan toimintaa. Ainoa mainittava ero on tutkan antenni, joka sekä lähettää pulssit että kerää palaavat kaikusignaalit. Kohteen kannalta syntyy nyt kysymys: Miten välttää tulla havaituksi? Etsimme ratkaisua häivetekniikasta.

Ensimmäisenä toimenpiteenä kohde voi yrittää väistää tutkan keilaa. Matalalla lentäen lentokone saattaa pysyä maastoesteiden tai tutka-aallon kulkuilmiöiden aiheuttamissa varjoalueissa, ns katveissa. Tämä on esimerkki häivetekniikan operatiivisesta ulottuvuudesta. Seuraavaksi kohde voi yrittää kyllästyä tutkan vastaanotin häirintäsignaalilla. Tämäkin on esimerkki häivetekniikan operatiivisesta ulottuvuudesta, nyt elektronisen sodankäynnin keinoin toteutettuna.

Varsinaisesta häivetekniikasta voimme puhua kun teemme jotain kohteen ominaisuuksille. Jos karhennamme pienoismallin pintaa suurin osa valoenergiasta imeytyy siihen ja pienoismallia on vaikeampi havaita kun valonheittimen keila osuu siihen. Vastaavaa voimme tehdä todellisille tutkamaaleille kuten aluksille ja lentokoneille, peittämällä niiden metallipinnat tutkasäteitä absorboivalla materiaalilla. Näin on tehty esimerkiksi *Rauma*-luokan ohjusveneissä, joiden ulkopintoja peittää komposiittilevyjä jotka parhaimmillaan imevät yli 99 % niihin osuvasta tutkaenergiasta.

Toinen keino pienentää tutkakaikupintaa on muotoilla kohteen ulkopintoja niin, että tutkasäde ei heijastu takaisin tutkaan vaan johonkin toiseen suuntaan. Yksinkertainen analogi on peili: Jos valaistaan peiliä suoraan edestä lähes kaikki peiliin osuva valo kulkeutuu takaisin valolähteeseen — ainakin jos ei huomioida valosäteen leviämisestä johtuvat häviöt. Kun peiliä kallistetaan tulevaan valoon nähdessä heijastuu valo pois lähteestä. Tätä ilmiötä käytetään hyväksi esim edellä mainitussa F-117A-rynnäkkökoneessa sekä Ruotsin laivaston tutkimusaluksessa *Smyge*, mistä johtuu niiden epätavallinen ulkomuoto. Lievemmassä muodossa häivemuotoilun vaikutuksia voi havaita myös *Rauma*-luokan aluksissa.



Matalalla lentävien merimaalihohjusten takia alus ei saa aiheuttaa tutkakaikujen takaisinsirontaa vaakasuunnassa. Ylöspäin heijastuneet kaiut ovat hetkellisesti havaittavissa ilmasta, mutta sillä ei ole merkitystä.

Kohteen muodot eivät vähennä sen sirottamaa tutkaenergiaa, heijastukset kulkevat vain pois tutkasta. Suunnittelussa on tarkkaan mietittävä minne heijastukset suunnataan. Alusten osalta on selvää, että matalalla lentävien merimaalihohjusten takia takaisinsirontaa ei saa tapahtua vaakasuunnassa. Lentokoneissa pyritään välttämään takaisinsirontaa ensisijaisesti koneen etusuunnassa, jolloin ilmavaltatutkien mahdollisuudet havaita lähestyvä kone pienenevät. Lentokoneiden tutkauhka voi kuitenkin tulla kaikista suunnista, joten suunnitteluvaiheessa koneen aiheuttamaa sirontaa on tarkasteltava koko avaruudessa.

2. Lämpösäteilyn pienentäminen

Tutkakaiun havaitsemiseen tarvitaan lähetin ja vastaanotin, maalin toimiessa lähteen sirottajana. Lämpösäteily taas syntyy itse kohteessa, eikä sen havaitsemiseen tarvita kuin vastaanottimena toimiva

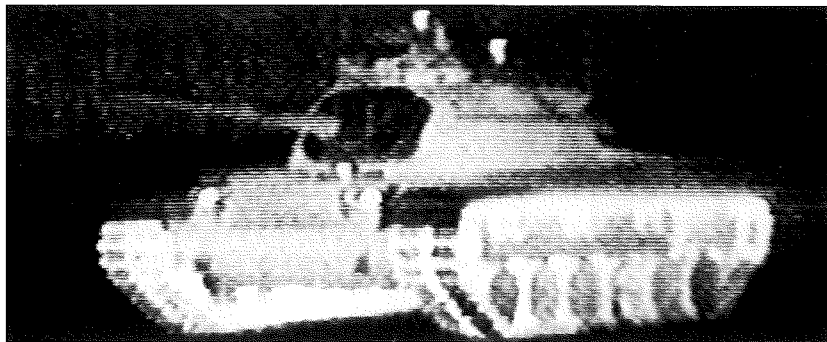
lämpökuvalaite (lämpökamera) tai vastaava sensori. Häivetekniikan tehtävä on vähentää kohteen lämpösäteilyä, peittää sitä tai kohdistaa sitä vaarattomaan suuntaan.

Mahdollisuudet vähentää kohteen lämpösäteilyä riippuu tapauksesta: Ihmisen ruumis säteilee lämpöä vakionopeudella, emmekä voi pysäyttää sitä. Emme myöskään voi sulkea ihmistä lämpöä eristävään »termospulloon», vaan meidän on tyydyttävä lämpösäteilyn peittämiseen ja kohdistamiseen. Koneiden ja laitteiden lämpöhukka alenee mm parannetulla hyötysuhteella ja alhaisemmalla käyttölämpötilalla. Pakokaasujen aiheuttama lämpösäteily vähenee puhdistamalla päästöt noesta ja kiinteistä hiukkasista. Lämpöhukka pienenee murtoosaan jos polttomootorit korvataan sähkömootoreilla.

Häivetekniikan päämenetelmät ovat lämpösäteilyn peittäminen ja kohdistaminen. Lämpösäteilyä voi peittää kahdella tavalla: Pakokaasuihin, jäähdytysilmaan ja vastaaviin voi sekoittaa kylmää ilmaa tai vesihöyryä. Tuotetun lämmön määrä ei alene, mutta sekoitetun kaasumassan lämpötilaero ympäristöön nähden alenee, jolloin kaasumassan hahmot eivät enää erotu ympäristöstä.

Toinen keino peittää lämpösäteilyä on eristää lämpöä tuottava kohde, esimerkiksi ajoneuvon moottori. Välitön kysymys on tällöin, minne hukkalämpö joutuu kun sitä edelleen tuotetaan yhtä paljon? Vastaus on, että pitää huolehtia tuotetun lämmön kohdistamisesta ilmaisun kannalta epäedulliseen suuntaan. Ajoneuvon tapauksessa tämä voi olla maata kohti, missä lämpö vaikuttaa kylmään ulkoilmaan ennen kuin se kulkeutuu lämpökuvalaitteen kannalta otolliseen korkeuteen.

Eri häivemenetelmien yhteisvaikutusta kannattaa hyödyntää. Esi-merkkinä on alusten ruiskutus vesisuihkulla: Aluksen ulkopinnan lämpötila pysyy kurissa, lisäksi alusta ympäröivä vesihöyry vaimentaa tutkasäteitä. Liikkumattomia kohteita kuten pysäköityjä ajoneuvoja ja ankkuroituja aluksia suojataan rutiininomaisesti naamiointiverkoilla. Tarjoamansa visuaalisen suojan lisäksi nykyaikaiset naamiointiverkot vaimentavat myös tutka- ja lämpösäteitä.



Lämpösäteilyltä suojaamaton panssarivaunu on erinomainen maali lämpöön hakeutuville heitteille ja ohjuksille.

3. Ääniherätteiden pienentäminen

Edellä todettiin, että tutka vaatii signaalin aktiivista lähettämistä, kun taas lämpösäteily syntyy itse kohteessa ja sen havaitsemiseen riittää passiivinen vastaanotin. Äänitaajuisia herätteitä voi olla joko aktiivisia tai passiivisia tai niiden yhdistelmiä: Kaikki mekaanisesti toimivat kohteet kehittävät ääntä, mutta ne myös heijastavat äänitaajuisia signaaleja. Tunnetuin esimerkki on sukellusvene, jonka etsinnässä käytetään sekä aktiivisia kaikuluotaimia että passiivisia kuuntelulaitteita. Sukellusveneiden suunnittelussa joudutaan siksi kiinnittämään huomiota sekä aluksen omiin ääniherätteisiin että sen ulkopintojen heijastusominaisuuksiin: Moottorit ja muut ääniä tuottavat laitteet koteloidaan ja asennetaan joustimille, potkurit ja aluksen ulkopintojen muodot suunnitellaan ääniherätteitä huomioiden ja alus peitetään vaimentavalla pinnoitteella. Pinta-aluksista perinteinen yksirunkoinen alus aiheuttaa enemmän vedenalaista konemelua kuin kaksirunkoinen SES-alus, joka ilmatyynyvaikutuksen seurauksena nousee osittain ylös vedestä jolloin sen märkäpinta on pienempi kuin yksirunkoisen aluksen märkäpinta.

Maa- ja ilmamaalien havaitsemisessa käytetään passiivisia akustisia menetelmiä. Ääniaallot taipuvat kukkuloiden ja muiden maasto-esteiden yli, mikä on etu sekä tutkiin että lämpökuvalaitteisiin nähden. Akustiset kuuntelulaitteet ovat siksi yleistymässä varsinkin heli-

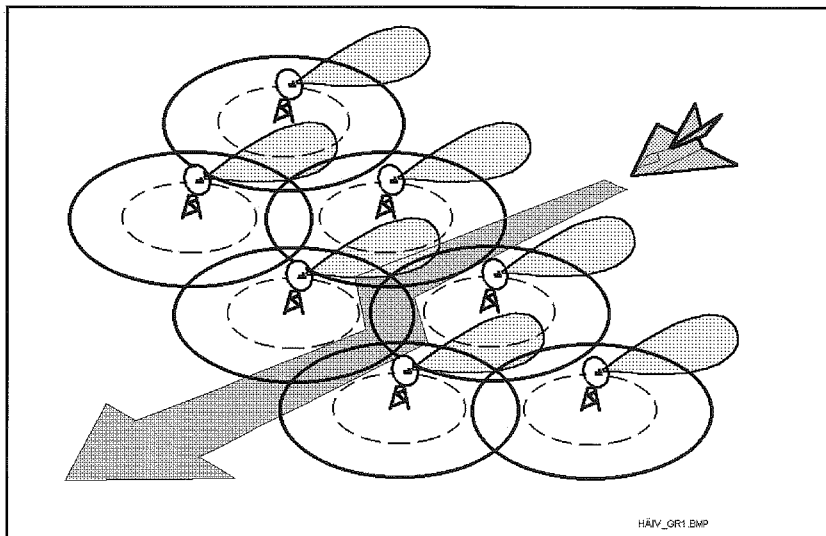
koptereita vastaan. Suihkukoneiden ääniherätteitä on vaikeampi havaita kuin helikoptereiden, joten äänikuuntelulaitteet eivät ole yhtä tehokkaita suihkukoneita vastaan. Tästä syystä joudutaan kiinnittämään entistä enemmän huomiota sotilashelikoptereiden ääniheräteisiin. Pyrstöroottorin äänet vaimenevat upottamalla roottori rengasmaiseen kehikkoon (*fan in fin* -rakenne). Pääroottorin äänet vaimenevat kun lapojen ilmavirtaus suunnataan ylös, pois takaa tulevan roottorilavan tieltä.

Raskaiden ajoneuvojen äänitason pienentämisessä on edelleen paljon tekemistä. Ranskassa on kehitteillä voimakoneen hybridiratkaisu, jossa pyörävetoinen panssariajoneuvo tarvittaessa ryömii eteenpäin hiljaiskäyntisten ja vähän lämpöä tuottavien sähkömoottoreiden avulla.

4. Häivetekniikan operatiivinen ulottuvuus

Häivetekniikkaan liittyy operatiivinen ulottuvuus, jota ilman tekniikkaan panostetut rahat menevät hukkaan. Jo vuosisadan alussa osatiin paikantaa radiolähettämiä suuntimoiden avulla. Siksi tänäkin päivänä häivetekniikkaan liittyy yksinkertainen sääntö: Jos säteilet, sinut paikannetaan. Sotilasoperaatiot häivealuksilla tai -koneilla – yhtä hyvin kuin tavanomaisilla aluksilla ja lentokoneilla – on suoritettava ilman radiolähetteitä, valomerkkejä, tutka- ja laserlähetteitä jne. Kokonaan tämä ei ole mahdollista, sillä esimerkiksi matalalla lentävä ohjus tai lentokone ei kykene toimimaan ilman aktiivista korkeuden mittausta. Läheteiden havaittavuuteen on siksi kiinnitettävä riittävästi huomiota sekä suunnittelu- että käyttövaiheessa.

Pitemmillä etäisyyksillä tutka-aallot jättävät tyhjän alueen maa- tai merenpinnan lähellä johtuen heijastus- ja varjostusilmiöistä sekä maapallon kaarevuudesta. Taistelulentokoneet ovat jo kauan käyttäneet tätä hyväksi lähestymällä maalia matalalennossa. Häivetekniikan myötä on tullut mahdolliseksi löytää aukkoja tutkaverkkojen horisontaalisessa peitossa ja suunnitella lentoreittiä tutkien sijainnin perusteella. Vaatimuksena on kuitenkin tarkat tiedustelutiedot tutkien sijainnista ja ominaisuuksista. Lisäksi lentokoneessa tulee olla riittävästi tietokonekapasiteettia uuden lentoreitin laskemiseksi mikäli va-



Tutkien havaintoetäisyys pienenee häivemaaleja vastaan (katkoviivat). Tarkoin suunnitellulla lentoreitillä häivemaali löytää vapaita käytäviä kattavasakin tutkaverkossa.

littuun reittiin yllättäen on siirretty uusi tutka. Puhutaan ohjaajan reaaliaikaisen tilannekuvan (*situation awareness*) tärkeydestä.

Häivetekniikan ja elektronisen sodankäynnin keinojen yhdistäminen tehostaa kokonaisvaikutusta. Esimerkiksi aktiivinen häirintä taustalla lentävästä häirintäkoneesta pienentää häivekoneen riskiä tulla havaituksi. Tukitoimenpiteenä voi käyttää myös lennokkeja ja muita valemaaleja jotka sitovat valvontakaluston kapasiteettia ja henkilöstön huomiota. Vastaava toimenpide vedenalaisessa sodankäynnissä on sukellusveneen laukaisema ilmakuplaverho joka vaihmentaa ääniyhteyttä kuuntelulaitteeseen.

5. Kokonaisvaltaisen ajattelun merkitys

Häivetekniikassa pätee vanha sanonta ketjusta ja sen heikommasta lenkistä: Ehdottoman hiljainen sukellusvene havaitaan jos sen herättämään magneettikenttään ei ole kiinnitetty huomiota, tutkille näky-

mätön pommikone havaitaan jos se jättää taivaalle valkoisen tiivistysvanan, lämpökuvalaitteille näkymätön panssarivaunu havaitaan määrinän takia. Häivetekniikan arvo sekä taloudellisessa että operatiivisessa mielessä riippuu käytettyjen menetelmien tasapainosta, siitä, että yhdenkään herätteen havaitseminen ei ole suhteellisesti helpompaa kuin muiden.

Häivesuunnittelu vaatii tarkkuutta kaikissa yksityiskohdissa. Ei esimerkiksi riitä, että sota-aluksen runko vaimentaa tutkakaiut jos aluksen omat antennit muodostavat voimakkaan tutkamaalin. Samoin aluksen nosturit, kansiluukut, pelastusveneet, kaiteet ja muut yksityiskohdat vaativat erikoistoimenpiteitä. Lämpösäteilyn osalta tulee huomioida sellaiset tekijät kuin auringon lämpövaikutus, pako-putkien sijainti, komentosillan valaistus ja jäähdytysilman reititys.

Visuaalisen havaittavuuden, tutkapoikkipinnan, lämpösäteilyn ja ääniherätteiden pienentäminen ovat häivetekniikan peruskiviä, koska niiden vaikutusetäisyys on pitkä ja niitä vastaan on olemassa kehittyneitä sensoreita. On kuitenkin huomioitava joukko muita herätteitä joiden avulla kohteet voi paikantaa. Esimerkkeinä voi mainita sukellusveneidien paikantaminen laservalolla sekä kemiallisten ja biologisten päästöjen avulla, pinta-alusten paikantaminen niiden jättämän ilmakuplavan perusteella sekä ajoneuvojen paikantaminen maamikrofonien avulla.

Polttomootoreille on yhteistä pakokaasu, joka on havaittavissa esim kemiallisen koostumuksen ja ionisaation takia. Gravitaatio on ainoita herätteitä joita ei, 1950-luvusta poiketen, uskalleta luvata käyttöön muuten kuin painovoimana.

6. Häivetekniikan valmistus ja huolto

Häivetekniikan suunnittelu, valmistus ja ylläpito vaatii nykyaikaista tietotekniikkaa, materiaalitekniikkaa ja konepajatekniikkaa sekä kehittyneitä huoltomenetelmiä.

Mikroaaltojen sirontailmiöiden laskentaan tarvitaan supertietokoneiden tasoista laskentakapasiteettia. British Aerospace-yhtiö on viime vuosina investoinut lähes FIM 700 miljoonaa häivetekniikan tutkimuslaboratorioon. Lisäksi yhtiö on yhdessä Ison-Britannian puo-

lustusministeriön alaisen Defence Research Agencyn kanssa rakentanut laskentakeskuksen jonka ytimenä on viisi supertietokonetta. Tämä siitä huolimatta, että British Aerospacella on vanhastaan useamman supertietokoneen muodostama tietokoneverkko.

Häivealusten runkojen ja potkurien hydrodynamiikan laskenta vaatii myös suuritehoisia tietokoneita. Hiljaisten potkurien valmistus onnistuu vain numeerisesti ohjatuilla työstökoneilla. Hydroakustisesti kriittisten rakenteiden lämpövääristymien estämiseksi on tavalliset hitsausmenetelmät korvattava laserhitsauksella.

Tutkasäteitä absorboivat aineet upotetaan usein mikroaaltoja läpäiseviin muovipohjaisiin komposiittirakenteisiin, joten häivetekniikka on sidoksissa komposiittimateriaalien ja niiden valmistusmenetelmien kehitykseen. Materiaalitekniikkaan liittyviä kysymyksiä ovat esimerkiksi: Mistä löytää mikroaaltoja vaimentava aine joka on kevyt, korroosiota kestävä ja komposiittimateriaalien kanssa yhteensopiva? Mistä löytää halpa, kestävä, lämpösäteilyä läpäisevä mutta tutka-aaltoja heijastava aine joka sopii lämpökuvalaitteiden linssien aihioiksi? Miten lentokoneiden ohjaamojen kuomut saadaan tutkasäteitä heijastaviksi?

Kohteen herätetason säilyminen suunnitellulla tasolla vaatii säännöllisiä tarkastuksia ja korjaustoimenpiteitä. Jos esimerkiksi tavallisen sota-aluksen kylkeen tulee lommo sitä tuskin kannattaa korjata. Häivealuksessa sen sijaan lommo merkitsee tutkasäteiden heijastusominaisuuksien muuttumista, samoin kuin valonheittimen keila muuttuu jos heijastin vahingoittuu. Vastaavasti irronnut kiinnitysruuvi saattaa merkitä tutkakaikujen voimakasta kasvua, irronnut lämpöeriste lämpösäteilyn kasvua ja halkeama potkurissa äänitason kasvua. Herätetason säilyminen vaatii tiukkoja työruutiineja, koulutettua ja valpasta henkilöstöä, mittauskalustoa sekä kykyä korjata havaitut puutteet.

7. Häivetekniikan tulevaisuus

Mikään sotatekniikan alue ei ole ilmestynyt ilman että sille olisi kehitetty vastakeinoja. Näin käy myös häivetekniikalle, mutta koska alue on laaja kehittyvät vastakeinot eri tahtiin.

Tutkakaikupintojen alentamisessa tehtiin nopea harppaus 1980-luvulla. Tällä hetkellä tutka on altavastaaajana koska tutka on kypsä tuote joka toimii fysiikan äärirajoilla eikä sille löydy helppoja parannuksia. Ehdotuksia häivetekniikan vastakeinoiksi on kuitenkin olemassa runsaasti, esimerkiksi nykyistä matala- tai korkeataajuisempia tutkia, tutkien erottelukyvyn tai lähetystehon kasvattamista, monipaikkatutkia, tutkaverkkoja, valvontalentokoneita ja ilmapalloihin sijoitettuja tutkia. Ehdotuksiin kuuluu myös »passiivinen tutka», joka on mittaustiedustelun sovellus jolla mitataan kohteiden tahallisesti tai tahattomasti lähettämiä signaaleja.

Laitteiden lämpösäteilyn alentaminen tapahtuu rinnan lämpökuvalaitteiden ja muiden optronisten sensorien ripeän kehityksen kanssa. Sellaista kuilua kuin mikä tänään vallitsee tutkien ja tutka-alueen häivetekniikan välillä ei ole odotettavissa. Päinvastoin, lämpökuvalaite tulee valtaamaan alaa lähietäisyyksien sensorina. Lämpökuvalaitteella on kuitenkin kaksi heikkoutta joiden takia se ei syrjäytä tutkaa edes lyhyillä etäisyyksillä: Toimintakyvyn riippuvuus säästä ja lähes kokonaan puuttuva kyky mitata etäisyyksiä.

Hydroakustiikka säilyy vedenalaisessa sodankäynnissä ja ilma-akustiikka yleistyy etenkin helikoptereiden vastaisena toimenpiteenä. Molemmissa ääniaaltojen etenemisilmiöiden tutkimus jatkuu, samoin äänilähteiden kirjastojen ylläpito vaatii jatkuvasti työtä. Ääniherätteiden pienentäminen ei tapahdu nopein kehitysaskelin, joskin esim vesisuihkupropulsio tuo huomattavan parannuksen pinta-alusten äänitasossa. Ilma-akustiikassa nopea parannus vaatii sähköakkujen kehitysharppausta, jolloin äänekkäät polttomoottorit ovat korvattavissa sähkömoottoreilla. Tällaista ei voi odottaa, joten vastakeinot tulevat nojautumaan perinteisiin menetelmiin.

Äärimmäinen häivetekniikka maksaa äärettömästi. Sen amerikkalaiset huomasivat B2-projektissa, jossa 120n lentokoneen asemesta jouduttiin tyytymään 20een. Kehityskustannuksineen projektin hinta on USD 44,6 miljardia, eli B2-koneen kappalehinta on noin FIM 10 miljardia. Korkeimpiin hintoihin pääsevät ainoastaan lentotukialukset ja ydinsukellusveneet. Yhdysvaltojen seuraavassa suuressa häiveprojektissa, F-22 hävittäjäkoneessa, äärimmäinen häivetekniikka saa väistyä lento-ominaisuuksien tieltä. Taustalla on lisääntynyt tietoisuus siitä, että parhaimmallakin häivetekniikalla suojattu lentokone

jossain vaiheessa havaitaan ja siinä tilanteessa ratkaisee koneen lento-ominaisuudet.

Häivetekniikan kustannukset eivät alene radikaalisti koska siviili-sovelluksia on niukalti. Siksi häivetekniikalle on odotettavissa kaksiahaarainen kehitys:

Toisaalta kehittyy äärimmäinen häivetekniikka johon ainoastaan suurvalloilla on varaa — ja niilläkin vain tarkoin valikoiduissa sovelluksissa. Rinnalla yleistyy huomattavasti halvempi »jokamiehen»-häivetekniikka, jota jo nyt sovelletaan pienten valtioiden aluksissa, lentokoneissa, panssariajoneuvoissa, merimiinoissa, ohjuksissa, koneteissa jne. »Jokamiehen»-häivetekniikka tuo sekin huomattavia etuja kunhan hallitsee häivetekniikan kokonaisvaltaisen ajattelun. On hallittava sekä sen tekniikka, taktiikka, huolto että sidosalueet.

ASEISTAUTUMINEN KONEPAJATEKNIIKAN VETURINA

Prof. Veijo Kauppinen
Teknillinen korkeakoulu, Konepajatekniikan laboratorio

Metsästystä ja sotimista varten aseistautuminen on kautta aikojen ollut tekniikan kehittymisen veturi, jonka merkitystä seuraava kat-
saus valottaa konepajatekniikan osalta.

Katsaus jaetaan pitemmän aikajänteen saamiseksi konepajoja edeltävään aikaan ja konepajojen aikaan vedenjakajana 1700/1800-lukujen vaihde. Tarkastelu ja esimerkit painottuvat jälkimmäiseen. Aiheen laajuus pakottaa rajoittumaan kirjoittajan tärkeinä pitämiin kehityspiirteisiin koko aiheen syvällistä kattavuutta tavoittelematta. Käsittelemättä jäävät myös monet mielenkiintoiset seikat, kuten konstruktiviset sekä meri- tai lentotekniset kysymykset, materiaali-
tekninen kehitys (teräkset, muut metallit, muut materiaalit), elektro-
niikan kehitys ja kemian kehitys (räjähdysaineet, kaasut ym).

