



Puolustusvoimien tutkimuslaitos **VUOSIKIRJA 2016**



PUOLUSTUSVOIMIEN TUTKIMUSLAITOKSEN VUOSIKIRJA 2016

Päätoimittaja: Olli Klemola
Toimittaja: Merja Nousiainen



PUOLUSTUSVOIMIEN TUTKIMUSLAITOS
YLÖJÄRVI 2016

Taitto ja kuvankäsittely: Antti Palosaari

Kannen layout: Antti Palosaari
Kannen kuvat:
Tapio Heininen
Marja-Leena Karisaari
Marita Lehtonen
Sari Uusipaavalniemi
Puolustusvoimat/Tuomas Horila

ISBN 978-951-25-2761-8 (nid.)
ISBN 9978-951-25-2762-5 (pdf)
ISSN 2342-8368

Puolustusvoimien tutkimuslaitos

Juvenes Print
Tampere 2016

Sisällys

Kunnollisen T&K-toiminnan puute maksettiin verellä	4
Asiakas on kuningas – myös tutkimustoiminnassa	7
Doktriiniosasto	
Hybridi ajatteluttaa – se on siis olemassa	10
Sotilaallinen huoltovarmuus – omavaraisuudesta yhteistoimintaan ja keskinäisriippuvuuteen	13
Kriittisen infrastruktuurin kehittyminen	17
Sotapelaaminen puolustusvoimien kehittämisessä	20
Vaikuttamisen ja liikkeen optimointi	23
Räjähde- ja suojelutekniikkaosasto	
Vaaralliset sähköpurkaukset uhkana materiaalin käsittelyssä	28
Polttopanoksen kehitystyö	29
CBRN-uhkakuvasta	30
Vetyperoksidilla myrkkyjä vastaan	34
Hukkakeron massaräjätysten ympäristövaikutuksista	36
Informaatiotekniikkaosasto	
Sotavarustetutkimuksen monet vaikutukset	40
Yhdessä enemmän – johtamisjärjestelmät kansainvälisessä testissä	42
Maaston huomioiva tykistön vaikuttavuusmalli EETU	44
Asetekniikkaosasto	
Sotilaan varustuksen kehittäminen	48
Raskaan panssaroinnin tutkimus	50
Häivetekniikan tutkimus tukee KEVA2010-tutkaprojektia	52
Mittauspalvelut – joustava ja vahva tutkimuksen tuki	55
Perinteinen kenttämittaus – ampumatarvikkeen kuljetustärinät	57
Toimintakykyosasto	
Erikoisjoukkojen psykologinen soveltuvuudenarvointi	60
Kyselytutkimukset Puolustusvoimissa tapahtuvan muutoksen mittareina	62
Ihminen tulevaisuuden teknistyvässä toimintaympäristössä	64
Tutkimussuunnitteluyksikkö	
Tutkimussuunnitteluyksikkö asiakkaiden ja tutkijoiden tukena	68
Esikunta	
Seuraajasuunnittelu Puolustusvoimien tutkimuslaitoksessa	71
Perustutkijan palsta	74

Kunnollisen T&K-toiminnan puute maksettiin verellä

Tutkimus- ja kehitystoiminnan (T&K-toiminta) onnistuminen tai epäonnistuminen testataan onneksi harvoin käytännössä, sillä testipenkkinä on yleensä sota. Hyvän tutkimus- ja kehittämistoiminnan tulisi osoittaa päättäjille ainakin se,

- millaiseen sotaan tulisi varautua
- miten vastustaja taistelee ja miten itse kannattaisi taistella
- millaisella sotavarustuksella ne pitäisi varustaa
- millaisia sotilaita tulisi valita ja miten ne pitäisi kouluttaa.

Ei ole siis mikään sattuma, että nykyisessä Puolustusvoimien tutkimuslaitoksessa yhdistyvät kyvyt tehdä juuri edellä mainittua tutkimusta, tosin yhdessä puolustushaarojen, Maanpuolustuskorkeakoulun ja logistiikan tutkimusyksiköiden sekä monien muiden yhteistyökumppaneiden kanssa.

Talvisodan ihme eli huonosti varustettujen suomalaisten sankarillinen taistelu neuvostojoukkojen torjumiseksi vuosina 1939–1940 oli mahdollinen puolustusvoimien määrätietoisuuden kehittämisen ansiosta, mutta samalla tehtiin läjä virheitä, jotka olisi voitu välttää asianmukaisella T&K-toiminnalla. Niistä kannattaa oppia. Tässä kirjoituksessa tarkastelen muutamien otosten valossa sitä, miten T&K-toiminta onnistui ennen talvisotaa.



Kuva 1. Puutteet talvisodassa olivat osaksi vähäisten määrärahojen ja osaksi väärin hankintojen syytä. (SA-kuva)

Suomen puolustus oli vuonna 1918 varsin lohduttomassa kunnossa. Vaikka hallituksen joukot olivat saaneet sotakokemusta, henkisesti maa oli sisällissodan jakama. Puolustusvoimien sotavarustus koostui hieman yksinkertaistaen 100 000 kivääristä, 100 käyttökelpoisesta kenttätykistä, muutamasta huonosta laivasta ja parista lentokoneesta. Hyvä puoli oli se, että koko päällystö oli käytännössä sotakokemuksen omaavia miehiä I maailmansodan eri rintamilta.

Puolustusvoimien varustaminen näytti varmasti giganttilta urakalta. Asiaa yksinkertaisti se, että ainoa vakavasti otettava vastustaja olisi Neuvosto-Venäjä ja tilanne oli vaarallinen. Rahaa oli kuitenkin niukasti käytössä, joten se olisi pitänyt suunnata mahdollisimman hyvin.

Me suomalaiset hellimme ajatusta malli Cajanderista eli siviilivaatteissa olevasta joukosta, joka kuitenkin pysäytti ja tuhosi neuvostoarmeijan divisioonat 105 päivää kestäneessä taistelussa. Vähemmän on pohdittu sitä, oliko vähät rahat käytetty siten, että niistä saatiin paras hyöty.

T&K-tutkimuksen tulisi näyttää tietä myös turvallisuuspoliittisiin ratkaisuihin. Vaikka puolustusvoimien piirissä ei ollut harhaluuloja Neuvostoliiton ”rauhanpolitiikasta”, poliitikkojen keskuudessa vallitsi luottamus YK:n edeltäjän Kansainliiton kykyyn estää sotia. Lisäksi kansan ja poliitikkojen keskuudessa katsottiin sodat niin tuhoisiksi, että kukaan ei voisi enää viedä sivistysmaata taistelukentälle. Nämä toiveajattelut vaikeuttivat myös turvallisuuspoliittisia ratkaisuja. Kun sitten 1930-luvulla alettiin yleisemmin ymmärtää Neuvostoliiton voima ja aiheet, liittoutuminen oli vaikeaa mm. venäläisten painostuksen vuoksi. 1930-luvun lopussa Suomi yritti vielä liittoutua Ruotsin kanssa, ja vaikka sotilaallinen yhteistyö oli tiivistä, Ruotsi ei ratkaisevalla hetkellä halunnut sitoutua yhteisrintamaan Suomen kanssa. Lyhyesti sanottuna poliittiselta ja sotilaalliselta johdolta puuttui yhtenäinen luotettava tilannekuva, joka olisi mahdollistanut oikea-aikaisen sotilaallisen liittoutumisen. Suomi jäi yksin.

Miten sitten asevoimien kehittäminen onnistui? Ennen II maailmansotaa puolustusvoimien kehittämistä ohjasivat erityisesti

- sotakokemukset
- tekniikan kehitys
- tarve kehittää omaa puolustusteollisuutta
- asevoimien kehittämisen kansainväliset trendit.

Edellä mainittuja kansainvälisiä trendejä oli tuona aikana

- hyökkäyksellisyyden ja liikesodan käynnin korostaminen
- kauaskantoinen tulenkäyttö vastustajan ydinalueille
- tulivoimaisten ja suurten sotalaivojen korostaminen.

Näin jälkikäteen asiaa arvioiden talvisodan vaikeasta tilanteesta ei voi syyttää yksin politiikkoja, sillä puolustusvoimien piirissä oli tehty vakavia virhearvioita. Ensinnäkin meidän joukkomme koulutettiin hyökkäystaisteluun, sillä I maailmansodan kokemusten perusteella oletettiin puolustuksen johtavan lopulta häviöön. Tämä johti puolustustaistelun puutteelliseen osaamiseen talvisodassa. Suomalaisten taktiikkana oli vanhakantainen etulinjan tiukka pitäminen, vaikka joustava ja syvä puolustustaistelu olisi toiminut paljon paremmin. Joukkojen koulutuksen painopiste oli siis virheelinen.



Kuva 2. Suomalaiset joukot koulutettiin hyökkäykseen hyvin, mutta puolustusharjoittelu laiminlyötiin. (SA-kuva)

Sotavarustehankinnat olivat myös vain osin onnistuneita. Kansainvälisen trendin mukaisesti vähät rahat laitettiin terävän kärjen varustamiseen, mm. yhden panssaripataljoonan hankkimiseen. Nämä tankit tekivät vain yhden vastahyökkäyksen koko talvisodassa, jossa lähes kaikki taisteluun päässeet suomalaiset tankit tuhottiin hetkessä. Samalla kenttäarmeijan panssarintorjunta oli aivan kurjalla tolalla, sillä 1 000 miehen pataljoonalla oli yleensä vain kaksi panssarintorjunta-asetta. Oli siis hankittu kalliita tankkeja, jotka sitten tuhoutuivat hetkessä, ja samalla laiminlyöty panssarintorjunnan riittävä kehittäminen. Kuten neuvostoliittolaiset totesivat tunnetusti II maailmansodan aikana, puolustus on panssarintorjuntaa.

Venäläisten tankkien uhka oli kyllä tiedostettu, ja Suomessa oli kehitteillä 1930-luvun lopussa maailman paras lähipanssarintorjunta-ase, 20 mm puoliautomaattinen panssarintorjuntakivääri. Kehitystyö oli kuitenkin niin vaativaa, kun parasta piti saada, että ase ei ehtinyt talvisotaan. Jatkosodassa sillä taas ei tehnyt enää mitään, kun vaunujen panssari oli paksuuntunut. T&K-toiminnassa oli yritetty tehdä liian hyvää tuotetta, joka sitten valmistui liian myöhään.

