



Maanpuolustuksen tieteellinen
neuvottelukunta
MATINE

Sarja B

2008/1

MATINEn vuonna 2005 päättyneiden tutkimusten tiivistelmät



Puolustusministeriö
Försvarsministeriet
Ministry of Defence





**Maanpuolustuksen tieteellinen
neuvottelukunta
MATINE**

Sarja B

2008/1

MATINEn vuonna 2005 päättyneiden tutkimusten tiivistelmät

Helsinki

2008



Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta (MATINE)
Försvarets vetenskapliga delegation (MATINE)
Scientific Advisory Board for Defence

Fabianinkatu 2
PL 919, 00131 Helsinki

www.mil.fi/matine

ISBN 978-951-25-1870-8 (Painettu)
ISBN 978-951-25-1869-2 (PDF)
ISSN 0357-7546 (Painettu)
ISSN 1797-3457 (Verkkojulkaisu)

PE kopiopalvelu, Helsinki 2008

Julkaisun nimi MATINEn vuonna 2005 päättyneiden tutkimusten tiivistelmät			
Tekijät Toimittajat: Christian Perret ja Markku Mesilaakso (päätoim.)			
Julkaisun laji tiivistelmäraportti	Julkaisun päivämäärä 25.2.2008	Hankkeen numero	Hankkeen raportin päivämäärä
Tiivistelmä Tämä raportti sisältää vuonna 2005 ja alkuvuonna 2006 päättyneiden Maanpuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnan (MATINE) rahoittamien tutkimushankkeiden toimitetut tiivistelmät. Kukin tiivistelmä antaa yleiskuvan tutkimuksesta ja siinä on esitetty tärkeimmät tulokset tavoitteella, että lukija voisi hyödyntää niitä jopa sellaisenaan. Tutkimuksesta enemmän kiinnostunut voi pyytää MATINElta kopion tiivistelmän lopussa luetelluista tutkimusraporteista. Julkaisun toivotaan johtavan tutkimuksen hyödyntämiseen ja uusiin tutkimusideoihin sekä kasvattavan tutkijoiden piirissä kiinnostusta kokonaismaanpuolustusta ja kansallista turvallisuutta edistävää tutkimusta kohtaan. Tutkimusten tulosten julkaiseminen palvelee myös tutkimuksen ja raportoinnin kehittämistä.			
Avainsanat (asiasanat) Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta, MATINE, tutkimus, tiivistelmä			
Sarjan nimi MATINEn raporttisarja B		Sarjan numero B	Julkaisun numero 2008/1
ISSN (Painettu) 0357-7546	ISSN (Verkojulkaisu) 1797-3457	ISBN (Painettu) 978-951-25-1870-8	ISBN (PDF) 978-951-25-1869-2
Kokonaissivumäärä 19	Painopaikka PE kopiopalvelu	Kustantaja MATINE	

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	VALMISTUNEIDEN HANKKEIDEN TIIVISTELMÄT	3
2.1	Sähkötekniikka ja elektroniikka	3
681	Sensoriverkot maavoimien tiedustelussa ja valvonnassa	3
684	Tutkaheijastusten laskenta hybridimenetelmällä sekä suuren kappaleen sironnan vertailua	4
691	Sensoriverkon mukautuvan protokolla-arkkitehtuurin kehitys ja demonstrointi	4
2.2	Muut tekniset tieteet	6
631	PIV-mittauslaitteiston sovittaminen trisooniseen tuulitunneliin ja testimittaukset perästä tylpän kappaleen vanavedessä ylisoonisessa nopeudessa	6
652	Pinta-aluksen keinunnan epälineaarinen vaimennustekijä pienillä nopeuksilla	7
658	Uusien jäänsulatusaineiden vaikutus lentokonemateriaalien korroosioon	7
689	Simulointimenetelmä laivan toimintakyvyn rajojen määrittämiseen merenkäynnissä	8
2.3	Luonnontieteet, matematiikka ja tietojenkäsittely	8
662	Chempro 100-CWA ilmaisimen liittäminen UAV-lennokkiin	8
671	DNA mikrosiru bioasemikrobien osoittamiseksi	9
674	Tietoinfrastruktuurin haavoittuvuuden hallinta protokollariippuvuuksien näkökulmasta	9
683	Laivan pyörrevirtaherätteen laskeminen	10
687	TakO – Taistelujen ja operaatioiden makrotasoinen analyysiohjelmisto taktiikan ja operaatioiden koulutukseen ja tutkimukseen	10
2.4	Lääketiede	11
523	Reisiluun diafyysimurtuman paranemiseen vaikuttavat tekijät. Kliininen ja kokeellinen tutkimus	11
2.5	Terveys- ja käyttäytymistieteet	12
651	Reservin fyysinen suorituskyky 2003	12
672	Sotilastyön tehtäväkohtainen energiankulutus, eri tehtävien edellyttämä fyysinen minimisuorituskyky ja kuormituksen sekä kuormittumisen arviointi kenttäoloissa	14
3	VUODEN 2005 LOPPU- JA TUTKIMUSRAPORTIT	16
3.1	Sähkötekniikka ja elektroniikka	16
3.2	Muut tekniset tieteet	16
3.3	Luonnontieteet, matematiikka ja tietojenkäsittely	17
3.4	Lääketiede ja biologia	18
3.5	Terveys- ja käyttäytymistieteet	19
3.6	Hallinto- ja taloustieteet	19

1 JOHDANTO

Tämä raportti sisältää vuonna 2005 ja alkuvuonna 2006 päättyneiden Maanpuolustuksen tieteellisen neuvottelukunnan (MATINE) rahoittamien tutkimushankkeiden toimitetut tiivistelmät. Kukaan tiivistelmä antaa yleiskuvan tutkimuksesta ja siinä on esitetty tärkeimmät tulokset tavoitteella, että lukija voisi hyödyntää niitä jopa sellaisenaan. Tutkimuksesta enemmän kiinnostunut voi pyytää MATINElta kopion tiivistelmän lopussa luetelluista tutkimusraporteista.

Julkaisun toivotaan johtavan tutkimuksen hyödyntämiseen ja uusiin tutkimusideoihin sekä kasvattavan tutkijoiden piirissä kiinnostusta kokonaismaanpuolustusta ja kansallista turvallisuutta edistävää tutkimusta kohtaan. Tutkimusten tulosten julkaiseminen palvelee myös tutkimuksen ja raportoinnin kehittämistä.

Luettelo vuonna 2005 (ja vuoden 2006 alussa) valmistuneista raporteista, myös niistä, joista ei ole tiivistelmiä tässä raportissa on esitetty luvussa 3.

MATINEn rahoittamien tutkimushankkeiden tuloksia julkaistaan lisäksi MATINEn raporttisarjassa A. MATINElta voi pyytää kopion tutkimusraportista, ellei raporttia ole saatavilla verkkosivustoilla.

2 VALMISTUNEIDEN HANKKEIDEN TIIVISTELMÄT

Päättyneiden tutkimushankkeiden tiivistelmät esitetään tieteenaloittain. Tiivistelmien hakemistona toimii sisällysluettelo.

2.1 Sähkötekniikka ja elektroniikka

681 Sensoriverkot maavoimien tiedustelussa ja valvonnassa

Heikki Ailisto, Tommi Parkkila ja Markku Pietikäinen
VTT Elektroniikka

Tässä raportissa on kuvattu hajautettujen sensoriverkkojen tutkimuksen tilannetta yleensä, sensoreita ja sensoriverkkoja maavoimien tiedustelussa ja valvonnassa sekä matalan tehonkulutuksen sensoriverkkoja.

Maavoimien tiedustelussa ja valvonnassa käytettyjen sensorien toiminta perustuu fyysikaalisiin tai kemiallisiin ilmiöihin. Tyypillisesti sensorit jaetaan optisiin, infrapuna- radio- taajuus-, akustisiin, seismisiin, sähkömagneettisiin ja kemiallisiin antureihin. Sensorien ja sensoriverkkojen kehitys on voimakkaan kehityksen kohteena eri puolella maailmaa, erityisesti Yhdysvalloissa.

Suomalainen tutkimus- ja kehityspanos kannattaa sijoittaa kohteisiin, joissa maamme erityisoloihin soveltuvia ratkaisuja ei kaupallisesti ole saatavilla. Tällaisia erityisoloihin liittyviä vaatimuksia ovat

- säänkestävyys, erityisesti pakkasen ja jäätyvän veden vaikutus
- lumesta johtuvat vaatimukset, sensorien toiminta lumisissa olosuhteissa, jopa hautautuneena lumeen
- peitteinen maasto, havupuuvoittoiset metsäalueet

- asutuksen harvuus, jonka takia kaupunkimaisten alueiden osuus on pieni verrattuna metsäisiin ja soisiin alueisiin.

Erytisolosuhteiden takia puolustusvoimien käyttöön hankittavat tai kehitettävät sensorijärjestelmät on vähintään testattava näitä olosuhteita vastaavissa kokeissa. On todennäköistä, että osa sensoreista ja sensorijärjestelmistä vaatii vähintään modifikaatiota toimakseen luotettavasti maamme oloissa.

Ankarat sääolot, erityisesti kylmyys, vaikuttavat myös sensorijärjestelmien energiakysymyksiin, mm. akkujen ja paristojen kapasiteetin laskun kautta. Tämä asettaa sensorien energiataloudelle erityisiä vaatimuksia ja sitä kautta tutkimustarpeita.

Sensorijärjestelmiltä edellytetään yhteensopivuutta muiden johto- ja valvontajärjestelmän (ylempien) osien kanssa. Erityisesti tässä on syytä huomioida Maatilanekuvajärjestelmä eli MST-järjestelmä (Multi Sensor Tracking), joka tulee olemaan osana maa-, ilma- ja merivoimien yhteistä integroitua tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmää iTVJ:tä. Tämä vaatimus on luonnollisesti tärkeä viestintä- ja verkkoratkaisujen osalta.