Konepajoja edeltävä aika

Historia tuntee kivikauden, pronssikauden ja rautakauden, jotka ovat saaneet nimensä aikalaisten käyttämien materiaalien perusteel-
la. Nämäkin nimitykset juontavat juurensa myös jo varhaisina aikoina tärkeiden aseiden materiaaleista.

Metallien käsittelytaito kulkee eri metallien käyttöönottamisen rinnalla. Taitavat käsityöläiset tekivät metalliesineet työpajoissaan. Asesepät valmistivat aseita käsityönä ja heillä, niinkuin myös haar-
niskantekijöillä oli ammattikuntalaitoksen aikana omat ammattikun-
nat. Aseiden valmistukseen liittyi monenlaista osaamista, kuten mie-
kan karkaisutekniikkaa ja pyssyn piipun sekä lukon valmistamista ja
työstämistä. Haarniskalevyjen ja haarniskan tekeminen vaati sekin
hyvää ammattitaitoa.

Ajanlaskuamme edeltäneissä kulttuureissa käytettiin jo alkeellisia
työstökoneita. Niiden puutteena oli heiverön rakenteen ohella riittä-

vä ja jatkuvasti saatavilla oleva käyttövoima, joka tuli vasta höyrykoneiden yleistyessä 1800-luvulla.

Konepajojen aikaa edeltävä alkeellinen teollisuuskin rakentui paljolti aseiden valmistuksen ympärille. Kreikkalaiset valmistivat jo aseita sarjatyönä. Rooman keisarikunnassa sanotaan olleen aseiden valmistusta varten »suurtehtaita», jotka tarkoittanevat noin sadan työntekijän verstaita. Tässä taidossa kerrotaan saavutetun ennen näkemätön tekninen taso /10/.

Käsituliaseiden ja tykkien valmistuksessa oli ratkaistava useita valmistusteknisiä ongelmia, mikä kehitti konepajateknistä osaamista monin tavoin.

Varhaisten pistoolien kirjo oli laaja, käytössä oli mm. monipiip-puisia malleja. Kiväärien vanhin malli, hakapyssy eli arkebuusi, ajoittuu 1300-luvulle. Se laukaistiin sytyttämällä sankkiruuti. Ruudin sytytykseen liittyvä kehitys johti ensin sankkipannun sijoittamiseen piipun sivulle ja lunttalukkoon, josta edelleen kehitettiin rataslukko ja piilukko.

Käsituliaseiden valmistuksen suuri läpimurto ajoittui 1400-luvun loppuvuosiin ja 1500-luvulle. Kiväärinlukkojen peruskonstruktiot oli luotu jo 1520 mennessä. Niitä käytettiin muunnellen ja kehitellen seuraavat kolmesataa vuotta /4/. Musketit tulivat käyttöön Ruotsissa 1500-luvulla ja niistä tuli 1600-luvun valtatuliase. Piilukkokiväärit korvasivat sittemmin ne. Kivääreissä alettiin myös käyttää pistimiä.

Tykkejä alettiin käyttää 1200- ja 1300-luvuilla. Niiden merkitys sodissa oli aluksi vähäinen, mutta kasvoi 1500-luvulla. Tykeille tyypillistä oli valtava lajirunsaus, kunnes niiden kokoja standardisoitiin 1700-luvun lopulla.

Pyöreitä kivi-, lyijy- tai rautakuulia ampuvien tykkien putket olivat aluksi vahvikerenkaiden koossa pitämiä lieriöitä, jotka useimmiten ladattiin takaa. Suusta ladattava, umpinainen tykki kuitenkin yleistyi. Materiaali oli rauta, jonka rinnalle liikuteltaviin tykkeihin tuli kevyemmän rakenteen takia tykkipronssi.

Valettuihin tykkeihin oli koneistettava putki ja yleensä myös sivutapit sekä porattava sankkireikä. Sen aikaisen lastuamisen tehottomuudesta johtuen työ oli hankalaa ja kesti kauan. Putken koneistamiseen kehitettiin kekseliäitä pystysuoria ja vaakasuoria koneita. Pystyssä koneessa ylösalaisin ripustettu putki painui pyörivää poraus-

työkalua vastaan aikaansaaden näin syötön. Käyttövoima oli tavallisesti vesiratas. Käytettiin jopa koneita, joissa oli useampia samanlaisia työasemia.

Tykkien porauslaitteistot olivat ilmeisen kehittyneitä jo 1500- ja 1600-luvuilla ja ovat selvästi vaikuttaneet höyrykoneen sylinterien konepajavalmistuksessa käytetyn avarruksen tekniikkaan.

Autojen historiasta tunnettu Gugnotin höyryautokin suunniteltiin tykkejä vetämään, mihin se tosin höyryn varastosäiliön pienen koon takia kykeni vain muutaman minuutin ajan.

Aseita valmistavat käsityöläiset olivat esimerkiksi Ruotsissa erityisasemassa, sillä valtio kantoi huolta aseiden saatavuudesta. Jo Kustaa Vaasa pyrki saamaan Ruotsin riippumattomaksi aseiden tuonnista ja seuraavat kuninkaat noudattivat samaa strategiaa. Varsinkin Kustaa II Adolfin ja Kaarle XII:ta sotien seurauksena Ruotsin raudanjalostustaito nousi maailman kärkeen.

Kuninkaiden sotaisuus synnytti Ruotsiin merkittävän asevalmistuksen. Se alkoi Arbogaan 1550-luvulla perustetusta tehtaasta ja laajeni monille paikkakunnille, mm. Eskilstunaan. Valmistettiin miekkoja ja muita lyömäaseita, haarniskoja, pyssynpiippuja ja -lukkoja sekä muita sotilaskäyttöön tarvittavia tuotteita, kuten levyjä. Rauta- ja pronssitykkeitä valettiin 1600-luvulla teollisessa mittakaavassa. Valtiollinen aseiden valmistus aloitettiin samoihin aikoihin mm. Jönköpingin, Örebron, Husqvarnan ja Eskilstunan tehtaissa. Ammattimiehet houkuteltiin aluksi Saksasta.

Ruotsin aseeteollisuus keskittyi 1600-luvulla valtion omistamien tehtaiden ohella varakkaiden teollisuusmiesten käsiin, joista tunnetuin lienee asekauppias ja -tehtailija Louis de Geer. Hän käynnisti tykkien suurtuotannon tehtaallaan Finspångissa 1618 siinä laajuudessa, että jo 1620-luvulla Ruotsi oli tykkien suhteen omavarainen. Ruotsi nousi parissa vuosikymmenessä Euroopan suurimmaksi tykkien valmistajaksi ja merkittäväksi vientimaaksi. Vuosina 1655...62 valmistettiin 11.000 tykkiä, joista 8.000 vietiin. Yksin vuonna 1662 tykkeitä valmistui 2.500, mikä ennätys säilyi pari sataa vuotta.

Konepajojen aika

Euroopassa valmistettiin koneita, Amerikassa aseita

Eurooppalaiset konepajat syntyivät Englannin toimiessa tiennäyttäjänä ensisijaisesti koneiden valmistusta silmälläpitäen, pitihän höyrykoneita ja pian muitakin teollisuuden koneita pystyä valmistamaan tehdasmaisesti. Toisen alan pioneerin, Amerikan Yhdysvaltojen, monet konepajat sen sijaan perustettiin asetuotannon tarpeisiin.

Ensimmäiset amerikkalaiset tuliaseet lienee valmistettu Massachusettsissa noin vuonna 1740 /2/. Pian valmistettiin myös sekä rautattä pronssitykkeitä. Brittien vuonna 1775 määräämä kielto viedä aseita siirtokuntiin vauhditti aseiden amerikkalaista valmistusta ja syntyi pieniä käsiaseitehtaita. Hallitus perusti keskitettyjä asevarastoja ja -tehtaita ja hankki samalla aseita järjestelmällisesti yksityisiltä valmistajilta, joiden joukossa oli alalla mainetta saavuttaneita tehtailijoita, kuten Colt ja Remington.

Konepajojen kuusi kehityskautta

Konepajojen kehitys on eräässä tarkastelussa jaettu kuuteen kauteen /6/:

1. Työstökoneiden käyttöönottoaminen ja »the English System of Manufacture» (1800)
2. Erikoistyyöstökoneiden käyttö ja osien vaihtokelpoisuus »the American System of Manufacture» (1850)
3. Tieteellinen työnjohto »the Taylor System» (1900)
4. Tilastollinen laadunvalvonta
5. Numeerisen ohjauksen aikakausi
6. Älykkäät järjestelmät ja tietokonetuettu tuotanto

Aseistautumisella on ilmeisiä vaikutuksia kaikkien kausien syntymiseen ja niiden edellyttämien tekniikoiden kehittymiseen. Perustavaa laatua oleva vaikutus ilmenee kausissa 2, 4 ja 5. Vaihtokelpoisuusperiaate on lähtöisin aseiteollisuudesta. Ajatus konkretisoitui USA:ssa, jossa myös otettiin käyttöön aseiteollisuuden tarpeisiin suunniteltuja

erikoistyytökoneita. Military-standardeihin suurelta osin perustuva tilastollinen laadunvalvonta kehitettiin USA:n sotateollisuuden tarpeisiin. Numeerinen ohjaus kehitettiin sekkin USA:ssa ensisijaisesti lentokoneiden monimutkaisten osien valmistamista silmälläpitäen.

Jaotuksen taustalla olevassa aineistossa /6/ tarkastellaan asetehtaita. Huomioiden kohteina ovat mm. Whitneyn osien vaihtokelpoisuusperiaate, Coltin tuotannonjärjestely ja italialainen, vuonna 1472 perustettu Berettan asetehtas, jonka kehityksessä kuvastuvat kaikki kehityksen vaiheet.

Valmistustarkkuus ja tuottavuus

Konepajavalmistuksen tarkkuusvaade on alan pioneeriajoista nykypäivään kasvanut valtavasti ja kasvaa edelleen. Tarkkuuden kannalta tärkeitä tuoteryhmiä ovat aseiden ohella työstökoneet ja moottorit. Aseistautuminen on näin ollen ollut tärkeä valmistustarkkuuden kehityksen ajava voima.

Konepajojen tuottavuusvaade korostuu kriisin aikana, kun on kyettävä maksimaalisiin saavutuksiin. Kriisivalmistuksessa opittuja tuotannon tehostamiskeinoja on sovellettu menestyksellä tavanomaisessakin valmistuksessa.

Työstökoneet ja työmenetelmät

Aseita valmistetaan työstökoneilla. Aluksi käytettiin yleistyöstökoneita ja -työvälineitä, joista niistäkin esimerkiksi jyrsinkone kehitettiin amerikkalaisessa asetehtaassa. Se siis on alunperin asetuotantoon tarkoitettu, mutta muihinkin tehtäviin erinomaisesti soveltuva työstökone. Yleiskoneiden rinnalle tuli pian myös asevalmistukseen konstruoituja erikoistyytökoneita, kuten eräät jyrsinkonetyypit, amussorvit ja rihlauskoneet.

Seuraava esimerkki kuvaa uusien asioiden omaksumisen nopeutta /3/: Husqvarna Gevärsfaktori tiedusteli vuonna 1868 Köpings Mekaniska Verkstadilta, voisiko yritys tarjota amerikkalaismallisen yleisjyrsinkoneen, jollainen oli saatu käyttöön eräälle tehtaalle. Husqvar-

na vastasi: »I morgon reser en ritare till Eskilstuna för att rita af verktygsmaskinen och den just ditkomna svarfven från Amerika, och deretter skall den snart komma i arbete, om definitiv beställning ingår å densamma».

Aseiden ja ammusten valmistaminen on vaikuttanut monien kone-tyyppien rakenteisiin, esimerkkeinä automaattisorvit ja amussorvit. Sama koskee menetelmätekniikoita. Syvän reiän porauksen tekniikka esimerkiksi on kehittynyt piippujen ja putkien kanuunaporauksesta. Huononakin esimerkkinä käytetty Liberty-laivojen valmistus kehitti aikanaan merkittävästi laivojen hitsaustaitoa.

Jotkut asetuotantoon erinomaisesti soveltuvat työstökone-tyypit ovat vanhentuneet ja niiden valmistus on lopetettu, kun on kehitetty tavalliseen konepajatuotantoon paremmin soveltuvia konstruktioita. Esimerkki tästä ovat numeerisesti ohjatuilla tuotantosorveilla korvautut, mutta ammustuotannossa edelleen mainiot kopiosorvit.

Osien vaihtokelpoisuus, toleranssit ja sovitteet

Eräs ranskalainen asetehdas yritti 1770-luvun lopulla valmistaa aseita siten, että niiden osat olisivat vaihtokelpoisia. Hankkeen pioneeriksi nimetään ranskalainen aseseppä Le Blanc, mutta se jäi kuitenkin toteutumatta. /1/

Sama ajatus heräsi Amerikassa. 1830-luvulla onnistuttiin toimittamaan valtion tilaamia aseita, joiden osat olivat keskenään vaihdettavia. Sen seurauksena oli toisaalta huollon helpottuminen ja toisaalta valmistuskustannusten aleneminen.

Kiväärin lukkojen valmistus oli haaste vaihtokelpoisuudelle. Lukon osia ei voinut enää karkaisun jälkeen sovittaa viilaamalla, vaan kokoonpanon oli onnistuttava. Toisiinsa sovitettujen lukkojen osat merkittiin ja pidettiin erillään karkaisussa. Menetelmä toimi, mutta oli hankala ja hidas. Tavoitteena oli karkaistujen osien kokoonpanomahdollisuus valitsematta niitä ennakolta. Se saavutettiin ja muodostui erääksi konepajojen valmistustekniikan virstanpylvääksi. Samalla otettiin käyttöön erityisesti ase-ollisuutta varten konstruoituja työstökoneita, kuten jyrskoneita. Amerikkalaiset tehtaot omaksuivat nopeasti vaihtokelpoisuusperiaatteen, joka levisi ase-ollisuudes-

ta nopeasti muuhunkin teollisuuteen, esimerkiksi työstökoneiden valmistukseen. Ongelmana oli luonnollisesti riittävän valmistustarkkuuden saavuttaminen ja mittojen hajonnan hallitseminen. Edellytettiin toisaalta tarpeeksi tarkkoja työstökoneita ja toisaalta ennalta määrättyjä toleransseja. /1/

Englantilaiset kiinnostuivat näyttelyssä näkemistään amerikkalaisista vaihtokelpoisin osin valmistetuista aseista. Parlamentti lähetti välittömästi valtuuskunnan USA:aan tutustumaan uuteen tuotantotapaan, joka pyrittiin siirtämään nopeasti Englannin aseeteollisuuteen /6/.

Ensimmäisenä ruotsalaisena vaihtokelpoisuusperiaatteen soveltajana pidetään amerikkalaiseen teollisuuteen tutustunutta ruotsalaisen konekiväärin ja niittokoneen keksijää Helge Palmcranzia. Vaihtokelpoisten osien tuotannon läpimurtovaihe ajoittui Ruotsissa 1800-luvun puoliväliin.

Mittaus ja laadunvarmistus

Valmistustarkkuuden ja vaihtokelpoisuusperiaatteen myötä toleranssien hallinta vaati mittaustekniikan kehittämistä. Otettiin käyttöön mittalaitteita ja tarkastustulkkeja, joiden kehittämisessä aseeteollisuudella oli merkittävä edelläkävijän asema.

Ruotsalaisen C.E. Johanssonin kehittämä mittausväline, mittapalasarja, syntyi aseeteollisuuden mittausongelmien helpottajaksi, mistä sen käyttö laajeni muuhunkin konepajateollisuuteen.

USA:ssa emigranttina käynyt C.E. Johansson tuli vuonna 1887 eskilstunalaisen Carl Gustafs Gevärsfaktorin palvelukseen kouluttaen itseään työn ohessa. Tehtaan suururakka oli n. 100.000 remingtonkiväärin modernisointi, minkä alkaessa Johanssonista tuli tehtaan tarkastusmestari. Toleranssijärjestelmän soveltamisesta johtuen kaikille osille oli valmistettava mittavälineet ja tarkastustulkit. Käytetyt karkaistut tai pehmeät »mittapalat» oli tehtävä erikseen jokaista mittaa varten. /1/

Johanssonin ajatukset vakiomittaisten mittapalojen käytöstä saivat lisävirikettä vierailulla saksalaiseen Mauser-Werkeen, jolta Ruotsin valtio tilasi suuren ase-erän ja jonka aseita alettiin valmistaa lisenssil-

lä Ruotsissa. Johansson piti kiinteistä mitoista aiheutuvaa mittojen paljoutta vakavana puutteena, joka hidasti lisenssivalmistuksen aloittamista ja nosti sen kustannuksia.

Mittapalat olivat jo käytössä. Mittapalojen yhdistelymahdollisuuskin oli tiedossa, mutta se johti hallitsemattomaan epätarkkuuteen. Vakiomittaisia mittapaloja, jopa niistä yhdisteltyjä sarjoja oli 1800- ja 1900-lukujen vaihteen johtavien mittalaitteiden valmistajien tuotteistoissa. Johanssonin patentoitu ja kantavaksi osoittautunut oivalus oli suuren yhdistelmämahdollisuuden tarjoava mittapalasarja. Gevärsfaktorissa otettiin vuonna 1896 käyttöön 102 palan sarja ja ensimmäinen palasarja myytiin kivääritehtaan ulkopuolelle vuonna 1899. Johansson itse toimi mittausperiaatteittensa innokkaana puolestapuhujana Ruotsissa, Euroopan maissa ja USA:ssa. »System Johansson» oli mm. USA:n sotavarusteteollisuuden käytössä. Se paransi valmistuksen suorituskykyä siinä määrin, että jopa sanottiin C.E. Johanssonin mittapalojen voittaneen ensimmäisen maailmansodan.
/1/

Teräaineet

Geometrisesti määrätyn muotoisella terällä tapahtuvan lastuamisen 1800-luvun ainoa teräaine oli kovaksi karkaistu hiiliteräs, joka kesti huonosti lastuamisessa syntyvää lämpöä. Teriä olikin teroitettava jatkuvasti ja oli tyydyttävä nykyisiin verrattuna alhaisiin lastuamisnopeuksiin.

Lastuamisen tehokkuutta, ennen muuta lastuamisnopeutta, oli mahdollista lisätä merkittävästi, kun pikateräs kehitettiin USA:ssa vuosisadan vaihteen tienoilla. Sen käyttöön tuleminen ajoittui ensimmäisen maailmansodan alle. Hiiliterästeräkaudelle suunnitellut työstökoneet osoittautuivat heiveröisiksi ja kehitettiin vankempia sekä nopeampia koneita. Nimitys pikasorvi esimerkiksi tarkoitti sorvia, joka salli vaurioitumatta pikaterästerien käytön.

Toinen vastaava kehitysaskel oli toisen maailmansodan alla tapahtunut kovametallien kehittäminen lastuavan työstön teräaineiksi. Pikaterästerille tarkoitettut työstökoneet olivat nyt puolestaan heikkoja ja hitaita, joten tarvittiin kovametalliterille soveliaat konstruktiot.

On esitetty väitteitä, että pikateräksen kehittäminen oli ensimmäisen ja kovametallin toisen maailmansodan merkittävä taustatekijä. Valtio, joka hallitsee uuden teräaineen valmistuksella ja käytöllä työstötekniikan toista etevämmin, luulee pystyvänsä ylivoimaiseen varustautumiseen. Perusteena pidetään varsinkin Saksan asemaa kovametaliteollisuuden pioneerinä ennen toista maailmansotaa.

Toisaalta on myös esitetty USA:n sotamenestyksen syyksi heidän saksalaisen osaamisen jäljittelyyn perustuvalla nopealla kovametalliteknologian kehittämisellään saavutettua ylivoimaista kovametallien tuotantokykyä sodan loppuvaiheessa.

Molemmat teoriat ovat toki mielenkiintoisia. On kuitenkin liian rohkeaa olettaa teräaineiden kehityksen olleen sotien merkittävä syy enempää kuin ratkaisijakaan. Suuremmat tapahtumat todennäköisesti ohjailivat kehitystä. Toisaalta ei myöskään voi kiistää teräaineisiin liittyvän toista osapuolta paremmaksi luullun osaamisen merkitystään, joten sillä saattaa olla osatekijän rooli.

Numeerinen ohjaus ja APT-ohjelmointikieli kehitettiin armeijan tarpeisiin ja sen tuella

Aseistautumistarve ja aseellisuus olivat sekä numeerisen ohjauksen että NC-ohjelmointikielen alkukehityksen liikkeellepaneva voima ja sponsori.

Numeerisesti ohjattua konetta tai laitetta ohjataan automaattisesti käyttäen numeroista ja kirjaimista tai muista merkeistä koostuvia symboleja, joista koneen ohjelma koostuu. Nimitys numeerinen kuvaa ohjelman rakennetta. Ohjelmointikieli helpottaa numeerisesti ohjatun työstökoneen ohjelmointia.

Numeerisen ohjauksen, sittemmin NC-lyhenteenä tunnetun työstökoneiden ohjaustekniikan, kehittämisen alkuperäinen tavoite ei ollut tuotannon automatisointi. Sitä tarvittiin »mahdottoman» tekemiseen, eli niin monimutkaisten lentokoneen osien valmistamiseen, ettei sellaisia voitu konventionaalisilla koneilla käsin operoiden valmistaa. Tarve realisoitui Yhdysvalloissa, jossa U.S. Air Force kiinnosui siitä ja päätti rahoittaa sen tutkimista.

Tehtävä annettiin Massachusetts Institute of Technologyn, MIT:n,

ratkaistavaksi. Se onnistui työssään ja ensimmäinen NC-kone, kiinteäjohteinen pystyjyrsinkone, saatiin toimimaan vuonna 1952. NC-aikakausi oli alkanut. Uuden tekniikan soveltaminen vaati kuitenkin oman aikansa.

NC-koneita esiteltiin kaupallisesti ensimmäisen kerran Chigagon vuoden 1955 työstökonenäyttelyssä. Pioneerikonepajat alkoivat USA:ssa hankkia niitä 1950-luvun lopulla. Ensimmäinen NC-työstökoneen käyttöönottaja oli US Air Force vuonna 1957.

Konepajojen NC:tä kohtaan tuntemaan mielenkiinnon kohteena ei niinkään ollut sen alkuperäinen tarkoitus, monimutkaisten kappaleiden valmistus. Sen nähtiin tarjoavan siihen saakka puuttunut mahdollisuus automatisoida vaihtelevaa pienerätuotantoa.

NC-työstökoneita on pidetty myös puolustusstrategisina laitteina, mikä osaltaan johti alueellisiin vientikieltoihin. Esimerkkinä on belgialaisen tehtaan Neuvostoliiton tilauksesta valmistamien koneistuskeskuksien jääminen satamaan, kun niillä epäiltiin aiottavan valmistaa ohjusten laukaisualustoja. Numeeristen ohjausten uusin tekniikka oli myös pitkään monenlaisten vientikieltojen alainen.

NC-työstökoneen ohjelmointi oli työlästä, joten syntyi ajatus tarkoitukseen laadittavasta ohjelmointikielestä. MIT:ssä oli jo vuonna 1956 kehitetty automaattinen ohjelmointijärjestelmä, jonka pohjalta eri valmistajat käynnistivät omia kehitysprojektejaan. MIT jatkoi samanaikaisesti kehitystyötäään jälleen U.S. Air Forcen rahoittamana tuloksena APT, Automatically Programmed Tools, joka pian osoittautui hyvästä ideastaan huolimatta sen ajan tietotekniset laitteistot huomioon ottaen liian laajaksi ja käytössä epätaloudelliseksi. APT:n perusperiaatteet jäivät kuitenkin elämään ja olivat myöhemmän kehityksen pohjana.

Ongelmallinen huolto

Teknisten laitteiden rakenteiden mutkistuminen lisää niiden vaurioalttiutta ja vaikeuttaa huotoa, mistä esimerkki ovat numeerisesti ohjatut työstökoneet. Ohjausyksiköiden valmistajia on suuri määrä, joista monet ovat luopuneet tämän tuoteryhmän valmistuksesta. Ohjausten mallikirjavuus on suuri, mistä johtuen huolto on osoittautu-

nut ongelmalliseksi tavanomaisinakin aikoina. Kriisitilanteen huoltovarmuudesta on Suomessakin kannettu huolta ja tehty eräitä selvityksiä, mutta lisätutkimuksia tarvittaisiin.