Meripuolustuksessa pyrittiin kansainvälisen trendin mukaisesti suuriin, tulivoimaisiin ja avomerikelpoisiin aluksiin. Yleisen kansallisen innostuksen hengessä rakennettiin mm. kaksi muhkeaa panssarilaivaa, joiden käyttöarvo jäi niin talvisodassa kuin jatkosodassakin vähäiseksi. Ahdas merialue, ilmavoimien kehittyminen ja kiivas miinoittaminen sekä tietysti ankara talvi tekivät tästä suuresta investoinnista kovin vähämerkityksisen. Olisiko rahat kannattanut käyttää halpoihin miinanlaskijoihin sekä tulivoimaisiin ja nopeisiin torpedoneisiin? Sotalaivaston kehittäminen paljastaa toisen heikkouden eli puolustusvoimien epätasaisen kehittämisen vaaran. Koska rahat oli suunnattu 1930-luvulla paljolti laivaston kehittämiseen, johtamisjärjestelmän kehittämiseen ei ollut rahoja. Talvisodan syttyessä radioita oli säällittävät yksi kappale aina 5 000 miestä kohden. Näin ollen joukkoja ei kyetty johtamaan kuin vetämällä puhelinkaapeleita uudelleen ja uudelleen venäläisten murhaavassa tykkituloissa. Nimenomaan T&K-toiminnan tulisi mallintaa ja kokeiluharjoituksissa todentaa puolustusjärjestelmän kokonaisuuden toimivuus.



Kuva 3. Meripuolustuksessa painotettiin isoja taistelualuksia, joiden käyttöarvo jäi vähäiseksi. (SA-kuva)



Kuva 4. 20 mm panssarintorjuntakivääri olisi ollut maailman paras lähitorjuntaväline, mutta tuli liian myöhään. (SA-kuva)



Kuva 5. Hävittäjäkalusto jäi liian vähäiseksi, koska pommikoneet veivät paljon rahoitusta. (SA-kuva)



Kuva 6. Suomi-konepistooli ja tykistön vallankumoukselliset ampumamenetelmät olivat T&K-toiminnan tärkeimpiä saavutuksia. (SA-kuva)

Ilmapuolustuksessa vallitsi koulukuntakamppailu hävittäjäpuolueen ja pommittajapuolueen välillä. Pommittajilla arvioitiin saavutettavan kauaskantoista tulivaikutusta, joka lamauttaisi vastustajan syvällä olevia kohteita, kuten rautateitä ja lentokenttiä. Myös kansainvälinen teoreettinen suuntaus korosti pommittajien merkitystä, joita sitten hankittiinkin meidän oloissa melko paljon. Todellisuudessa suomalaisten pommittajien merkitys jäi varsin vähäiseksi, sillä ne eivät kyenneet tunkeutumaan vastustajan syvyyteen ilman suuria tappioita ja lisäksi niiden vähäinen pommikuorma teki liian vähän tuhoa. Sitä vastoin hävittäjätoiminta oli erittäin menestyksellistä, mutta hävittäjien määrä oli niin vähäinen, että omia rintamajoukkoja ei kyetty kunnolla suojaamaan. T&K-toiminnalla olisi voitu arvioida tekniikan kehitystä, soptapelata tilanne etukäteen ja suunnata sitten varat paremmin, tässä tapauksessa hävittäjien hankintaan.

Paljon tehtiin myös oikein. Talvisodan torjuntavoittoon vaikutti muutama väline aivan ratkaisevasti. Nämä välineet olivat yksinkertaisia, halpoja ja meille kehitettyjä: teltta ja kamina mahdollistivat liikuntataistelun ankarassa säässä. Monta kertaa venäläiset sotilaat olivat niin kylmissään, että he eivät kyenneet edes nostamaan kivääriään tähtäysasentoon. Sukset ja ahkio mahdollistivat suomalaisille venäläisten sivustoihin tehdyt iskut ja vaikuttivat näin ratkaisevasti suurten neuvostojoukkojen tuhoutumiseen Laatokan rintamalla. Umpihan- gessa kahlaavat venäläiset olivat puutteellisestikin aseistetuille suomalaisille helppoja maaleja.

Tulivoiman kannalta kaksi oman T&K-tuotetta oli erityisen tärkeitä: ensinnäkin Suomi-konepistooli, jolla ratkaistiin monet vastaiskut omaksi voitoksi, ja toiseksi kenraali Nenson kehittämät tykistön tulen keskittämisen mahdollistavat ampumamenetelmät, joilla vastustajan massat pysäytettiin kerran toisensa jälkeen. Ehkä kuitenkin kaikkein tärkein eli ihminen jäi käsittelemättä. Siinä poliitikot olivat onnistuneet. Sisällissodan repimästä eripuraisesta maasta oli 20 vuodessa kasvanut yhtenäinen kansakunta, joka oli vakuuttunut siitä, että Suomea kannatti puolustaa.

Kirjoittaja:

Eversti, sotatieteiden tohtori Kaarle Lagerstam toimii Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen johtajana.

Asiakas on kuningas – myös tutkimustoiminnassa

Vanhan tarinan mukaan ranskalainen, amerikkalainen ja suomalainen näkivät norsun. Ranskalainen mielti mielessään: ”Mitähän ruokaa tuosta voisi laittaa?” Amerikkalainen tuumasi: ”Mitenköhän tuolla voisi tehdä rahaa?” Suomalainen puolestaan fundeerasi: ”Mitähän tuokin minusta ajattelee?”

Tarinassa vitsaillaan tietenkin suomalaisten heikolle itsetunnon, mutta samaan hengenvetoon tarinaa voisi pitää myös esimerkkinä bisnessiimin työnjaosta: tarvitaan liikeidea (ranskalaisen miete), idean toteutus ja tuloksen teko (amerikkalaisen miete) sekä palaute toiminnasta (suomalaisen miete). Tällä löyhähköllä aasinsillalla (vai olisiko tässä tapauksessa norsunsilta parempi termi) voidaan helposti päästä tutkimuksen maailmaan. Tuoreehkossa Puolustusvoimien T&K-normissa kuvataan tutkimuksen elinjaksovaiheet, joita on kaikkiaan neljä kappaletta: T&K-tarpeiden tunnistaminen ja tehtävien ideointi, T&K-tehtävien suunnittelu, T&K-tehtävien toteutus ja tulosten raportointi sekä T&K-tehtävien tulosten arviointi ja hyödyntäminen.

Tutkimustoiminnan systemaattinen jaottelu elinjaksovaiheisiin on merkittävä parannus aiempaan käytäntöön, jossa tutkimusta ei välttämättä osattu kytkeä tiukasti puolustusjärjestelmän suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöön (eli Puolustusvoimien pääprosesseihin). Nykyjärjestelmässä tämä kytkös on saatu aikaan viimeistään puolustusvoimaudistuksen myötä. Tutkimustoiminnalla tuotetaan mm. tietopohja puolustusjärjestelmän konseptivaihtoehtoihin, luodaan perustiedot tavoitetilatarkesteeluihin ja tuetaan kehittämisohjelmien hankkeita sekä jo hankittujen suorituskykyjen ylläpitoa ja käyttöä. Olennaista koko ketjun toimivuudessa on se, että asiakas sitoutuu vahvasti tutkimuksen ohjaamiseen ja tavoiteteisteluun.

Puolustusvoimien tutkimuslaitoksessa asiakasnäkökulman korostuminen näkyy sekä organisaatiossa että toimintamalleissa. Tutkimussuunnitteluyksikössä työskentelee neljä päätoimista asiakkuuspäällikköä, joiden tehtävänä on asiakasyhteydenpito puolustushaaroihin ja Pääesikuntaan sekä sen alaisiin laitoksiin. Asiakasyhteydenpitoon sisältyy olennaisena osana ymmärrys asiakkaan suorituskyvyn kehittämislinjauksista sekä niihin liittyvistä keskeisimmistä tutkimus-

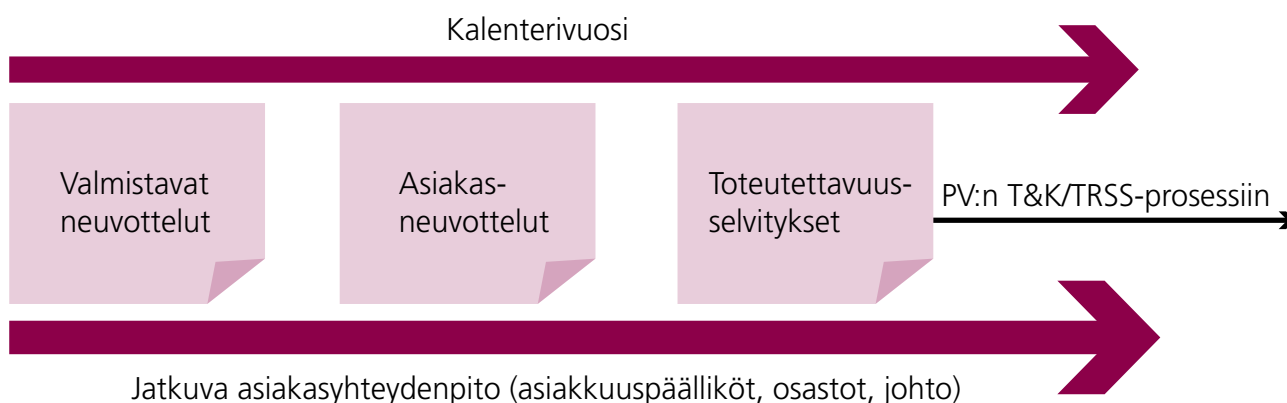
ongelmista. Koska laitos on tätä kirjoitettaessa vasta toisen toimintavuotensa loppupuolella, ei tietoisuus asiakkuuspäälliköiden roolista ole vielä täysin ehtinyt vakiintua asiakaskentässämme. On ymmärrettävää, että uuden toimijan roolin vakiintumisessa menee oma aikansa – kenties 4–5 vuotta.