Tutkimusraportin (75 s.) nimi on sama kuin hankkeen nimi.

684 Tutkaheijastusten laskenta hybridimenetelmällä sekä suuren kappaleen sironnan vertailua

Jouko Aurinsalo, Arto Hujanen, Ilari Hänninen, Johan Sten, Pasi Ylä-Oijala ja Jukka Sarvas
VTT Tietoliikenne

Tässä työssä tutkitaan momenttimenetelmään (Method of Moments, MoM) ja fysikaaliseen optiikkaan (Physical Optics, PO) perustuvan hybridimenetelmän soveltamista sähköisesti suurten kappaleiden sirontaominaisuuksien laskentaan. Momenttimenetelmä on tarkka ratkaisumenetelmä, joka kuitenkin vaatii huomattavan suuria laskentaresursseja. Fysikaalinen optiikka puolestaan on hyvin nopea ja vähän resursseja vaativa laskentamenetelmä, mutta sen tuottaman ratkaisun tarkkuus kärsii menetelmässä tehtävien yksinkertaistuksien takia. Hybridimenetelmä pyrkii yhdistämään näiden kahden menetelmän hyvät puolet käyttämällä momenttimenetelmää alueilla, joilla vaaditaan suurta tarkkuutta (kuten reunasärmät ja pienet onkalot), ja fysikaalista optiikkaa laajoilla, tasaisilla alueilla, joilla indusoitunut pintavirta on tasainen. Hybridimenetelmän ominaisuuksia tutkitaan soveltamalla sitä erilaisiin laskentakohteisiin, joissa on fysikaaliseen optiikkaan hyvin sopivia suuria tasaisia pintoja, mutta myös tarkkaa laskentaa vaativia reunasärmiä. Tuloksia vertaillaan momenttimenetelmään pohjautuvilla ohjelmistoilla saatuihin tuloksiin sekä fysikaalisen optiikan tuottamiin tuloksiin. Saadut tulokset osoittavat hybridimenetelmän sopivan hyvin tämänkaltaisten kappaleiden laskentaan.

Tutkimuksesta on valmistunut seuraava raportti:

- MoM-PO -hybridimenetelmä PEC-sirottajalle, 16 s.

691 Sensoriverkon mukautuvan protokolla-arkkitehtuurin kehitys ja demonstraatio

Ari Pouttu, Jussi Haapola, Zach Shelby, Martti Huttunen ja Mikko Saarnivala
Centre for Wireless Communications, Oulun yliopisto, 2005

Tässä raportissa on perehdytty mukautuvaan protokolla-arkkitehtuuriin sensoriverkoissa. Katsaus aiheeseen on kolmijakoinen, jossa ensimmäisenä on suoritettu kirjallisuuskatsa-

us, toisena adaptiivisen protokolla-arkkitehtuurin vaatimusmäärittely ja kehitys ja kolmantena protokolla-arkkitehtuurin demonstraatiomainen toteutus.

Ensimmäinen osio sisältää ongelmanasettelun, yleiskatsauksen olemassa oleviin sensoriverkkojen verkko- ja kuljetusprotokolliin ja katsauksen kehitettyihin välitason ohjelmiin. Tutkimusongelmiksi valittiin viisi erityyppistä sovellusta: kahden komppanian / pataljoonan välinen sensoriverkko, kaukainen tiedustelusensori(verkko), sensorisaareke ja ammuslevitteinen sensoriverkko. Lisävaatimuksiksi asetettiin seuraavat kriteerit:

Yksittäisen sensorilaitteen tulee olla edullinen sekä miinoja korvaavien järjestelmien täytyy olla ohjattavissa tulen ohjaus- ja komentojärjestelmien kautta ja sensorijärjestelmien tulee integroitua tiedustelu- ja ohjausjärjestelmien kanssa.

Edellä mainitut sovellukset pystyttiin jakamaan kolmeksi erityyppiseksi ongelmaksi:

1. Tiedusteluongelmassa sensoriverkoilla on koko ajan yhteys lähimpään yhdyskäytävään, jolloin suora datan siirto on mahdollista. Tällöin sensoriverkon tulee muodostaa rykelmä, jonka johtaja on vastuussa datan siirrosta yhdyskäytävän kanssa.
2. Sensorisaarekeongelmassa sensoriverkon täytyy turvautua liikkuviin yhdyskäytäviin pystyäkseen kommunikoimaan ohjaus- ja komentoverkon kanssa. Liikkuvat yhdyskäytävät toimivat joko satunnainen datan keruu tai kommunikoinnin siltaamistyyliä. Ensimmäisessä tyyliässä sensorit pyrkivät lähettämään kaiken varastoimansa tiedon välittömästi havaittuaan liikkuvan yhdyskäytävän ja jatkavat normaalia toimintaa sen jälkeen. Jälkimmäisessä tyyliässä saarekkeen löydettyään liikkuva yhdyskäytävä aloittaa jatkuvan kommunikoinnin siltaamisen sensorisaarekkeen ja toisen yhdyskäytävän välillä.
3. Tulen ohjaus- ja komento-ongelma on erityisen haastava edullisille verkon muodostaville sensorilaitteille, koska luotettavuus, viiveettömyys ja turvallisuus muodostuvat erityisen tärkeiksi kriteereiksi. Kommunikaatio on lisäksi pääasiassa kaksisuuntaista, mikä luo sensoriverkoille epätavallisen kommunikaatiotarpeen sekä nieltä sensoriverkolle, että sensoriverkolta nieltä.

Lisäksi ensimmäisessä osiossa luokiteltiin sensoriverkkojen kehitettyjä verkko- ja kuljetusprotokollia edellä mainittujen ongelmien mukaan ja esitettiin kuhunkin ongelmaan sopivia ratkaisuja.

Toisessa osiossa esiteltiin adaptiivisen protokolla-arkkitehtuurin vaatimukset. Osion alussa perusteltiin, miksi jo kehitetyt välitason ohjelmat eivät sovellu asetettuihin ongelmiin ja tehtiin adaptiivisen arkkitehtuurin vaatimusmäärittely. Vaatimuksia ovat mm. modulaarisuus, moduulien parametrien säätö käytön aikana, esiohjelmoitavat protokollapinot, ns. socket -liityntä ja mahdollisuus minimalistiseen protokollapinokäänökseen. Seuraavaksi määriteltiin itse adaptiivinen protokolla-arkkitehtuuri. Adaptiivisen protokollapinon kehys käsittää 'application program interface' (API)-funktiot, pinon konfiguraation määrittelyn, dynaamisen puskurinkäsittelyn ja protokollamoduulit. Lisäksi kuvataan protokollamoduulien resurssienhallintaa. Protokollapino on suunniteltu edullisille mikrokontrollereille, joita yleensä käytetään langattomien sensoreiden kanssa. Protokollapino on kaksijakoinen: se sisältää yhteisen osan, joka sopii kaikille alustoille sekä alustakohtaisen osan, jossa määritellään kullekin alustalle tarvittavan koodin, kuten UART -ajurit. Protokollapino on toteutettu yhden yhteisen puskurijonon ympärille, jonka kautta kulkee kaikki tieto protokollamoduulien välillä. Kaikki periodiset toiminnot toteutetaan ajastettuina tapahtumina puskurijonon kautta. Jokainen moduuli sisältää alustus-, ohjaaja- ja tarkistusfunktion ja adaptiivinen pino toteuttaa myös resurssienhallintaa.

Kolmas osio sisälsi adaptiivisen arkkitehtuurin demonstraatiomaisen toteutuksen, jota varten itse adaptiivinen arkkitehtuuri toteutettiin C-kielellä ja liitettiin projektiraporttiin mukaan. Demonstraatio sisälsi kannettavan tietokoneen demonstraation visualisointiin, Linux-pohjaisen tukiaseman, henkilön (esim. sotilas) kantaman liikkuvan yhdyskäytäväsolmun, sekä sensorisolmuja. Demonstraatio toteutettiin pitkässä käytävässä, jossa liikkuva yhdyskäytäväsolmu piti suuremmalla lähetysteholla jatkuvaa yhteyttä tukiasemaan etsien käytävän varrella oleviin huoneisiin asetettuja sensorisolmuja. Sensorisol-

mun löytämisen jälkeen liikkuva yhdyskäytävä aloitti sensoritiedon siltaamisen ja jatkoi sitä niin kauan kuin yhteys sensorisolmuihin säilyi. Demonstraatio toteutettiin CWC:n WIRO -moduuleja käyttäen.

Tutkimuksesta on valmistunut seuraavat raportit:

- Routing and Transport Techniques for Military Sensor Networks. Literature Review Deliverable for SENDER, 34 s.
- Adaptive Protocol Stack for Sensor Networks, 12 s.
- Adaptive Protocol Stack Implementation, 14 s.
- Sender Demonstration Overview, 4 s.
- Sender Project Overview, 21 s. Power Point -esitys.

2.2 Muut tekniset tieteet

631 PIV-mittauslaitteiston sovittaminen trisooniseen tuulitunneliin ja testimitaukset perästä tylpän kappaleen vanavedessä ylisoonisessa nopeudessa

Jaakko Hoffren ja Mikko Korhonen
TKK Aerodynamiikka

TKK:lle hankittu Particle Image Velocimetry-, eli PIV-mittauslaitteisto sovitettiin Aerodynamiikan laboratorion trisoonista tuulitunnelia varten. Laitteen toimintaa testattiin mitaamalla sylinterimäisen, perästä katkaistun kartion muotoisen kappaleen vanavettä Machin luvulla 1,6. Mittaukset ovat samalla osa Aerodynamiikan laboratoriossa tehtyä ammusten lentorata-, sekä perävirtausammustutkimusta.