Kirjallisuus:

- /1/ Althin, T., 1947, C.E. Johansson 1864–1943, Måttens mästare. Nordisk rotorgavyr, Stockholm, 165 s.
- /2/ The Editors of American Machinist, Metallworking, 1978, Yesterday and Tomorrow. The 100th Anniversary Issue of American Machinist. McGraw-Hill Publications Company, New York 1978. Second Printing 1981, 160 s.
- /3/ Hallendorf, H., 1967, Slagsten och automat, Bilder från verktygsmaskinens utveckling. Karlebo-serien 15. Maskinaktiebola-get Karlebo, Stockholm, 314 s.
- /4/ Hult, J., Lindqvist, S., Odelberg, W., Rydberg, S. (toim), Svensk teknikhistoria. Gidlunds Bokförlag, Hedemora.
- /5/ Hult, J., Nyström, B. (editors) et al., Technology & Industry, A nordic Heritage. Science History Publications/USA, 218 s.
- /6/ Jaikumar, R., 1988, From filing and fitting to flexible manufacturing: A study in the evolution of process control. Harvard Business School, Division of Research, Working paper, 91 s.
- /7/ Karsten, H., Asetekniikka. Keksintöjen kirja (toim. Airas, V.), Metalliteollisuus, Metallien muotoilu, kellot, lukot, aseet. Werner Söderström Osakeyhtiö, Porvoo 1936, s. 539...733.
- /8/ Kauppinen, V., 1991, Konepajoja 1800-luvun Ruotsissa. Teknillinen korkeakoulu, Konetekniikan osasto, Konepajatekniikan laboratorio, julkaisu KPT 1/91, 27 s.
- /9/ Landels, J.G., 1985, Antiikin insinööritaito (Engineering in the Ancient World). Insinööritieto Oy, 192 s.
- /10/ Spur, G., 1991, Vom Wandel der industriellen Welt durch Werkzeugmaschinen. Eine kulturgeschichtliche Betrachtung der Fertigungstechnik. Carl Hanser Verlag, München, Wien, 628 s.
- /11/ Vuorela, T., 1975, Aseet. Suomalainen kansankulttuuri, Werner Söderström Osakeyhtiö, Porvoo. s. 25...34.

SUOMALAINEN LENTOKONETEOLLISUUS EILEN, TÄNÄÄN JA HUOMENNA

Kenraaliluutnantti Pertti Jokinen

Aluksi

Suomen lentokoneteollisuus on alusta alkaen ollut sidoksissa ilmavoimien tarpeisiin. Ilmavoimat syntyivät 6.3.1918 yhden lahjoituskoneen varaan. Kesään 1918 mennessä määrä oli kasvanut jo 31:een, 14 eri tyyppiä olevaan koneeseen. Kirjavan kaluston ylläpitämiseksi perustettiin jo kolmea vuotta myöhemmin eli vuonna 1921 lentokonetehdas. Sen tehtävänä oli sekä huolehtia ilmavoimien koneiden huoltamisesta ja niille sattuneiden vaurioiden korjaamisesta että myös uusien koneiden valmistamisesta.

1920-luvulla ei kansainvälinen lentokonekauppa ollut vilkasta. Lentokoneiden tarvitsijat valmistivat usein koneensa itse. Sen johdosta ei ollut mitenkään dramaattista, että itsenäisyyttään aloittelevaan Suomeenkin perustettiin niin aikaisessa vaiheessa oma lentokoneteollisuus.

Lentokoneteollisuuden käynnistyminen

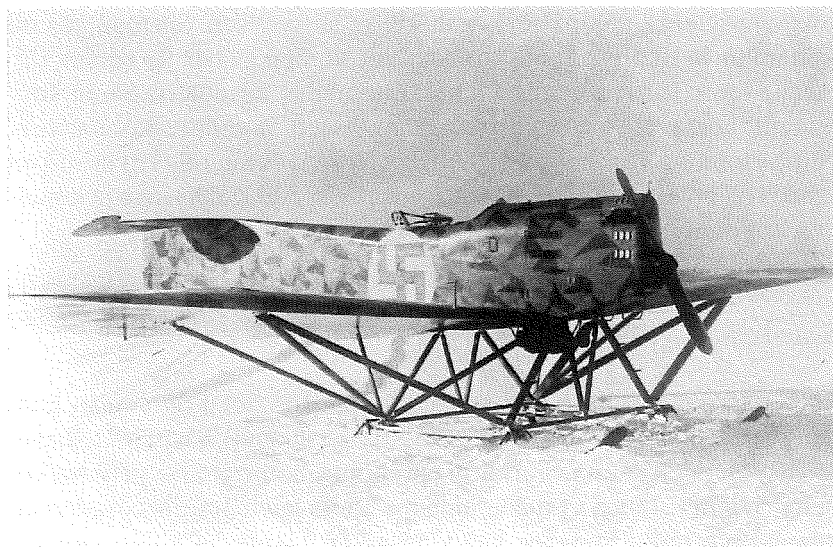
Suomen lentokoneteollisuuden syntyäikoihin oli vasta kulunut vajaat 20 vuotta Wrightin veljesten lennosta. Lentokoneita oli maailmassa kuitenkin jo valmistettu kymmeniä tuhansia, pääasiassa ensimmäisen maailmansodan tarpeisiin.

Ei siten ollut vaikeata löytää ulkomailta valmista konetyyppejä, joka oli jo kokeiltu vaativissa olosuhteissa ja jonka lisenssi oli ostettavissa. Ilmavoimiemme kehityksen alkuvaiheiden suuntauksen mukaisesti lisenssillä valmistettavaksi koneeksi valittiin kellukkeilla varustettu saksalainen Hansa Brandenburg. Hansoja valmistettiin kaikkiaan 122 kpl, mikä on jäänyt historiaan suurimpana milloinkaan Suomessa valmistettuna sarjana.

Ilmavoimien konekannan ylläpitäminen oli alkuvuosina melkoi-

nen ponnistus. Koneet eivät olleet kovin luotettavia. Pakkolaskut olivat tavanomaisia, koneita vaurioitui laskuissa ja koulutuksessa. Korjaustyötä oli paljon. Jo käynnistymisvaihetta vaivasi ongelma, josta lentokoneeteollisuus ei ole koko olemassaolonsa aikana päässyt eroon: Asiakkaita oli vain yksi – ilmavoimat. Kun sen tarpeet oli tyydytetty, ei uusien koneiden tuotantoon ollut tarvetta ennen kuin hankittiin jälleen uusi konetyyppi. Seurauksena oli tehtaan kuormituksen voimakas jaksoittainen vaihtelu. Kun muita asiakkaita ei ollut, oli vaikeata löytää työtä väliaikoina niin koneiden suunnittelijoille kuin rakentajillekin.

Ilmailun alkuvuosina konetyyppien elinikä oli lyhyt. Sen johdosta kuormitusjaksot olivat aluksi suhteellisen lyhytaikaisia. Kuormitusjaksoja tasasi suuri huoltotarve. Tasaamiseen käytettiin myös muita keinoja. Hansa Brandenburgeja (kuva 1) valmistettiin vientiinkin – tosin vain yksi myytiin. Varsin pian ryhdyttiin lentokoneita valmistamaan myös siviilimarkkinoille, mutta volyymi ei silläkään sektorilla kasvanut suureksi. Vuonna 1927 onnistui toinen vientikauppa. Suomessa suunniteltu ja valmistettu Sääski myytiin Norjaan.



Kuva 1. Hansa Brandenburg.

Sotia edeltänyt aika

Jo aikaisessa vaiheessa jakaantui lentokoneteollisuuden tehtävä kahteen osaan:

- Suomenlinnassa valmistettiin uusia koneita
- Santahaminassa keskityttiin koneiden ja moottorien huoltamiseen. Samat tehtävät ovat periaatteessa edelleen ajankohtaisia.

Suomen lentokoneteollisuuden historiassa on Karhumäen veljeksillä oma itseoikeutettu paikkansa. Heidän yksityiseen yrittäjähenkeen ja palavaan ilmailuinnostukseen perustuva toimintansa on tärkeä sivujuonne Suomen lentokoneteollisuuden historiassa. Veljesten innostus ja peräänantamattomuus toi ilmailun koko kansan ulottuville ja myös sen yleiseen tietoisuuteen. Jyväskylän Kolhossa aloitettu lentokoneiden valmistaminen johti jo ennen sotia Kuoreveden lentokonetehtaan ja korjaamon syntymiseen ja sitä tietä siihen kehitykseen, joka on johtanut Kuoreveden muodostumiseen suomalaisen ilmailuteollisuuden kotipaikaksi.

Lentokonetehdas siirrettiin vuonna 1936 Santahaminasta ja Suomenlinnasta Tampereelle. Siirtyminen vesilentoajatuksista maalentokoneisiin sekä pakotti että mahdollisti siirtymisen. Siirtopäätös oli kuitenkin hätiköity ja sitä arvosteltiin voimakkaasti jo ennen toimeenpanoa. Kysyttiin, miksi lentokonetehdas siirretään suuren kaupungin keskustan viereen, todennäköiseen pommituskohteeseen. Niinpä toimina Tampereella oli tuskin lähtenyt kunnolla käyntiin kun tehdas oli hajasijoitettava: Moottoriosasto siirtyi Kokkolaan ja koneiden kokoonpano Kuorevedelle.

Sotien aika

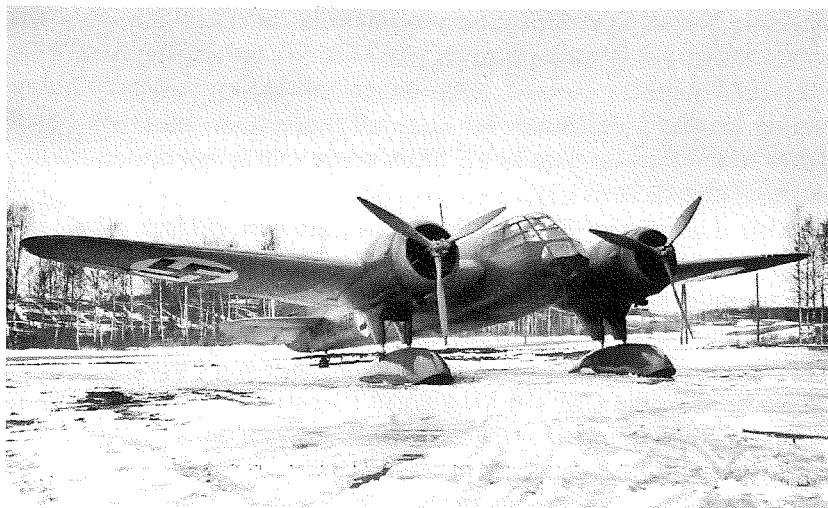
Sotien aikana tarvittiin kaikkea sitä osaamista, joka oli vajaan kahdenkymmenen vuoden kuluessa kehittynyt suomalaiseen lentokoneteollisuuteen. Koneita vaurioitui ja tuhoutui sotatoimissa ja uusia koneita oli valmistettava täydentämään vajaita laivueita. Jatkosodan aikana saavutettiin Suomen kaikkien aikojen korkein konetuotantoluku: Heinäkuussa 1941 lähti lentokonetehtaalta 100 uutta tai täysin

korjattua konetta. Lentokoneenrakentajien aloitteellisuus ja innovointikyky nousivat arvonsa kun puutteellisin välinein ja raaka-ainein oli pystyttävä korjaamaan koneita ja korvaamaan vaikeasti saatavia materiaaleja kotimaisilla. Lentokonevaneri ja kolupuinen potkuri olivat tämän ajan kiistämättömiä saavutuksia.

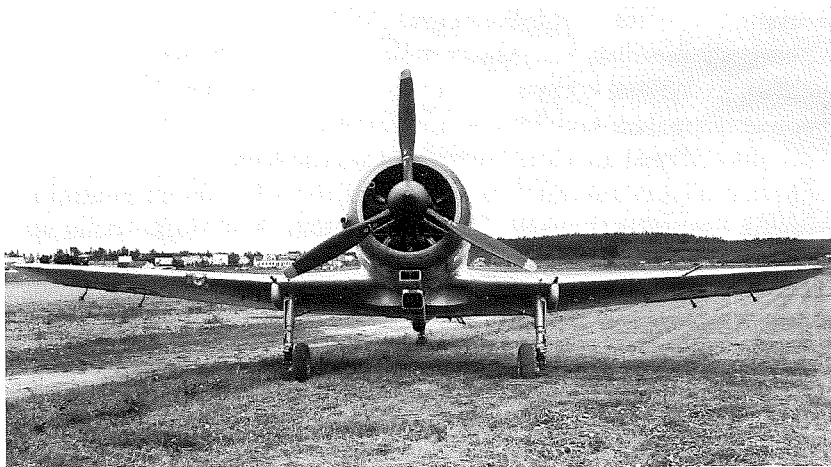
Sotien aikana rakennettiin myös 55 Bristol Blenheim pommituskonetta lisenssillä (kuva 2). Ne olivat käytössä koko jatkosodan ajan ja lensivät vielä 1950-luvun lopulla.

Sotien jälkeinen aika

Sodan päättyessä joutui lentokoneteollisuus suuren uudelleenjärjestelyhaasteen kohteeksi kaikkialla maailmassa. Esimerkiksi USA:ssa supistui lentokoneteollisuuden palveluksessa oleva työvoima vuonna 1945 muutamassa kuukaudessa yli miljoonasta 250.000:een. Suomessa sotakorvausteollisuus työllisti monien muiden teollisuuden alojen työvoiman, mutta lentokoneteollisuuden tuotteita ei tarvittu ja se jäi lapsipuolen asemaan.



Kuva 2. Bristol Blenheim, tässä suksilla varustettuna.

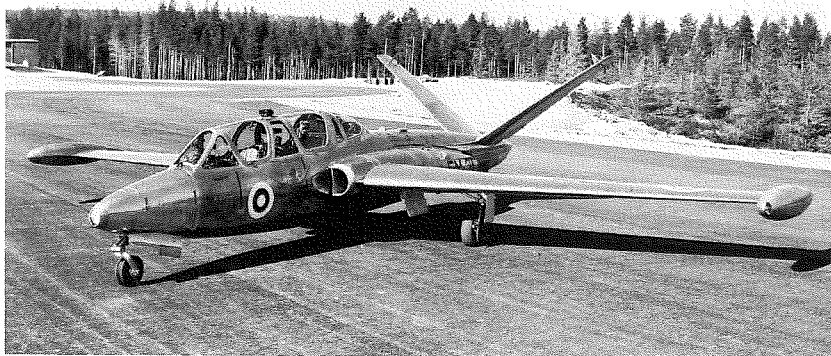


Kuva 3. Valmet Vihuri.

Ilmavoimat ei saanut uutta kalustoa, vaan sen tuli tulla toimeen sodasta jäljelle jääneillä koneilla 1950-luvun jälkipuoliskolle asti. Sodassa karaistunut ja kehittynyt työvoima työllistyi ilmavoimien vanhenevan kaluston huoltamisessa ja kekseliäisyyttä tarvittiin. Kaukonäköisesti suunnittelukyky oli kuitenkin pidetty yllä. Niinpä harjoituskone Vihuri kyettiin suunnittelemaan ja rakentamaan omin voimin sodasta jäljelle jääneiden DC-3:n Mercury moottorien ympärille. Koneelle kehittyi monien lento-onnettomuuksien johdosta huono maine, mutta todellisuudessa kone oli mainettaan parempi. Se oli lähes ainoa ilmavoimien kone. Siten myös suurin osa onnettomuuksista sattui sille (kuva 3).

Kun ilmavoimien kalustollinen kehittäminen vihdoinkin alkoi, ymmärrettiin, että kaluston ylläpitokykyä ylläpidettäisiin ja kehitettäisiin taloudellisimmin ja tehokkaimmin rakentamalla koneet Suomessa. Niinpä Valtion lentokonetehtas, joka siihen mennessä oli siirtynyt Valmetin omistukseen sai tehtäväkseen ilmavoimien uuden harjoituskoneen Fouga CM 170 Magisterin lisenssivalmistuksen (kuva 4). Koneita rakennettiin Tampereella ja Kuorevedellä 62 kappaletta ja niillä lennettiin kaikkiaan 30 vuotta.

Sodan jälkeiseltä ajalta ovat peräisin myös kolme perättäistä ilmailuteollisuuskomiteaa, joiden suositusten mukaisesti ylläpidettiin



Kuva 4. Ensimmäinen Suomessa valmistettu Fouga CM 170 Magister.

maassa lentokaluston suunnittelukykyä, lisenssirakentamista ja tehtiinpä kaksi itse suunniteltuakin konetta, Vinka ja Redigo. Komiteoiden suosittamaa linjaa noudattivat myös Drakenin ja Hawkin loppukokoonpanot.

Ensimmäinen, Temmeksen komitea suositti vuonna 1968 valmistuneessa mietinnössään konstruointi- ja uusvalmistuskykyisen lentokoneiteollisuuden säilyttämistä ilmavoimien toiminnan kulmakivenä.

Hovin komitean mietintö valmistui vuonna 1975. Se ei enää suosituksessaan vaatinut uusvalmistuskykyä, mutta piti sitä kuitenkin suotavana koneiden perushuoltoja ajatellen. Sen sijaan vauriokorjausten ja muutostöiden katsottiin vaativan uusvalmistuskykyistä lentokoneiteollisuutta. Huomattavaa on kuitenkin, että Hovin komitea määritteli jo uusvalmistuksen suhteellisen laajasti. Sen katsottiin täyttyvän myös vaativamman kaluston loppukokoonpanona, komponenttivalmistuksena ja modifiointina. Komitean suosituksen nojalla Ilmavoimat tilasi Valmetilta 30 koneen sarjan Vinka alkeiskoulukoneita.

Kolmannen, Raaden komitean tehtäväksi jäi vuonna 1984 selvittää mitä tulisi Vinkan jälkeen. Sen suosituksen nojalla päätettiin pitää yllä oman lentokoneen suunnittelukykyä tukemalla valtion varoin potkuriturbiinimoottorilla varustetun koulukoneen suunnittelua ja valmistusta. Tämän perusteella syntyi aikanaan Redigo (kuva 5).



Kuva 5. Valmet L-90 TP Redigo.

Tämän päivän lentokoneteollisuus

Tämänkin päivän suomalainen lentokoneteollisuus nojaa ilmavoimien tarpeisiin. Luottamus siviililaitoksen kykyyn huolehtia ilmavoimien lentokaluston laajemmista huolloista, peruskorjauksista, korjaamisesta ja modifioimisesta on niin suuri, ettei ilmavoimilla ole lainkaan omaa varikkotasosta lentokonehuoltoa. Se on kokonaisuudessaan keskitetty Valmet Lentokoneteollisuudelle. Laitehuoltoa tehdään myös muissa siviililaitoksissa. Koulutus- ja taistelukoneista Vinka on tehty kokonaan suunnittelusta alkaen Suomessa, Hawk ja Draken kokoonpantu Valmetilla ja MiG-21 Bisiinkin on tehty laaja länsimaistamistyö.

Valmet Lentokoneteollisuuden kuormituksen selkärangan ovat

muodostaneet ilmavoimien koulu-, harjoitus- ja taistelukoneiden huollot. Vielä vuonna 1990 oli tehtaan laskutuksesta 93 % suuntautunut ilmavoimille.

Määräaikaisten huoltojen ohella on tehty melko mittaviakin modifikaatioita, joiden tavoitteena on ollut koneen lentoturvallisuuden tai taistelukyvyn parantaminen. Niitä suunnittelemalla ja toteuttamalla henkilöstö on perehtynyt perinpohjaisesti kyseisen lentokoneen järjestelmiin. Tällaisista tehtävistä mainittakoon harjoitusohjusten laukaisumahdollisuuden kehittäminen Hawkiin, Drakenin aseistusmahdollisuuksien parantaminen ja MiG-21 kaluston avioniikan vaihtaminen länsimaiseksi. Näillä toimenpiteillä kaikkien kolmen konetyypin käyttöarvo nousi merkittävästi. Erityisesti MiG-21 kaluston muutostyö oli suorastaan välttämätön, jotta kone saattoi tukeutua suomalaiseseen maajärjestelmään.

Taistelukoneet vaurioituvat rauhan aikana harvoin niin pahasti, että varsinainen korjaaminen tulee kyseeseen. Jos koneeseen tulee vakava häiriö lennon aikana, joutuu lentäjä yleensä pelastautumaan heittoistuimen avulla. Silloin ei korjattavaa jää. Tavallisimmat rauhan aikana korjattavaksi tulevat viat ovat rullausvaurioita tai maa-ajoneuvojen törmäämisestä johtuneita tai siten lintutörmäysten aiheuttamia. Ne saattavat vaatia laajojakin korjaustoimenpiteitä. Suurin viime vuosien korjaustyö oli kahden Hawkin raskaasta laskusta aiheutuneiden miltei täystuhoon johtaneiden vaurioiden korjaaminen. Näissä tapauksissa lähes korjauskelvottomista koneista saatiin uuden veroisia alle puolella uuden koneen hinnasta. Näin vaativiin Hawkin korjaustehtäviin kyetään Valmet Lentokoneteollisuuden lisäksi vain koneen valmistajamaassa Englannissa.

Drakenit ja Migit poistuvat käytöstä seuraavien viiden vuoden kuluessa. Vinkat joudutaan uusimaan kymmenen vuoden kuluessa. Sen sijaan Hawkit pysyvät käytössä mahdollisesti jopa yli vuoden 2020. Yhdessä nämä merkitsevät sitä, että F-18 Hornetin merkitys Valmet Lentokoneteollisuuden kuormittajana korostuu jo ennen tämän vuosikymmenen päättymistä.

Draken ja MiG 21 ovat palvelleet ilmavoimiamme erinomaisesti, mutta niiden – erityisesti MiG 21:n – käyttäminen on vaatinut runsaasti huoltotoimenpiteitä. Niiden poistuminen pienentää huoltokuormaa selvästi. Sen lisäksi yhteen konetyyppiin siirtyminen vaikut-

taa samaan suuntaan. Kolmas samaan suuntaan vaikuttava tekijä on Hornetin vähäisempi huoltotarve lentotuntia kohden kuin kummallakaan aiemmin käytetyllä koneella. Vaikka käytettävissä olevat huoltotarveluvut ovatkin myyjien antamia ja sellaisina todennäköisesti varsin optimistisia, on ilmiselvää, että nykyaikaiset järjestelmät vikaantuvat harvemmin kuin aiemmat. Koneeseen sisäänrakennetuilla testausjärjestelmillä viat voidaan myös paikallistaa jopa laivue-tasolla ja ainakin laitevaihdot tehdä jo siellä.

Aiemmin hyväksi todettujen periaatteiden mukaisesti Hornet-hankinnankin yhteydessä päätettiin hankkia huoltovalmius sekä korjaus ja modifiointikyky osallistumalla koneen ja sen moottorien valmistamiseen suorittamalla niiden loppukokoonpano Suomessa. Loppukokoonpanon yhteydessä välttämättä suoritettavaksi tulevat testaukset ovat samoja joita joudutaan tekemään koneiden määräaikaissa huolloissa samoin kuin häiriöiden syitä selvittäessä. Kokoonpanemalla kaikki 57 yksipaikkaista konetta ja niiden moottorit Suomessa saavutetaan huoltovalmius siten, että ensimmäisten koneiden ja moottorien valmistuessa on Valmet Lentokoneteollisuudella jo kyky huoltaa koneita. Ensimmäiset moottorit luovutettiin asiakkaalle syksyllä 1995 ja ensimmäinen Kuorevedellä koottu Hornet luovutetaan syyskuussa 1996 (kuva 6).

Loppukokoonpano-ohjelma jatkuu elokuuhun v 2000 asti. Yhden koneen kokoaminen ja testaaminen kestää keskimäärin vajaan vuoden. Siitä seuraa, että samanaikaisesti työn alla on noin 14 konetta. Kokoonpano- ja testaustyötä tehdessään koneen ja sen moottorien kokoajat ja testaajat harjaantuvat perusteellisesti koneen järjestelmiin ja kykenevät varmasti suoriutumaan niistä tehtävistä, joiden eteen joutuvat ilmavoimien käytön aikana.

Koneiden ja moottorien loppukokoonpanon lisäksi valittiin joitakin osia, jotka rakentamalla perehdyttäisiin Hornetin rakenteeseen niin hyvin, että mahdolliset vauriot kyettäisiin korjaamaan Tällaisiksi osiksi valittiin eturungon puolikkaat, jotka rakentamalla tutustutaan koneen metallirakenteisiin. Siten kyetään mahdolliset maavauriot, lintutörmäysten jäljet sekä myös taisteluvauriot korjaamaan Suomessa tarvitsematta viedä koneita valmistajamaahan korjattaviksi.

Nykyisissä taistelukoneissa on käytetty huomattavat määrät hiilikuituisia komposiitteja. Tästä syystä toiseksi valittiin komposiittiset



Kuva 6. F/A-18 Hornet.

selkäluukut (5 kpl), joita valmistamalla perehdytään koneen komposiittirakenteisiin ja kyetään korjaamaan niihin tulevia vaurioita.

Kummankin valitun osan toimittajana Valmet on ainoa maailmassa, joten Hornet-ohjelmaan liittyy suoraan myös vientiä.

Jo ennen hävittäjäkilpailun ratkeamista Valmet Lentokoneteollisuus sai tehdäkseen Saab 2000 liikennekoneen pyrstöt riskiä jakavana osakkaana. Ensimmäiset pyrstöt lentävät jo asiakkaan koneissa ja koneiden valmistus jatkuu pitkälle 2000-luvulle. Siten tämä ohjelma antaa viitteitä uudesta kehityssuunnasta: Pyrkimyksenä on saada alihankintatehtäviä, jotka vähentävät pelkästään Suomen ilmavoimien tarpeisiin nojaamisesta syntyviä riskejä.

Saman ryhmään on luettavissa Ericssonin EriEye tutkan komposiittirakenteinen kotelo, jota Valmet Lentokoneteollisuus toimittaa asiakkaalle ainoana valmistajana.