Luonnollisestikaan asiakasyhteydenpito ei voi eikä saa olla pelkästään asiakkuuspäälliköiden varassa. Laitoksemme pitää yhteyttä asiakkaisiimme kaikilla tasoilla: esimerkiksi tutkijat, tutkimusalojohtajat, johtavat tutkijat, osastopäälliköt ja johto käyvät kukin omien sidosryhmiensä kanssa jatkuvaa vuoropuhelua päivittäin, viikoittain – kukin tavallaan ja tarpeen sanelemana. Vuotuisessa suunnittelusykliässä tämä asiakasyhteydenpito kulminoituu loppusyksystä järjestettävään asiakasneuvotteluun, jossa luodaan katsaus päätyneisiin tutkimuksiin, käsitellään tarvittaessa tuotannossa olevien ja suunnittelussa olevien, seuraavana vuonna alkavien tutkimusten asioita – pääpaino on kuitenkin uusien tutkimusten yhteisessä ideoinnissa.

Tässä artikkelissa jo vakiintunutta norsunsiltaa käyttäen päästään tutkimuksen yhteiseen ideointiin. On perusteltua kysyä tässä vaiheessa, miksi ihmeessä tutkimuslaitos haluaa ideoida valtakunnalliseen tutkimussuunnitteluprosessiin vietäviä tutkimusprojekteja yhdessä asiakkaidensa kanssa. Liekö kyse jostain besserwisser-tyyppisestä päämääröinnistä, jossa asiakasta ei oikeasti kuunnella? Huoli pois – kyse on nimenomaan asiakkaalle tarjottavasta tuesta, jossa laitos tarjoaa asiantuntemuksensa asiakkaidensa käyttöön tutkimusongelmia mietittäessä. Onhan laitokselle kertynyt melkoinen tietotaito ja näkemys useiden asiakkaille aiemmin toteutettujen projektien pohjalta. Lisäksi laitoksella on tietoa ja näkemystä tieteen ja teknologian kehityksestä ja mahdollisuuksista, jotka voisivat olla hyödynnettävissä, kun mietitään sotilaallisen suorituskyvyn kehittämiseen liittyviä tutkimusongelmia. On myös muistettava, että puolustusvoimaudistuksen hengessä tutkimuslaitos pystyy tarjoamaan yhdeltä luukulta sotataidon, ihmistieteiden ja teknologian muodostaman kokonaisuuden, jolloin tutkimusongelmien ratkaisuvastuu saadaan huomattavasti aiempaa moniulotteisemmaksi ja kattavamaksi. Toki on pidettävä mielessä, että asiakas on aina kingi – uskon kuitenkin vakaasti siihen, että yhteisellä ideoinnilla on potentiaalia tuottaa monialaisia ja asiakkaan kannalta keskeisimpiin haasteisiin liittyviä tutkimuskysymyksiä.

Kuva 1. Tutkimuksen elinjaksovaiheistus.





Kuva 2. Yhteisen T&K-ideoinnin periaate.
(Grafiikka: Antti Palosaari)

Kuvassa 2 on hahmoteltu yhteisen ideoinnin periaatetta. Asiakkuuspäälliköt ja tutkimuslaitoksen osastot keräävät kalenterivuoden aikana jatkuvasti tietoa asiakkaiden tarpeista; toisaalta laitoksen sisällä voidaan hahmotella uusia tutkimusideoita asiakasyhteydenpidon pohjalta. Asiakkaan kanssa voidaan järjestää ns. valmistavia neuvotteluita, joissa nimensä mukaisesti valmistellaan tulevaa varsinaista asiakasneuvottelua. On huomattava, että uudet tutkimusideat koskevat kuluva kalenterivuotta kaksi vuotta myöhemmin alkavia tutkimuksia – siis esimerkiksi v. 2016 asiakasneuvotteluissa käsitellään v. 2018 alkavia tutkimusprojekteja. Asiakasneuvotteluissa sovitaan keskeisimmistä tutkimuskokonaisuuksista, joista tutkimuslaitos laatii lyhyen toteutettavuus selvityksen kalenterivuoden loppuun mennessä. Näissä selvityksissä tuodaan esille tutkimuksen alustavat resurssitarpeet (henkilötyövuodet ja rahoitus) sekä mahdolliset reunaehdot. Näin asiakas pystyy tarvittaessa varaamaan tutkimuksen toteutukseen tarvittavat resurssit Puolustusvoimien talouden ja resurssien suunnittelun ja seurannan (TRSS) prosessin mukaisessa aikataulussa.

Ideoinnin jälkeiset kaksi tutkimuksen elinjakovaihetta, suunnittelu ja toteutus, pohjautuvat laitoksen sisäisiin prosesseihin, joissa asiakkaalla on luonnollisesti tärkeä rooli. Tutkimusta ei tule jättää tuuliajolle ilman asiakasohjausta – tutkimukselle määrätty projektipäällikkö ja asiakkaan määräämä yhteyshenkilö ovat tässä asiassa ensisijaisesti vastuussa.

Viimeinen elinjakovaihe – tulosten arviointi ja hyödyntäminen – pohjautuu paljolti asiakkaan omaan aktiivisuuteen. Olisi suotavaa, että tutkimustulosten hyödyntäminen tai hyödyntämättä jättäminen perustuisi tietoiseen valintaan ja systemaattiseen päätöksentekoprosessiin. Jos tuloksia ei osata tai haluta hyödyntää, tulisi asiaa osata tarkastella myös kustannustehokkuuden näkökulmasta: yhden tutkimushenkilötyövuoden laskennallinen omakustannusarviohinta voi olla yli 100 000 euron luokkaa.

Kuten tämän jutun alussa mainittu norsua ihmettelevä suomalainen on tutkimuslaitoskin utelias tietämään, mitä asiakkaat meistä ajattelevat. Asiakkaalla on mahdollisuus arvioida kunkin tutkimuksen onnistumista ja hyödyllisyyttä projekti kohtaisesti loppuarvioinnissa. Lisäksi lähetämme yleisemmän asiakaskyselyn edellisestä toimintavuodesta valikoiduille henkilöille vuodenvaihteen jälkeen. Olisi toivottavaa, että kiireistä huolimatta näihin kyselyihin jaksettaisiin vastata, sillä kaikenlainen palaute on meille arvokasta. Hyvä palaute kertoo oikeasta suunnasta; huonon palautteen nojalla reivaamme kurssiamme vastaavasti oikeaan suuntaan. Mieli piteillänne on merkitystä!

Kirjoittaja:

Insinöörierverti Olli Klemola toimii Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen tutkimusjohtajana.

Doktriiniosasto

Hybridi ajatteluttaa – se on siis olemassa

Hybridisodankäynnin ympärillä vellovaa keskustelua, jossa käsitteet hybridi-, kyber-, informaatio- ja sodankäynti menevät usein iloisesti sekaisin, voidaan kuvailla jopa hypetykseksi. Tällaiseen näkökulmaan päätyneet ajattelijat niin Suomessa kuin ulkomaillaakin jakelevat sarkastisia huomioita, kuten ”ei-sotilaalliset keinot ovat aina kuuluneet osaksi sodankäyntiä”. Heidän mielestään ilmiön ympärillä käyvä kuhina johtuu sodankäynnin peruseräiteiden huonosta tuntemisesta ja historiattomuudesta.

Tieteellisten käsitteiden tiukka puolustaminen voi olla hyve, mutta onko se paras lähtökohta tilanteessa, jossa länsimaat ovat selvästikin yllättyneinä kohdanneet sotilaallisen konfliktin mahdollisuuden omalla kotialueellaan? Toinen vaihtoehto on ottaa lusikkahaarukka kauniiseen käteen, käyttää ”hybridiä” kehittyvänä työkaluna ja lapioida hybridipuuroa yhdessä kumppaneiden kanssa. Tässä artikkelissa kuvataan eräitä käynnissä olevia hybridi-ilmiötä käsitteleviä monikan-sallisia tutkimusprojekteja. Lopuksi läntistä tutkimusta peila-taan venäläiseen kirjoitteluun ja pohditaan, kuinka Suomen tulisi asemoitua hybridi-ilmiöön.

Hybriditutkimus risteytyy lännessä

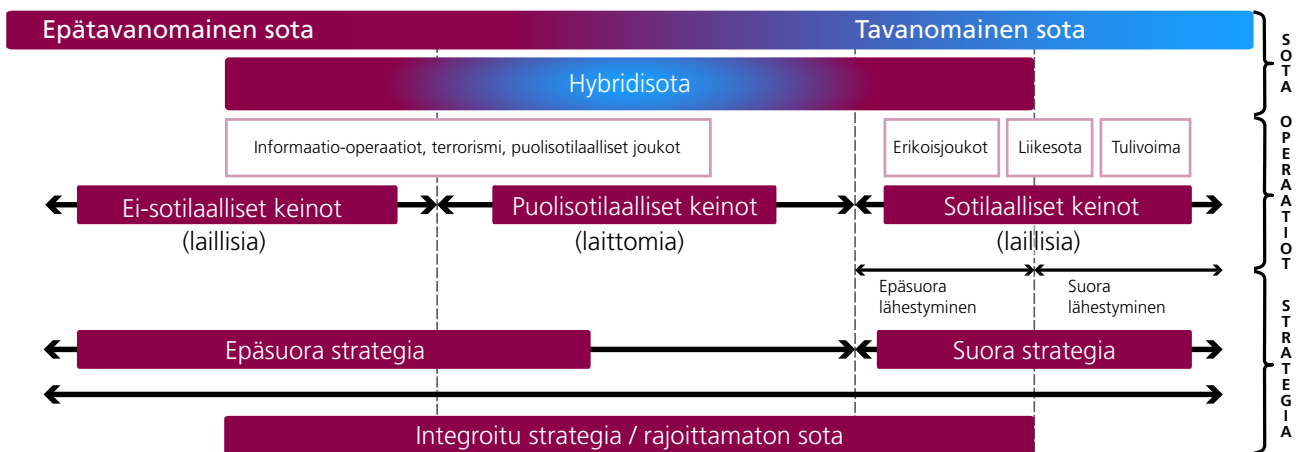
Multinational Capability Development -kampanjaan (MCDC) kuuluvan Countering Hybrid Warfare -osaprojektin tarkoituksena on lisätä ymmärrystä hybridisodankäynnistä ja -uhkista kansainvälisen ja kansallisen strategisen suunnittelun ja suorituskykyjen kehittämisen tukemiseksi. Osaprojektin johtomaa on Norja, ja sen työhön osallistuvat Suomen lisäksi Tanska, Puola, Itävalta, Sveitsi, Iso-Britannia ja EU (EDA). Tavoitteena on ensivaiheessa kokonaisvaltaisen ja kattavan analyttisen viitekehyksen kehittäminen hybridisodankäynnin, sen osatekijöiden ja keskeisten seurannaisvaikutusten sekä tarvittavan vasteen tunnistamiseksi. MCDC:n erikoisuutena on sen kokonaisvaltaisen lähestymistapa, koska sitä ei rajoita minkään organisaation vallitseva politiikka tai keinovalikoima. Teeman ajankohtaisuudesta johtuva poliittinen herkkyyks näkyy toki sen käsitteilyssä tälläkin foorumilla. Doktriiniosasto vastaa Suomen osallistumisesta Hybridivas-te-osaprojektiin.