Mittaustuloksina saatiin vanaveden keskinopeuksia (kaksi nopeuskomponenttia) sekä Reynoldsin jännityksiä vanaveden pitkittäisistä leikkauksista, joiden sivujen pituus oli kaksi kertaa sylinterimäisen mallin halkaisija.

PIV-mittaustekniikka vaikuttaa mittausten perusteella hyvin lupaavalta menetelmältä virtauskentän nopeusmittauksiin, eikä muita menetelmiä, joilla saataisiin tietyllä ajan hetkellä mitattua useita satoja tai tuhansia nopeusvektoreita virtauskentästä, ole olemassa. Mittauksissa saatiin käyttökelpoista kokemusta PIV-mittauksiin liittyvissä käytännön järjestelyissä tulevia mittauksia ajatellen. Laitteistolla on mahdollista mitata mm. kaikki virtauskentän kolme nopeuskomponenttia ja palotapahtuman suureita, joten jatkotutkimusmahdollisuudet näyttävät hyviltä.

Saatuja tuloksia voidaan suoraan käyttää ammusten virtauslaskennan (turbulenssimallien) validointiin, ja ne ovat huomattavan paljon laajempia ja luotettavampia kuin muilla menetelmillä mitatut tulokset. Vastaavia tuloksia ei ole saatavissa avoimessa kirjallisuudessa. Virtauskentän laskennan ja kokeellisten mittausmenetelmien kehittäminen on pohjana sekä ammusten ratalaskennan että perävirtausyksikön jatkokehitykselle.

Tutkimuksesta on valmistunut seuraava raportti:

- PIV mittauslaitteiston sovittaminen trisooniseen tuulitunneliin ja testimitaukset perästä tylpän kappaleen vanavedessä ylisoonisessa nopeudessa, 35 s.

652 Pinta-aluksen keinunnan epälineaarinen vaimennustekijä pienillä nopeuksilla

Seppo Kivimaa, Jukka Pajala ja Timo Kukkanen
VTT Tuotteet ja tuotanto, Laivat ja merirakenteet

Tutkimushankkeen tavoitteena oli parantaa uusien pinta-alustyyppien kehityksessä käytettävien merikelpoisuusanalyysien tarkkuutta. Tutkimuksen kirjallisuusosassa selvitettiin ilmiön teoriaa: keinunnan vaimennuksen jakoa aallonmuodostukseen, pyörteiden synnyttämiseen, kitkavoimaan ja ulokevoimiin. Laivamallimitaukset suoritettiin Espoon 130 metriä pitkässä koealtaassa. Peruslaivamalli oli tehty Suomen laivaston miinanraivaaja Kuhan mukaan. Kaikkiaan testattiin kahdeksan malliversiota. Nämä erosivat toisistaan keinuntaa vastustavien lisäkkeiden osalta. Täysmittakaavakokeet tehtiin miinanraivaaja Kuhalla Naantalissa. Näissä kokeissa käytettiin erikoista nosturinostotekniikkaa, joka osoittautui käyttökelpoiseksi.

Tutkimustulosten avulla pystytään paremmin analysoimaan yksi- ja kaksirunkoaluksen merikelpoisuusominaisuudet ja vertailemaan niiden tehokkuutta hitailla nopeuksilla tehtävässä etsintä- ja valvontatyössä. Tutkimushanke parantaa näin alushankinnan taloudellista tehokkuutta.

Tutkimuksesta on valmistunut seuraava raportti:

- On nonlinear damping of ship at slow speed, 41+2 s.

658 Uusien jäänsulatusaineiden vaikutus lentokonemateriaalien korroosioon

Veli-Tapani Kuokkala, Elina Huttunen-Saarivirta, Jari Kokkonen ja Paola Vivo
TTY Materiaaliopin laitos

Ilmavoimien lentokalustossa alkoi 1990-loppupuolella esiintyä runsaasti korroosio-ongelmia. Korroosiotapaukset olivat uudenlaisia ja aiheuttivat kasvanutta huoltotarvetta ja huomattavia kustannuksia. Syyksi korroosiotapauksiin alettiin epäillä kiitoradoilla käytettäviä ja urean korvanneita ns. uusia jäänsulatusaineita. Ongelmallista korroosio-tapauksissa on, että niiden liittäminen yksittäisiin jäänsulatusaineisiin on hankalaa, sillä samalla lentokentällä saattaa talvikauden aikana olla käytössä useita eri jäänsulatusaineita. Lisäksi lentokoneet saattavat käyttää useampaa eri kenttää. Siten korroosioilmiöitä ei suoraan pystytä ilman tarkempia tutkimuksia yhdistämään mihinkään tiettyyn aineeseen.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää urean tilalle käyttöönotettujen ns. uusien jäänsulatusaineiden ja niiden pitoisuuden vaikutusta lentokoneissa yleisimmin käytettyjen materiaalien ja pinnoitteiden korroosioikäntymiseen. Tutkimuksen keskeisimpänä tavoitteena oli laittaa uudet jäänsulatusaineet niiden korrodoivuuden mukaiseen järjestykseen, jotta lentokentille voitaisiin antaa suosituksia tiettyjen aineiden suosimisesta tai jonkin aineen käyttämättä jättämisestä. Lisäksi tutkimuksen tavoitteena oli vertailla materiaalien erilaisia pinnoite/pintakäsittelyvaihtoehtoja ja tutkia korroosionestoaineiden käytön vaikutusta materiaalien/komponenttien korroosionestossa. Koska esimerkiksi lentokaluston sähköliittimissä esiintyvä korroosio usein liittyy myös niiden sähkönsiirto-kykyyn, myös sähköliittimien käyttäytymisen tutkiminen korroosio-olosuhteissa oli yksi tämän tutkimuksen tavoite. Tutkimuksen viimeisenä tavoitteena oli selvittää, voidaanko joitakin korrodoituneita komponentteja puhdistaa niin, että ne voitaisiin puhdistuksen jälkeen ottaa normaalisti käyttöön. Tutkimusmenetelminä tässä tutkimushankkeessa olivat kahdentyyppiset sähkökemialliset mittaukset, polarisaatio- ja lepopotentiaalimittaukset, sekä altistuskokeet. Lisäksi pintojen puhdistettavuutta selvitettiin erilaisin puhdistuskokein.

Tulokset osoittavat, että tutkituista jäänsulatusaineista tutkimushankkeen loppupuolella markkinoille tulleet BetaFrost-perheeseen kuuluvat jäänsulatusaineet ovat lentokonera-

kenteissa käytettäviä rakenteita kohtaan vähiten korrodoivia ja aiheuttavat vähiten muutoksia sähköliitinten toimintakykyyn; alhainen korrodoivuus saattaa liittyä BetaFrost-jäänsulatusaineiden lähes neutraaliin pH-arvoon (hieman 8 yläpuolella) ja alhaiseen sähkönjohtavuuteen muihin jäänsulatusaineisiin verrattuna. Silti myös BetaFrost-liuoksissa esimerkiksi magnesiumseos korrodoitui. Siten jatkossa lentokonerakenteiden korroosiota voitaneen parhaiten vähentää onnistuneen jäänsulatusainevalinnan lisäksi materiaalien oikeilla pintakäsittelyillä ja korroosionestoaineen käytöllä; tässä tutkimuksessa osoitettiin, että oikealla pintakäsittelyllä ja/tai korroosionestoaineen käytöllä lentokone-materiaalien ja -komponenttien korroosiota voidaan vähentää selvästi. Korroosion seurauksena likaantuneiden alumiinipintojen puhdistuksessa osa pintakerrostumasta onnistuttiin poistamaan happojen avulla; lisätutkimuksia kuitenkin tarvitaan, jotta pinta onnistutaisiin saattamaan alkuperäistä vastaavaan kuntoon.

Tutkimusraportin (272 s.) nimi on sama kuin hankkeen nimi.

689 Simulointimenetelmä laivan toimintakyvyn rajojen määrittämiseen merenkäynnissä

Timo Kukkanen, Kai Happonen ja Aune Liimatta
VTT Tuotteet ja tuotanto, Laivat ja merirakenteet

Perinteisesti laivatekniikassa on ohjailu- ja laivan merikelpoisuusominaisuudet käsitelty erikseen. Tyypillisesti ohjailutarkasteluissa määritetään laivan ohjailukäyttäytyminen ideaalisissa olosuhteissa. Laivan käyttäytyminen aallokossa taas lasketaan taajuustasossa merikelpoisuusohjelmilla jättäen ohjailuilmiot huomiotta. Laivan toimintakykyyn vaikuttaa olennaisesti sekä ohjailuominaisuudet että merikelpoisuus. Tutkimushankkeessa tutkittiin toisen kertaluvun herätevoimien määrittämistä laskennallisesti.

Vuosina 1999–2003 laadittiin 12:n NATO- ja rauhankumppanuusmaan perustamassa työryhmässä sotalaivoille ohjailukriteerit. Suomesta työryhmään osallistuivat Merivoimat ja VTT. Kriteerien laatimisessa otettiin lähtökohdaksi laivan tehtävän asettamat vaatimukset laivan ohjailukyvyille.

Kansainvälisen työryhmän työ valmistui kesäkuussa 2003 ja ehdotetut ohjailukriteerit ovat kolmen vuoden ajan koekäytössä NATO- ja rauhankumppanuusmaissa.