Vuonna 1995 solmittiin myös ensimmäinen sopimus XMM- satel-

liitin komposiittisen teleskooppiputken rakentamisesta.

Suomalaisen lentokoneeteollisuuden tulevan kehityksen kannalta ratkaiseva päätös tehtiin joulukuussa 1994, jolloin päätettiin lopettaa Redigon valmistaminen. Konetta on markkinoitu 1980- ja 1990-luvuilla aktiivisesti ja laajasti, mutta sitä on valmistettu vain 32 kappaletta eikä riittävää määrää uusia asiakkaita ollut näköpiirissä. Suoritetut laskelmat osoittivat, että konetta olisi pitänyt myydä suhteellisen tasaisesti noin 20 kpl vuodessa, jotta tuotanto olisi ollut kannattavaa. Ilmavoimat ei ollut kiinnostunut Redigoiden ostamisesta jo hankitun 10 koneen lisäksi, eikä valtiovalalta ollut saatavissa muutakaan tukea tuotannon ylläpitämiseksi. Näin ollen Valmetilla ei ollut muuta mahdollisuutta kuin luopua tappiollisesta toiminnasta.

Redigon valmistuksen lopetuspäätös on suomalaisen lentokoneeteollisuuden kannalta lopullinen. Ei ole nähtävissä, että Suomessa enää ryhdyttäisiin itse suunnitellun ja itse valmistettavan koneen tuottamiseen. Ilmavoimien tarvitsemat valmiudet on tulevaisuudessa pidettävä yllä muilla keinoin kuin valmistamalla itse koneita. Siinä vaiheessa kun ilmavoimat ryhtyy valmistelevaan Vinka alkeiskoulukoneen seuraajan hankkimista, on kone hankittava ulkomailta. Tuotannon polkaiseminen käyntiin muutaman kymmenen koneen valmistamiseksi ei ole realistinen ajatus.

Lopetuspäätöksessään Valmet ei ole yksin. Moni muukin maa on joutunut luopumaan itsenäisestä lentokonetuotannosta. Yleinen suuntaus on keskittyä oman suunnittelun ja tuotannon sijasta yhteistyöhön jonkin tai joidenkin muiden – yleensä suurempien – lentokonevalmistajien kanssa. Siten on mahdollista pitää yllä oman maan ilmavoimien kriisiaikana tarvitsemaa valmiutta lentokaluston huoltamiseen, korjaamiseen ja modifioimiseen. Hankkimalla lentokonetöitä muualta päästään eroon myös Suomen lentokoneeteollisuutta koko sen historian ajan vaivanneesta vitsauksesta – ilmavoimien jaksottaisten hankintatarpeiden synnyttämästä voimakkaasta kuormitusheilahtelusta.

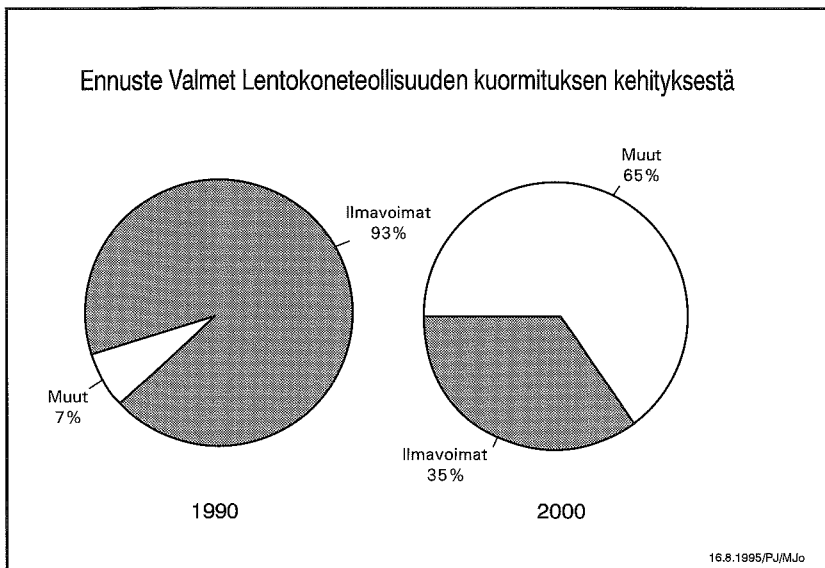
Lentokoneteollisuuden tulevaisuus

Valmet Lentokoneteollisuuden tulevaisuus on viitoitettu selvästi vuoteen 2000 asti. Elokuussa vuonna 2000 luovutetaan viimeinen tilatuista Horneteista Suomen ilmavoimille. Hornet- projekti kuormittaa Valmet Lentokoneteollisuutta tämän vuosikymmen toisen puoliskon ajoittain jopa yli 50%. Kun mukaan lasketaan poistumassa olevien MiG-21 Bis ja Draken koneiden huollot, Hawkin huolto, jo solmitut sopimukset Saab 2000 pyrstöjen toimittamisesta sekä Ericssonin EriEye tutkakotelot, voidaan todeta nykyhenkilöstön tulleen työllistetyksi hyvin.

Tämän vuosikymmenen lopun Valmet Lentokoneteollisuuden henkilöstöstä on paljon yli puolet ilmavoimiin liittyvissä tehtävissä, joko huoltamassa käytössä olevia koneita tai valmistautumassa uuden kaluston huolto-, korjaus- ja modifiointitehtäviin rakentamalla Horneteihin osia ja suorittamalla niiden loppukokoonpanoa.

Mitä sitten vuoden 2000 syksyn jälkeen? Silloin on Hornetit kokoonpantu ja ellei MDA löydä huomattavasti lisää asiakkaita F-18 C/D versioille, myös eturungon puolikkaiden ja selkäluukkujen valmistus on päättynyt. Hornetien huoltaminen ei työllistä kaikkia niitä henkilöitä, jotka ovat tehneet koneisiin osia tai kokoonpanneet niitä. Työtä on löydettävä muualta. Katseet suuntautuvat ensi sijassa siviili-markkinoille. Kun vielä vuonna 1990 Valmet Lentokoneteollisuuden laskutuksesta 93 % tuli Suomen ilmavoimilta, arvioidaan ilmavoimien osuuden supistuvan vuoteen 2000 mennessä 30–40 %:n tasolle pääosan työstä tullessa muilta asiakkailta (kuva 7).

Vastakauppojen jälkiseurauksina uskotaan saatavan Hornetin valmistajilta alihankintatyötä sekä siviili- että sotilassektorilta. Amerikkalaiset sotilasviranomaiset ovat tottuneet siihen, että oman maan tilaukset ovat tärkeimmät ja koneita on myyty vain liittolaisille tai muuten sellaisille asiakkaille joiden on katsottu tukevan USA:n puolustusintressiä. Nyt on herätty ajattelemaan, että koneiden myyminen ulkomaisille asiakkaille lisää volyymia ja siten pienentää yksikköhintoja. Siten koneista saadaan hinnaltaan sellaisia, että niihin, on itseläkin varaa. Näin on todennäköistä, että F/A-18 C/D tuotannon päättyessä Valmet pääsee mukaan sen seuraajan, E/F version, valmistukseen. On hyvin todennäköistä, että Valmet jatkaa vuoden 2000 jäl-



Kuva 7. Ennuste Valmet Lentokoneteollisuuden kuormituksen kehitymisestä.

keenkin yhteistyötä MDA:n ja Norhrop Grummanin kanssa sotilas-koneiden valmistuksessa.

Keväällä 1995 Valmet Avicomp saavutti MDC:n Preferred Supplier aseman. Tämän ohjelman avulla MDC supistaa alihankkijamääräänsä pyrkien luotettaviin laatutuottajiin. Ohjelma antaa edellytykset asiakassuhteen jatkumiselle sekä sotilas- että siviilitehtävissä.

Keskittyminen

Aloitettavat uudet niin sotilas- kuin siviililentokoneprojektit keskittyvät yhä harvemmille valmistajille. Koneiden suunnitteleminen on niin kallista ja niiden valmistamiseen ja markkinointiin liittyvät riskit niin suuria, että vain suurilla valmistajilla on mahdollisuus niitä kantaa. Suuretkaan eivät selviä tehtävistä yksin, vaan ovat etsineet riskiä jakavia kumppaneita. Siten uuden matkustajakoneen tai taistelukoneen rakentaminen on yhä useammin kansainvälinen projekti.

Vaikka konetyypit käyvät yhä vähälukuisemmiksi, on kansainvälistymisestä seurauksena, että koneiden rakentamiseen osallistuu yhä useampia ilmailu-alan yrityksiä. Alihankintaa tapahtuu useana eri kerroksena. Ensin tulevat riskiä jakavat yritykset, joilla riskinsä johdosta on oikeus saada tietty osuus koneesta valmistettavakseen. Lähdetessä suunnittelusta, saattaa tämäkin osuus olla suomalaiselle lentokoneiteollisuudelle liian raskasta. Investointivaatimukset ovat useissa tapauksissa satojen miljoonien tai miljardien suuruusluokkaa.

Riskiä jakavat partnerit saattavat jakaa riskiä edelleen seuraavalle tasolle, sopimalla pienemmän yrityksen kanssa tietyn osan valmistamisesta tai sitten teettävät työtä alihankintana. Ketju saattaa jatkua vielä tästäkin alaspäin useita kerroksia.

Suomalaisen lentokoneiteollisuuden tulevaisuus on näissä tehtävissä. Satojen miljoonien markkojen investointeihin ei ilman yhteiskunnan laajaa tukea ole mahdollisuuksia. Yhteiskunnan tukeen perustuvia yrityksiä katsotaan toisaalta karsaasti kansainvälisillä lentokone-markkinoilla. Siten mahdollisuudeksi jää hankkia erilaisia alihankintatehtäviä ensin suorina alihankintoina ja sitten kun kyky kasvaa myös osallistumalla riskin jakamiseen ja siten saamalla suurempia osuuksia kansainvälisistä, lähinnä siviililentokoneprojekteista.

Alihankintatehtäviinkin pääseminen on usein kiinni siitä, että työn teettämisellä tietyssä maassa pyritään vaikuttamaan maan oman lentoyhtiön hankintapäätökseen. Kilpailun asiakkaista ollessa kovaa, on Finnairinkin kokoisen yhtiön hankinnoilla painoarvonsa. Niiden varaan ei tulevaisuutta voida kuitenkaan perustaa.

Suomalaisen lentokoneiteollisuuden mahdollisuudet piilevät kansainvälistymisessä ja lentokoneprojektien verkottumisessa monikerroksisiksi alihankintaprojekteiksi. Koneet ovat kalliita ja ne on toimitettava ehdottomasti luvattuun määräaikaan mennessä. Sen johdosta alihankintaketjun luotettavuus on ratkaiseva tekijä. Haluttuja kumppaneita ovat sellaiset valmistajat, joiden laatu täyttää korkeat vaatimukset ja joiden toimitusajat ovat todistetusti täsmällisiä. MDA:n Preferred Supplier Certificate on suositus myös muille kuin McDonnell Douglasin tarjouspyyntöjen laatijoille. Hornet-työstä vuonna 2000 vapautuva henkilöstö työllistyy tulevaisuudessa todennäköisesti juuri tämantapaisilla tehtävillä.

Sotilaskoneiden modernisointi

Kalliit sotilaskoneet ovat nykyisin käytössä pidempään kuin edellinen sukupolvi. Kun Drakenien ja MiGien käyttöikä on 2000–3000 lentotuntia, puhutaan seuraavan sukupolven koneilla jo 6000–9000 lentotunnista. Se merkitsee, että koneet ovat käytössä nykyistä huomattavasti pidempään, ehkä jopa 30–40 vuotta. Sinä aikana asejärjestelmät ja koneen elektroniikkavarustus kehittyvät niin, että on välttämätöntä vaihtaa suuri osa järjestelmistä uusiin.

Suomen ilmavoimien Hornetitkin joutuvat läpikäymään tämän Mid Life Updaten nimellä tunnetun uudistamisohjelman joskus vuoden 2020 vaiheilla. Tehtävänsä mukaisesti Valmet Lentokoneiteollisuus tulee tämän suorittamaan. Siihen on jo kokemustakin, sillä sekä MiG 21 F että MiG 21 Bis ovat läpikäyneet merkittävän modernisointiohjelman. Myös Drakeneihin on vaihdettu monia uusia järjestelmiä.

Lyhyemmällä tähtäyksellä on maailmalla tarjolla runsaasti jo nyt käytössä olevien koneiden modernisointitehtäviä. Monet erityisesti venäläistä kalustoa käyttävät maat ovat uudistamassa koneitaan vaihtamalla niihin länsimaisia järjestelmiä. Käyttäjämailla ei itsellään ole useinkaan kykyä tehdä muutostyötä. Kilpailu näistä tehtävistä on kova, mutta Suomessa on vielä näihin koneisiin liittyvää osaamista ja monissa tapauksissa Suomi olisi poliittisesti mahdollinen ja luotettava muutostyön tekijämaa.

Suuntautuminen Mid Life Update-erikoisosajaksi voisi olla hyvä ratkaisu taitojen ylläpitoon ja nykyisen ammattitaidon työllistämiseen.

Avaruus

Valmet Lentokoneiteollisuus on jo mukana yhdessä avaruusohjelmassa. Suomen jäsenyys EU:ssa tuo mukanaan mahdollisuuksia päästä mukaan muihinkin avaruusprojekteihin. Avaruusprojekteissa tarvitaan juuri sen kaltaista osaamista, jota suomalaiselta lentokoneiteollisuudelta edellytetään ilmavoimiemme tarpeiden tyydyttämiseksi. On mielekästä jatkaa avaruusohjelmiin panostamista ja laajentaa sen alan työtä siten, että vuonna 2000 voitaisiin Hornet-työstä vapautuvaa työvoimaa sijoittaa myös avaruustehtäviin.

Yksityistäminen

Valmet konsernin yksityistäminen on käynnissä eikä sitä ole tarkoitus pysäyttää mihinkään tiettyyn prosenttiosuuteen.

Teollisuuspoliittisesti yksityistäminen luo lisää tehokkuutta ja antaa enemmän rahoitusmahdollisuuksia ja liikkumavaraa. Lentokone-teollisuuden kannalta tilanne on jossakin määrin ongelmallinen. Yhtäältä teollisuuden on oltava kannattavaa toimintaa riippumatta siitä kuka sen omistaa. Toisaalta ilmavoimien varikkotasoisesta huoltotoiminnasta vastaaminen edellyttää sitä, että valtiovalta voi olla varma siitä, että ilmavoimien tarvitsemat tehtävät hoidetaan niiden edellyttämällä innolla riippumatta siitä onko omistaja yksityinen vai omistaako valtio lentokoneteollisuudesta osan. Esimerkiksi tilanne, jossa Valmetin omistajat olisivat ulkomaisia sijoittajia ei voi tulla kysymykseen. On ilmiselvää, että riippumatta siitä miten Valmetin yksityistäminen etenee, on sen lentokoneteollisuudella tulevaisuudessakin tiukka sidos ilmavoimiin. Jollakin tavoin on huolehdittava siitä, että ilmavoimien edut tulevat yksityistämisprosessissa turvatuiksi. Yksi mahdollisuus olisi irrottaa lentokoneteollisuus Valmetista ja sijoittaa se muun puolustusväline-teollisuuden yhteyteen. Synergiat siihen suuntaan ovat kuitenkin vähäiset. Kun lisäksi otetaan huomioon, että aiemmin ennustettiin, että ilmavoimien töiden osuus Valmet Lentokoneteollisuuden tilauskannasta laskee alle puolen vuoden 2000 jälkeen olisi synergia sitäkin vähäisempi. On todennäköistä, että pitkälle nähtävissä olevaan tulevaisuuteen lentokoneteollisuus säilyy Valmetin eräänä kansallisena tehtävänä. Jo perinteetkin velvoittavat.

Lopuksi

Suomalainen lentokoneteollisuus on syntynyt ilmavoimien tarpeiden tyydyttäjäksi. Sen johtoajatus on läpi vuosikymmenten säilynyt samana: Ilmavoimat on pääasiakas, sen tarpeet tyydytetään ensin. Jos kapasiteettia jää, voidaan se käyttää muuhun.

Tämän päivän tilanne on edelleen sama. Hornetien osavalmistus ja kokoonpano on huoltovalmiuden luomista. Valmiuksien luominen tapahtuu osin ilmavoimien kustantamana, osin kannattavana liiketoimintana, johon ei mitään tukea ole pyydetty eikä tarvittu.

Ensimmäistä kertaa suomalaisen lentokoneteollisuuden historiasa on suunta nyt selvästi muuttumassa. Ilmavoimien alkeiskoulukonnettakaan ei enää aiota rakentaa itse Suomessa. Koko itsenäinen lentokoneiden suunnittelu- ja rakennuskyky päättyy. Samalla liiketoimintojen painopiste siirtyy muuhun kuin ilmavoimiin liittyvään tuotantoon. Vuoden 2000 jälkeen Valmet Lentokoneteollisuuden tulee tulla toimeen pääosin muualta kuin Suomen ilmavoimilta tulevilla tilauksilla.

Suhteen perusrakenne ilmavoimiin pysyy kuitenkin ennallaan. Valmet vastaa edelleen siitä, että ilmavoimien varikkotasoinen huolto hoidetaan, taistelukoneet osataan korjata ja niihin kyetään tekemään käytettävyyden edellyttämät muutostyöt, Mid Life Update mukaan lukien. Kun Valmet Lentokoneteollisuuden peruskuorma on siviilitöissä ja viennissä, voidaan ilmavoimien työt tehdä edullisemmin kun ennen. Silloin kiinteiden kustannusten jakajia on enemmän.

Lähteet:

- Björklund, Nils G: Valmet, Asetehtaan muuttuminen kansainväliseksi suuryhtiöksi, Gummerus Kirjapaino Oy, Jyväskylä 1990
- Komiteamietintö 1968: B 87
- Komiteamietintö 1976: 39
- Komiteamietintö 1983: 94
- Nykänen, Panu: Kotimaisten hävittäjien rakentaminen Suomessa 1939–1945, Painomerkki Oy, Helsinki 1994
- Valmet Lentokonetehtas: Lentokoneteollisuutemme vaihteita ja nyky näkymiä, Valmet Oy, Tampere 1967

PUOLUSTUSVÄLINEET OVAT VAMMAKSEN OMINTA ALUETTA

Insinööri Matti Vuorinen
Vammas Oy

Vammas Oy on konserni, jonka toimialana on keskiraskas konepajateollisuus. Konserniin kuuluvat Vammas Oy Vammalassa, Vammas Defencetec Oy Jyväskylässä ja Leppävirralla sekä Vammas Maskin AB Uddevallassa Ruotsissa. Konsernin pääkonttori on Vammalassa. Yhtiön osakkaina ovat valtio ja Oy Tampella Ab.

Konsernin päätuotteita ovat raskaat aseet, ammuksot, kuljetuskalustot, sytyttimet sekä teiden ja lentokenttien kunnossapitokoneet. Lisäksi Vammas tekee vaativia alihankintatöitä. Työntekijöitä konsernissa on 500. Liikevaihto on vuonna 1995 noin 280 miljoonaa markkaa.

Konsernin toiminta-ajatuksessa keskeisellä sijalla ovat puolustusvälineiden valmistus ja modernisointi sekä puolustusvälineisiin liittyvä tuotekehitys ja markkinointi. Lisäksi yritys kehittää siviilituotantoon, jotta konserni pystyy vastaamaan uusiin haasteisiin puolustusvoimien hankintamäärärahojen supistuessa.

Yritys käyttää liikevaihdostaan viisi prosenttia tuotekehitykseen ja kahdeksan prosenttia investointeihin. Konsernilla on tiivistä yhteistyötä eri korkeakoulujen ja tutkimuslaitosten kanssa.

Yhtiön osaaminen perustuu ammattitaitoiseen henkilökuntaan sekä nykyaikaisiin tuotantokoneisiin ja -järjestelmiin. Laadun takeena ovat yhtiön eri yksiköille myönnetty AQAP-110 ja ISO 9001 laatuhyväksynnot.

Asepaja Tyrvälle

Pääesikunnan Aseosasto päätti 1. maaliskuuta 1943 perustaa Tyrvälle Ase- ja Ampumatarvikevarikko 1:n Asepajan. Ensimmäiset rakennukset valmistuivat keuhattalvella 1943. Tehtaan toiminta alkoi välittömästi. Noin kuukauden kuluttua perustamisesta tehdas otti korjattavaksi ensimmäiset tykit ja kranaatinheitimet.

Syksyllä 1943 Asepajalla aloitti toimintansa tehdasammattikoulu.

Samana vuonna lopetti Vaasassa toimintansa Asekorjaamo 2, jonka entinen nimi oli Puolustusministeriön tykkikorjaamo. Sen henkilökunta siirtyi Asepajalle. Kesällä 1944 siirtyi Tyrvälle vielä Äänislinnan 15. Aseenkorjauskomppania.

Vuosina 1945–1949 Asepajan toiminnasta lähes puolet koostui Puolustuslaitoksen hankinnoista. Valtaosa töistä oli tykkien ja kraanaatinheitinten huoltoa. Lisäksi tehtiin jonkin verran panssarivaunun korjaustöitä. Alusta pitäen tuotannossa ovat olleet mukana aseiden varaosat.

Ase- ja Ampumatarvikevarikko 1:n Tyrvään Asepajan nimi vaihtui Vammaskosken Tehtaaksi 1. heinäkuuta 1949. Nimenvaihdos tapahtui samoihin aikoihin Vammaskosken perkauksen kanssa. Vaikka Vammalassa ollut Vammaskoski katosi, niin kosken nimi haluttiin säilyttää tehtaan virallisen nimen yhteydessä.

Puolustusvälinetuotanto käynnistyi singoilla

Vuonna 1958 Vammaskosken Tehdas sai 4000 kevyen singon tilauksen Pääesikunnan Aseosastolta. Tilaus loi pohjan tehtaan asevalmistukselle. Seuraavina vuosina tulivat tuotantoon sinkojen taistelu- ja harjoitusammukset.

Tehtaan saama sinkotilaus ja sitä seuranneet ase- ja ammustarvikepuolen tilaukset merkitsivät valmistustarkkuuden merkityksen korostumista. Tällä oli merkittävä osuus muiden tuotteiden kehitystyössä.

Tykistökranaattien valmistusta varten perustettiin Ammuslaboratorio-osasto 28. joulukuuta 1966. Ammuslaboratorion perustaminen varmisti sen, että tykistökranaattien puristus- ja koneistustekniikka säilyi Suomessa.

Ammussuunnittelu ja ammusten tuotekehitys käynnistettiin 1989. Ensimmäinen itse suunniteltu tykistökranaatti ehti koeampumavaiheeseen 1991.

Paineilmatyökalut palkittiin kultamitalilla

Puuporan varret sekä penkki- ja pylväsporakoneet muodostivat suuren osan Asepajan siviilituotannosta vuosina 1945–1949. Nimenvaihdos Vammaskosken Tehtaaksi 1949 toi mukanaan paineilmatyökalu-

jen valmistuksen. Vammas-paineilmatyökalut palkittiin kultamitalilla 1950 Suomen Suurmessuilla.

Vuosina 1951–1960 tehtaalla keskityttiin voimakkaasti siviiliartikkeleiden suunnitteluun ja valmistukseen. Vahvoja tuotteita olivat esimerkiksi traktoriäkeet, lumiaurat, tiilikoneet ja kenttäsahat. Pora-koneet pysyivät merkittävinä Vammas-tuotteina pitkään.

Traktorikaivureita valmistanut Puolustuslaitoksen Santahaminan tehdas tuhoutui tulipalossa 1957. Traktorikaivureiden valmistus jatkui Vammaskosken Tehtaalla. Tehokkaita ja työergonomialtaan kehittyneitä Vammas-kaivureita myytiin lähinnä Suomeen ja muihin Pohjoismaihin.

Tiehöylien valmistuksen Vammaskosken Tehdas aloitti 1957. Ensimmäisten, mekaanisten höylien tuotemerkki oli June. Nykyisin tehdas valmistaa RG-181-tiehöylää. Se painaa 18 tonnia ja on vankka sekä tehokas teiden hoito- ja rakennustyökalu.

Kaivureiden valmistus lopetettiin 1992. Tehdas keskittyi tiehöyliin ja on nykyisin Pohjoismaiden johtava höylien valmistaja. Tämän mahdollisti se, että Lännen Engineering Oy luopui tiehöylätuotannostaan ja Vammas Oy luopui kaivureiden valmistamisesta. Kaivuri-tuotanto siirtyi Lännen Engineering Oy:lle.

Vammaskosken tehdas vaihtuu osakeyhtiöksi

Puolustuslaitoksen Vammaskosken Tehtaana pitkään tunnettu kone-paja lähti uusille urille vuoden 1991 alussa. Toimintojen vahvistamiseksi Vammaskosken Tehdas ja Oy Tampella Ab:n Puolustusväline-yksikkö yhdistettiin. Sulautumisen tuloksena syntyi Vammas Oy.