European Defence Agency (EDA) valmistelee vuonna 2016 tapahtuvaa analyysiä hybridiuhkan merkityksestä. Analyysiä varten järjestetään useita sotapelin kaltaisia tarkasteluita eri

tasoilla. EU:n sotilas- ja siviilitoimijoiden herkkä rajapinta on näkynyt valmisteluissa, mutta Pariisin terrorismi-isku maaliskuussa 2015 tuonee uutta emergenssiä skenaarioiden valmisteluun ja osallistujakunnan kokonaisvaltaisuuteen. Tulokset informoivat EU:n ja erityisesti EDA:n strategioiden päivityksiä. MCDC:n tuottamaa materiaalia hyödynnetään EDA:n sotapelien ja analyysien valmistelussa. Doktriiniosasto toimii tässä projektissa Pääesikuntaa tukevana asiantuntijana. Naton Science & Technology Organization (STO) System Analysis & Studies (SAS) -työryhmässä on käynnissä ja valmistelussa useita hybridisodankäyntiin liittyviä tutkimuksia. Suomi osallistuu valitsemiinsa tutkimuksiin ja saa niiden kautta käyttöönsä meille tärkeää uutta tietoa. Tutkimusten viitekehyksenä on luonnollisesti liittouman käsitteistö, tehtävät ja doktriinit. Naton laajuus näkyy erilaisina painotuksina: välimerelliset maat painottavat ei-valtiollisten toimijoiden (Daesh) hybridiuhkaa ja itäiset maat vastaavasti valtiollisen toimijan (Venäjä) merkitystä. Lähestyvä kesän 2016 huip-pukokous näkyy tutkimusten kireissä aikatauluissa. Doktriiniosasto edustaa Suomea hybriditutkimusten asiantun-tijaryhmissä.

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimusmäärärahoista rahoitet-tavalla Russian Hybrid Threats -hankkeella pyritään syksyyn 2016 mennessä vastaamaan Venäjän hybridisodankäynnin tuomiin haasteisiin ja uhkakuviin. Helsingin yliopiston Aleksanteri-instituutin ohjaamassa hankkeessa tuotetaan uutta empiiristä tietoa Venäjän strategisesta ajattelusta ja hybridi-sodankäynnin keinoista. Tutkimuksen nimekäs kansainvälinen tutkijaryhmä käsittelee hybridisodankäynnin määrittelyä erityisesti Venäjän yhteydessä, sen käyttämiä hybridisodan-käynnin keinoja ja strategista ajattelua ilmiön takana sekä sitä, miten näihin hybridiuhkiin voidaan parhaiten vastata. Tietoa tuotetaan turvallisuuspoliittisen päätöksenteon tueksi Suomessa ja laajemminkin EU-valtioissa. Doktriiniosaston edustaja toimii tutkimuksen ohjausryhmässä, linkittää sen muihin hybriditutkimuksiin ja osallistuu kansainvälisen tutkijaryhmän tapaamisiin.

Käynnissä on siis merkittävä määrä tutkimuksia, jotka lähes-tyvät hybridi-ilmiötä omista lähtökohdistaan. Jo tässä vai-heessa voidaan arvioida, että näkemys hybridiksi kutsutusta ajankohtaisesta turvallisuusympäristön ilmiöstä tulee vuoden 2016 aikana merkittävästi jäsentymään ja näkymään teeman nykyistä analyttisempänä käsitteilynä niin kansainvälisissä kuin kansallisissakin strategiapäivityksissä. Hype käsitteen



Hybridisodankäynnin käsittekartta.
(Lähde: Elie Tenenbaum, grafiikka: Antti Palosaari)

ympärillä laskeutuneen sen pilkkoutuessa. Suomen näkökulmasta tutkimukset muodostavat mielenkiintoisen näköalan länsimaisten toimijoiden näkemyksiin turvallisuusympäristön kehitymisestä. Mutta mitä voimme oppia venäläisestä hybridikirjoittelusta? Paljon – ainakin peilin kautta.

Hybridisota peilautuu Venäjällä

Vaikka eräissä Venäjällä ilmestyneissä artikkeleissa onkin todettu Venäjän asevoimien soveltaneen Krimin valtausoperaatioissa hybridisodankäynnin periaatteita, ei venäläisessä sotatieteellisessä kirjoittelussa hybridisodankäynti varsinaisesti viitata muutoin kuin länsimaaisena ilmiönä. Vojennaja Mysl' -sotilaslehdessä julkaistujen kirjoitusten mukaan venäläiset tutkijat pitävät hybridisodankäynnin käsitettä virheellisenä ja venäläisen sotatieteellisen viitekehyksen käsitemäärittelyyn sopimattomana. Silti he pitävät välttämättömänä tutkia, miten Venäjän asevoimat muuttuneessa kansainvälisessä tilanteessa joutuu yhdessä muiden viranomaistoimijoiden kanssa osallistumaan yhä monimutkaisemmiksi muodostuviin toimiin kansallisten intressien turvaamiseksi. Venäläisten mukaan länsimaaisen hybridioperaation tavoitteena on toisen valtion osan valtaaminen operaatiolla, joka perustuu poliitti-

siin, diplomaattisiin, informaatiopropagandistisiin, rahoituskellisiin, taloudellisiin sekä sotilaallisiin toimiin. Sen aikana ei suoriteta varsinaista sotilaallista operaatiota.

Yhteenveto: Hybridikeskustelu on osa strategista narratiivia niin idässä kuin lännessäkin

Lännen ja Venäjän välinen kiristynyt normaalitilanne heijastuu myös ajankohtaiseen tutkimukseen ja kirjoitteluun. Venäjällä hybridisodankäynti esitetään lennokkaimmillaan läntisenä Venäjää uhkaavana operaatiomallina ja esitetyissä perusteluissa todisteita ”lännessä” ikuisesta aggressiosta Neuvostoliittoa ja Venäjää vastaan haetaan historian tulkinnoista todennäköisesti niin kaukaa kuin palstatila antaa myöten. Venäläiskirjoittajien hybridioperaation kuvauksesta on vaikea erottaa, missä määrin lännen toiminnan ja aikeiden kuvaaminen sittenkin vain peilaa Venäjän omaa toimintaa esimerkiksi Krimin valtausoperaatioissa. Niin lähellä kuvattua hybridisodan menetelmiä ovat keväällä 2014 toteutunut Mielenkiintoista.

Lännessä epätavanomaisen sodankäynnin kontekstissa kehittynyt hybridisodankäynnin käsite sattui olemaan sopivasti

käytettävissä, kun Venäjä kiistatta yllätti lännen valtaamalla Krimin Ukrainalta. Alkuvaiheessa se antoi käyttökelpoisen otsikoihin istuvan nimen sille hämmennykselle, jonka Venäjän operaatio ja siinä käytetyt toimijat sekä menetelmät aiheuttivat. Uudemmat analyysit pitävät käsitettä liian yksinkertaistavana kuvaamaan Venäjän toimintaa. Ukrainan kriisiin jäätyessä ja Daeshin kaltaisten uhkien vastaavasti kasvaessa hybridi on kuitenkin poliittisen käyttökelpoisuutensa johdosta laajentunut liittoutumia yhdistäväksi hyvin laajaksi uhkakäsitteeksi. Kesän 2016 huippukokoukset tulevat näyttämään, kuinka hybridi-ilmiö mahdollisesti muodostuu jopa EU:a ja Natoa strategisesti yhdistäväksi tekijäksi. Muodostuuko Eurooppaan lopultakin todellinen ”Comprehensive Approach” EU:n ja Naton keinovalikoiman hybridinä?

Suomessa on osattava erityisen herkästi lukea eri maiden, maaryhmien ja järjestöjen murrostilanteissa vauhdikkaasti kehittyviä käsitteitä, konsepteja ja strategioita. Hybridi-ilmiön kieltämisen sijasta meidän on ymmärrettävä sen lävitse katsomalla, mitä toimintaympäristön muutos tarkoittaa ranskalaiselle virkamiehelle esimerkiksi EU:ssa ja mitä se tarkoittaa puolalaiselle upseerille vaikkapa Natossa. Aivan keskeistä on ymmärtää, kuinka venäläiset tätä kehitystä seuraavat – ja mitä he itse tekevät. Muodostuvalla ymmärryksellä me voimme (ja meidän täytyy) asettaa hybridin kaltaiset työkalut relevanttiin asemaan omassa toimintaympäristössämme erikseen niin strategisella, operatiivisella kuin taktisella ja teknologisellakin tasolla. Meille sopiva kansallinen lähestymistapa keskinäisriippuvaisen toimintaympäristömme muutoksiin on muodostettavissa vain kansainvälisessä yhteistyössä mukana olemalla. Kansainvälinen rinnakkaisissa projekteissa tapahtuva useampia hallinnonaloja koskeva kehitystyö on kyettävä kokoamaan kansallisesti tavalla, joka johtaa nopeaan ja kokonaisvaltaiseen implementaatioon. Suomalaisessakin kokonaisvaltaisessa turvallisuusajattelussa on strategioiden tarkistamisen ja ennen kaikkea niiden operationalisoinnin aika.

Kirjoittajat:

Everstiluutnantti, sotatieteiden tohtori Petteri Lalu on Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen doktriiniosaston johtaja.

Everstiluutnantti Mikko Lappalainen toimii tutkimusalojohtajana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen doktriiniosaston strateginen analyysi -tutkimusosastolla.

Lähteet saatavissa kirjoittajilta.