Tutkimuksesta on valmistunut seuraava raportti:

- Simulation of drift motions and slow speed manoeuvring of ships in waves, 51 s. (luottamuksellinen)

2.3 Luonnontieteet, matematiikka ja tietojenkäsittely

662 Chempro 100-CWA ilmaisimen liittäminen UAV-lennokkiin

Osmo Anttalainen ja Mika Räihä
Environics Oy

Hankkeessa selvitettiin eri vaihtoehtoja CWA-ilmaisimen liittämiseksi osaksi UAV (Unmanned Aerial Vehicle) -lennokkiin liitettävää säteilymittauslaitteistoa. Tutkimuksessa selvitettiin ja testattiin erityyppisten näytteenottomekanismien soveltuvuutta sekä IMS-sensorin ja mittauselektronikan kotelointiin liittyvät mekaaniset toteutusvaihtoehdot. Lisäksi tutkittiin ilmaisimen toimintakykyä simuloitusti eri lentokorkeuksilla sekä lentonopeuksilla.

Toteutuksessa oli päädytty käyttämään modifioitua ChemPro 100 –ilmaisinta, johon oli suunniteltu tarkoituksen mukaiset kiinnittimet, näyttөөnottoliittimet sekä erillinen virransyöttöyksikkö. Lisäksi mittaustiedon siirtämistä varten toteutettiin tiedonsiirto-ohjelmisto, joka mahdollistaa tiedonkeruun sekä lennonaikaisen tiedonsiirron Tetraverkon avulla. Laitteisto on liitetty osaksi STUK:in mittalaitteistoa, joka myös kerää mittatiedon myöhempää analysointia varten.

CWA-ilmaisimella mitattua lennonaikaista mittausdataa ei projektin aikana saatu, vaan hankkeessa toteutettiin mittalaitteen integrointi myöhempää testausta varten. Tutkimuksen aikana kuitenkin testattiin ilmaisimen tunnistuskyvyn paineriippuvuutta painetesterillä sekä lentokoneessa eri lentokorkeuksilla. Painetestaustulosten perusteella ilmaisimen toimintaa UAV:n käyttämällä lentokorkeusalueella voidaan todeta olevan luotettavaa. Lennokin lentonopeudesta ja nopeuden muutoksista aiheutuvia häiriötekijöitä ei kuitenkaan hankkeen aikana lentokoneella testattu. Hankkeen tuloksena CWA-ilmaisinalaitteisto on suunniteltu ja liitetty kiinteäksi säteilymittauslaitteistoon alkuperäisen suunnitelman mukaisesti.

Tutkimusraportin (18 s.) nimi on sama kuin hankkeen nimi.

671 DNA mikrosiru bioasemikrobien osoittamiseksi

Simo Nikkari
Sotilaslääketieteen laitos

Tässä projektissa kehitettiin mikrosiruteknologiaan perustuva kotimainen alusta, joka mahdollistaa kolmen bioasemikrobin samanaikaisen havaitsemisen ja tunnistamisen. Menetelmä perustuu konservoituneen bakteeriperäisen geenialueen yleismonistukseen ja bakteerilajispesifiisiin hypervariaabeleihin geenialueisiin kohdistuvaan tunnistukseen käyttäen soveltuvien osin Mobidiag Oy:n patentoimaa teknologiaa.

Esitetty konsepti luo pohjaa teknologialle, joka on mahdollista tuotteistaa käyttäjäväliseksi, kenttäkelpoiseksi analyysilaitteistoksi, jolla voidaan tunnistaa usean biologisena aseena käytettävän mikrobin läsnäolo näytteestä samanaikaisesti. Tämä voidaan saavuttaa esimerkiksi siirtämällä nyt esitetty teknologia ns. low-density alustalle, joiden prototyyppejä on jo kaupallisesti saatavilla.

Tutkimusraportin (13 s.) nimi on sama kuin hankkeen nimi.

674 Tietoinfrastruktuurin haavoittuvuuden hallinta protokollariippuvuuksien näkökulmasta

Juha Röning, Kati Karjalainen, Tiina Havana, Jyrki Huhta, Pasi Kemi, Juhani Eronen ja Marko Laakso
Oulun yliopisto, Tietokonetekniikan laboratorio

Yhteiskunnasta on tullut teknologiariippuvainen. Teknologia on epätäydellistä. Tietoinfrastruktuuri kärsii heikkouksista, jotka muodostavat uhan tietoyhteiskunnalle. Näiden uhkien ennaltaehkäisy on ensiarvoisen tärkeää, mutta siihen tarvitaan tietoinfrastruktuuriin vaikuttavien tekijöiden ymmärrystä. Teknologiariippuvuudet ovat tärkeässä osassa tietoinfrastruktuurin turvallisuudessa, johon liittyvät riskienhallintapäätökset edellyttävät riippuvuuksien hahmottamista. PROTOS-MATINE -hankkeessa on luotu protokollariippuvuuksien hahmottamiseen visuaalinen malli, joka tuo protokollalähtöisesti esille esimerkiksi tiedon rakenteen, riippuvuudet ja haavoittuvuudet. Malli on nähty joustavaksi ja hyödylliseksi tavaksi jäsentää tietoa, ja sen avulla luotuja visualisointeja on käytetty usean tahon toimesta haavoittuvaisuusprosessin eri vaiheissa, haavoittuvaisuuksien vaikutuspiiri-analyyseissä ja haavoittuvaisuustestimateriaalin kannattavuusanalyyseissä. Malli helpottaa

tietoyhteiskunnan kriittisen infrastruktuurin ennaltaehkäisevää turvaamista ja parantaa näin valmiutta varautua yhteiskunnan keskeisiä tieto- ja viestintäjärjestelmiä uhkaaviin kriisitilanteisiin.

Tutkimuksesta on valmistunut seuraavat raportit:

- Protos-MATINE 2004, erillisraportti, 23 s.
- Protos-MATINE 2004. Case MIME [Multipurpose Internet Mail Extension], erillisraportti, 23 s.
- Tietoinfrastruktuurin haavoittuvuuden hallinta protokollariippuvuuksien näkökulmasta. Protos-MATINE Loppu/tutkimusraportti 31.12.2005, 13 s.
- MATINE -malli protokollariippuvuuksien kartoitukseen, tutkimusraportti, 17 s. Loppuraportin liite 1. Opas.
- A Case for Protocol Dependency, erillisraportti, 9 s. Loppuraportin liite 2
- Protos-MATINE 2004, erillisraportti, 23 s. Projektin esittely. Loppuraportin liite 3
- Protos-MATINE 2004. Case H.323, erillisraportti, 5 s. Loppuraportin (kortti 2226) liite 4
- Protos-MATINE 2004. Case MIME [Multipurpose Internet Mail Extension], erillisraportti, 6 s. Loppuraportin liite 5
- Protos-MATINE 2004. Case ATM [Asynchronous Transfer Mode], erillisraportti, 8 s. Loppuraportin liite 6
- Protos-MATINE 2004. Case Multicast, erillisraportti, 2 s. Loppuraportin liite 7
- Protos-MATINE 2004. Case ISAKMP [Internet Security Association and Key Management Protocol], erillisraportti, 6 s. Loppuraportin liite 8

683 Laivan pyörrevirtaherätteen laskeminen

Jukka Sarvas ja Seppo Järvenpää

Teknillinen korkeakoulu, Sähkömagneetiikan laboratorio

Laivan keinuessa merellä maan magneettikenttä indusoi sen rungon johtaviin osiin pyörrevirtoja, jotka aiheuttavat magneettikentän laivan ympärille eli laivan pyörrevirtaherätteen. Tässä tutkimusprojektissa laadittiin laskentaohjelmisto, jonka avulla laivan heräte voidaan laskea. Ohjelmaan voidaan syöttötietoina antaa laivan koko ja muoto, runkometallin johtavuus ja paksuus, laivan reitti maan magneettikenttään nähden, laivan keinunnan (roll) ja jyskeen (pitch) amplitudit ja taajuudet, herätteen laskentasyvyys ja -alue sekä haluttu tulosten esitysmuoto.

Pyörrevirtaherätteen laskentamenetelmä oli seuraava. Keinunnan ja jyskeen yhteisliike hajotettiin aikaharmonisiin komponentteihin. Sitten syntyvät pyörrevirrat laskettiin ohutlevyapproksimaatiota käyttäen aikaharmonisella pintaintegraaliyhtälömenetelmällä. Lopuksi pyörrevirroista laskettiin magneettinen heräte Biot-Savartin kaavalla.

Tutkimusraportin (17+1 s.) nimi on sama kuin hankkeen nimi.

687 TakO – Taistelujen ja operaatioiden makrotasoinen analyysiohjelmisto taiteikan ja operaatioiden koulutukseen ja tutkimukseen

Seppo Linnainmaa ja Ilkka Karanta

VTT Tietotekniikka

Tässä raportissa luodaan katsaus taistelun lopputuloksen ennustamisen menetelmiin. Käsiteltävät menetelmät tarkastelevat asioita makrotasolta: yksittäisiä toimijoita (esim. panssarivaunu) ei malliteta vaan mallitus käsittelee aggregaattisuureita eli lukumääriä, joukon yleistä taisteluhenkä jne.

MATINE keskeytti 2-vuotisen hankkeen 1. vuoden jälkeen.

Tutkimuksesta on valmistunut seuraava raportti, joka on keskeneräinen luonnos:

- Taistelun makrotason mallituksen menetelmät, 29 s. Liitteenä Lanchester models ja SFS Päätaulu Excel tiedostoina.