Keväällä 1995 Vammas Oy osti Sako Defencetec Oy:n raskaan ammustuotannon Jyväskylässä. Kaupan yhteydessä yhtiön omistukseen siirtyi myös Sako Defencetec Oy:n hylsynvalmistus Leppävirralla. Kaupan myötä syntyi Vammas Defencetec Oy.

Vuoden 1992 lopussa Vammas Oy vahvisti asemaansa johtavana tiehöylien valmistajana. Yhtiö osti ruotsalaisen Mattssonhyvel AB:n liiketoiminnan.

Siviilituotteiden asema Vammas Oy:ssä vahvistui myös 1993. Vammas Oy osti Rahtikone Oy:ltä lentokenttien kiitoratojen talvikunnossapitolaitteiden tuoteoikeudet.

Pääosin konventionaalisia ase- ja ammuskonstruktioita

Vammas Oy:n puolustusvälineiden tuotekehitys on keskitetty erilliseen tuotekehitysyksikköön, jossa työskentelee 16 toimihenkilöä. Yksikkö tekee tykistöaseiden ja kranaatinheitinaseiden tutkimus- ja kehitystyötä. Oleellisia tehtäväalueita ovat aserakenteille ominaiset konstruktiot, niiden lujuustarkastelut sekä sisä- ja ulkoballistiikan hallinta.

Kehitettävät tuotteet ovat pääosin konventionaalisia ase- ja ammuskonstruktioita. Tuotekehitys painottuu 155 K ja 120 krh -asejärjestelmiin. Erityisen huomion kohteena on tulen, liikkeen ja taistelukestävyuden vaatimukset.

Yhteistyössä kotimaisen elektroniikkateollisuuden kanssa kehitetään korkean teknologian asejärjestelmiä. Eräänä kohteena on automaattisuuntauksella varustettu 130 mm tornikanuuna. Se on tarkoitettu liikkuvien merimaalien torjuntaan.

Asevalmistuksessa massiivisia koneita

Vammas Oy:n raskaiden aseiden valmistuksessa työskentelee 60 henkilöä. Asevalmistusyksikön liikevaihto on noin 60 miljoonaa markkaa.

Asevalmistuksessa käytetään useita massiivisia koneita suurten kappaleiden tarkkaan työstöön. Esimerkiksi Pegard -työstökeskusta voidaan ohjata seitsemän akselin suhteen. Koneella voidaan työstää 8000 x 2000 x 1600 mm alaa. Heynumat on puolestaan kuuden metrin sorvauskärkivilillä ja pyörivillä työkaluilla varustettu sorvauskeskus. Lisäksi aseiden valmistuksessa käytetään useita moniakselisia CNC-työstökeskuksia ja sorveja.

Omien tuotteiden lisäksi Vammas Oy:n asevalmistusyksikkö tekee alihankintatöitä. Liikekumppaneina ovat pääasiassa suuret vientikauppaa harjoittavat metalliteollisuusyritykset.

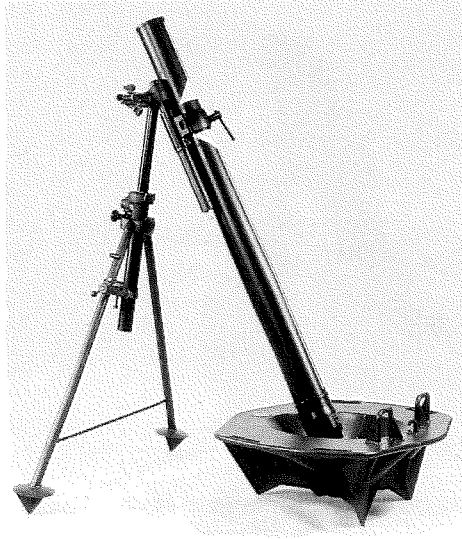
Nykyaikaiset koneet, asianmukaiset tilat ja ammattitaitoinen henkilökunta luovat mahdollisuuden etsiä myös uusia tuotteita ja toimialoja. Samoin uusien asiakkaiden löytäminen on tärkeitä. Se turvaa suomalaisen raskaan aseistuksen kehittämisen ja tuottamisen.



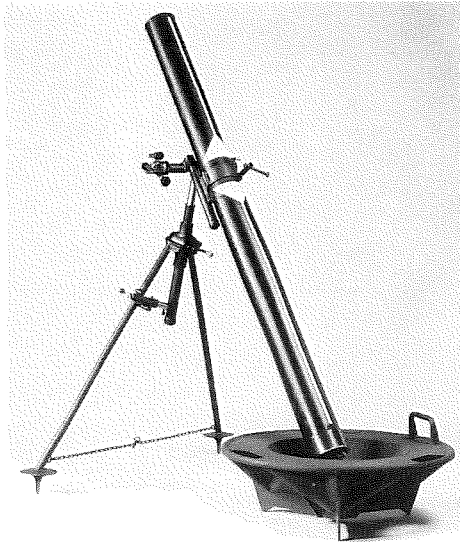
Kuvassa kenttätykki 155K 83 vaihtoehtoisesti 39, 45, 52 pituuskaliiperin tuliputkella varustettuna. Kantama 40 km. Normaali tulinopeus 8 ls/min. Paino 10,5 t.



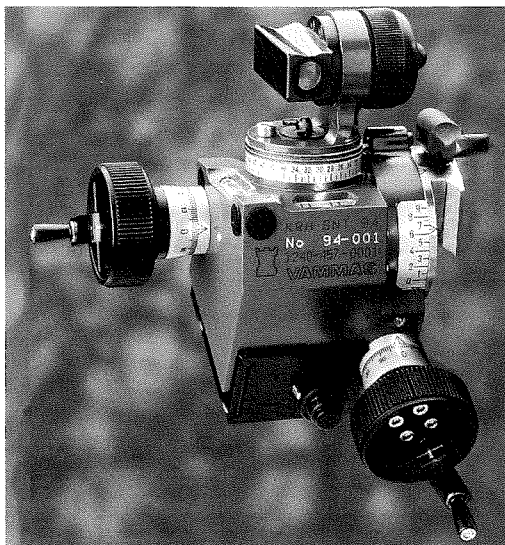
Apumootorilla varustettu hydraulisesti liikuteltava 155 GH 52 APU -tykki. Kantama 40 km. Maksimijonopeus omalla voimalaitteella ajettaessa 15 km/h, hinauksessa 80 km/h. Tykin paino 13,5 t.



120 mm:n raskas kranaatinheitin. Tulinopeus 15 ls/min. Maksimikantama n. 8600 m. Aseen kokonaispaino 290 kg, ajopyörästöineen 500 kg.



81 mm:n kranaatinheitin. Tulinopeus 15 ls/min. Maksimikantama 6700 m. Kokonaispaino 60 kg.



Krh-suuntain. Kevytmetallinen, välyksettömät sivu- ja korkeussuuntien säädöt. Sisäinen valaisujärjestelmä asteikoille ja laseille.

Asekorjausyksikkö modernisoi

Vammassuuntain Oy:n Asekorjausyksikkö modernisoi raskaita aseita ja panssarikalustoa. Yksikössä on töissä 40 vankan ja laajan modernisointikokemuksen omaavaa henkilöä. Yksikön liikevaihto on noin 11 miljoonaa markkaa.

Perinteinen korjaamotoiminta on muuttunut huolto- ja modernisointipainotteiseksi. Panssarivaunujen ja tykkien modernisointiohjelmat suunnitellaan yhteistyössä asiakkaan kanssa. Tavoitteena on, että modernisoinnin jälkeen kalusto vastaa nykyajan tarpeita.

Lähiaikoina Asekorjausyksikkö on modernisoinut esimerkiksi tykin 150 H 40 malliksi 152 H 88-40. Myös alunperin Tampellan valmistamien 122 K 60 tykkien muuttaminen 130 K 90-60 malliksi on ollut vaativa työ. Vammassuuntain Oy valmisti myös edellä mainittujen tykkien tuliputket.

Panssarivaunupuolella yksikön päätehtävänä tällä hetkellä on Saksasta ostettujen panssarivaunujen huolto- ja muutostyöt. Eniten työl-



Kuvassa modernisoitu tykki 152H 88-40.



Kuvassa rynnäköpanssarivaunu BMP-1PS panssaritarkastajien vastaanototarkastuksessa.

listää BMP-1 vaunujen huolto. BTR-50PK vaunujen peruskorjaus on vaihtunut muutostyöksi. Nämä panssarivaunut muutetaan BTR-50YVI vaunujen rungoiksi.

Yksikkö myös korjaa ja koeajaa panssarivaunujen ja muun raskaan kaluston dieselmootoreita. Koeajo tapahtuu Schenk D 1200-1E -nimisessä jarrupenkissä. Penkissä voidaan koeajaa moottoreita, joiden teho parhaimmillaan on 700 kilowattia.

Edellisellä sivulla kuvin modernisointikohteista.

Ammusvalmistusta kuumapuristamalla

Ammusvalmistusyksikössä työskentelee 110 henkilöä. Yksikön liikevaihto on noin 60 miljoonaa markkaa. Puolustusvälinetuotannon osuus liikevaihdosta on 90 prosenttia.

Ammusvalmistuksen tuotantolaitteisto muodostuu kuumapuristusprosessista, teräksen lämpökäsittelylaitoksesta, raskaista kopio- ja CNC -ohjatuista sorveista, FMS-tasoisista koneistussoluista, ammuskomponenttien pintakäsittelylaitoksesta sekä ammusvalmistuksen ja -tarkastuksen erikoislaitteista.

Vammas Oy:n raskas kuumapuristuslaitteisto on Pohjois-Euroopan nykyaikaisin raskas puristamo. Tämän Eumuco kuumapuristuslaitteiston hydraulisen puristimen voima on maksimissaan 10 MN. Kuumennuksessa käytetyn induktiokuumennuslaitteiden teho yltää aina 3 megawattiin.

Ammusyksikön tuotteita ovat esimerkiksi tykistö- ja heitinkranaattien sekä sinkojen laukausten metalliosasarjat. Siviilituotteina valmistetaan muun muassa komponentteja ajoneuvoteollisuudelle. Vammas Oy suunnittelee ja valmistaa itse ammustuotannossa tarvittavat kuumapuristustyökalut, erikoiskoneet sekä mitta- ja tarkastuslaitteet.

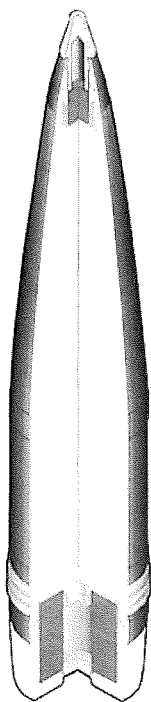
Tykistöammuksista Vammas Oy valmistaa esimerkiksi 155 KR sirpaleammuksia, jotka sopivat Vammas 155 KR 83 aseeseen. Ammuksen kantama on ilman perävirtausyksikköä 24 kilometriä. Perävirtausyksiköllä kantama pitenee 29 kilometriin. Vammas Oy:n oman tuotekehittelyn ansiosta pitkänkantaman ammuksen perävirtausyksiköllä kantama on 40 kilometriä.

Yksikön toimintaan liittyy myös CNC-koneilla varustettu koneistamo-osasto. Se valmistaa työkaluja ja mittalaitteita Vammas Oy:n tarpeisiin. Lisäksi koneistamo tekee vaativaa alihankintakoneistusta.

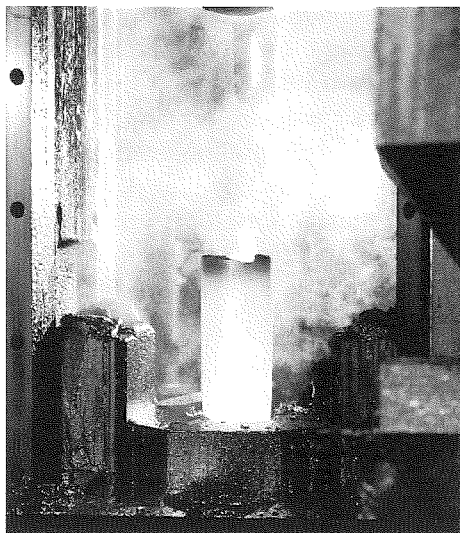
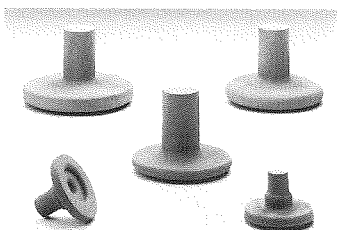
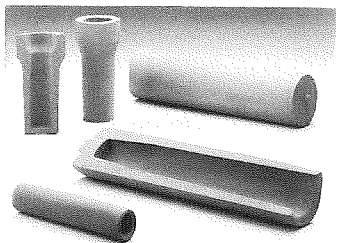
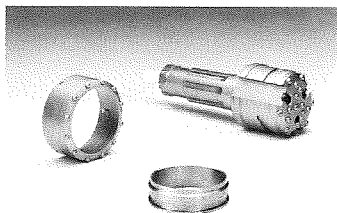
Sako Defencetec Oy konsernin osaksi

Keväällä 1995 Vammas Oy osti Sako Defencetec Oy:n koko osakekannan. Näin Jyväskylässä ja Leppävirralla toimivasta yhtiöstä tuli osa Vammas-konsernia. Samalla Keski-Suomessa olevan yrityksen nimi vaihtui Vammas Defencetec Oy:ksi.

Yhtiössä työskentelee 170 henkilöä. Yhtiön liikevaihto on noin 90 miljoonaa markkaa. Pääasiakas on Suomen puolustusvoimat.



Kuvassa Vammas Oy:n tuotantoon kuuluvia tykistö- ja heitinammusten metalliosasarjoja. Vasemmalla 155 mm perävirtausammus.



Kuvassa Vammas Oy:n raskas kuumapuristuslaitteisto, sekä tyypillisiä teräksestä puristettuja tuoteaihioidia.

Vammas Defencetec Oy kehittää ja valmistaa ammuksia, sytytymiä, tykki- ja ohjuslavetteja sekä erilaisia alihankintatuotteita. Siviilipuolella pääosaamisalue on tarkkojen komponenttien valmistaminen suurina sarjoina vaativille autoteollisuusyrityksille.

Tuotannossa on panostettu automatisoituja soluja sisältäviin tuotantolinjoihin. Laadun ohjaus ja valvonta on yhdistetty valmistuksen yhteydessä tapahtuvaksi SPC-mittaukseksi.

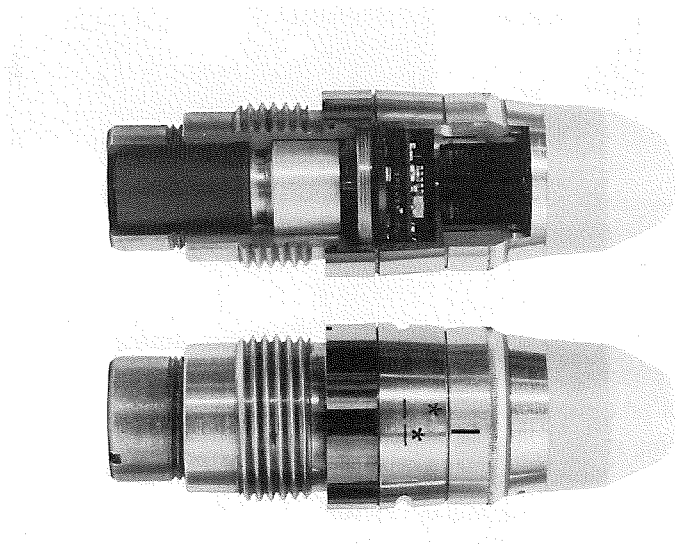
Tuotannossa käytetään CNC-ohjattuja monikarasarveja. Ne takaavat korkean laatutason vaativien osien sarjatuotannossa. Siviili-

tuotelinjoille on kehitetty hiontasoluja, joissa kappaleiden vaihto tapahtuu robottien avulla.

Vammas Defencetec Oy:n päätuotteita ovat sekä mekaaniset että sähköiset sytyttimet. Tykistölle valmistetaan herätesytyttimiä HS-94, jotka sopivat kaliipereille 105–155 mm. Sytyttimien herätetoiminta voidaan asettaa mekaanisesti kahdelle räjähdyskorkeudelle.

Lisäksi Vammas Defencetec Oy suunnittelee, valmistaa ja modernisoi laivatykki- ja ohjuslavetteja. Alkamassa on esimerkiksi 23 mm it-kanuunan modernisointityö. Aseesta tulee konesuunnattava ja ase varustetaan elektronisella tähtäin- ja laskinjärjestelmällä. Protoaseet luovutettiin 1992.

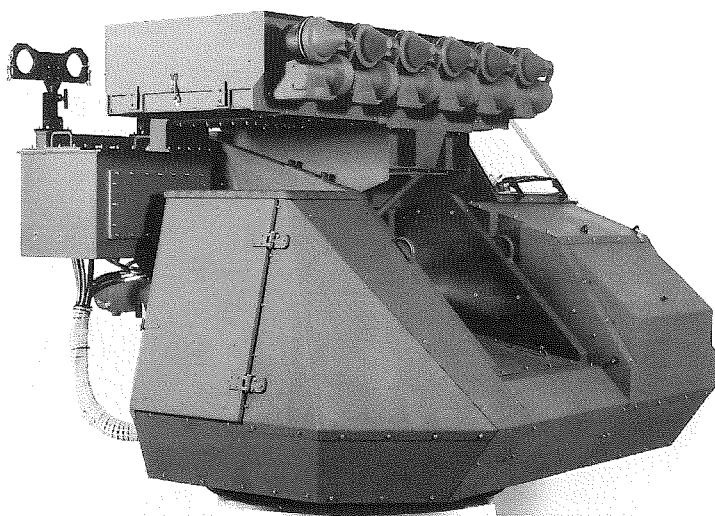
Tulevaisuudessa Vammas Defencetec Oy:n vahvuus on modernin tuote- ja tuotantoteknologian hallinta. Puolustusvoimat vaativat moderneja tuotteita kilpailukykyiseen hintaan. Siksi yhtiö on kehittänyt ajanmukaisia tuotteita ja uusinnut tuotantolinjojaan kansainvälisesti-kin kilpailukykyiselle tasolle.



Tykistön herätesytytin HS-94 (hes S94-36A) kaliipereille 105–155 mm.



Herätesytyttimen HS-94 (hes S94-36A) ohjelmointilaite.



Yhdistetty tykki/ohjuslavetti 23M85-ITO, ohjusversio. Ohjukset Matra-Mistral, aseet 23 mm ItK.

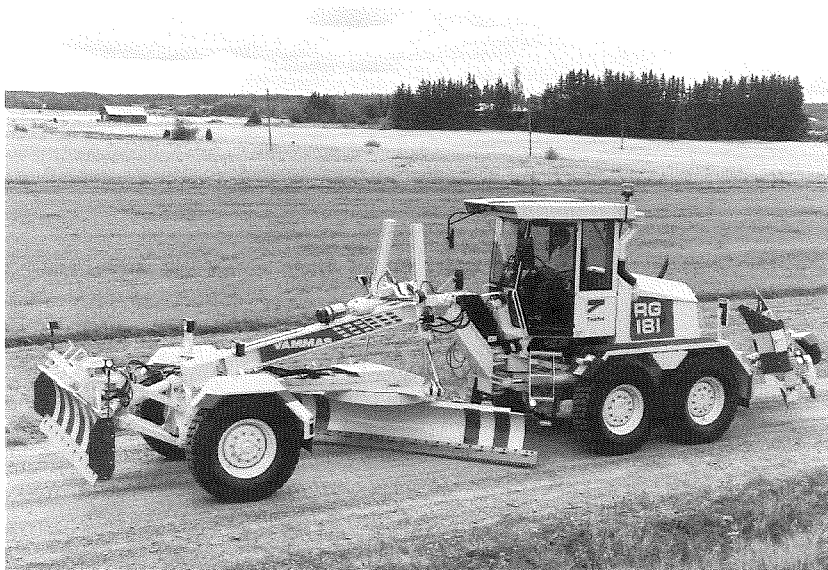
Kunnossapitokoneilla lumisille alueille

Vammas Oy:n yksi tuotantoalue on teiden ja lentokenttien kunnossapitokoneiden valmistus. Koneita valmistaa 40 henkilöä. Yksikön liikevaihto on 38 miljoonaa markkaa. Viennin osuus liikevaihdosta on 30 prosenttia. Koneita myydään Suomen lisäksi lähinnä Ruotsiin ja Norjaan.

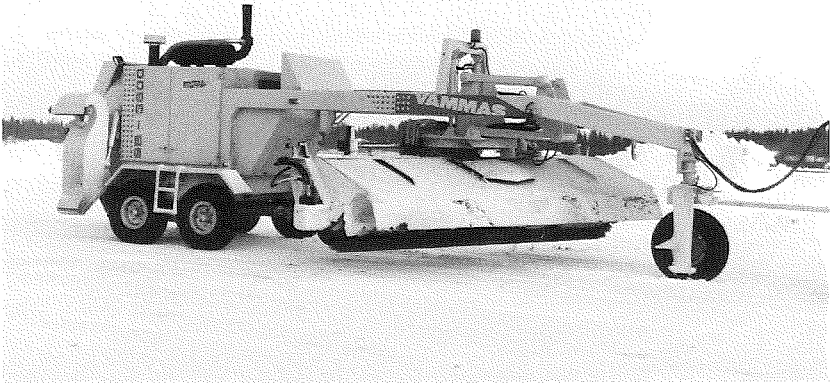
Yksikön päätuotteita ovat RG-180 -sarjan tiehöylät sekä PSB 5500 ja SB 3600 harjapuhaltimet. Harjapuhaltimet kuuluvat välineistöön, jolla lentokenttien kiitoradat pidetään puhtaina talviolosuhteissa.

Tuotantofilosofia perustuu pitkälle erikoistuneeseen kokoonpanotuotantoon. Osien toimituksista vastaavat huolellisesti valitut osa- ja komponenttivalmistajat. Heidän kanssaan tuotteita kehitetään vastaamaan asiakkaiden muuttuvia tarpeita.

Teiden ja lentokenttien kiitoratojen kunnossapitokoneita hankkivat toistaiseksi lähinnä Pohjoismaiden valtiolliset tie- ja ilmailulaitok-



RG-181 tiehöylä. Teho 176 kW, paino 18 t ja työnopeus 50 km/h.



SB 3600 harjapuhallin lentokenttien kiitoratojen talvikunnossapitoon. Teho 242 kW, paino 10 t ja työnopeus 60 km/h.

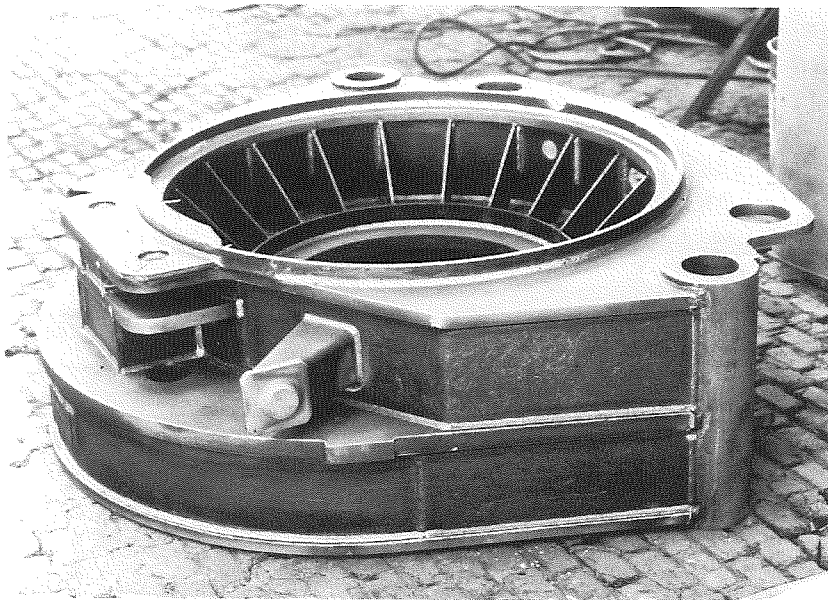
set. Yksikön toiminta on voimakkaasti kansainvälistymässä. Markkina-aluetta laajennetaan tietoisesti koko Euroopan ja Aasian lumisille alueille.

Levyrakenteita eri laitteisiin

Vammas Oy:n teräslevykomponentteja valmistava tuotealue työllistää 40 henkilöä. Vammas Componetsin liikevaihto on 20 miljoonaa markkaa. Pääasiakkaita ovat Sisu Defencetec Oy, Vammas Oy:n eri yksiköt ja Suomen puolustusvoimat.

Tyypillisiä tuotteita ovat panssariajoneuvojen levyosat, rannikko- ja kenttätukien levyosat, tiehöylien ja lumikoneiden teräsosat, erikoisperävaunut ja alihankintaosat suomalaiselle teollisuudelle.

Yksikön asiakasläheisesti tuottamat levyosat ovat asennusvalmiita. Tämän mahdollistaa se, että yksikkö pystyy tekemään levyosille kaikki tarvittavat koneistukset ja pintakäsittelyt.



Kuvassa 155 K83 kenttätyökin kokoonpanohitsattu alalavetti.