Sotilaallinen huoltovarmuus – omavaraisuudesta yhteistoimintaan ja keskinäisriippuvuuteen

Tulevaisuudessa sotilaallisessa huoltovarmuudessa tuskin korostuvat omavaraisuuden tai täydellisen riippuvuuden ääripäät, vaan kyse on tilanteeseen sopivan tasapainon löytämisestä kansainvälisen yhteistoiminnan ja kansallisen varautumisen välillä. Kansainvälinen verkottuminen ja globaalit toimitusketjut ovat olennainen osa sotilaallista huoltovarmuutta. Resurssien niukentuessa on painopiste priorisoinnissa ja kriittisten osa-alueiden dynaamisessa määrittelyssä toimintaympäristön ja turvallisuustilanteen muutoksiin vastaamiseksi.

Huoltovarmuus-käsitettä käytetään eri yhteyksissä ja sektoreilla hieman eri merkityksissä, ja käsitteelle on vaikea löytää yhdenmukaista määrittelyä. Huoltovarmuus sisältää useita eri toimijoita ja näkökulmia: yrityksille kyse on toiminnan jatkuvuuden ja riskien hallinnasta, kansalaisten turvallisuudesta vastaaville hallintoelimille varautumisesta ja valtioille kansallisesta resilienssistä. Näkökulmasta riippumatta kyse on kuitenkin pitkälti tieto-, materiaali- ja palveluvirtojen varmistamisesta toiminnan vakauden säilyttämiseksi – olipa toimijana sitten valtio, niiden liittouma tai muu ryhmittymä, kunta, yritys, toimitusketju tai asevoimat.

Sotilaallisen huoltovarmuuden käsite on moniulotteinen, ja se määrittellään yleensä kansallisista lähtökohdista. Suomessa sotilaallisella huoltovarmuudella tarkoitetaan puolustusvoimien toimintakyvyn kannalta välttämättömien resurssien ja niihin liittyvien teknisten järjestelmien, ylläpidon ja huollon turvaamista poikkeusolojen ja niihin verrattavissa olevien häiriöiden varalta. Huoltovarmuus-kriittiset alueet ovat siis suorituskykyjen rakentamiseen, käyttöön, ylläpitoon ja kehittämiseen tarvittavia osatekijöitä, joihin sisältyy erityisen suuria vaatimuksia (esimerkiksi kriittiset teknologiat, kriittinen tuotanto sekä kriittinen tieto ja osaaminen). Kriittisiä osa-alueita tunnistaessa avainasemassa ovat käytettävyyks kaikissa olosuhteissa ja teknologisesta näkökulmasta erityisen suuri jatkuvan toimintakyvyn, riippumattomuuden ja luotettavuuden vaatimus. Materiaalisesta näkökulmasta sotilaallisen huoltovarmuuden tavoitteena ovat hankittavuus, toimitusvarmuus ja ylläpidettävyyks.

Sotilaallisen huoltovarmuuden tavoitteiden asettamisen lähtökohdista ovat geopolitiikka ja uhkaskaaniot. Suomi on pieni, saarimainen, sotilaallisesti liittoutumaton maa, joka edelleen nojaa koko maan puolustamiseen. Suomi

onkin perinteisesti pyrkinyt sotilaallisessa huoltovarmuudessa suurempaan omavaraisuuteen kuin monet muut Euroopan maat. Elinvoimainen kotimainen puolustusteollisuussektori nähdään tärkeänä, jotta puolustusvoimien suorituskykyjen kehittämisen ja käytön kannalta keskeiset resurssit ja osaaminen säilyvät.

Sotilaallista huoltovarmuutta on vaikea tarkastella enää puhtaasti kansallisena käsitteenä, koska se sisältää komponentteja, jotka ovat kansallisen päätäntävällän ulottumattomissa. Globaali kaupankäynti ja globaalit toimitusketjut ovat väistämättä osa myös sotilaallista huoltovarmuutta. Myös lainsäädäntöä kehitetään osin kansainvälisen määräysvallan ulottumattomissa erityisesti EU-tasolla. Sotilaalliseen huoltovarmuuteen tämä heijastuu esimerkiksi materiaali- ja poliittisina linjauksina.

Kokonaisuus on muutakin kuin osiensa summa

Puolustusvoimien, elinkeinoelämän ja muiden viranomaisten vastuut ja tehtävät nivoutuvat yhä enemmän yhteen myös sotilaallisessa huoltovarmuudessa. Strateginen yhteistoiminta viranomaisten välillä tiivistyy edelleen, ja reaaliaikaisen tiedon jakaminen yhteisen tilannekuvan ja -ymmärryksen muodostamiseksi korostuu.

Tilannekuvan merkitys korostuu tulevaisuudessa, jotta ajan-tasainen tieto sotilaalliselle huoltovarmuudelle kriittisestä osaamisesta ja resursseista saadaan käyttöön. Päätöksenteon aikajänne lyhenee, ja oikea-aikainen reagointi ratkaisee esimerkiksi huoltovarmuuden turvaamiseen tarvittavien resurssien hankinnassa ja käyttöönotossa.

Osaaminen ja resurssit ovat yhä enemmän hajallaan, ja toimijakenttä sirpaloituu. Huoltovarmuuden kannalta kriittiset infrastruktuurit ja järjestelmät ovat entistä enemmän keskinäisriippuvaisia, joten häiriöiden vaikutukset eskaloituvat yhä nopeammin. Yhä suurempi osa yhteiskunnan kriittisistä voimavaroista ja toiminnoista – myös sotilaalliselle huoltovarmuudelle oleellisista – on yksityissektorin omistuksessa ja vastuulla. Myös infrastruktuurin (esimerkkeinä tietoliikenne ja energia) kansainvälinen omistus ja hallinta jatkavat kasvuaan valtion niukenevien taloudellisten resurssien ja kansainvälisen verkottumisen myötä.

Turvallisuusympäristön kehitys korostaa nopean vasteen merkitystä. Tämä on haasteellista, sillä huoltovarmuudella on sekä strateginen että operatiivinen ulottuvuus. Turvallisuustilanne voi muuttua jatkuvasti ja nopeastikin, ja siihen on kyettävä reagoimaan. Sotilaallisen huoltovarmuuden rakenteet, kuten lainsäädäntö, strategiat, konseptit, infrastruktuuri ja sopimuskäytännöt, voivat kuitenkin vaatia vuosia kehittyäkseen. Oleellista onkin, miten suunnittelu, varautuminen, reagoiminen ja kehittäminen eri aikajäniteillä saadaan sovitettua yhteen.

Tulevaisuudessa on pyrittävä nykyistäkin korostuneemmin joustavampiin rakenteisiin ja toimintamalleihin. Rajapinnat ja jaetut resurssit on huomioitava. On suunniteltava tarkkaan, miten huoltovarmuudelle kriittisiä resursseja jaetaan Puolustusvoimien ja yhteiskunnan tarpeeseen vakavissa häiriötilanteissa romahduttamatta yhteiskunnan elintärkeitä toimintoja ja vaarantamatta sotilaallisen maanpuolustuksen edellytyksiä.

Osaaminen edellä

Osaamisen merkitys korostuu tulevaisuudessa, ja kriittisen osaamisen määrittäminen ja käyttöön saannin varmistaminen nousevat keskeiseksi tekijäksi sotilaallisessa huoltovarmuudessa. Siirtyminen materiaalisesta varautumisesta osaamis- ja kyvykkyyssopijaiseen ajatteluun on jo käynnissä. Puolustus-

voimien rooli muotoutuu sotilaallisen huoltovarmuuden kokonaisuuden koordinoijaksi, ja sen osaamisen on keskityttävä vaatimusten ja tarpeen määrittelyyn.

Koska kriittisen osaamisen tarve kasvaa, Puolustusvoimilla ei ole resursseja kehittää ja ylläpitää kaikkea laajaa ja monipuolista osaamista itsellään, eikä se välttämättä ole tarpeenkaan. Osaaminen myös erikoistuu ja keskittyy esimerkiksi älykkäiden järjestelmien myötä. Jatkossa on etsittävä uusia keinoja varmistaa osaamisen säilyminen ja saatavuus elinkeinoelämän toimijoilta. Lainsäädännön ohella esimerkiksi maanpuolustustahdon ylläpitäminen, kumppanuuksien kehittäminen ja sopimukset toimivat keinoina sitouttamiseen ja osaamisen käyttöön saantiin. Oleellista on myös osallistaa ja sitouttaa toimijat toimintaan esimerkiksi yhteisen tilannekuvan ja yhteisen suunnittelun ja kehittämisen kautta.

Sotilaallista huoltovarmuutta on kehitettävä kansainväliseen puolustusyhteistyöhön tukeutuen, mikä edellyttää luonnollisesti yhteensopivuutta. Yhteistoiminnan ja yhteensopivuusvaatimusten myötä myös kansainvälisen osaamisen merkitys kasvaa. Järjestelmien teknistyminen ja monimutkaistuminen muuttavat osaamisvaatimuksia. Teknologiaosaaminen erikoistuu ja keskittyy jatkossa entistä enemmän kansainvälisille toimijoille. Haasteena on löytää sellaisia mekanismeja, joilla voidaan taata se, että kansainvälinen osaaminen saadaan käyttöön tarvittaessa lyhyellä vasteajalla.

Huoltovarmuuskriittiset järjestelmät teknistyvät ja monimutkaistuvat edelleen, ja teknologian ylläpito ja hallinta vaikeutuu. Teknologiaosaaminen keskittyy ja siirtyy yhä enemmän kansainvälisille toimijoille.
(Kuva: Sari Uusipaavalniemi)





Globaalit toimitusketjut ovat väistämättä osa sotilaallista huoltovarmuutta. Toimitusketjujen luonteen tuomat riskit ja vaikutukset on kyettävä hallitsemaan.
(Kuva: Sari Uusipaavalniemi)

Kansallisesta omavaraisuudesta kansainväliseen keskinäisriippuvuuteen

Sotilaallisen huoltovarmuuden tulee olla tiiviisti integroitu suorituskykyjen suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöön. Se on huomioitava materiaalihankkeissa ja palveluhankinnoissa. Painopiste on silti edelleen elinjaksensa päähän tulevien suorituskykyjen korvaamisessa sekä elinjakson pidentämisessä ja maksimaalisessa hyödyntämisessä – pitkälti siis materiaalisessa omavaraisuudessa ja sitä tukevassa palvelutarjonnassa. Jatkossa on pakko entistä enemmän pohtia, miten ja mitä asioita voitaisiin tehdä kokonaan toisella tavalla ja toisenlaisilla – tai jopa toisten omistamilla – resursseilla.