2.4 Lääketiede

523 Reisiluun diafyysimurtuman paranemiseen vaikuttavat tekijät. Kliininen ja kokeellinen tutkimus

Harri K Pihlajamäki, Sari T Salminen, Veikko J Avikainen, Antti Kyrö ja Ole Böstman
Sotilaslääketieteen keskus, Tutkimusyksikkö

Reisiluun varren murtumat ovat yksi yleisimmistä ortopedisesti hoidettavista aikuisten vammoista, joiden yleisin hoitotapa on ydinnaulaus. Vaikka reisiluun varsimurtumien epidemiologisissa tutkimuksissa on analysoitu väestötieteellisiä tekijöitä, on murtumien morfologia otettu näissä vähemmän huomioon. Reisiluun varren murtumia on ensisijaisesti pidetty nuorten aikuisten suurienerginä vammoina. Pienienerginen vamma näiden murtumien syntymekanismina erityisesti vanhuksilla on mainittu ainoastaan satunnaisesti epidemiologisissa tutkimuksissa. Eräs vähän tutkittu erityisryhmä on varusmiehillä todettavat reisiluunvarren dislokoituneet rasitusmurtumat.

Väitöskirjatyön epidemiologisessa osassa analysoitiin Keski-Suomessa 10 vuoden aikana vuosina 1985–1994 hoidettujen luustoltaan aikuisten potilaiden 201 reisiluun varsimurtumaa kliinisesti ja radiologisesti. Potilaiden keski-ikä oli 38 vuotta (15–92 vuotta), 122 (64 %) oli naisia ja 70 (36 %) miehiä. Tulosten perusteella trauman aiheuttaman reisiluun varsimurtuman insidenssiksi saatiin 9,9:100 000 henkilövuotta. Insidenssi oli suurimmillaan elokuussa. Ikä- ja sukupuolieritelty insidenssi oli suurin 15–24-vuotiailla miehillä sekä yli 75-vuotiailla naisilla. Suurienerginen vammamekanismi aiheutti 75 % reisiluun varsimurtumista. Näistä 87 % oli seurausta liikenneonnettomuudesta, joissa 36 %:ssa autonkuljettaja oli vammautunut. Pienienerginen vammamekanismi aiheutti 25 % reisiluun varsimurtumista. Liitännäisvammoja todettiin 31 %:lla, joista yleisin oli toinen pitkän luun murtuma. Reisiluun varsimurtumat sijaitsivat vasemmassa reisiluussa 109:llä (54 %) ja oikeassa reisiluussa 92:lla (46 %). Yhdeksällä murtuma oli molemminpuolinen. Umpimurtumia todettiin 176, joista yleisin tyyppi oli Tschernen luokituksen mukaan luokka II 80:lla (46 %). Potilaan korkeampi ikä ja murtuman sijainti alakolmanneksessä olivat tilastollisesti merkittäviä. Suurin osa murtumista (77 %) olivat joko viistoja, poikkimurtumia tai viisto-poikkimurtumia. Ikääntyminen ja kierremurtuma olivat suhteessa toisiinsa ($p < 0.001$). Murtuman pirstaloitumisen suhteen yleisin murtumatyypiksi oli Winqvist-Hansen 0 (48 %). Yleisin AO -tyyppi oli A (48 %). AO-luokituksen mukaisen A-luokan, keskikolmanneksen alueella sijainnin ja Winqvist-Hansen luokituksen luokka 0:n suhde oli tilastollisesti merkittävä.

Pienienerginen vammamekanismin aiheuttamia reisiluun varsimurtumia koskevassa osassa 50 potilaan keski-ikä oli 65 vuotta (17–92 vuotta). Insidenssiksi saatiin 2,5:100 000 henkilövuotta. Potilaista 32 oli naisia (64 %) ja 18 (36 %) miehiä. Yleisin vammamekanismi oli kaatuminen tasamaalla. Ainakin yksi murtumalle altistava tekijä todettiin 32 (64 %) potilaalla. Murtuma sijaitsi 18:lla oikeassa ja 32:lla vasemmassa reisiluun varressa. Kaikki murtumat olivat umpimurtumia, joiden yleisin tyyppi Tschernen luokituksen mukaisesti oli 0. Yleisin murtumatyypiksi oli poikkimurtuma ja pirstaleisuuden suhteen Winqvist-Hansen luokka I. Yleisimmät AO-luokituksen mukaiset murtumat olivat A 1.2- ja A 3.2 -murtumia. Murtumista 47 leikattiin: 21 Grosse-Kempf -ydinnaulauksella, 10 Küntschner-naulauksella, 2 Vari-Wall-ydinnaulauksella ja 2 Ender-naulauksella. Kolme potilasta jouduttiin hoitamaan konservatiivisesti huonokuntoisuuden vuoksi. Komplikaatioita todettiin 2/3:lla. Pienienergisillä mekanismeilla aiheutuneiden reisiluun varsimurtumien

yhteydessä potilailla on yleensä pitkäaikaissairaus tai reisiluun osteopeniaa aiheuttava tekijä.

Reisiluun varren dislokoituneita rasisuurmurtumia käsittelevässä osassa 10 miespuolisen varusmiehen keski-ikä murtuman havaitsemishetkellä vuosina 1980–1999 oli 19 vuotta (18–20 vuotta). Insidenssiksi saatiin 1,5:100 000 henkilövuotta varusmiespalveluksesta. Rasisuurmurtumaan viittaavat oireet reisiluun alaosassa alkoivat keskimäärin 53 vuorokautta (15–178 vrk) varusmiespalvelun aloittamisesta. Viidellä kipu säteili polveen. Yhdellä murtuma diskoloitui ilman edeltäviä oireita. Kivun alkaminen liittyi viidellä varusmiehellä taisteluharjoitukseen ja viidellä marssiharjoitukseen. Ainoastaan kaksi varusmiestä hakeutui kipujen vuoksi tutkittavaksi. Murtuma dislokoitui kahdella varusmiehellä tasamaalla liukastumisen seurauksena, kahdella portaikossa kompuroidessa, kahdella polvea taivuttaessa, yhdellä kompastuessa juostessa, yhdellä telamiinoja kantaessa, yhdellä poterosta poisrynnätessä ja yhdellä polkupyöräilemään lähtiessä. Murtuman jakautuminen puolen suhteen oli tasainen 1:1. Kaikki murtumat olivat umpimurtumia. Yleisin murtumatyyppi oli pirstaloitumaton viisto- tai viisto-poikkimurtuma reisiluun alakolmanneksessa. Yleisin murtumatyyppi poikkesi pienienergisellä vammamekanismilla syntyneistä tavallisimmista murtumatyypeistä. Murtumien leikkausmenetelmistä kolmella levytys ja kahdella ydinnalaus lisäsivät murtuman pirstaleisuutta. Murtuman keskimääräinen luutumisaika oli 3,5 kuukautta.

Vuosina 1989–1996 280 ydinnalauksella hoidetun trauman aiheuttaman reisiluun varsimurtuman luutumattomuutta käsittelevässä osassa murtuman viivästynyt luutuminen tai luutumattomuus oli todettavissa 34 potilaan 35 murtumassa. Murtumista 7 (20 %) oli hoidettu Kuntscher-ydinnalauksella, 11 (31 %) Klemm-Schellmann-ydinnalauksella ja 17(49 %) AO Universal Nail-ydinnalauksella. Murtuman luutumishäiriön leikkaushoitoa harkittiin aikaisintaan neljän kuukauden kohdalla, jos radiologisesti ei ollut todettavissa murtuman luutumisen edistymistä ja murtumakohta aristi varatessa. Vaihtoehtoina oli joko ydinnalauksen dynamisointi, tähän liittyvä luunsiirto, pelkkä luunsiirto, uusi ydinnalaus tai ydinnalaus ja hohkaluunsiirto suoliluun siivestä. Tulosten perusteella uusi ydinnalaus osoittautui tehokkaimmaksi tavaksi reisiluun varsimurtuman luutumattomuuden hoitokeinoksi. Pelkkä luunsiirto ei ollut riittävä toimenpide luutumishäiriön hoitona.

Tutkimuksesta on valmistunut seuraavat raportit:

- Femoral Shaft Fractures in Adults: Epidemiology, Fracture Patterns, Nonunions and Fatigue Fractures, 145+34 s. Sari T Salminen, väitöskirja (29.6.05)
- Population Based Epidemiologic and Morphologic Study of Femoral Shaft Fractures, Clinical Orthopaedics and Related Research (2000) 372:241-249
- Specific Features Associated with Femoral Shaft Fractures Caused by Low Energy Trauma, 6 s. Hanke: Reisiluun diafyysimurtuman paranemiseen vaikuttavat tekijät. The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Clinical Care 43 (1997) 1:117-122.

2.5 Terveys- ja käyttäytymistieteet

651 Reservin fyysinen suorituskyky 2003

Esa Tarvainen, Jarmo Malmberg, Mikael Fogelholm, Heikki Kyröläinen, Petteri Lepistö, Jouni Lipponen, Matti Mäntysaari, Kauko Palvalin, Heikki Pietilä, Matti Santtila ja Jaana Suni

Pääesikunta, koulutusosasto; UKK-Instituutti; Jyväskylän yliopisto

Taustaa: Reserviläisten kuntoa ja terveystietämistä on tutkittu vuosina 1977, 1983–85 ja 1993–1994. Väestön lihominen ja mm. varusmiesten fyysisen kunnon heikkeneminen viimeisten 20 vuoden aikana ovat todennäköisesti heijastuneet myös reservin kuntoon. Täten reserviläisten fyysisen suorituskyvyn mittaaminen sekä liikunta- ja terveyst-

käyttätymiskysely antavat arvokasta tietoa varusmiesajan jälkeisestä kunnan muutoksesta ja siihen vaikuttavista tekijöistä väestötasolla. Lisäksi tuloksilla on merkitystä varusmiesajan liikuntakoulutuksen suunnittelussa.