Vammas Components kehittää jatkuvasti vahvuuksiaan ja etsii uutta tietoa valmistusteknologian ja materiaalitekniikan alueilta. Tuotelaajuudessa yksikkö laajentaa tuotteitaan esimerkiksi alumiinirakenteisiin.

SISU – VAHVAA SUOMALAISTA OSAAMISTA ITSENÄISEN PUOLUSTUKSEN TUEKSI – KULJETUSVÄLINEKEHITYSTÄ JA -TUOTANTOA VUODESTA 1931

Ye-everstiluuatnatti Kyösti Kosonen
PEajonttsto:n toimistoupseeri ja
päällikkö 1971–1974 ja 1977–1983
Sisu Defence:n tuotepäällikkö 1988–1994

Yhtiön perustaminen

Autoalalla elettiin vilkasta nousukautta 1920-luvulla. Tuontiautojen markkinoinnin ohessa ryhdyttiin tehdasmaisesti valmistamaan linja-autojen koreja, kuorma-autojen ohjaamoja ja lavoja sekä auton osia. Myös korjaamotoiminta käynnistyi.

Vuosikymmenen lopulla uusista yrityksistä kaksi toimi Helsingissä, Kallion kaupunginosassa Fleminginkadun varrella. Toinen oli Osakeyhtiö Autokoritehdas, jonka perustajiin kuulunut Urho Hammer oli hankkinut autoalan koulutuksen Yhdysvalloissa. Toinen oli Oy Autoteollisuus-Ab Bilindustri, jonka perustaja oli Oy Henry Auto Ab:n toimitusjohtaja Mauritz Packalen. Yhtiön hallussa olivat Volvon lisenssivalmistusoikeudet.

Lokakuussa 1929 tapahtunut Yhdysvaltain pörssiromahdus vaikutti myös Suomen talouselämään. Monien muiden tavoin myös Fleminginkadun autokorirakentajat joutuivat vaikeuksiin jopa pankkien valvontaan. Ryhdyttiin etsimään uusia ratkaisuja. Suunnitelmat yhtiöiden toimintojen yhdistämisestä eivät johtaneet tulokseen. Sitä vastoin ajatus kokonaan uuden yrityksen perustamisesta sai tuulta purjeisiin.

Maaliskuun 20. päivänä 1931 jätettiin kauppa- ja teollisuusministeriön anomus yhtiöjärjestykseksi, joka oikeuttaisi **Oy Suomen Autoteollisuus Ab** -nimisen osakeyhtiön perustamiseen harjoittamaan Helsingin kaupungissa autonkorien rakentamista, autonosien valmistusta ja korjaamotoimintaa. Anomuksen allekirjoittajat olivat Lars W. Åberg ja Karl Nordgre'n, jotka olivat Osakeyhtiö Autokoriteh-

taan osakkaita sekä Emil Winkelmann, joka oli mukana Helsingin Osakepankin Oy Autoteollisuus- Ab Bilindustrin etujen valvojana.

Uuden yhtiön perustaminen hyväksyttiin 1.4.1931. Yhtiön osakepääoma oli 2 600 000 mk jakautuen 2600 osakkeeseen a' 1000 mk. Omistus jakautui seuraavasti

- Oy Henry-Auto Ab Mauritz Packalenin kautta 1999 osaketta
- John Hellsten 598 osaketta
- Lars W. Åberg, Karl Nordgre'n ja Emil Winckelmann(Helsingin Osakepankki) kukin 1 osake.

Yhtiön toimitusjohtajaksi kutsuttiin John Hellsten ja tekniseksi johtajaksi DI Tor Nessling.

Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n toiminta alkoi.

Oy Suomen Autoteollisuus Ab otti alusta alkaen ohjelmistoonsa kotimaisen auton kehittämisen. Edeltäjäyhtiöiden peruina oli käytettävissä auton komponentteja sekä hyvät kanavat ulko- ja kotimaisiin alihankkijoihin. Muun muassa Volvon Penta moottoreita oli käytettävissä. Kesällä 1931 aloitettiin 12 auton valmistus. Prototyypivaiheen jälkeen niitä alkoi valmistua kesällä 1932. Koska autolla ei vielä ollut virallista nimeä, julisti yhtiö sanomalehdistössä ja radiossa yleisökilpailun »Minkä nimiseksi» kotimainen auto. Vastauksia tuli noin 4000. Ehdotettujen nimien joukosta valittiin 13.6.1932 kotimaisen auton nimeksi **Sisu**. Nimeä oli ehdottanut 95 kilpailuun osallistunutta. Arvonnassa voittopalkinto, 1000 mk, osui hämeenlinnalaiselle koulu- pojalle Eino Arohongalle.

Kotimaisen autoteollisuuden sotataloudellinen merkitys oli havaittavissa alusta alkaen. Ensimmäisestä 12 auton sarjasta puolustusministeriö tilasi 6 kuorma-autoa. Ne luovutettiin käyttäjille syksyllä 1932, 4 autoa Huoltopataljoona 1:lle Helsinkiin ja 2 autoa Huoltopataljoona 2:lle Viipuriin.

Yhtiön ensimmäinen vuosikymmen oli toiminnan suuntamisen ja vakiinnuttamisen aikaa. Päätuotteina olivat linja- ja kuorma-autot. Uusina tuotteina tulivat valmistukseen raitiovaunut ja Sisu-rata-autot.

Jo alusta alkaen pyrittiin tuotteiden kotimaisuusastetta lisäämään. Riippuvuudesta kilpailevaan ulkomaiseen yritykseen haluttiin päästä irti. Yhteistyö Ab Volvon kanssa päättyi vuonna 1934. Kotimaisen Olympia-moottorin kokeilu ei johtanut tyydyttäviin tuloksiin ja niin

päädettiin amerikkalaisiin Hercules-moottoreihin. Ensimmäiset Hercules-dieselmoottorit asennettiin linja-autoihin vuonna 1937. Samana vuonna toimitettiin puolustusvoimille englantilaisista panssarilevyistä valmistettu, täyskumipyörillä varustettu panssariauto. Jatkotilaukseen ei päästy.

Vientikanavat saatiin auki Viroon ja Latviaan. Tallinnan liikennelaitokselle toimitettiin vuonna 1937 lähes 40 linja-autoa.

Ensimmäisen vuosikymmenen vastoinkäymisistä voidaan mainita vuosina 1935 ja 1937 olleet noin kuukauden kestäneet lakot ja vuonna 1935 sattuneet tulipalot, jotka lamaannuttivat tuotannon kolmeksi kuukaudeksi.

Yhtiön omistussuhteissa tapahtui vuonna 1939 merkittävä muutos, kun Tor Nessling hankki omistukseensa runsaat 80 prosenttia yhtiön osakkeista.

Yhtiön autotuotanto kasvoi tasaisesti siten, että vuosina 1932–1939 tehtiin yhteensä 918 autoa, kapasiteetin ollessa vuonna 1939 300 autoa.

Talvisotaan johtaneet tapahtumat vaikuttivat myös Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n toimintaan. Kuorma-autojen suhteellinen osuus tuotannosta kasvoi huomattavasti vuonna 1939. Vuoden 216 auton tuotannosta 96 meni valtion virastoille ja laitoksille puolustusministeriön osuuden ollessa 34 autoa. Sisun osuus vuonna 1939 rekisterissä olleista kuorma- ja linja-autoista oli 3.1 prosenttia.

Syksyllä 1939 yhteistyö puolustusvoimien kanssa tiivistyi. Tehtaalla tehtiin ylipitkiä työpäiviä. Huoltotoiminnan varmentamiseksi perustettiin Lahteen Sisu-korjaamo. Lisäksi yhtiö vuokrasi Järvenpäästä teollisuustilaa, jossa parinkymmenen henkilön voimin tehtiin muun muassa purjekankaisia suojapeitteitä, palopommeja ja valoraletteja. Fleminginkadun tiloissa tehtiin autojen lisäksi myös lentokoneiden pomminostureita ja insuliittilevyisiä pientaloja. Järvenpään ja Lahden toimipisteet lakkautettiin talvisodan päättyttyä.

Välirauhan aikana kunnostettiin sodassa vaurioituneita autoja ja valmistettiin vielä varastoista löytyvistä ja itse korvikeraaka-aineista tehdyistä osista vuonna 1940 75 ja 1941 28 uutta autoa tai alustaa.

Yhtiön viettäessä 10-vuotisjuhlia 1.4.1941 oli ilmassa jo jatkosodan enteitä. Linja-autoja alettiin varustaa sairaskuljetuksiin. Yhtiön palkkalistoilla oli 169 henkilöä.



Sisu-sairaslinja-auto talvisodan Taipaleessa. SA-kuva.

Yhtiö laajenee

Yhtiön suunnitelmiin sisältyi olojen vakiinnuttua linja-autojen ja raitiovaunujen tuotannon lisääminen. Tätä varten tarvittiin lisää suuria teollisuushalleja. Fleminginkadun tehdastontilla ei ollut laajennusmahdollisuuksia. Puolustusministeriö esitti toivomuksen Sisujen valmistuksen siirtämiseksi mahdollisen uuden sodan syttyessä pois pommituksille alttiista Helsingistä paikkaan, johon olisi hyvät juna- ja laivayhteydet. Päätös tehtaan sijoittamisesta Karjaalle tehtiin vuonna 1942. Eräs päätökseen vaikuttaneista tekijöistä oli Hangon sataman läheisyys. Satama oli ainoa, jota pyrittiin pitämään käytössä ympäri vuoden. Maa-alue, 13,4 hehtaaria, ostettiin Karjaan kauppialalta 21.9.1942 allekirjoitetulla sopimuksella ja teollista toimintaa varten perustettiin 1.10.1942 sisaryhtiö **Oy Karia Ab**. Kauppasopimukseen sisältyi 2.000.000 silloisen markan investointivelvoite. Sivuraide tehdasalueelle valmistui vuonna 1943.

Tuotanto Karjaan tehtaalla aloitettiin 2.1.1944. Tuotanto- ja toimintiloja oli käytössä lähes 5000 neliömetriä. Vastuullisena johtajana

tuotannon aloituksessa oli Börje Ridderstad. Hän toimi Karjaan tehtaiden isännöitsijänä 27 vuotta.

Aluksi Karjaalle siirrettiin auton korien ja raitiovaunujen valmistus ja 1950 myös auton alustojen ja ohjaamojen valmistus. Vaikka Karjaan Sisu-tehdas tunnetaan nykyisin kuorma-autojen valmistajana, todettakoon, että vuosina 1946–1959 valmistettiin 142 raitiovaunua ja Valtion rautateille 1950–1960-luvuilla useita kymmeniä rata-työ- ja kaatokippivaunuja.

Vuosien kuluessa alueelle rakennettiin lisää toimitiloja ja muodostui kolme tulosvastuullista linjaa: autotehdas, ohjaamotehdas ja muoviosalinja, joka myöhemmin siirrettiin Mäntyharjulle. Viimeaikaisista investoinneista mainittakoon teknologiakeskus, joka vihittiin käyttöön vuonna 1991.

Jatkosodan pitkittyessä puolustusvoimien kuljetuskaluston tarve kasvoi. Pitemmän aikavälin hankintatarpeeksi arviottiin 7000 uutta kuorma- ja linja-autoa. Riittävä tuonti ei ollut mahdollista kaupallisesta sulkutilanteesta johtuen. Valtiovallan tiedustellessa Oy Suomen Autotellisuus Ab:n mahdollisuuksia edellä mainitun tarpeen tyydyttämiseksi esitti Tor Nessling ratkaisuksi Sisun tehtaiden laajentamista joko valtion takuin tai ulkomaisen lainan avulla. Yhtiön voimavarat katsottiin kuitenkin riittämättömiksi hankkeen kokoon verraten. Yrityspohjan laajentamiseksi järjestettiin puolustusministeri Rudolf Waldenin aloitteesta 4.3.1943 neuvottelutilaisuus, johon oli kutsuttu maan merkittävimpien teollisuusyhtiöiden edustajia. Neuvottelutuloksen mukaisesti pidettiin 20.3.1943 järjestäytymiskokous, jossa päätettiin perustaa uusi yhtiö hanketta toteuttamaan. Yhtiön nimeksi valittiin Yhteissisu Oy. Sen muodostaisivat yhdessä Suomen valtion kanssa suomalaiset yritykset, jotka valmistivat tai olivat valmiit valmistamaan autonosia.

Uuden yhtiön varsinainen perustava yhtiökokous pidettiin 13.4. 1943. Yhtiön osakemäärä oli 7500 osaketta. Niistä Suomen valtio, Oy Strömberg Ab ja Tampereen Pellava- ja Rautateollisuus Osake-Yhtiö merkitsivät kukin 1500 osaketta. Oy Suomen Autoteollisuus Ab merkitsi 250 osaketta. Muut osakkaat olivat A. Ahlström Oy, Suomen Gummitehdas Oy, Suomen Kaapelitehdas Oy, Lokomo Oy, W. Rosenlew & Co, Yhtyneet Paperitehtaat Oy, Ata Oy, Oy Fiskars Ab ja Kone Oy. Yhtiön toimitusjohtajaksi kutsuttiin Tor Nessling.

Vastuu Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n toiminnasta siirtyi Kurt Palmgrenille.

Puolustusministeriö tilasi Yhteissisu Oy:ltä 8.6.1943 7000 autoa, jotka piti toimittaa 2000 ja 5000 auton erissä. Saman aikaisesti tehtiin Yhteissisu Oy:n ja Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n välillä toimintoja yhdistävä ja rajaava sopimus. Sen mukaan Oy Suomen Autoteollisuus Ab luovutti Yhteissisu Oyn käyttöön Sisu S-21 kuorma-auton valmistuksessa tarvittavan teknisen aineiston piirustuksineen ja alihankkijatietoineen. Edellytyksenä oli, että tietoutta käytettiin vain Yhteissisun omassa valmistuksessa. Samalla Oy Suomen Autoteollisuus Ab sitoutui lopettamaan oman kuorma-autotuotantonsa viideksi vuodeksi. Korvaukseksi Yhteissisu Oy sitoutui maksamaan Oy Suomen Autoteollisuus Ab:lle viiden vuoden aikana yhteensä 7.500.000 markkaa.

Uuden autotehtaan paikkaa valittaessa otettiin huomioon erityisesti sotilaalliset näkökohdat. Tehdas päätettiin sijoittaa Vanajan pitäjään lähelle Hämeenlinnaa, josta ostettiin 11.1.1944 päivätyllä kauppakirjalla Katisten tilasta 28,2 hehtaarin suuruinen tontti. Tehtaan rakentaminen alkoi. Koneistamoa varten louhittiin tiloja Kirkkokallioon. Vaikka 29.000 kuutiometrin tehdashalli valmistui nopeasti, sota ehti kuitenkin päättyä ennen kuin varsinainen sarjatuotanto saatiin käyntiin. Ensimmäinen auto valmistui 31.7.1945.

Tehtaalla rakennettiin 1946–1948 yhteensä noin 300 Sisu-merkkistä autoa. Sodan päätyttyä puolustusvoimilla ei katsottu niissä oloissa olevan enää 7000 auton tarvetta. Yhteissisu Oy:n kanssa tehty sopimus purettiin 31.12.1946 perusteluna autojen myöhästyminen yli toimitusajan. Tor Nessling erosi yhtiön palveluksesta 1.2.1947.

Vuoden 1947 aikana harkittiin yhtiön toiminnan lopettamista, mutta valtion lisättyä osuuttaan osakekannasta 44:ään prosenttiin, toimintaa päätettiin jatkaa. Yhtiö järjestystä muutettiin 10.6.1948, jolloin yhtiön nimeksi tuli **Vanajan Autotehdas Oy** ja auton nimi muutui Sisusta Vanajaksi. Oy Suomen Autoteollisuus Ab säilytti osakkuutensa uudessa yhtiössä.

Yhtiö valmisti toimintansa aikana 1948–1968 yhteensä 6871 kuorma- linja- ja erikoisautoa. Puolustusvoimille toimitettiin 1960-luvulla 189 autoa, joista 55 oli mallia Vanaja VAKS D, 100 mallia Vanaja AS 33K ja 8 autoa tykinvetäjiksi sopivaa mallia Vanaja NS-47-4x4.

Vanajan johto totesi vuonna 1967, että yhtiön toiminnan jatkaminen edellytti muun muassa piiriedustajien toiminnan tehostamista, korjaamokapasiteetin lisäystä ja tuotannon nostamista. Yhtiön rahoitusluotot suhteessa liikevaihtoon olivat poikkeuksellisen korkeat. Valtiovalta yritti saada muut osakkaat hyväksymään osakepääoman korotuksen, mutta asian pitkittyessä tehtiin joulukuussa 1967 Tor Nesslingille esitys Vanajan ja Sisun fuusiosta. Alustava yhteistyösopimus tehtiin 5.4.1968 ja varsinainen sopimus allekirjoitettiin osapuolten välillä 30.5.1968. Fuusiosopimuksen mukaisesti Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n osakepääoma korotettiin 3.383.070 markkaan antamalla Vanajan Autotehdas Oy:n osakkaiden merkittäväksi 88.307 uutta osaketta nimellisarvoltaan 10 markkaa. Näin valtion osuudeksi yhtiöstä tuli 17,2 prosenttia. Fuusiosopimuksessa määritettiin, että Tor ja Maj Nesslingin äänimäärä yhtiössä sai olla korkeintaan 49,64 prosenttia. Asia hoidettiin siten, että Nesslingien hallinnassa olleita osakkeita luovutettiin vuodesta 1964 Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n osakkaana olleelle Leyland Motor Corporation Ltd:lle siten, että sen osuus säilyi 20 prosentissa.

Vanajan Autotehdas Oy loi toiminallaan Hämeenlinnan alueelle merkittävän tuotantolaitoksen ja koulutti ammattitaitoisen henkilöstön.

Uranuurtajasta valtionyhtiöksi

Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n historian kuvaus on edellä kytketty yhtiön kannalta merkittävien tehtaiden perustamiseen ja toimintaan. Palataan jatkosodan jälkeisiin tapahtumiin.

Oy Suomen Autoteollisuus Ab kuului sotakorvaustavaroita tuottaviin yrityksiin. Tärkein yksittäinen tuote oli 90 hevosvoimainen Sisu AMG bensiinimoottori, joita valmistettiin noin 2000 muun muassa Valmet Oy:n ja Lokomo Oy:n toimittamiin generaattorivaunuihin. Osallistuminen sotakorvaustöihin merkitsi myös sitä, että yhtiö sai hankintalisenssejä ja pystyi hankkimaan merkittävän määrän nykyaikaisia tuotantokoneita.

Yhteissisu-sopimuksen mukaisesti yhtiö ei valmistanut kuorma-autoja vuosina 1943–1947 lukuun ottamatta sopimuksen tekovaihees-

sa puolustusvoimille työn alla ollutta 120 autoa. Linja autoja valmistettiin vuosina 1945–1947 130–160 autoa vuosittain. Kuorma-autojen valmistus aloitettiin uudelleen 1948 ja siirrettiin Karjaan tehtaalle vuonna 1950. Helsingin tehtaalla painopiste siirtyi vaihdelaatikoiden, hammaspyörien ja muiden osien valmistukseen. Sisun valtakunnallisen huoltoverkoston rakentaminen aloitettiin 1940-luvun lopulla.

Vuonna 1950 perustettiin tytäryhtiö, Oy S-A- T- Myynti Ab myöhemmin Oy Suomen Sisu Ab tarkoituksena harjoittaa autojen ja auton osien osto-, myynti-, vienti- ja tuontitoimintaa. Osakkeita oli 30, joista Nesslingit omistivat 29 ja Aarne Söderberg 1:n. Varsinaisen liiketoiminnan lisäksi yhtiötä käytettiin Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n merkittävänä osakkeenomistajana. Sisujen ja tuotujen autojen myynti siirtyi takaisin emoyhtiölle vuonna 1960.

Leyland Motor Corporation Ltd tuli yhtiön osakkaaksi vuonna 1964 hankkien yhtiön osakepääoman korotukseen liittyen 50000 osaketta, jotka muodostivat 20 prosenttia osakekannasta. Leylandin moottoreita Sisuissa oli käytetty jo vuodesta 1950 alkaen ja vuonna 1955 oli tehty sopimus, joka oikeutti Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n markkinoimaan Leyland tuotteita Suomessa. Sopimus johti vuosien kuluessa useiden satojen Leyland-kuorma-, linja-, paketti- ja henkilöautojen tuontiin. Henkilöautojen tuonti muodosti 1960- ja 1970-luvuilla merkittävän osan yhtiön liiketoiminnasta. Tuontimerkeistä mainittakoon Rover, Land-Rover, Jaguar, Triumph, Morris, Austin ja Range-Rover. Huippuvuonna 1975 tuotiin 4759 henkilöautoa.

1950–60-luvulla suunniteltiin ja rakennettiin kuorma- ja linja-autot, jotka pitkään muodostivat Sisu-malliston rungon. Näin syntyivät Jyry-, Kontio-, Nalle- ja Kärppä-Sisut.

Yhteistoiminnassa puolustusvoimien kanssa kehitettiin Sisu KB-45 maastokuorma-auto kevyen tykistön ja jääkärijoukkojen käyttöön.

Tutkimus ajoneuvojen liikkuvuudesta vaikeissa maasto- ja keliolosuhteissa johti ajatukseen nestemoottorin käytöstä perävaunun pyörien voimalähteenä. Idean isä oli Ilmari Louhio, yhtiön palveluksessa 1948–1978. Moottorin prototyyppi valmistui vuonna 1960 ja sarjatuotanto alkoi 1963. Nestemoottorin käyttöalue teollisuuden piirissä kasvoi nopeasti, sitä vastoin alkuperäinen käyttötarkoitus ajoneuvoyhdistelmien voimalähteenä ei saanut kannatusta. Puolustusvoimat hankki 1970-luvulla kolmen patteriston sarjan nestemoottori-

järjestelmiä 130K54-tykkikalustoon. Vetäjiksi tilattiin Sisu AH-45 maastokuorma-autot.

Nestemootoreihin liittyvät oikeudet ovat nykyään Valmet Oy:llä.

Yhtiössä kartoitettiin jatkuvasti mahdollisuuksia uusien tuoteryhmien alueella. Eräs tällainen oli satamien materiaalikäsittelyssä käytetty vetomestari. Ensimmäiset valmistuivat 1969 ja vuodesta 1971 alkaen ne ovat olleet jatkuvassa tuotannossa.

Jälkimarkkinoinnin tueksi perustettiin vuonna 1955 huoltokoulu ja vuonna 1966 valtion tukema ammattikoulu kuorma- ja linja-auton asentajia varten.

Kotimaisten toimitusten lisäksi päästiin merkittävään vientiin Etelä-Amerikan maihin. Muun muassa Kolumbiaan ja Peruun vietiin 1960–70-luvuilla yli 1200 kuorma- ja linja-autoa.

Vuorineuvos Tor Nessling vetäytyi sivuun Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n toimitusjohtajan tehtävästä 30.6.1970. Väliaikaiseksi toimitusjohtajaksi nimettiin yhtiön hallinnosta vastannut ekonomi Eric Nyholm. Uudeksi toimitusjohtajaksi valittiin diplomi-insinööri Erik Gillberg, joka aloitti 1.2.1971.

Tor ja Maj Nesslingin kuoltua vuosina 1971 ja 1974 heidän hallinnassaan olleet osakkeet siirtyivät testamentin kautta Tor ja Maj Nesslingin säätiölle ja Stiftelsen för Åbo Akademille. Nämä osakkeet valtio osti 28.11.1974 tehdyllä esisopimuksella. Lisäksi valtio osti osakkeita yksityishenkilöiltä siten, että valtion osuus oli vuonna 1976 jo 70,9 prosenttia osakekannasta. Hankkiessaan osake-enemmistön valtio turvasi kotimaisen kuljetuskaluston tuotannon jatkumisen ja kehittymisen.

Oy Sisu-Auto Ab

Oy Suomen Autoteollisuus Ab investoi 1970-luvun alussa voimakkaasti tuotekehittelyyn, tuotantoon ja markkinointiin. Kansainvälistymisen esteeksi koettiin ulkomaisen myynti- ja huolto-organisaation puute. Etsittiin yhteistyökumppaneita, joilla olisi tuntemusta Sisusta yhtiönä ja yhtäläisyyksiä ajoneuvojen tärkeimpien komponenttien, moottoreiden ja vaihteistojen osalta. Näin päädyttiin englantilaiseen British Leyland International Limited:iin, jonka moottoreita Sisuissa

oli käytetty jo kauan ja ruotsalaiseen Saab-Scania AB:iin. Yhtiöiden kesken neuvoteltiin kolmikantasopimus, joka allekirjoitettiin Helsingissä 21.10.1976. Sopimuksessa mainitaan muun muassa

- Sisu jatkaa itsenäisenä suomalaisena yhtiönä, jolla on oma tuotekehittelynsä ja siis myös oma mallistonsa, johon Sisu valitsee komponentit itsenäisesti ja vapaan kilpailun pohjalta.
- Saab-Scaniasta tulee Sisu osakas samoin osuuksin kuin Leyland. Kummankin osuus on alkuvaiheessa 10 %, mutta se voidaan mahdollisesti nostaa 12 %:iin.
- Sekä Leyland että Saab-Scania myyvät omaa mallistoaan täydentäviä Sisu-malleja vientimarkkinoilla ja käyttävät Sisun tekemiä komponentteja tuotannossaan.
- Tekninen yhteistoiminta Sisu-Leyland Ja Sisu-Saab-Scania käynnistetään.
- Sisu piirimyyntiverkostoineen jatkaa Suomessa kaikkien Sisu- ja Leyland-autojen myyntiä ja huoltoa, mukaanluettuna Leyland-henkilöautot (Austin, Daimler, Jaguar, Morris, Rover ynnä muita)
- Saab-Scania säilyttää Suomessa oman myynti- ja huoltoverkostonsa.