Kustannustehokkuuden tavoittelu on toiminut ajurina kansainvälisen yhteistyön lisääntymiselle puolustusbudjettien kutistuessa ja puolustusmateriaalin kallistuessa. Omavaraisuutta ja riippumattomuutta tavoitellaan jatkossa pikemminkin joukkona yhtenäiset tavoitteet omaavia valtioita tai ryhmittymiä kuin puhtaasti kansallisesti. Esimerkiksi EDA:n tavoitteet ja toimet henkivät tätä ajattelutavan muutosta. Euroopan puolustusteollisuuden rakennemuutosta pyritään edistämään teollisuuden kilpailukyvyyn parantamiseksi

ja Euroopan yhtenäisen turvallisuus- ja puolustuspolitiikan tukemiseksi. Aloitte resurssien jakamiseen ja yhteiskäyttöön pyrkii tukemaan sotilaallisten suorituskykyjen yhteiskäyttöä EU:n jäsenvaltioiden kesken. Puitesopimus huoltovarmuuden varmistamiseksi tähtää mekanismiin, jolla jäsenvaltiot keskenään tukevat toisiaan kriittisten puolustustarvikkeiden ja -palveluiden toimitusvarmuuden varmistamiseksi. Yhteistyöntoimintaa laannuttaa riski siitä, ettei huoltovarmuustarvetta saadakaan täytettyä lyhyellä aikajänteellä. Lisäksi kansainvälisessä huoltovarmuusyhteistyössä on haasteena sovittaa erilaiset kansalliset intressit ja tarpeet yhteen ja sopia resurssien priorisointijärjestyksestä.

Kansainvälinen yhteistyö vaatii resursseja, joten se tulee edellyttämään resurssien priorisointia. Mitä kaikkea tulee olemaan esimerkiksi eurooppalainen yhteistyö, jota tehdään ja johon sitoudutaan? EU, EDA, Euroopan Nato-maat ja esim. NSPA tai valtioiden väliset kahden- tai monenväliset sopimukset, kuten pohjoismainen yhteistyö? Tavoitteiden ja painopisteiden tulisi olla selvillä, ennen kuin yhteistoimintaan sitoudutaan. Onnistuneimmillaan kansainvälinen yhteistoiminta tukee ja täydentää kansallisia huoltovarmuusratkaisuja tarjoamalla käyttöön uutta tietoa ja uusia resursseja tai

tuomalla kustannushyötyjä. Molemminpuolinen riippuvuus on avain yhteistyön onnistumiselle. Eurooppakaan ei voi eikä sen tulekaan olla täysin riippumaton, koska alihankintaketjut ovat globaaleja ja puolustusteollisuudelle on taattava mahdollisuudet vientiin ja globaaliin yhteistyöhön.

Kehittämisen tukipilarit

Rahoitus rajaa myös huoltovarmuuden resursseja. Puolustushallinnon budjettikehykset kutistuvat. Vaikka lisärahoituksen tarve on tunnistettu, lisärahoituskin voi toteutessaan jäädä tekohengitykseksi. Rahoituksen niukkuus tulee edellyttämään entistä voimakkaampaa priorisointia sotilaallisen huoltovarmuuden kannalta kriittisen osaamisen, teknologian, tuotannon ja palvelutarjonnan määrittämisessä. Huoltovarmuuskeskuksen rooli rajapinnoissa sotilaalliseen huoltovarmuuteen korostuu. Huoltovarmuuden turvaamiseksi on pyrittävä löytämään puolustushallinnon ulkopuolisia rahoitusmahdollisuuksia ja kansainvälisiä kehittämiskeinoja sekä hyödyntämään niitä.

Sotilaalliselle huoltovarmuudelle hankintapolitiikka ja -käytäntö ovat keskeisessä asemassa kriittisen palveluverkoston, teknologian ja tuotannon varmistamiseksi. Kansallisen omavaraisuuden kaventuessa hankintojen rooli korostuu entisestään. Huoltovarmuuskeriteerit tulisi huomioida vahvemmin jo kehittämissuunnitelmissa ja hankintaprosessissa. Hankintalakia tulisi soveltaa tehokkaammin, jotta tuettaisiin kriittisen kotimaisen tuotannon, teknologian ja osaamisen ylläpitoa ja kehittämistä.

Kumppanuuksien ja erityisesti strategisten kumppanien rooli sotilaallisessa huoltovarmuudessa säilyy jatkossakin merkittävänä. Kumppanien rooli etenkin palvelutuotannossa korostuu. Jatkossa on pyrittävä tunnistamaan mahdollisuuksia solmia ja kehittää kansainvälisiä kumppanuuksia, sillä esimerkiksi kriittisten teknologioiden toimittajat ovat entistä enemmän ulkomailla.

Vain muutos on varmaa

Sotilaallinen huoltovarmuus punnitaan vasta vakavissa häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa, mutta perusta sille rakennetaan jo normaalioloissa. Tulevaisuudessa haasteena onkin varmistaa riittävät resurssit ja osaaminen jo etupainotteisesti sotilaallisen huoltovarmuuden rakentamiseksi. Nopea reagointikyky korostuu myös huoltovarmuudessa, ja sotilaallisen huoltovarmuuden kriittiset osa-alueet tulevat tulevaisuudessa muuttumaan entistä nopeammin. Puolustus kehittyy, puolustusteollisuuden markkinat kehittyvät ja huoltovarmuuden tarve muuttuu eli tasapainoilu huoltovarmuuden riskien ja kustannusten ja sopivien ratkaisumallien välillä tulee jatkumaan.



Energiaratkaisut heijastuvat myös sotilaalliseen huoltovarmuuteen. Uusiutuvien energialähteiden hyödyntäminen muuttaa logistiikkajärjestelmän vaatimuksia (esim. energian varastointi), mutta luo toisaalta uusia mahdollisuuksia energiatehokkuuden ja energiaturvallisuuden kehittämiseen. (Kuva: Sari Uusipaavalniemi)

Kirjoittaja:

Tekniikan tohtori Sari Uusipaavalniemi toimii erikoistutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen doktriiniosastossa strategisen analyysin tutkimusallalla.

Kriittisen infrastruktuurin kehittyminen

Yhteiskunnan toiminnoille tärkeimpiä infrastruktuureja kutsutaan kriittisiksi infrastruktuureiksi. Useat yhteiskunnan eri alat sisältävät osin kriittistä infrastruktuuria. Jotkin kriittiset osatekijät näillä aloilla eivät perinteisessä mielessä ole varsinaisesti infrastruktuuria vaan toimintoja. Ne muodostavat verkostoja tai toimintaketjuja, joita käytetään tärkeiden tuotteiden tai palvelujen jakelussa. Tässä lyhyessä katsauksessa keskitytään sähköenergian ja hallinnon turvallisuusverkon (TUVE) merkitykseen osana Puolustusvoimille tärkeää kriittistä infrastruktuuria.

Ihmiset tarkoittavat usein eri asioita puhuessaan kriittisestä infrastruktuurista tai puhuvat samoista asioista eri käsitteillä. Ei ole myöskään vielä olemassa yleisesti toimivia analyysimalleja, joilla pystyttäisiin selvittämään monimutkaisia riippuvuusuhteita ja näiden mahdollisia vaikutuksia. Ilman näitä analyyseja lainsäädäntö, poliittinen päätöksenteko ja varsinkin resurssien allokointi kriittisen infrastruktuurin turvaamiseksi on vaikeaa. Tutkimustoiminta onkin siksi keskeinen osa tätä aluetta.

Puolustusvoimien poikkeusolojen toiminnan kannalta merkittäviksi kriittisen infrastruktuurin osiksi nousevat erityisesti sähkön saatavuus ja hallinnon turvallisuusverkon (TUVE) toimivuus.

Sähkön saatavuus

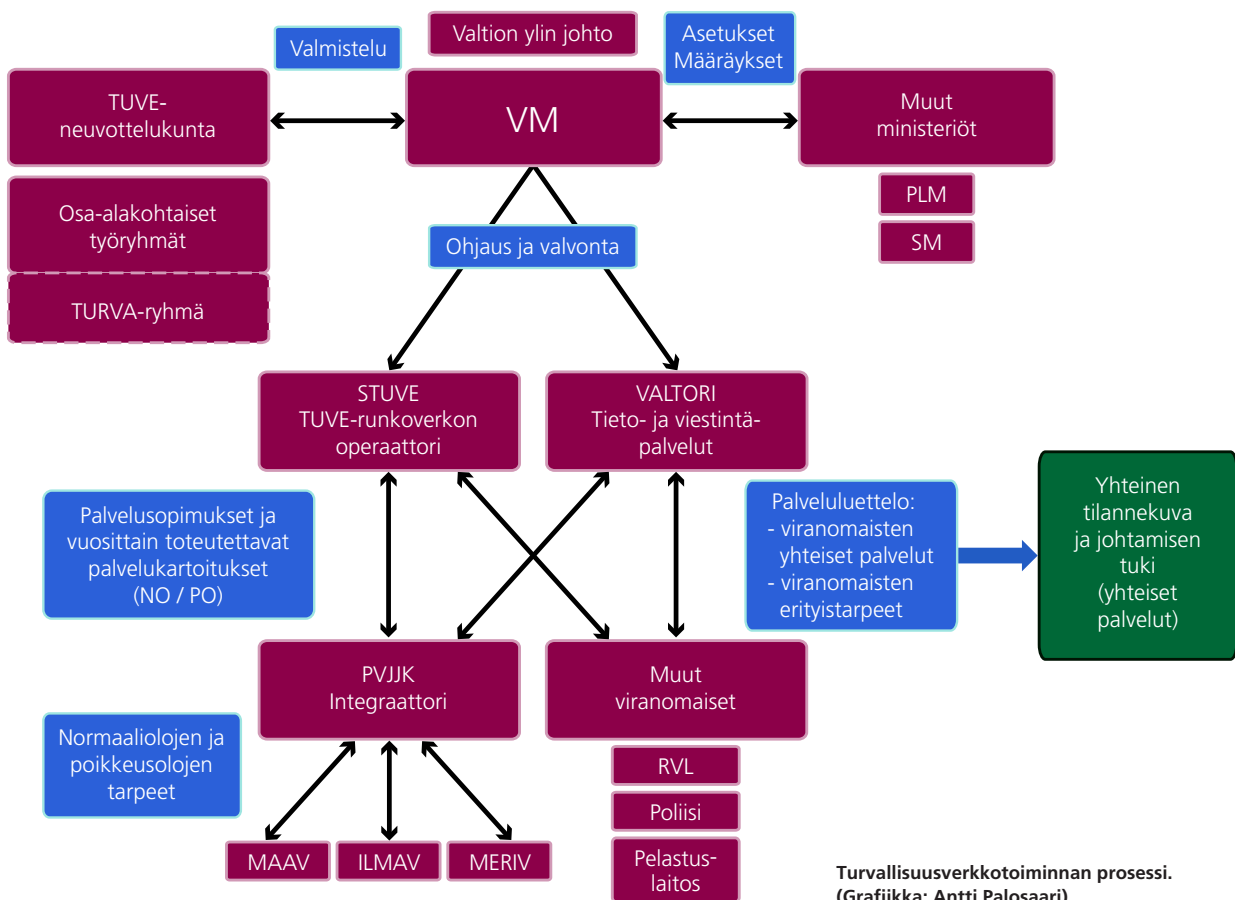
Sähköntuotantokapasiteetti Suomessa ei ole tällä hetkellä riittävä vastaamaan huippukulutukseen, ja Suomi on riippuvainen sähkön tuonnista kulutushuippujen aikana. Alhainen sähkön markkinahinta on heikentänyt uusien investointien kannattavuutta, ja olemassa olevasta kapasiteetista erityisesti lauhdetuotantokapasiteettia voi poistua markkinoilta lähivuosina kannattamattomana, vaikka laitoksilla olisi vielä teknistä käyttöikää jäljellä.