Tavoitteet: Tämän tutkimuksen tarkoituksena on kuvata noin 20–40-vuotiaiden reserviläisten fyysistä kuntoa ja arvioida sen riittävyttä sota-ajan tehtäviin. Keskeisenä tutkimuskysymyksenä on tarkastella fyysisen suorituskyvyn yhteyksiä lihavuuteen, vapaa-ajan liikunnan harrastukseen, varusmiesajan kuntoon sekä sosiaalisiin taustatekijöihin (mm. siviili- ja sotilaskoulutukseen).

Tutkittavat ja menetelmät: Tutkimukseen osallistui yhteensä 974 reserviläistä (ikä 21–43 vuotta). Kertausharjoitukset valittiin siten, että otos oli valtakunnallisesti kattava ja sosiaalisesti edustava.

Tutkimuksen testit ja mittaukset olivat: antropometriset mittaukset (painoindeksi, vyötärön ympärysmitta), hengitys- ja verenkiertoelimestön suorituskykytesti (polkupyöräergometri), lihaskuntotestit (puristusvoima, vertikaalihyppy, käsinkohonta, staattinen selkälihastesti, istumaan nousu, etunojapunnerrus, toistokyykistys), tasapaino- ja liikkuvuus-testit (takaperin kävely ja selän sivutaivutus) sekä fyysisen aktiivisuuden, taustatietojen ja terveydentilan kysely.

Tärkeimmät tulokset: Vain 26 % tutkituista harrasti riittävästi liikuntaa (reipasta liikuntaa vähintään 3 kertaa viikossa). Selkävaivoista ilmoitti kärsivänsä 24 % tutkittavista. Lihavuuden (painoindeksi, BMI ~30) vallitsevuus oli keskimäärin 11 %, mutta vallitsevuus yli 30-vuotiailla oli yli kaksinkertainen nuorempiin tutkittaviin verrattuna. Reserviläisten tasapaino ja selän liikkuvuus olivat keskimääräisiä normiarvoja parempia. Alaraajojen ojentajalihasten kesto-voima ja maksimaalinen hapenkulutus olivat välttäviä ja yläraajojen lihasten kesto-voima oli keskimäärin heikko. Vertailu vuoden 1993–94 tuloksiin osoitti, että reserviläisten vartalon koukistajalihasten kesto-voima on pysynyt samanlaisena, mutta että selän liikkuvuus oli hieman huonompi ja yläraajojen koukistajalihasten kesto-voima sekä vartalon ojentajalihasten kesto-voima olivat selvästi huonompia nyt kuin kymmenen vuotta sitten. Lihavuus heikensi fyysistä suorituskykyä, lukuun ottamatta puristusvoimaa, johon lihavuus vaikutti myönteisesti. Jos painoindeksi oli yli 30, oli maksimaalisen hapenkulutuksen, istumaan nousun, etunojapunnerruksen ja toistokyykistykseen tulos vähintään 2/3:lla heikko tai välttävä. Mikäli varusmiesajan Cooper-testin tulos I oli alle 2600 metriä tai koulun päästötodistuksen liikuntanumero kahdeksan tai huonompi, niin yli 80 %:lla oli korkeintaan välttävä maksimaalinen hapenkulutus.

Johtopäätökset: Reserviläisten huonoa fyysistä kuntoa selittivät etenkin lihavuus, vähäinen koulutus, vähäinen liikunta, huono liikuntanumero koulussa sekä huono tulos varusmiespalvelun juoksutestissä. Haasteena on huonokuntoisten ja vähän liikkuvien n. 20-vuotiaiden liikunnan harrastuksen lisääminen sekä liikkuvien nuorten liikunnan harrastuksen säilyttäminen. Lisäksi hyvin lihaviin reserviläisten soveltuvuutta raskaisiin taistelutilanteisiin on tarkkaan harkittava, koska lihavuus (BMI > 30 kg/m²) oli niin voimakas huonon kunnan selittäjä. Tämä edellyttää myös tulevaisuudessa sekä varusmiesten että reserviläisten fyysisen kunnan testaamista. Tämän tutkimuksen perusteella voidaan pitää Puolustusvoimien käyttämiä kuntotestejä asianmukaisina. Kun lisäksi Puolustusvoimien testaajat ovat erittäin ammattitaitoisia, ovat kaikki edellytykset olemassa sille, että testeistä saadaan juuri sellaista tietoa, millä on merkitystä sotilaiden fyysisen suorituskyvyn ja taistelukelpoisuuden arvioimisessa. Tuloksia tulisi edelleen hyödyntää varusmiesten ja reserviläisten liikuntaneuvonnassa.

Tutkimuksesta on valmistunut seuraava raportti:

- Reserviläisten fyysisen suorituskyvyn tutkimus 2003. Reservin fyysisen suorituskyvyn tutkimuksen perustulokset. Tutkimusraportti, 98 s.

672 Sotilastyön tehtäväkohtainen energiankulutus, eri tehtävien edellyttämä fyysinen minimisuorituskyky ja kuormituksen sekä kuormittumisen arviointi kenttäoloissa

H Lindholm, K Eklöf, A Hirvonen, S Hyttinen, R Ilmarinen, K Laine, T Mäkinen, J Oksa, S Reponen, H Rintamäki, S Rissanen ja H Sistonen

Työterveyslaitos

J Karinkanta, K Kauranen, P Lepistö, M Mäntysaari, K Palvalin, K Pihlainen ja M Santtila
Puolustusvoimat

H Kyröläinen, H Mälkiä, H Rusko ja T Strengell

Jyväskylän yliopisto

Tarkin tapa mitata yksilön hengitys- ja verenkiertoelimistön suorituskyky on testaus kontrolloiduissa oloissa suoraa hengityskaasumittausta käyttäen. Nuorilla ja hyväkuntoisilla kävely- tai juoksumatto on yleensä suositeltavampi kuin polkupyöräergometri. Useammista toiminnoista koostuvia tehtäväkokonaisuuksia sen sijaan on tarkoituksenmukaista mitata mahdollisimman standardoiduissa kenttäoloissa. Sielläkin noin 1–2 tunnin mittaisia tyypillisiä töitä voidaan nykyään mitata käyttämällä mukana kannettavaa hapenkulutuslaitetta. Pitempikestoisissa suorituksissa sykintätaajuuteen perustuvat rekisteröinnit ovat käyttökelpoisia.

Työn tai työtehtävien metabolinen kuormittavuus ja suorituskykymittausten tulos voidaan ilmaista hapenkulutuksena (l/min tai ml/min/kg), watteina, jouleina tai kilokaloreina. Viime aikoina työfysiologiassa on paljon käytetty yleisyksikkönä metabolista ekvivalenttia (MET). Yksi MET vastaa energiankulutusta levossa ja vastaa normaalipainoisella henkilöllä noin 3,5 ml/min/kg hapenkulutusta.

Tämän hankkeen tarkoituksena oli

- tutkia eräiden tyypillisten sotilastyön tehtävien aiheuttamaa energiankulutusta
- arvioida jalkaväkikoulutuksen energeettisiä minimisuorituskykyvaatimuksia
- seurata tyypillisen jalkaväkikoulutuksen saavan varusmiehen lihas- ja kestävyyskunnan, ja muiden fyysisten ominaisuuksien kehitystä 6 kk:n seurannan aikana
- tutkia maastoharjoitustilanteessa fysiologista kuormittumista ja sen yhteyksiä subjektiivisiin stressi- ja väsymisoireisiin
- pilotoida integroitua stressin ja kuormituksen fysiologista kenttämittauskokonaisuutta

Tutkittaviksi valittiin Karjalan Prikaatista 25 vapaaehtoista varusmiestä kesän 2004 saapumiseraasta.

Hyvä kestävyyskunto ja energiaa säästävä tehokas toimintatapa turvaavat sotilaan suorituskyvyn kenttäoloissa. Suorituskyvyn tulee riittää selviytymiseen tehtävän suorittamisen kannalta välttämättömistä kuormitushuipuista. Suorituskyvyn täytyy myös turvata jaksaminen pitkäkestoisissa kuormituksissa. Lisäksi jaksamisen kannalta olennaista on, että maksimisuorituskyvyn ja pitkäkestoisen työn aiheuttaman metabolisen keskikuormituksen välillä on oltava riittävä toimintakykyreservi.

Varusmiesten aerobinen kunto näytti kehittyvän edullisesti seurannan aikana. Seuranta-ajan lopulla energeettisen suorituskyvyn maksimitaso suorituskykytestissä oli keskimäärin 15 MET. Lihaskunnossa vartalon lihasten voima parani. Tämä selittyy koulutukseen liittyvästä kantamisvaatimuksesta. Käsillä tapahtuvaa kantamista on vähemmän kuin koko vartalolihasia kuormittavaa kantamista. Kehon koostumuksessa on merkittävästi ylipainoisten väheneminen ja kehon ylimääräisen rasvamäärän väheneminen. Koulutuksen aikana tapahtunee kuitenkin aineenvaihdunnan sopeutumista rasituksen siedon kannalta paremmaksi.

Marssi helpossa maastossa taisteluväestössä korkeintaan satunnaisia kuormitushuipuja sisältäen aiheuttaa keskimäärin 7,5 MET:n kuormituksen. Jotta taistelija selviytyisi useampia tunteja kestävästä kuormituksesta uupumatta tällä tasolla, olisi hänen maksimitasonsa oltava teoreettisesti vähintään 15 MET. Tutkimusjoukko saavutti tämän tason varusmiespalveluksensa lopulla. Näyttää siltä että terveen, normaalikuntoisen varusmiehen energieettinen suorituskyky kehittyy riittäväksi marssin aiheuttamia vaatimuksia ajatellen, mikäli kuormitushuiput marssin aikana ovat lyhyitä ja vain satunnaisia eivätkä ylitä maksimisuorituskykyä ja marssi tapahtuu suhteellisen tasaisessa maastossa.