Käytännössä osakejärjestelyt hoidettiin siten, että Saab-Scania osti puolet British Leylandin omistamista Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n osakkeista.

1970-luvun toiminnan taustalla vaikuttivat merkittävästi öljykriisi 1973–1974 seuraamuksineen ja sitkeä, korkea inflaatio, jotka sotkivat kansainvälisiä rahamarkkinoita ja aiheuttivat häiriöitä monilla teollisuuden aloilla.

Sisu-ajoneuvojen ja alustojen tuotanto vaihteli vuosittain 839–1386 yksikössä. Kuorma- ja linja-autojen oheella merkittävimpiä tuotteita olivat nosturialustat, joista kirjattiin vuonna 1974 Sisu siihen saakka suurin kauppa, 184 kappaletta Rauma-Repola Oy:lle ja terminaali-traktorit, joiden valmistus kasvoi tasaisesti ollen 192 vetomestaria vuonna 1980.

Uutena automallina tarjottiin markkinoille vuonna 1978 niin sanottu Moni-Sisu, joka soveltui kuorma- ja linja-autojen sekä erikois-autojen alustaksi. Siinä käytettiin makaavassa asennossa Valmetin dieselmoottoria. Kotimaisuusaste nousi 85 %:iin. Raskaiden kuorma-

autojen voimanlähteenä otettiin käyttöön Cummins-dieselit vuonna 1979. Vetomestareissa tuotiin markkinoille uuden sukupolven Sisu TR-150.

Puolustusvoimien perushankinnat alkoivat vähitellen näkyä. Vuonna 1965 alkanut Sisu KB-45 maastokuorma-autotuotanto jatkui keskeytyksettä 1970-luvulla. Tyyppimerkintä muuttui vuonna 1970 Sisu A-45:ksi. Tuotanto jatkui vuoteen 1982 päättyen lähes 500 autoon. Vakio kuorma- ja linja-autoja toimitettiin puolustusvoimille 1970-luvulla runsaat 250 kappaletta.

Henkilö- ja paketti-autojen osuus liikevaihdosta oli suurimmillaan lähes 30 prosenttia liikevaihdosta. Huippuvuonna 1975 markkinoitiin yli 4800 henkilö- ja paketti-autoa.

Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n 50-vuotisjuhliin liittyen yhtiön nimi muutettiin 1.4.1981 alkaen **Oy Sisu-Auto Ab:ksi**.

Kolmikantasopimus purkautui osittain kesällä 1981, kun Leyland-yhtymä myi omistamansa 5,3 %:n osuuden Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n osakkeista Saab-Scania AB:lle. Leyland-yhtymä ei ollut käyttänyt hyväkseen vuonna 1978 tarjottua pääoman korotusta. Näin Saab-Scania AB:n osuus nousi 15,3 %:iin. Oy Sisu-Auto Ab säilyi edelleen Leyland-yhtymän edustajana Suomessa.

1980-luvun alkuvuodet olivat vaikeata aikaa kotimaiselle autoteollisuudelle. Korkea inflaatio murensi kilpailukykyä. Lisäksi valuuttakurssien muutokset, etenkin Ruosin kruunun ja Saksan markan heikkeneminen vaikeuttivat tilannetta. Koska oma tuotanto koostui pelkästään yli 16 tonnin kokonaispainoluokan autoista ja kevyempien autojen kotimainen tuotanto katsottiin kannattamattomaksi, etsittiin asiaan ratkaisua ulkomaisesta tuontiedustuksesta. Valinta päättyi Iveco-yhtymään, jonka kanssa sopimus allekirjoitettiin maaliskuussa 1982. Näin yhtiön hyötyajoneuvotarjonta ulottui 3 tonnin paketti-autoista raskaimpiin kuorma- ja linja-autoihin.

Yhtiön toimitusjohtajana vuodesta 1971 ollut vuorineuvos Erik Gillberg erosi yhtiön palveluksesta 1.1.1984. Hänen tilalleen toimitusjohtajaksi nimettiin Jorma S. Jerkku, joka aiemmin oli toiminut Ajokki Oy:n toimitusjohtajana. Samanaikaisesti yhtiön hallitukseen kutsuttiin ulkopuolisia asiantuntijoita. Yhtiössä siirryttiin tulosityksiköorganisaatioon vuoden 1985 alussa.

Toiminnan painopiste siirrettiin selvästi kuorma-autoteollisuuteen

ja -liiketoimintaan. Henkilöautojen maahantuonti lopetettiin vuonna 1985. Yhteistyö Iveco-yhtymän kanssa paketti- ja kuorma-autojen tuonnissa päättyi vuoden 1987 lopussa. Myös linja-autojen alustojen valmistus lopetettiin.

Terminaalitraktoreiden markkinointia USA:ssa tehostettiin perustamalla Texasiin vuonna 1987 tytäryhtiö Sisu Usa Inc myymään ja valmistamaan paikallisiin olosuhteisiin sopivia malleja.

Kuorma-automallistoa uusittaessa keskityttiin yli 16 tonnin kokoluokkaan ja erikoisautoihin. Uuden autosukupolven kehitykseen ja tuotantovälineisiin käytettiin noin 100 miljoonaa markkaa. Tuloksesta syntyi S-sarjan mallisto, joka käsitti neljä tyyppiä: SK, SR, SM ja SL. Kehityksessä painottui komponenttiajattelu ja ajotehtäväkohtaiset ratkaisut. Uutta olivat S-ohjaamot, voimalinjat, rungot ja jousitukset. Sarjavalmistukseen uusi mallisto tuli vuonna 1982 ja saavutti pian vankan aseman markkinoilla. Painopistealueella puutavara- ja sora-autoissa yllettiin markkinajohtajuuteen.

Maavoimien liikkuvuuden kehittäminen johti tiivistyvään yhteistoimintaan puolustusvoimien kanssa. Vuonna 1979 aloitettu kehitystyö johti 1980-luvulla uuden sotilasajoneuvoperheen syntymiseen ja tuotantoon. Kevyen ja raskaan tykistön vetäjiksi kehitettiin maastokuorma-autot Sisu SA 150 4 x 4 (MASI) ja Sisu SA 240 6 x 6 (Raskas Masi). Jääkärien liikkuvuutta ja suojaa parannettiin kehittämällä panssaroitu kuljetusajoneuvo Sisu XA 180 6 X 6 (Pasi). Vaikeissa maasto-olosuhteissa toimintaan tarkoitetuille joukoille kehitettiin Sisu NA 140 telakuorma-auto (Nasu). Sotilasajoneuvoliiketoiminnan koordinoimiseksi perustettiin yhtiön keskushallintoon vuonna 1986 Sisu Defence-ryhmä, jonka johtajaksi nimettiin insinööri Kari Lindholm.

Sotilasajoneuvojen erikoisvarustelu muodostaa alan liiketoiminnasta merkittävän osan. Tämän sektorin vahvennukseksi Oy Sisu-Auto Ab hankki vuonna 1990 rantasalmelaisen Jantronic Oy:n koko osakekannan.

Merkittävin investointi 1980-luvulla oli uuden pitkälle automatisoidun ja huippuluokan työstökonein varustetun akselistotehtaan rakentaminen Hämeenlinnan. Tehtaan kapasiteetti oli 3600 akselistoa vuodessa. Tuotanto alkoi 1985 syksyllä. Vuosikymmenen lopulla tehtaan kapasiteetti ei enää riittänyt. Tehdasta laajennettiin niin, että ka-

pasiteetti nousi 6000 akselistoon vuodessa. Laajennus otettiin käyttöön vuonna 1991. Tällä hetkellä tehdasta ollaan jälleen laajentamassa.

Muovikomposiittituotannon tehostamiseksi ja kehittämiseksi perustettiin yhdessä Neste Oy:n kanssa vuonna 1988 Sinex Oy. Perustetun yhtiön pääomasta 60 prosenttia omisti Oy Sisu-Auto Ab ja Neste Oy 40 prosenttia.

Suomen valtio osti Saab Scania AB:n omistamat Oy Sisu-Auto Ab:n osakkeet vuonna 1986. Näin valtion omistusosuus yhtiöstä nousi 99,9 prosenttiin.

Oy Sisu Ab

Toimintojen voimakas saneeraus, työn tuottavuuden nousu, uusi mallisto ja suotuisa taloudellinen kehitys, johon liittyi maavoimien kuljetuskalustohankinnat johtivat Oy Sisu Auto Ab:n menestyksellisiin vuosiin 1980-luvun lopulla. Parhaina vuosina päästiin lähes 60 miljoonan markan nettotulokseen ja 18 prosentin pääoman tuottoon. Miljardiraja liikevaihdossa saavutettiin vuonna 1990.

Vientiteollisuus joutui vaikeuksiin 1990-luvun alussa. Pääsyinä mainitaan markan revalvoituminen, korkea kotimainen kustannustaso ja idänkaupan tyrehtyminen. Koko maan talouselämä ajautui lamaan. Oy Sisu-Auto Ab:n toimintaan heijastuivat erityisesti metsäteollisuuden viennin ja rakennustoiminnan supistuminen. Vuoden 1990 runsaan 900 kuorma-auton tuotanto putosi vuonna 1993 vajaa kolmannekseen. Tuotantoa supistettiin ja henkilöstöä irtisanottiin ja lomautettiin. Elpyminen alkoi vuonna 1994.

Tuotekehityksessä saavutettiin merkittävä voitto, kun ruotsalainen kaivosyhtiö LKAB tilasi kansainvälisen tarjouskilpailun jälkeen Oy Sisu-Auto Ab:lta 120 tonnin kuormaa kantavan kaivosauton prototyypin. Syntyi Sisu SRH-450 Mammut. Onnistuneiden testien jälkeen kaivosyhtiö teki 4 Mammutin lisätilauksen vuonna 1993.

Terminaalitraktoriliiketoiminnan tavoitteena oli markkinaosuuden kasvattaminen vientimarkkinoilla. Vuonna 1990 Oy Sisu-Auto Ab hankki omistukseensa ruotsalaisen Bollnäs Terminalutrustning AB:n koko osakekannan. Tehtaan 20-30 terminaalitraktorin vuosit-



Sisu SRH-450 Mammut-kaivosauto, kantavuus 120 tonnia.

tainen tuotanto lopetettiin kannattamattomana vuonna 1992. Terminaalitrattoriliiketoiminnan maailman laajuinen noin 60 prosentin markkinajohtajuus saavutettiin, kun Oy Sisu-Auto Ab osti amerikkalaisen Ottawa Truck Corporationin syksyllä 1993.

Sisu Defence- liiketoimintaa siivitti 1990-luvun alkuvuosina niin sanotun maavoimien vuosikymmenen hankintojen jatkuminen. Toimitushuippu saavutettiin vuonna 1993, jolloin puolustuvoimille toimitettiin 247 sotilasajoneuvoa, Paseja, Maseja ja Nasuja. Viennissä saatiin päänavaukset Nasujen osalta Kiinaan ja Turkkiin. YK:n aktiivinen toiminta Lähi-idässä ja entisen Jugoslavian alueella on edistänyt erityisesti Pasien vientiä.

Yhtiön toimitusjohtaja vaihtui helmikuussa 1992. Jorma S. Jerkun

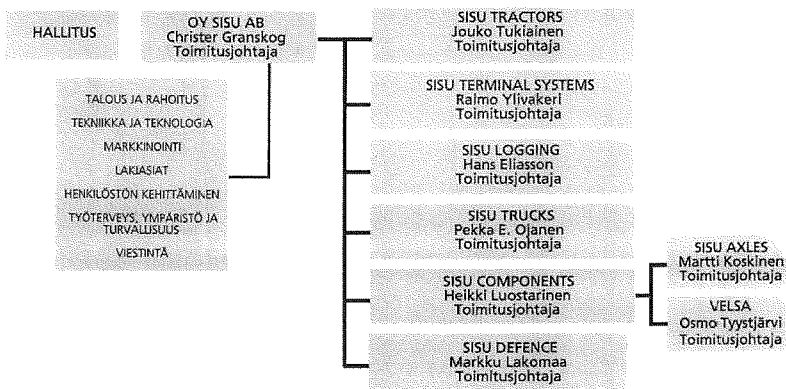
seuraajaksi nimettiin aiemmin varatoimitusjohtajana ollut Heikki Luostarinen.

Heinäkuussa 1993 aloitettiin neuvottelut Valmet Oy:n kuljetusvälineliiketoimintojen yhdistämisestä Oy Sisu-Auto Ab:iin. Sopimukseen päästiin huhtikuussa 1994. Tällöin Oy Sisu-Auto Ab osti Valmet Oy:n traktori-, metsäkone- ja kuljetusvälineliiketoimintoja harjoittavien yhtiöiden osakekannat. Samalla Valmetista tuli Oy Sisu-Auto Ab:n vähemmistöosakas 24 prosentin osuudella. Laajentuneen yhtiön liiketoimintaryhmien nimet muutettiin Sisu-alkuisiksi ja konsernin nimeksi tuli **Oy Sisu Ab** lokakuussa 1994. Uuden Sisu-konsernin hallituksen päätoimiseksi puheenjohtajaksi nimitettiin Leif Ekström ja toimitusjohtajaksi Christer Granskog. Konsernin toiminnoista muodostettiin seitsemän operatiivista liiketoimintaryhmää, jotka toimivat emo-Sisun itsenäisinä tytärkonserneina. Sisu-konsernin vuotuinen liikevaihto nousi fuusion myötä 1 miljardista 5,5 miljardiin markkaan ja henkilöstö 1334 henkilöstä 6374 henkilöön.

Sisu Tractors on Sisun suurin liiketoimintaryhmä. Siihen kuuluu neljä tehdasta: Suolahdessa sijaitseva Sisu Traktorit Oy, VDB Ltda. Brasiliassa, Valmet Tractores SA Portugalissa ja moottoreita valmis-



Sisu-konsernin organisaatio 1.9.1995



Sisu-konsernin organisaatio.

tava Sisu Diesel Oy Nokian Linnavuoreessa. Traktorivalmistajana Sisu on Euroopan kuudenneksi suurin.

Sisu Terminal Systems-ryhmän muodostavat aiemmin Valmet Transmecinä tunnetun yhtiön perusosa, siirtokoneet (lukit, trukit ja konttikurrottajat) ja Sisun terminaalitraktorit. Se on liikevaihdoltaan toiseksi suurin ryhmä. Siihen kuuluu neljä tehdasta: siirtokonetehtas Tampereella ja terminaalitraktori-tehtaat Hämeenlinnassa, Teksasis-sa ja Kansasissa. Toimialallaan Sisu Terminal Systems on markkina-johtaja maailmassa.

Sisu Logging muodostuu Valmetista siirtyneistä metsäkoneisiin keskittyvistä yhtiöistä. Ryhmän tehtaat (4) sijaitsevat USA:ssa, Brasi-liassa ja kaksi Ruotsissa.

Sisu Trucks muodostuu kuorma-autoliiketoiminnoista. Sen pää-yksikkö on Karjaan kuorma-autotehtas Oy Sisu-Auto Ab. Ryhmään kuuluu 16 aluekeskusta eri puolilla Suomea, Sisu Eesti AS Tallinnassa, kuorma-autokauppoja rahoittava Oy Voimavaunu Ab sekä lujitemuoveja valmistava Sinex Oy Mäntyharjulla.

Sisu Defence-ryhmään kuuluu Hämeenlinnassa sijaitseva sotilasajoneuvotehtas Sisu Defence Oy ja ajoneuvojen varusteluun erikoistunut Jantronic Oy Rantasalmella. Ryhmän osuus konsernin liikevaidosta on noin neljä prosenttia. Henkilöstöä ryhmän palveluksessa on ollut keskimäärin 280 henkilöä.

Sotilasajoneuvotuotanto tapahtuu pääosin vanhan Vanajan tehtaassa modernisoiduissa tiloissa. Tehtaassa on osavalmistuskeskus nykyaikaisine työstökoneineen, hitsaamot teräs- ja alumiinirakenteille, pintakäsittelylaitos ja joustavasti toimivat kokoonpanolinjat.

Tuotekehitys toimii välittömästi tehtaassa yhteydessä käytössään CAD-työasemat monipuolisine ohjelmistoina. Kehitysyhteistyö puolustusvoimien ja sen tutkimuslaitosten kanssa on jatkuvaa. Myös teknillisen korkeakoulun ja valtion tutkimuskeskuksen palveluja käytetään usein muun muassa laskenta- ja testaustehtävissä. Esi-merkkeinä mainittakoon ohjuspasiin, tutkamastojen ja erikoisakseli-tojen lujituslaskelmat ja testaukset.

Defence-huolto on keskitetty Hämeenlinnan tehtaalle. Se vastaa sotilasajoneuvojen varaosa- ja korjaamopalveluista, huoltokoulutuksesta, käyttö-, huolto- ja korjaamokäsikirjoista sekä takuutarkastuksista. Hämeenlinnan palvelukeskuksen lisäksi kotimaiset asiakkaat

voivat tukeutua myös kuorma-autoliiketoiminnan piiriin kuuluviin, eripuolilla maata sijaitseviin 16 Sisu-palvelukeskukseen. Lisäksi Defence-huolto tarjoaa liikkuvien huoltoryhmien palveluja, joita käytetään vaativampien huoltojen tekoon etenkin YK-joukoissa eri puolilla maailmaa. Ajoneuvojen elinikäkustannusten määrittämistä ja huollon suunnittelua varten on tehty tietokoneohjelmisto, jota on käytetty hyväksi muun muassa laadittaessa yhteistyössä puolustusvoimien kanssa kriisiaikaisia ajoneuvo-, komppania-, pataljoona/patteristo- ja prikaatikohtaisia varaosasarjoja.

Sisu Defence-liiketoiminnalla on ollut vuodesta 1993 alkaen puolustusvoimien hyväksymä ISO 9001 ja AQAP 110 järjestelmät kattava laatutodistus.

Sisu Components-ryhmään kuuluu Hämeenlinnassa sijaitseva akselistojen tuotantoon ja kehittämiseen erikoistunut Sisu Axles ja Kurikassa sijaitseva muun muassa metsäkoneisiin ohjaamoja ja runkorakenteita valmistava Velsa Oy.

Sisu Factory Automation-ryhmän toimialaan kuuluvat joustavat valmiustusjärjestelmät, korkeavarastot, portaalirobotit ja erikoistytöstökoneet. Ryhmällä on kaksi tehdasta: Nokialla Linnavuoressa sijaitseva Fastems Oy ja Stama Maschinenfabrik GmbH Saksassa. Tätä kirjoitettaessa Oy Sisu Ab on myymässä Fastems Oy:n liiketoimintoja. Tästä johtuen toimiala on jätetty pois kuvan 4 organisaatiosta.

Sotilasajoneuvotuotanto

Ottoajoneuvoista taisteluvaunuihin

Jatko- ja talvisotaan suuri osa 1930-luvulla valmistuneista 900 Siskuorma- ja linja-autosta osallistui ottoajoneuvoina. Puolustusministeriön hankinnat ennen sotia olivat olleet verrattain vähäisiä. Väli rauhan aikana tapahtuneet Karjaan ja Hämeenlinnan autotehtaiden perustamiset osoittavat kuitenkin kuinka tärkeänä valtion ja puolustusvoimien ylin johto piti elinvoimaisen kotimaisen autoteollisuuden olemassaoloa. Uusien tehtaiden tuotanto ei ehtinyt sotaan mukaan, mutta kotimainen tuotantokapasiteetti lisääntyi huomattavasti.

Sotien jälkeen puolustusvoimien määrärahatilanne ei sallinut merkittäviä kotimaisia kuljetuskalustohankintoja. Sisulta ja Vanajalta hankittiin pääasiassa koulutuksessa ja varuskuntapalvelujen ylläpidossa tarvittavaa kalustoa, jona käytettiin vakiokuorma-autoja, joihin tehtiin pieniä sotilaskäyttöä edistäviä muutoksia. Varsinaisia sotilasajoneuvoja, maastokuorma-autoja ja panssaroituja ajoneuvoja tuli maahan Neuvostoliiton kauppoihin liittyen.

Puolustusvoimissa tehtiin päätös moottoroituihin joukkoihin siirtymisestä vuonna 1968. Päätöstä vauhditti hevoskannan supistuminen, kun maa- ja metsätaloudessa siirryttiin traktorien käyttöön. Puolustusvoimille hankittiin uuden »ottokaluston» koulutusta varten useita satoja Valmet-traktoreita perävaunuineen 1960–70-luvuilla.

Kotimainen sotilasajoneuvotuotanto käynnistyi 1960-luvun alussa. Puolustusvoimien ja Sisun yhteistyönä kehitettiin jääkärijoukkojen käyttöön Sisu KB-45 maastokuorma-auto. Sarjavalmistukseen päästiin vuonna 1965. Auton maasto-ominaisuudet ja vetokyky osoittautuivat niin hyviksi, että se soveltui hyvin myös kevyen tykistön vetäjäksi.

Vuodesta 1971 alkaen viiden vuoden välein toimineet parlamenttaariset puolustuskomiteat, I–III, antoivat uutta potkua puolustusvoimien hankinnoille. Maavoimien kehittämiseen liittyen ryhdyttiin varustamaan iskukykyisiä jääkäriprikaateja. Kuljetuskaluston hankintojen suuntaaminen kotimaahan johti uuden Sisu-sotilasajoneuvosukupolven kehittämiseen ja tuotantoon 1980-luvulla.

Sisu-taisteluaajoneuvot

Sisu KB-45 4x4 maastokuorma-auton prototyyppi valmistui vuonna 1964 ja sarjatuotanto alkoi seuraavana vuonna. Rakenteen perusratkaisujen tavoitteena oli hyvä liikkuvuus suomalaisissa maasto- ja keliolosuhteissa. Tähän päästiin varustamalla auto joustavalla rungolla, joka jousituksen lisänä mahdollisti noin metrin korkeiden esteiden ylityksen pyörien irtoamatta maasta. Samalla vierintävästus pieneni. Moottori sijoitettiin lähes keskelle autoa, jolloin auton paino tyhjänäkin jakautui tasaisesti molemmille akseleille. Lyhyt akseliväli takasi auton ketteryden.

Prototyyppi varustettiin bensiinimoottorilla, mutta sarjassa käytettiin aluksi Leyland- myöhemmin Valmet 611 dieselmoottoreita. Vuodesta 1970 alkaen otettiin käyttöön itse valmistettu etuakseli, samalla auton tyyppimerkinnäksi tuli **Sisu A-45**. Vuosina 1970 ja 1976–77 varustettiin kolmen raskaan patteriston tykit Sisu-nestemoottorein. Vetäjiksi valmistettiin nestemoottorien käyttöön tarvittavalla hydraulikalla varustetut **Sisu AH-45 4x4** maastokuorma-autot.

Kaikkiaan Sisu KB-, A- ja AH-45 maastokuorma-autoja valmistettiin vuosina 1964–82 noin 500. Puolustusvoimat hankki runsaat 450 autoa. Loput myytiin erikoisalustoina muun muassa palokunnille, voimayhtiöille ja valtion rautateille. Pääosa puolustusvoimien autoista on edelleen rekisterissä joko varastoituna tai koulutuskäytössä.

Sisu SA-150 4x4 (Masi)-maastokuorma-auton kehitys aloitettiin puolustusvoimien ja Sisun kiinteällä yhteistyöllä vuonna 1979. Sisu A-45 oli ollut tuotannossa jo 15 vuotta ja tuli tuotantotekniikaltaan vanhentuneena kalliiksi valmistaa ja hankkia. Samanaikaisesti kevyen kenttätykistön pääkalustoksi oli hankittu kuljetuskuntoisena noin kolme tonnia painava 122H63 aiemmin käytössä olleen kahden tonnin painoisen 105H-kaluston lisäksi. Myös muiden aselajien vetäjätarve tutkittiin perusteellisesti. Tavoitteeksi asetettiin uuden sukupolven, mahdollisimman kotimaisen keskiraskaskaan maastokuorma-auton kehittäminen.

Auton rakenteen perusratkaisuissa hyödynnettiin Sisu A-45:stä saatuja kokemuksia, kiertyvä runko ja moottori keskelle. Kotimaisuusaste saatiin korkeaksi valmistamalla itse, kokoonpanon lisäksi, muun muassa akselit, runko, ohjaamo ja lava. Nokian rengasteollisuuden kanssa yhteistoiminnassa kehitettiin 14X20 maastorenkaita aluksi ristikudoksisina ja myöhemmin vyörenkaina. Moottoriksi valittiin Valmet 611 dieselmoottori. Sen tuotannon loputtua vuonna 1991 otettiin käyttöön Valmet 620 dieselmoottori, jolloin auton tyyppimerkinnäksi tuli Sisu SA-130.