Suomen nykyinen sähkön tuotantokapasiteetti koostuu pääasiassa ydinvoimasta, vesivoimasta sekä yhteistuotanto- ja lauhdevoimalaitoksista. Vesivoimakapasiteetin ei odoteta merkittävästi muuttuvan tarkastelujakson aikana vuoteen 2030 mennessä, sillä suurin osa potentiaalisesta lisäkapasiteetista sijaitsee suojelluissa vesistöissä. Uusien ydinvoimaloiden on oletettu tulevan käyttöön vuosina 2019 ja 2025. Tuulivoimasta on oletettu, että vuonna 2025 saavutetaan Energia- ja ilmastostrategian tavoite yhdeksän TWh:n tuulivoimatuotannosta.

Kapasiteetin ja kysynnän kehityksen tarkastelujen tuloksena todetaan, että Suomen oma tuotantokapasiteetti ei koko tarkasteluaajakaksolla riitä kattamaan huippukulutusta. Suomen



Kantaverkkoa Oulun seudulla. (Kuva: Sari Uusipaavalniemi)



Turvallisuusverkko toiminnan prosessi. (Grafiikka: Antti Palosaari)

huipun aikaisen sähköntuotantokapasiteetin on arvioitu laskevan nykytasosta vuoteen 2018 ennen Olkiluoto 3 -ydinvoimayksikön käyttöönottoa. Siihen asti huippukulutuksen ja -tuotannon ero on noin 2 800 MW normaalitalvena ja jopa 4 000 MW erittäin kylmänä talvena (keskimäärin kerran 10 vuodessa). Olkiluoto 3:n valmistuttua vaje kulutuksen ja tuotannon välillä laskee merkittävästi, mutta sähköntuotantotehon suhteen Suomi ei ole edelleenkään omavarainen. Sähkön tuontikapasiteetti kuitenkin riittää kattamaan eron oman tuotannon ja huippukulutuksen välillä.

Kotimaisen tuotannon tehovaje kulutukseen nähden on tarkasteluajanjaksolla suurin vuonna 2018 ennen OL3:n käyttöönottoa. Mahdollisuudet vastata huipputehon tarpeeseen siten, että lisätään Suomen omaan tuotantoon tai vähennetään kysyntää huippukulutushetkellä, ovat melko vähäiset. Tuotantokapasiteettia voitaisiin hieman lisätä kaukolämpöön liittyvässä yhteistuotannossa. Mahdollisuus lisätä tuotantoa muulla kapasiteetilla huippukulutushetkellä on heikko.

Muita sähköenergian seurattavia ja tutkittavia ilmiöitä ovat seuraavat: sähkön kantaverkon ja jakeluverkkojen kehittäminen (ml. maakaapelointi), uusiutuvan energian investoinnit, erikoisjohtimet, energiavarastot ja pohjoismaisen tason säädöt ja suojaukset sekä energiatehokkuus.

Tietotekninen kriittinen infrastruktuuri

Turvallisuusviranomaisten yhteiset ICT-palvelut ja toimintamalli

Korkean varautumisen ja turvallisuuden vaatimukset täyttävä hallinnon turvallisuusverkko (TUVE) on valtion omistuksessa ja hallinnassa oleva viranomaisverkko, johon kuuluvat viestintäverkko, siihen liittyvät laitetilat ja laitteet sekä yhteiset tieto- ja viestintä tekniset palvelut. Verkkoa käytetään viranomaisten jokapäiväisessä työssä ja se on rakennettu toimimaan luotettavasti kaikissa turvallisuustilanteissa.

TUVE-lain tultua voimaan 15.1.2015 verkko ja palvelut olivat operatiivisessa käytössä sisäministeriön ja puolustusministeriön hallinnonaloilla. TUVE-laki mahdollistaa käytön laajentamisen valtionhallinnon lisäksi kunnallisille turvallisuusviranomaisille, esimerkiksi pelastustoimen ja ensihoidon toimijoille.

Turvallisuusverkon ja yhteisten palvelujen käyttäjäkunta on tarkoitus laajentaa noin 30 000:een valtion ylimmän johdon ja ministeriöiden sekä valtion yleisen järjestyksen ja

turvallisuuden, pelastustoiminnan, meripelastustoiminnan, rajaturvallisuuden, hätäkeskustoiminnan, maahanmuuton, ensihoitopalvelun ja maanpuolustuksen kannalta keskeiseen käyttäjään.

Käyttämällä TUVE-palveluja turvallisuusviranomaiset voivat toimia entistä varmemmin niin normaalioloissa kuin yhä lisääntyvissä, erityisesti tietoturvaan liittyvissä häiriötilanteissa. Turvallisuusverkko parantaa valtiojohdon päätöksenteon edellytyksiä, tilannekuvan muodostamista ja viranomaisten välistä tietojenvaihtoa. Yhtenäisellä TUVE-ratkaisulla poistetaan myös yksittäisten viranomaisten tarve itse rakentaa ja ylläpitää turvallisuuden ja varautumisen vaatimukset täyttäviä tietoliikenneyhteyksiä, laitetiloja ja muita tieto- ja viestintä-tekniisiä ratkaisuja.

Valtiovarainministeriö vastaa turvallisuusverkkotoiminnan strategisesta ja taloudellisesta ohjauksesta sekä tieto- ja viestintä-tekniisen varautumisen, valmiuden ja turvallisuuden ohjauksesta. Valtiovarainministeriö vastaa myös turvallisuusverkon palvelutuotannon ohjauksesta ja valvonnasta.

Valtiovarainministeriön ohjaustehtävää tukee valtioneuvoston asettama turvallisuusverkkotoiminnan neuvottelukunta. Neuvottelukunnassa ovat edustettuina valtioneuvoston kanslia, ulkoasiainministeriö, sisäministeriö, puolustusministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö, puolustusvoimat, Huoltovarmuuskeskus sekä Suomen Kuntaliitto.

Turvallisuusverkon verkko- ja infrastruktuuripalveluja tuottaa valtion kokonaan omistaman Suomen Erillisverkot Oy:n tytäryhtiö Suomen Turvallisuusverkko Oy.

Valtionhallinnon toimialariippumattomat ict-palvelut tuottaa valtion tieto- ja viestintätekniikkakeskus Valtori.

Moni hallinnonala haluaa hallinnoida tietotekniikkaansa edelleen lähinnä omista lähtökohdistaan, jolloin resurssit käytetään tehottomasti. Tämä näkyy vielä toistaiseksi turvallisuusverkkotoiminnan prosessissa erityisesti monimutkaisuutena ja hitautena sekä ohjaavan ministeriön vähäisissä henkilöresursseissa.

TUVE-operaatiokeskus

Rajapintaharjoituksissa tehdyn tutkimuksen ja analyysin perusteella TUVE-toiminnan koordinoiminen tehostamiseksi tulee edelleen tutkia TUVE-operaatiokeskuksen perustamista. Keskus voisi toimia kaikkien TUVE-verkon toimijoiden yhteisenä tilannekuva-, valvomo- ja hallintakeskuksena. Tämä tukisi erityisesti Puolustusvoimien poikkeusolojen tarpeita. Operaatiokeskuksen kokoonpanossa tulisi olla ratkaisuvallan omaava edustaja jokaiselta turvallisuusverkon palveluita käyttävältä hallinnonalalta. Tarvittaessa verkon tietoliikennettä ja palveluita tulisi kyetä priorisoimaan tämän operaatiokeskuksen päätöksillä. Ja operaatiokeskuksesta tulisi kyetä myös suuntaamaan jokaisen toimijan omia resursseja verkon ongelmien ja vikojen selvittämiseen. Tämä koskee erityisesti kyberturvallisuutta. Keskukseen tehtävä voisi olla myös sähköverkon saatavuuden koordinointi ja priorisointi yhdessä sähköverkon organisaatioiden kanssa.

Tällä hetkellä TUVE-verkon kuten myös sähköverkon palveluiden hallintaa ja valvontaa tehdään monessa eri organisaatiossa erillään.

Yhteisen koordinaation puuttuessa ja hallinnon ylimmän tason ollessa epäselvää voi verkoissa aiheutua tilanteita, joissa verkkojen palvelukyky vaarantuu ja tietoliikennekapasiteettia tai palveluita olisi tarve konfiguroida, optimoida tai priorisoida hyvinkin nopeasti, mutta sitä ei kyetä tekemään. Tämä vaarantaa myös Puolustusvoimien toiminnan poikkeusoloissa.

Kirjoittaja:

Majuri Juha Rautava toimi erikoistutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen doktriiniosastossa strategisen analyysin tutkimusalalla.