Jos taistelijan tehtäviin kuuluu selviytyä pitkäkestoisesti raskaassa maastossa tehdyistä marseista, olisi maksimisuorituskyvyn tavoitetaso vähintään 16–17 MET, joka merkitsee tasoa yli 55 ml/min/kg. Lisätutkimuksia vaaditaan kuitenkin esimerkiksi poikkeuksellisten lämpöolosuhteiden (kylmä, kuuma) aiheuttamasta lisäkuormituksesta.

Viileässä syyskälässä ei elimistön lämpökuormittumisessa keskimäärin havaittu poikkeavaa. Kuitenkin erityisesti marssin aikana kahdella varusmiehellä oli havaittavissa riskirajaa lähenevä lämpökuormitusindeksin (PSI) kohoaminen. Nestevajetta kehittyi marssin aikana keskimäärin lähes 3 % kehon painosta, joka vaikuttaa jo ainakin psykomotoriseen suoritustasoon alentavasti.

Koko vuorokauden ajalta energiankulutus oli talvisen sotaharjoituksen maastossa siirtymisen ja hyökkäystaistelun aikana 4500–5000 kcal. Fyysisten aktiviteettien aikana energieettisen kuormituksen keskiarvo oli noin 4,5 vaihdellen kuitenkin yksilöstä ja tehtävistä johtuen runsaasta 3 MET:stä lähes 6 MET:iin. Yksittäiset kuormitushuiput ylsivät tasolle 9 MET.

Aerobinen kestävyys korreloi fyysisistä ominaisuuksista ainoana subjektiiviseen kokonaiskuormituksen tunteeseen. Hyväkuntoisilla henkinen hyvinvointi jopa parani maasto-oloissa. Raja-arvoksi muodostui 53 ml/min/kg maksimaalisena hapenottoaerobisuuden eli 15,1 MET. Fysiologista stressiä heijastavan kortisolihormonin taso nousi subjektiivisen kokonaiskuormituksen lisääntyessä.

Toimenpide-ehdotukset

- Muodostetaan sotilaskoulutuksen tehtävien energieettinen kuormitustietopankki
- Kerätään sotilaskoulutuksen kuormittavuustietoja eri koulutusvaiheissa ja käytetään hyväksi uusia mittausteknologioita monitoroinnissa
- Suunnitellaan sotilaskoulutukseen tasoja, jotka optimoivat erikuntoisten tehokkaan, mutta turvallisen aerobisen kunnon kehittämisen. Jalkaväkitaistelijan tavoitetasona tulisi olla noin 15 MET:n maksimaalinen aerobinen suoritustaso
- Kiinnitetään edelleen huomiota nestevajauksen ehkäisyyn fyysisesti vaativissa harjoituksissa
- Jatketaan fyysisen uupumisen tutkimusta taistelua simuloivissa olosuhteissa
- Selvitetään uusia mittausmenetelmiä käyttäen energiavajeen merkitystä psyko-fyysisessä uupumisessa.

Tutkimuksesta on valmistunut seuraava raportti:

- Sotilastyön tehtäväkohtainen energiankulutus, eri tehtävien edellyttämä fyysinen minimisuorituskyky ja kuormituksen sekä kuormittumisen arviointi kenttäoloissa, 48 s.

3 VUODEN 2005 LOPPU- JA TUTKIMUSRAPORTIT

Alla on vuoden 2005 loppu- ja tutkimusraporttien luettelo. Tähdellä (*) on merkitty vuoden 2006 alussa saapuneet raportit.

3.1 Sähkötekniikka ja elektroniikka

- 661* Mikko Appelqvist, Timo Varpula: Taistelualusten sisätilojen suojavaikutus mikroaalto- ja radiotaajuista säteilyä vastaan. Loppuraportti, 2 s.
- 661* Mikko Appelqvist: Taistelualusten sisätilojen suojavaikutus mikroaalto- ja radiotaajuista säteilyä vastaan. Tutkimusraportti, 34+11 s. (luottamuksellinen).
- 663 Timo Bräysy, Heikki Karvonen, Jani Saloranta: UWB-tekniikalla toteutetun sulautetun sensoriverkon paikannusalgoritmit [UWB = Ultra Wide Band]. Loppuraportti, 7 s.
- 663 Timo Bräysy, Heikki Karvonen, Jani Saloranta: UWB-tekniikalla toteutetun sulautetun sensoriverkon paikannusalgoritmit. Tutkimusraportti, 40+6 s.
- 665 Kristiina Hytönen, Risto Mutanen: Pienitehoisten radioyhteyksien soveltaminen käytännössä. V. 2005 loppuraportti, 4 s.
- 665 Kristiina Hytönen, Risto Mutanen: Pienitehoisten radioyhteyksien soveltaminen käytännössä. Tutkimusraportti, 23+12 s.
- 676 Timo Varpula, Teuvo Sillanpää: Mikromekaanisen SOI-paineanturin soveltuvuus dynaamisen ja staattisen paineen havainnointiin merimiinasovelluksessa. Loppuraportti, 2 s. (luottamuksellinen).
- 676 Teuvo Sillanpää: Mikromekaanisen SOI-paineanturin soveltuvuus dynaamisen ja staattisen paineen havainnointiin merimiinasovelluksessa. Tutkimusraportti, 4+15+6 s. (luottamuksellinen).
- 681 Heikki Ailisto: Sensoriverkot maavoimien tiedustelussa ja valvonnassa. Loppuraportti, 4 s.
- 681 Tommi Parkkila, Markku Pietikäinen: Sensoriverkot maavoimien tiedustelussa ja valvonnassa. Tutkimusraportti, 75 s.
- 681 Heikki Ailisto: Vaikutelmia Defense & Security konferenssista, 2 s. Power Point esitys.
- 682 Arto Konttinen: Ajoneuvokaluston säteilevien radiotaajuushäiriöiden sieto. Loppuraportti, 3 s.
- 682 Janne Nyman, Jari Liukkonen, Arto Konttinen: Ajoneuvokaluston säteilevien radiotaajuushäiriöiden sieto. Tutkimusraportti, 12+21 s.
- 684 Arto Hujanen: Tutkaheijastuksen laskenta hybridimenetelmällä sekä suuren kappaleen sironnan vertailua. Loppuraportti, 1+2 s.
- 684 Ilari Hänninen, Arto Hujanen, Johan Sten, Pasi Ylä-Oijala, Jukka Sarvas: MoM-PO-hybridimenetelmä PEC-sirottajalle. Tutkimusraportti, 16 s.
- 691* Jussi Haapola, Zach Shelby, Martti Huttunen, Mikko Saarnivala, Ari Pouttu: Sensoriverkon mukautuvan protokolla arkkitehtuurin kehitys ja demonstrointi. Loppuraportti, 9 s.
- 691* Zach Shelby, Jussi Haapola: Routing and Transport Techniques for Military Sensor Networks. Literature Review Deliverable for SENDER. Tutkimusraportti, 34 s.
- 691* Zach Shelby, Jussi Haapola: Adaptive Protocol Stack for Sensor Networks, 12 s., Martti Huttunen, Zach Shelby: Adaptive Protocol Stack Implementation. Erillisraportti, 14 s.
- 691* Martti Huttunen, Zach Shelby, Mikko Saarnivala: Sender Demonstration Overview. Erillisraportti, 4 s.
- 691* Zach Shelby, Jussi Haapola, Martti Huttunen, Mikko Saarnivala: Sender Project Overview, 21 s. Power Point esitys.

3.2 Muut tekniset tieteet

- 629 Pekka Lintula: Lyijyn korvaavan luotimateriaalin kehittäminen. Loppuraportti, 12+1 s. (luottamuksellinen).
- 631 Jaakko Hoffren: Optinen diagnostiikka tuulitunnelikokeissa. Loppuraportti, 2+5 s.

- 631 Mikko Korhonen: PIV-mittauslaitteiston sovittaminen trisooniseen tuulitunneliin ja testi-mittaukset perästä tylpän kappaleen vanavedessä ylisoonisessa nopeudessa. Tutkimusraportti, 35 s.
- 637 Esko Mikkola: Räjähdevarastojen tulipalojen leviämisen arviointi. Loppuraportti, 2+1 s.
- 637 Johan Mangs, Simo Hostikka, Tuomas Paloposki, Esko Mikkola: Räjähdevarastojen tulipalojen leviämisen arviointi. Tutkimusraportti, 4+63+2 s.
- 637 Simo Hostikka, Johan Mangs: MASIFIRE – Map Based Simulation of Fires in Forest-Urban Interface. Reference and User's Guide for Version 1.0. Erillisraportti, 53+2 s. Myös MASIFIRE ohjelma.
- 653 Pekka Koskinen, Markku Juntunen: Miinantorjunta-aluksen shokinkestävyys III. V. 2005 loppuraportti, 5 s.
- 653 Juha Virtanen, Markku Juntunen: Dynamic Simulation of a Shock Test Barge Subjected to Underwater Explosions (UNDEX). Tutkimusraportti, 12 s.
- 658* Veli-Tapani Kuokkala, Elina Huttunen-Saarivirta, Jari Kokkonen, Paola Vivo: Uusien jään-sulatusaineiden vaikutus lentokonemateriaalien korroosioon. Loppuraportti, 4+2 s.
- 658* Veli-Tapani Kuokkala, Elina Huttunen-Saarivirta, Jari Kokkonen, Paola Vivo: Uusien jään-sulatusaineiden vaikutus lentokonemateriaalien korroosioon. Tutkimusraportti, 272 s.
- 688 Jari Ala-Ilomäki: Sääolojen vaikutus sulan turvemaan kulkukelpoisuuteen. Loppuraportti, 3 s.
- 688 Jari Ala-Ilomäki: Sääolojen vaikutus sulan turvemaan kulkukelpoisuuteen. Tutkimusraportti, 14 s.
- 689* Timo Kukkanen, Kai Happonen, Aune Liimatta: Simulation of drift motions and slow speed manoeuvring of ships in waves. Tutkimusraportti, 51 s. (luottamuksellinen)
- 689* Timo Kukkanen: Simulointimenetelmä laivan toimintakyvyn rajojen määrittämiseen merenkäynnissä. Loppuraportti, 3 s.