Sarjatuotanto alkoi vuonna 1982 ja jatkui vuoteen 1993. Puolustusvoimille toimitettiin runsaat 450 autoa, joista osa oli varustettu auraukseen tarvittavalla hydraulikalla ja muilla erikoisvarusteilla. Puolustusvoimien ulkopuolinen asiakaskunta on ollut sama kuin Sisu A-45-mallilla.



Sisu SA-150 4X4, vedettävänä 122H63. SA-kuva.

Sisu SA-240 6x6 (Raskas Masi) kehitettiin raskaan tykistön vetäjäksi. Puolustusvoimilla oli jo hankittuna venäläistä 130K54-tykkikalustoa ja kotimaasta hankittiin useiden patteristojen kalustoksi 155K83-tykkejä. Tykit ovat 10 tonnin painoluokassa, joten tarvittiin Masia raskaampi vetäjä. Hanke toteutettiin Masin pohjalta 3-akselisena. Moottoriksi valittiin vakiokuorma-autoissa käytetty Cummins-dieselmoottori. Sarjatuotanto alkoi vuonna 1987. Autoja on valmistettu puolustusvoimille runsaat 200 ja muutamia siviilisektorille muun muassa VR:lle pelastus- ja raivausautoiksi.

Sisu SA-110 4X4(Kevyt Masi) suunniteltiin maavoimien kevyeksi maastokuorma-autoksi. Prototyyppi valmistui vuonna 1986. Autossa on portaaliakselit, 14 X 20 renkaat, edessä kierre- ja takana paraabelijouset ja jäykkärunko. Ohjaamon suojaustaso samoin kuin lavavarustus on valittavissa käyttötarkoituksen mukaisesti. Moottorivaihtoehtoina Valmet- tai Deutz-dieselmoottori.

Kevyt Masi on osoittautunut liikkuvuusominaisuuksiltaan erittäin onnistuneeksi, mutta tuotantokustannuksiltaan siinä määrin kalliiksi, ettei sarjatuotantoon ole vielä päästy.



Sisu SA-110 4X4(Kevyt Masi).

Sisu XA-180 6x6 (Pasi) panssaroitu kuljetusajoneuvo on kehitetty lähinnä Etelä-Suomessa toimintaan tarkoitettujen jääkäriprikaatien kuljetuskalustoksi ja erikoisalustaksi. Katsottiin, ettei traktoroidun joukon operatiivinen liikkuvuus ollut riittävä. Lavalla istuvien miesten taistelukunto ei säilynyt pitkällä marsseilla etenkin talvella. Lisäksi joukko oli marssin aikana suojaton kaikenlaista tulitoimintaa vastaan.

Pääesikunnan esitutkimus osoitti reaalisiksi kehitystavoitteeksi sellaisen ajoneuvon, jonka valmistuksessa käytettäisiin mahdollisimman paljon jo käytössä olevia komponentteja ja rakenneratkaisuja. Ajoneuvolle asetetuista vaatimuksista mainittakoon: huippunopeus 60 km/h, uintikyky ja suoja 7.62 panssariluodilta. Puolustusvoimat tilasi vuonna 1981 ajoneuvon prototyypit Valmet Oy:ltä ja Oy Sisu-Auto Ab:ltä. Valmetin prototyyppi valmistettiin Valmet 1600-sarjan 6 x 6 traktorin pohjalta ja Sisun prototyyppiin otettiin komponentit ja rakenneratkaisut kuorma- ja erikoisajoneuvotuotannosta. Molemmat prototyypit täyttivät asetetut vaatimukset. Puolustusvoimat valitsi sarjavalmistukseen Sisu XA-180 6 X 6, Pasin. Se on varustettu



Sisu XA-180 6X6 jääkärikärjen käytössä. SA-kuva.

Valmet 611-dieselmoottorilla, automaattivaihteistolla, jatkuvalla kuusipyörävedolla, lehtijousitetuilla Sisu-akseleilla, 14 X 20 renkailla ja 6–12 mm erikoisteräksestä valmistetulla panssarikorilla. Huippunopeus on tiellä lähes 100 km/h ja uintinopeus 10 km/h. Sarjavalmistus alkoi vuonna 1984 ja on jatkunut keskeytyksettä näihin päiviin saakka. Vuonna 1994 otettiin käyttöön Valmet 612- moottori, uusittiin koko voimalinja ja tarkistettiin korin rakenne. Tällöin tyyppi-merkinnäksi tuli Sisu XA-185.

Perusmallin lisäksi Pasista on kehitetty ja valmistettu useita erikoisversioita. Ilmatorjuntajoukkojen käyttöön on valmistettu tutka- ja ohjusalustoja. Tutka-Pasien maston ja sisävarustelun teki Jantronic Oy. Crotale-ohjusjärjestelmän alustoiksi tehtiin Paseihin kehitettiin uudet vahvemmat akselistot, muutettiin merkittävästi korin rakennetta ja tehtiin kaikki metallityö laitteistojen kiinnitystä varten. Molemmissa tyypeissä toteutettiin sähkölaitteiden yhteensopivuus, häiriön esto ja suojaus elektromagneettista pulssia vastaan.

YK- ja vientikauppoihin liittyen Pasista on tehty lisäksi komento-

korjaus- ja ambulanssiversioita. Suojataso on nostettu 12,7 mm/0,5 tuuman raskaan konekiväärin panssariluodin kestäväksi. Lisäksi ajoneuvoneuvoja on varustettu ajanmukaisin kk-tornein, pimeänäkölaittein sekä laser-, taistelukaasu- ja säteilyvarottimin.

Pasin helppokäyttöisyys, rakenteen yksinkertaisuus ja kilpaileviin merkkeihin verraten halvat käyttökustannukset ovat tehneet siitä suosituksen YK-käytössä. Nykyään niitä on käytössä Lähi-idässä ja entisen Jugoslavian alueella 160 kappaletta.

Tähän mennessä Paseja on valmistettu eri versioina runsaat 650, joista vientiin lähes 100 kappaletta.

Sisu NA-140 (NASU) telakuorma-auton kehitys aloitettiin 1980-luvun puolivälissä. 0-sarja valmistui 1986 ja sarjatuotanto alkoi vuonna 1988.

Telakuorma-auto on tarkoitettu vaikeissa maasto- ja lumiolosuhteissa toimivien jääkäriprikaatien kuljetuskalustoksi. Aiemmin puolustusvoimille oli hankittu ruotsalaisia telakuorma-autoja. Koska Sisin ja ruotsalaistehtaan neuvottelut lisenssivalmistuksesta eivät johdaneet tulokseen, Sisu päätti kehittää oman tuotteen.

Sisu NA-140 on kaksiosainen, nivelohjattu, alumiinirunkoinen, lujitemuovihytein varustettu 4-telavetoinen ajoneuvo, joka esimerkiksi mainiten yhdellä litralla polttoainetta vie kahden tonnin kuorman tai 20 miestä varusteineen umpihangessa kilometrin päähän tuntuuriin. Maantienopeus on 60 km/h ja lisäksi se on uintikykyinen.

Ensimmäisessä sarjassa käytettiin englantilaista Rover V8-bensiinimoottoria ja vuodesta 1992 alkaen amerikkalaista 6.2 l Detroit-dieselmootoria. Tällöin tyyppimerkinnäksi tuli Sisu NA-110 GT. Telat on kehitetty yhteistyössä Nokian kumiteollisuuden kanssa.

Perusmallin lisäksi on valmistettu viestiversioita, jossa toimitilat ja Jantronic Oy:n asentamat nykyaikaiset, yhtymätason viestiliikenteeseen tarvittavat laitteet on sijoitettu elektromagneettisesti suojattuun ja ilmastoituun takavaunuun. Siviilisektorille on suunniteltu ja valmistettu muun muassa palon- ja tulvantorjunnassa käytettäviä telakuorma-autoja.

Valmiina sarjatuotantoon on kiväärilaliiperisilta aseilta suojan tarjoava panssaroitu telakuorma-auto, jonka korirakenteita on vahvistettu Sinex Oy:n valmistamilla lujitemuovi/keramiikka-yhdistelmä-rakenteilla ja erikoisteräksillä.

120 KRH:n alustana toimivan ajoneuvon kehitys on loppuvaiheissaan. Ratkaisu nopeuttaa huomattavasti tuliaseman valmistelua ja tulenaloitusta sekä tekee krh-yksiköstä taktisesti liikkuvamman.

Nasuja on puolustusvoimille tähän mennessä toimitettu noin 500 ja vientiin lähes 100 ajoneuvoa. Vientikohteita ovat olleet Kiina, Turkki ja entisen Jugoslavian alueella toimivat YK-joukot.

Sisu RA-140 miinanraivausajoneuvo tuli tuotantoon vuonna 1993. Hyvän maantieliikkuvuuden omaava ajoneuvo on tarkoitettu pääasiassa jalkaväkimiinojen raivaukseen. Se kestää myös ajoneuvo-miinan räjähdysten. Kehitystyö tehtiin yhteistoiminnassa pioneeri-asetalajin kanssa. Vinhasti pyörivillä ketjuilla miinoja tuhoava raivain-laite säätöjärjestelmineen on pioneerien kehittämää ja panssaroitu ajoneuvo ja laitteistojen yhteensovitus on Sisun käsialaa. Raivausnopeus on 1–6 km/h.

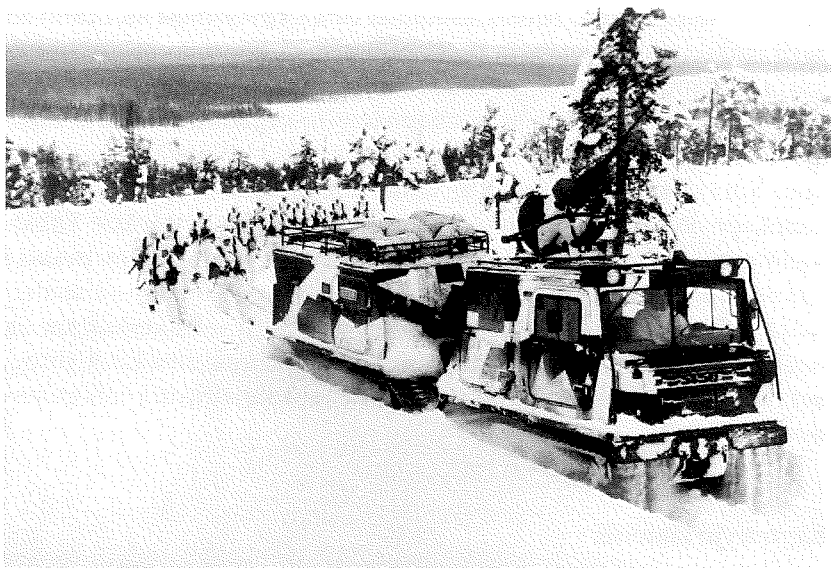
Ajoneuvossa on Sisu-akselistot ja runko, saksalainen Deutz:n ilmajäähdytteinen dieselmoottori ja Pasin korirakenteista johdettu panssaroitu ohjaamo. Raivaaminen tapahtuu peruutussuuntaan, jolloin sekä ajoneuvon voimansiirto että raivaimen varstan pyöritys toimivat hydraulikan avulla.

Puolustusvoimille on toimitettu neljä ajoneuvoa ja ensimmäinen kolmen ajoneuvon vientikauppa on tehty.

Jääkäriprikaatien huoltokuljetuksiin ja tykistöyksiköiden ammusajoneuvoiksi puolustusvoimat on ryhtynyt hankkimaan Karjaan tehtaalla valmistettavia **Sisu SK-181 4X4** ja **Sisu SK 242 6X6** maastokuorma-autoja. Autot ovat vakiokuorma-autoja, jotka on varustettu 14R20 renkailla ja suojaetuilla akseleilla. Runkoon kiinnitetty varustelu on suojattu tai nostettu ylös maastoajosta aiheutuvien vahinkojen välttämiseksi.

Sisu-konserni sotatalouden osana

Uuden Sisu-konsernin liiketoiminta kattaa alueen, joka kriisiaikaista toimintaa ajatellen ulottuu yksittäisen kansalaisen perushuollosta talouselämän ylläpitoon ja sotilaalliseen maanpuolustukseen. Maa- ja metsätaloudessa, rakennustoiminnassa, teollisuuden kuljetuksissa ja terminaalitoiminnoissa käytettyjen kuljetusvälineiden käyttöalue



Sisu NA-110 jääkärijoukkueen käytössä Sodankylässä maaliskuussa 1993. SA-kuva.



Sisu SK-242 6X6 kenttätukikistön ammusajoneuvona.

laajenee kriisiaikana. Puolustusvoimat ottaa käyttöönsä merkittävän osan traktoreista, metsä- ja työkoneista sekä kuorma- ja erikoisautoista. Vastuu niiden toimivuudesta sekä sotilas- että siviilisektorilla säilyy valmistavilla tehtailla ja niiden huolto-organisaatioilla. Sotilasajoneuvotuotanto ja -varustelu sekä huolto- ja korjaamotoiminta jatkuu. Suuri osa Sisu-konsernin tehtaiden pitkälle automatisoidusta konekapasiteetista on suunniteltu kriisiaikana käytettäväksi vakio-tuotannon lisäksi myös puolustusvoimien tarpeisiin muun muassa ammusten ja niiden osien valmistukseen. Suunnitelmat on valmisteltu ja ylläpidetään yhteistoiminnassa huoltovarmuuskeskuksen ja puolustusvoimien kanssa. Sisu-konsernin laajat kansainväliset yhteydet tarjoavat lukuisia kanavia mahdollisessa kaupallisessa sulkutilanteessa.

Käytettyjä lähteitä:

Helge Nygren: Sisu Suomen ja maailman maanteillä, Oy Suomen Autoteollisuus Ab 1931–1981

Oy Suomen Autoteollisuus Ab:n, Oy Sisu-Auto Ab:n ja Oy Sisu Ab:n vuosikertomukset

SOTATALOUEDELLISIA TAPAHTUMIA

Sotataloudellisen Seuran vuosikokous 1995

Sotataloudellisen Seuran vuosikokous järjestettiin 18.5.1995 Riihimäellä EKOKEM Oy Ab:n tiloissa. Osanottajia oli tällä kertaa poikkeuksellisen vähän, ainoastaan 26 huolimatta siitä, että kohde on varsin ajankohtainen ja huippunykyaikainen jätteiden käsittelylaitos. Paikalla olleet saivat erinomaisen katsauksen ongelmajätteiden tämän päivän käsittelytekniikasta ja saattoivat tutustua teollisuuslaitoskieroksen aikana monille yllättävän moderniin ja tehokkaaseen suomalaiseen yritykseen. Tilaisuus päättyi erinomaisen maittavaan tarjoiiluun. Tilaisuuden isäntänä toimi EKOKEM Oy:n toimitusjohtaja Juhani Syrjämäki.

Samassa yhteydessä pidetyn vuosikokouksen puheenjohtajaksi valittiin diplomi-insinööri Johannes Brotherus. Kokous pysytti seuran johtokunnan kokoonpanon entisellään.

Seuran toimintakertomus vuodelta 1994

Sotataloudellisen Seuran 38. toimintavuoden vuosikokous pidettiin 19.4.1994 IVO-konsernin Loviisan ydinvoimalassa. Kokoukseen osallistui 59 seuran jäsentä. Tilaisuuden isäntänä toimi IVO-konsernin pääjohtaja vuorineuvos Kalevi Numminen.

Seuran syyskokous pidettiin 21.11.1994 Nokia Kaapeli Oy:n tiloissa Helsingissä. Kokoukseen osallistui 63 seuran jäsentä. Kokouksesi-
telmän piti Helsingin sotilasläänin komentajan kenraalimajuri Raimo Jokisen yllättävän esteen johdosta everstiluutnantti Heikki Rinne aiheenaan Helsingin varuskunnan kehittäminen ja pääkaupunkiseudun puolustus.

Seura jatkoi vuonna 1985 alkanutta Sotataloustietoutta kirjasarjan julkaisemista. Kenraaliluutnantti Raimo Penttinen valittiin kirjan V osan toimittajaksi. Kirja on tarkoitettu julkaista alkuvuodesta 1996 juhlistamaan seuran 40-vuotista toimintaa.

Seuran johtokuntaan on kuulunut puheenjohtajana kenraaliluut-

nantti Raimo Penttinen ja varapuheenjohtajana johtaja Antti Piippo sekä jäsenenä hallitusneuvos Eero Lavonen, kenraalimajuri Juha Kainulainen, professori Veijo Kauppinen, toimitusjohtaja Markku Lakomaa, kenraalimajuri Timo Merjola ja toimitusjohtaja Petteri Walden. Sihteerinä ja rahastonhoitajana on toiminut insinöörimajuri Jaakko Korpi-Anttila.

Seuran jäseniksi liittyi toimintavuoden aikana 18 henkilöjäsentä. Seuran jäsenmäärä oli toimintavuoden lopussa 364, joista oli kaksi kunniajäsentä, 74 ainaisjäsentä, 21 kannattavaa jäsentä, 164 maksavaa jäsentä ja 103 70 vuotta täyttänyttä jäsentä. Jäsenmaksun suuruus on ollut alle 70 vuotiailta 30 mk ja kannattavilta jäseniltä 500 mk. Ainaisjäseneksi on voinut liittyä 300 mk:n jäsenmaksulla. Yli 70 vuotiailta ei ole peritty jäsenmaksua.

Seuran taloudellinen asema on edelleen hyvä. Seuran omistamien arvopapereiden verotusarvo on toimintavuoden aikana noussut 164.510 markasta 197.300 markaan. Arvopapereiden markkina-arvo on 269.030 mk. Tuloslaskelmasta ja taseesta ilmenee, että seuran rahavarat olivat vuoden lopussa 12.440 markkaa ja lisäksi hankittiin valtion 2 v:n oblikaatioita 30.000 markalla, jotka sisältyvät em arvopapereihin. Toiminnan ylijäämä kuluneelta vuodelta on 23.752 markkaa.

MUISTOLAATTA PÄÄMAJA II:LLE

Kapteeni Esko Lammi

Sodan ajan Päämaja II sai arvokkaalla tavalla muistolaatan elokuun 20. päivänb 1995 Vammalan Karkkuun.

Jatkosodan liikekannallepanossa perustettu Päämaja II eli sotatalousesikunta toimi perustamisensa jälkeen Helsingissä muusta Päämajasta erillään. Helsingin joutuminen alkutalvesta 1944 Neuvostoliiton ilmavoimien pommituskohteeksi aiheutti mm. sen, että Päämaja II päätettiin hajasijoittaa pääkaupunkiseudun ulkopuolelle. Helmikuun 26. päivästä alkaen insinöörieversti Runar Bäckstömin johtama Päämaja II siirtyi lähes kokonaisuudessaan nykyisen Vammalan kaupungin alueelle. Samassa yhteydessä Vammalan seudulle siirrettiin myös sotataloustarkastaja kenraaliluutnantti Leonard Grandell esikuntineen. Vammalaan oli jo talvisodan kynnyksellä siirretty puolustuvoimien päävarikko – Asevarikko 1. Edellä mainittujen esikuntien ja varikon siirron ohella Vammalan seudulla toimi sotien aikana mm. Tykistökoulutuskeskus 4, Viestikoulutuskeskus, suojeluskunta-piirin esikunta ja Sorjan Lottaopisto. Voitaneenkin tässä yhteydessä todeta, että Vammala oli sotilaallisesti poikkeuksellisen merkittävä paikkakunta sotavuosien aikana.

Päämaja II:n toiminnan kuvaamisessa viitataan aiemmin julkaistuun aineistoon toteamalla vain, että esikunta ohjasi tilauksillaan noin 60 %:a maan teollisuudesta ja vastasi kaikesta maavoimien sotamateriaalin hankinnasta ml. Saksasta ostettu tai saatu sotamateriaaliapu ja sotasaalismateriaalin käsittely. Esikunnan moitteeton toiminta oli kenttäarmeijan varustamisen ja materiaalitäydennyksen sekä materiaalihuollon kannalta välttämätöntä.

Vuoden 1993 alussa perustettu Puolustusvoimien Materiaalilaitoksen Esikunta on Tasavallan Presidentin päätöksellä saanut kun-
nien vaalia Päämaja II:n perinteitä. Laitoksen esikunnan joukko-
osastotunnukseksi on hyväksytty sodan ajan sotateollisuuden tunnus,
siinä hammasrattaan päällä on vaakunaleijona, jolla on haarniskoitu
käsi ja kädessä miekka. Materiaalilaitoksen esikunta halusi heti toi-
mintansa ensimmäisinä vuosina muistaa näkyvällä tavalla perinne-
joukkoaan paljastamalla Päämaja II:lle muistolaatan.

Vammalan Karkussa pidettyyn muistolaatan paljastustilaisuuden ohjelmaan sisältyi jumalanpalvelus Karkun kirkossa. Jumalanpalveluksen toimittivat Karkun kirkkoherra rovasti Arto Jaatinen ja Tampereen varuskunnan sotilaspastori Jukka Erola. Kunnianosoituksessa sankarihaudalla puhui Vammalan Asevarikon päällikkö majuri Ari Vähä-Pietilä ja puolustusvoimien seppeleen laski sotavaruste-päällikkö kenraalimajuri Juha Kainulainen. Tilaisuudesta lähetettiin myös sotaveteraanien seppelepartio Karkun Saltokunnan sankarihaudausmaalle. Vammalan kaupunki laski paikallisen tavan mukaisesti kukkaistervehdykset vapaussodassa kaatuneiden, vakaumuksensa puolesta kuolleiden ja Karjalaan jääneiden muistomerkeille.

Muistolaatan paljastaminen tapahtui puoliltapäivin pidetyssä juhlatilaisuudessa Karkun kotitalous- ja sosiaalialan oppilaitoksella. Materiaalilaitoksen johtajan eversti Jouko Oittisen pitämässä tervehdyspuheessa Vammala tuli nimetyksi Mikkelin ja Helsingin ohella Päämajakaupungiksi.

Juhlapuheessaan diplomi-insinööri Olavi Sipilä muisteli palveluajakaansa kenraaliluutnantti Leonard Grandellin alaisena, sotateollisuuden luomisvaiheita talvisodan ja sotien välisenä aikana sekä ampu-matarviketuotantoa jatkosodan aikana. Juhlapuheen jälkeen kenraalimajuri Juha Kainulainen piti muistolaatan paljastuspuheen. Hän toi juhlaan Pääesikunnan tervehdyksen ja otti erikoisesti esille Päämaja II:n toiminnan tärkeyden armeijan taisteluvalmiuden ylläpitämisessä vuonna 1944 Kannaksen torjuntataistelujen yhteydessä. Samalla hän kiitti satakuntalaisia miehiä ja naisia heidän ponnisteluistaan maanpuolustuksen hyväksi sotavuosina ja kehotti heitä pitämään hyvää huolta sotiemme veteraaneista.

Muistolaatassa kerrotaan Päämaja II:n ja sotataloustarkastajan esikunnan toimineen Vammalassa vuonna 1944. Kaunis messinkinen muistolaatta kiinnitettiin sen rakennuksen seinään, jossa kenraaliluutnantti Leonard Grandellin työhuone sijaitsi. Kenraalimajuri Juha Kainulainen luovutti muistolaatan Vammalan kaupungille.

Vastaanotto- ja kiitospuheessaan Vammalan kaupunginjohtaja Paavo Salli toi esille puolustusvoimien merkittävän osuuden Vammalan kehittämisessä teolliseksi kaupungiksi, mistä näkyvimpänä osoituksena on paikkakunnalla toimiva Vammas Oy ja Vammalan Asevarikko. Kaupunginjohtaja toivoi puolustusvoimien suuntaavan jat-



Sotavarustepäällikkö kenraalimajuri Juha Kainulainen pitämässä muistolaatan paljastuspuhetta. (Kuva PvMatLE)

kossakin kotimaisia hankintoja ja investointeja Vammalaan työllisyyden ja erityisammattitaidon edelleen kehittämiseksi.

Tilaisuudessa kuultiin myös Turun ja Porin Sotilasläänin Esikunnan, Vammalan Evankelisluterilaisten Seurakuntien sekä sotaveteraani- ja kansalaisjärjestöjen tervehdykset.

Juhlapäivä päättyi kenttälounaaseen, jonka yhteydessä mm. sotatalousseuran puheenjohtaja kenraaliluutnantti Raimo Penttinen piti juhlavieraiden puolesta kiitospuheen. Tilaisuutta kunnioitti läsnäolollaan myös kenraaliluutnantti Pentti Väyrynen. Juhlayleisöllä oli kenttälounaan yhteydessä mahdollisuus tutustua myös ase- ja valokuvanäyttelyihin. Arvokkaaseen juhlaan osallistui yli 200 henkilöä, joukossa mm. kymmenkunta lottana Päämaja II:ssa palvellutta naista. Juhlapäivän musiikista vastasi Panssarisoittokunta, jonka puistokonsertti juhlan jälkeen Vammalan kaupungin keskustassa kokosi runsaasti kuulijoita. Tilaisuus koettiin mieliinpainuvaksi juhlayleisön keskuudessa ja siitä uutisoitiin näyttävästi etelä- ja länsisuomalaisessa lehdistössä ja sekä useissa radiolähetyksissä.