3.3 Luonnontieteet, matematiikka ja tietojenkäsittely

- 606 Kari Kurvinen, Petri Smolander, Roy Pöllänen, Satu Kuukankorpi, Jari Lyytinen, Markku Kettunen: Design of a radiation surveillance unit for an unmanned aerial vehicle. Erillisraportti, 10 s. (Journal of Environmental Radioactivity 81(2005) 1–10).
- 628 Ilkka Karanta: ÄMYKE – lueminut.txt. Erillisraportti, 2 s. (selitys/johdanto)
- 628 Ilkka Karanta: Arviointiprojektin nimi. Arviointidokumentti. Versio 0.1-1. Erillisraportti, 4 s. (ohje)
- 628 Ilkka Karanta: AHP-pohja.xls. Erillisraportti, 6 s. (Excel-pohja)
- 628 Ilkka Karanta: Qjm_mc_demo.xls. Erillisraportti, 25 s. (Excel-demo)
- 628 Ilkka Karanta: QJM_ohje.doc. Erillisraportti, 5 s. (ohje)
- 628 Ilkka Karanta: Optimaalisen yhdistelmähankinnan muodostaminen. Erillisraportti, 10 s. (muistio).
- 646 Jaakko Astola: Automaattinen alusten tunnistaminen niiden synnyttämän ääni- ja värinäninformaation perustella. Loppuraportti, 2+3 s.
- 646 Juha Tuomi, Juuso Penttilä: Automaattinen alusten tunnistaminen niiden synnyttämän ääni- ja värinäninformaation perustella. Tutkimusraportti, 13 s.
- 662 Osmo Anttalainen, Mika Räihä: Chempro 100-CWA ilmaisimen liittäminen UAV-lennokkiin. Loppuraportti, 18 s.
- 674 Kati Karjalainen, Juhani Eronen, Pasi Kemi, Jyrki Huhta, Juha Röning: Protos-MATINE. Väkiraportti 31.8.2005, 9 s.
- 674 Juhani Eronen, Marko Laakso: A Case for Protocol Dependency. Erillisraportti, 9 s.
- 674 Juha Röning, Kati Karjalainen, Juhani Eronen, Jyrki Huhta, Pasi Kemi: Tietoinfrastruktuurin haavoittuvuuden hallinta protokollariippuvuuksien näkökulmasta. Protos-MATINE Loppu/tutkimusraportti 31.12.2005, 13 s.
- 674 Kati Karjalainen, Juhani Eronen, Jyrki Huhta, Pasi Kemi, Juha Röning: MATINE -malli protokollariippuvuuksien kartoitukseen. Tutkimusraportti (Opas), 17 s.

- 674 Juha Röning, Kati Karjalainen, Jyrki Huhta, Juhani Eronen, Pasi Kemi: Protos-MATINE 2004, 23 s. (Projektin esittely)
- 674 Juha Röning, Kati Karjalainen, Tiina Havana, Juhani Eronen, Pasi Kemi: Protos-MATINE 2004 . Case H.323. Erillisraportti, 5 s.
- 674 Juha Röning, Kati Karjalainen, Tiina Havana, Juhani Eronen, Pasi Kemi: Protos-MATINE 2004 . Case MIME [Multipurpose Internet Mail Extension]. Erillisraportti, 6 s.
- 674 Juha Röning, Kati Karjalainen, Tiina Havana, Juhani Eronen, Pasi Kemi: Protos-MATINE 2004 . Case ATM [Asynchronous Transfer Mode]. Erillisraportti, 8 s.
- 674 Juha Röning, Kati Karjalainen, Tiina Havana, Juhani Eronen, Pasi Kemi: Protos-MATINE 2004 . Case Multicast. Erillisraportti, 2 s.
- 674 Juha Röning, Kati Karjalainen, Tiina Havana, Juhani Eronen, Pasi Kemi: Protos-MATINE 2004 . Case ISAKMP [Internet Security Association and Key Management Protocol]. Erillisraportti, 6 s.
- 679* Timo Tokola, Ilkka Korpela, Kaj Andersson: Automaattinen puuston kartoitus ja mittaus ilmasta käsin – Kolmiulotteinen kuvatulkinna lentotiedustelun lennökkikuvilla. Tutkimusraportti, 17+17+2 s. Liite I: Kaj Andersson (VTT): Ilmakuvien geometrinen hallinta. 30.12. 2005, 17 s., II: Petteri Packalen (JoY): Videokuvien käsittely superresoluutiomenetelmällä, 2 s.
- 683 Jukka Sarvas, Seppo Järvenpää: Laivan pyörrevirtaherätteen laskeminen. Tutkimusraportti, 17+1 s.
- 687* Seppo Linnainmaa: TakO-projekti. Loppuraportti. Loppuraportti, 2+1 s.
- 687* Ilkka Karanta: Taistelun makrotason mallituksen menetelmät. Tutkimusraportti, 29 s. Lanchester models liitteenä (Excel-tiedostona).

3.4 Lääketiede ja biologia

- 491 Vesa Lund: Autonomic regulation of the heart and circulation during hyperbaric oxygen treatment. Tutkimusraportti, 70+33 s. Väitöskirja: Turun yliopiston julkaisuja D:617.
- 523 Sari Salminen: Femoral Shaft Fractures in Adults: Epidemiology, Fracture Patterns, Non-unions and Fatigue Fractures, 145+34 s. Tutkimusraportti, väitöskirja 29.6.05.
- 523 Sari T Salminen, Harri K Pihlajamäki, Veikko J Avikainen, Ole M Böstman: Population Based Epidemiologic and Morphologic Study of Femoral Shaft Fractures. Erillisraportti, 9 s. Julkaistu *Clinical Orthopaedics and Related Research* (2000)372:241–249 (väitöskirjan liite I)
- 523 Sari T Salminen, Harri K Pihlajamäki, Veikko J Avikainen, Antti Kyrö, Ole Böstman: Specific Features Associated with Femoral Shaft Fractures Caused by Low Energy Trauma. Erillisraportti, 6 s. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Clinical Care* 43(1997)1:117–122 (väitöskirjan liite II).
- 587 Ari Hörman: Assessment of the microbial safety of the drinking water produced from surface water under field conditions. Tutkimusraportti, 68 s. Väitöskirja.
- 595 Matti J Kiuru, Maria Niva, Anssi Reponen, Harri Pihlajamäki: Bone Stress Injuries in Asymptomatic Recruits. Erillisraportti, 5 s.
- 595* Maria Niva: Fatigue bone stress injuries of the lower extremities in Finnish conscripts. Tutkimusraportti, 82+36 s. Väitöskirja.
- 595* Maria Niva, Matti J Kiuru, Riina Haataja, Harri Pihlajamäki: Bone Stress Injuries Causing Exercise Induced Knee Pain. Erillisraportti, 6 s. (*The American Journal of Sports Medicine* 34(2006)X).
- 595* Maria Niva, Matti J Kiuru, Riina Haataja, Harri Pihlajamäki: Fatigue injuries of the femur. Erillisraportti, 6 s. (*The Journal of Bone and Joint Surgery* 87 B(2006)10:1385 90)
- 595* Maria Niva, Markus J Sormaala, Matti J Kiuru, Riina Haataja, Juhani A Ahovuo, Harri K Pihlajamäki: Bone Stress Injuries of the Ankle and Foot, an MRI Study [The Research Institute of Military Medicine, Finland]. Erillisraportti, 19 s.
- 632 Ville M Mattila, Ilkka Mäkitie, Harri Pihlajamäki: Trends in hospitalization for firearm-related injury in Finland in 1990–2003, 24 s. Erillisraportti (käsikirjoitus).

3.5 Terveys- ja käyttäytymistieteet

- 630 Lauri Oksama: Usean kohteen seuraaminen visuaalisessa ympäristössä. V. 2004 loppuraportti, 2+2 s.
- 669* Marja Leena Haavisto, Juhani Lehto: Hävittäjälentäjien valinnassa käytettävällä kognitiivisella testipatterilla mitatut ominaisuudet ja menetelmien toimivuus. Tutkimusraportti, 2+24+3 s.
- 672 Sotilastyön tehtäväkohtainen energiankulutus, eri tehtävien edellyttämä fyysinen minimisuorituskyky ja kuormituksen sekä kuormittumisen arviointi kenttäoloissa. Tutkimusraportti, 48 s.

3.6 Hallinto- ja taloustieteet

- 673 Petri Suomala, Anni Lindholm, Erkki Uusi-Rauva: Puolustusmateriaalin elinkaarikustannusten laskenta. Tutkimusraportti, 45+7 s. (viranomaiskäyttö).
- 673 Petri Suomala, Anni Lindholm, Erkki Uusi-Rauva: Puolustusmateriaalin elinkaarikustannusten laskenta: Puolustusmateriaali kustannusanalyysin kohteena. Tutkimusraportin julkinen versio (luonnos), 5+40+6 s.
- 673 Petri Suomala, Anni Lindholm, Erkki Uusi-Rauva: Tuotteen elinkaarikustannusten laskenta: Puolustusmateriaali kustannusanalyysin kohteena. Tutkimusraportti, 4+40+6 s. Painettu versio.

Maanpuolustuksen tieteellinen neuvottelukunta (MATINE)

PL 919
00131 Helsinki

www.mil.fi/matine