Sotapelaaminen puolustusvoimien kehittämisesssä

Sotapelaamista on ollut niin kauan, kuin on ollut asevoimia. Sen perimmäinen tarkoitus on keksiä, kehittää ja innovoida keinoja ja tapoja vastustajan kukistamiseksi. Sotapeliorganisaation tehtävänä on ollut perinteisesti vastapuolen organisaation (punainen) ja omien alajohdoportaiden (sininen) toiminnan kuvaaminen mahdollisimman realistisesti. Perinteinen sotapeli toteutetaan varsin kevyillä ennakkovalmisteluilla. Harjoitukset on perinteisesti toteutettu ”takki auki”-periaatteella. Tämän vuoksi oppeja, oivalluksia ja havaintoja ei ole dokumentoitu riittävän suunnitelmallisesti.

Uudistettu sotapelitapahtuma on prosessiohjattua ja päämäärätietoista toimintaa (eksploraatio). Siihen voidaan myös liittää menetelmäohjattua kokeilu-, tutkimus- sekä testaustoimintaa (eksperimentti). Uudistetussa sotapelaamisen suunnittelun ja toteuttamisen keskiössä ovat ne opetus-, kehittämis- ja tutkimustavoitteet, jotka organisaatio on itselleen asettanut. Sotapelaaminen rakennetaan myös palvelemaan organisaatioiden hallittua muuttumista (transformaatiota). Uudistettu sotapelaaminen on erittäin kustannustehokas menetelmä ja väline kehittää puolustusvoimien operatiivista johtamista, hioa suunnitteluprosesseja, parantaa toimijoiden välistä yhteistyötä ja kokonaisvaikuttavuutta sekä testata ja jalkauttaa uusia ajatuksia, konsepteja ja doktriineja.

Doktriiniosastolla kehitetään, suunnitellaan ja toteutetaan poliittis-strategisia ja strategis-operatiivisia sotapelejä. Uudistettua sotapelaamista on jo kokeiltu puolustusvoimien strategis-operatiivisissa sotapeleissä. Palaute on ollut pelkästään positiivista. Paluuta vanhaan ei enää ole. Doktriiniosastosta on muodostumassa uuden sotapelaamisen myötä muutoksen aivot ja sotaidollisen kehittämisen edelläkävijä.

Uudessa strategis-operatiivisessa sotapelaamisessa perinteiset taistelujen kuvaukset ovat tärkeässä mutta eivät enää määrää-

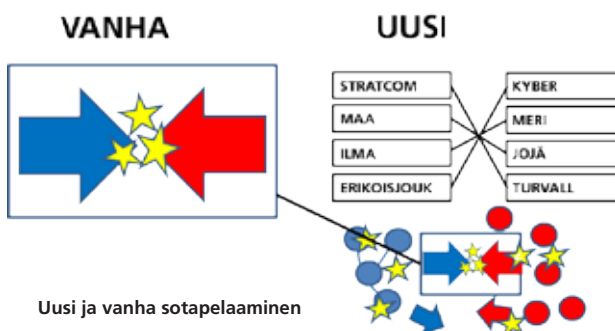
vässä roolissa. Uudessa sotapelaamisessa perinteisen kineettisen vastakkainasettelun sijaan skenaarioiden rakentamisen ja harjoituksen toteuttamisen huomio kohdistetaan asevoimien toimintaan osana yhteiskuntaa sekä erityisesti siihen, miten sotilasasiat vaikuttavat diplomatian, informaation ja talouden suureiden vaikutuksessa.

Sotapelaaminen on kehittävää työntutkimusta toiminnan teorian valossa

Sotapelaaminen hyödyntää asevoimien käytäntöorientoituneisuutta. Sotapelaaminen on kehittävää työntutkimusta, joka nojautuu teoreettisilta taustoiltaan toiminnan teoriaan. Toiminnan teoria perustuu siihen, että ihminen (sekä organisaatio) oppii työelämävalmiuksia parhaiten siinä ympäristössä, jossa hän muutenkin työskentelee. Kehittävä työntutkimus ja myös sotapelaaminen pureutuvat inhimillisen organisaation toimintaan. Keskiössä ovat ihmiset, ihmisten muodostamat rakenteet ja ihmisten käyttämät järjestelmät mutta erityisesti toimintaa ohjaavat ajatukset, ajatusmallit ja erilaiset uskomus- ja oppirakenteet. Erityisesti pureudutaan ihmisten, tekniikan ja prosessien välisiin suhteisiin.

Uusi ja uudistettu sotapelaaminen tähtää organisaation toiminnan hallittuun kehittämiseen. Suurimman haasteen muodostaa muutoksen hallinta. Vanhassa sotapelaamisessa muutos oli satunnaista. Uudessa sotapelaamisessa muutos on siis lähtökohtana. Haasteeksi tulee lähinnä nykytilan määrittäminen siten, että kaikilla on siitä samansuuntainen näkemys. Oman haasteensa muodostaa kehittämisen suuntaviivojen määrittäminen siten, että lähdetään tavoittelemaan realistisia tuloksia. Usein jää myös huomaamatta, että asevoimien toimintakulttuuri laahaa aina perässä ja näennäinen muuttumishalu kilpistyy helposti muutoshaluttomuuteen, kun organisaation jäsenet pitävät kynsin ja hampain kiinni perinteisistä käytänteistä.

Organisaation nykytilan kuvaus ei perustu pelkästään oppaisiin ja ohjesääntöihin. Ohjesääntöt eivät kerro siitä, mitä organisaatio osaa ja miten organisaatio toimii dynaamisesti juuri tietyntilaisissa skenaarioissa. Ne kertovat lähinnä, miten asevoimat organisoituvat ja miten niiden taktisten elementtien ja suorituskykyjen oletetaan toimivan tietyissä tilanteissa. Organisaation osaaminen piilee toiminnassa ja siinä dynaamisessa vuorovaikutuksessa, joka muodostuu oman organisaation sisäisen ja vastuksen antavan organisaation paineessa.





Sotapelaaminen paljastaa organisaation osaamisen ja sen kehittämiskohteet.
(Kuva: Puolustusvoimat/Jani Avelin)

Case: strategis-operatiivinen sotapelaaminen

Sotapelaamista voidaan toteuttaa kaikilla sodankäynnin tasoilla, mutta se saa kovin erialaisia muotoja ja painotuksia siirryttäessä taktiselta tasolta strategiselle tasolle. Pelkistäen voidaan todeta, että taktisen tason sotapelaamisessa korostuu suorituskykyjen käyttö tietyissä aika-tila-ulottuvuuksissa. Strategis-operatiivisen sotapelaamisen keskiö on fyysisen taistelukentän yläpuolella, operatiivisen sodankäynnin kehikössä, jossa pätevät enemmän sotataidolliset kuin sotatekniset lähtökohdat.

Strategis-operatiivisessa sotapelaamisessa ovat läsnä kaikki asevoimien toimialat ja puolustushaarat. Tällä tasolla korostuvat myös kansakuntien ja laajojen järjestelmien voimavarat diplomatian, informaatioulottuvuuden, sotilasasioiden ja talouden ulottuvuuksien osalta. Myös yhteiskunnan toimintojen kuvaaminen on tärkeää. Näiden mallintaminen osaksi yhtä skenaariokuvausta on vaativa tehtävä. Toisaalta ilman tätä työpanosta harjoitettava organisaatio ei toimi realistisessa ympäristössä eikä toiminnasta saatuja havaintoja ja oppeja (Lessons Identified, Lessons Learned) voi pitää valideina.

Sotapelaamisessa joudutaan tekemisiin raadollisten asioiden kanssa. Operatiivisen sodankäynnin kehys on puolustushaarojen välisen valtakamppailun tyyssija. Se on myös uusien toimialojen mittelyn arena. Jokainen puolustushaara ja toimiala haluaa korostaa oman ”suorituskykynappulansa” merkitystä. Sotapelaaminen on toki keino parantaa näiden ”pelinappuloiden” yhteistyö- ja yhteistoimintakykyä sekä yhteisvaikuttavuutta. Sotapelaaminen on myös keino jalkauttaa uusia doktriineja, jotka määrittävät, miten näiden ”pelinappuloiden” välisen toiminnan pitäisi olla nyt ja tulevaisuudessa. Tässä mielessä strategis-operatiivinen sotapelaaminen on toimintaa operatiivisen sodankäynnin kontekstissa (Operational Warfare), jossa ajaututaan väkisininkin sotataitoon liittyvien kysymysten äärelle.

Uusi sotapelaaminen vaatii hyvää suunnittelua. Lähtökohhta on, että sotapelitapahtuma suunnitellaan etukäteen mahdollisimman tarkasti ja että jokaiseen sotapeliin määritellään tarkasti ne tavoitteet, jotka harjoituksen aikana pitää saavuttaa. Uudessa sotapelaamisessa tavoitteet määrittävät sen, miten harjoituksen pelikirja rakennetaan ja mihin itse sotapelissä lopulta keskitytään. Tavoitteiden on oltava riittävän yksityiskohtaisia, jotta jokainen ymmärtää, mitä niillä tosiasiallisesti tavoitellaan.

Päätaphtuma-tapahtuma-hierarkia avustaa sotapelin tavoitteiden saavuttamisessa (Main Event, MEL / Main Incident, MIL). Päätaphtumia on yhdessä sotapelissä kolmesta viiteen. Päätaphtuma jakautuu puolestaan tapahtumiin. Jokainen tapahtuma on samalla myös osatavoite päätaphtuman saavuttamisessa. Harjoitettava organisaatio ei näe tätä rakennetta. Se näkee vain ne syötteen, jotka johtavat sitä mahdollisimman huomaamattomasti opetustavoitteiden täyttämisen kannalta keskeisten asioiden ja kysymysten äärelle. Syötteen ovat siis konkreettisia viestejä, asiakirjoja tai raportteja harjoitettavalle organisaatiolle. Jokainen lähetetty syöte on tarkkaan harkittu ja jokaiselle syötelle määritellään erikseen, mitä sillä halutaan saada aikaan.

Yksi päätaphtuma voi olla esimerkiksi kokonaisuunpuolustus. Siihen liittyy esimerkiksi turvallisuuspoikkeama-tapahtuma, jonka on nähty olevan niin tärkeä teema, että siitä on muodostettu erillinen tapahtuma. Kyseinen tapahtuma voi olla monialainen, ja siihen voisi tässä tapauksessa liittyä useiden peliryhmien laatimia syötteitä, esimerkiksi kyber-, turvallisuus-, maa- ja erikoisjoukot-peliryhmistä. Laaja peliryhmäkaala on tarpeellinen etenkin, jos tavoitellaan toimialojen välistä yhteistyötä. Harjoitettavalle organisaatiolle voidaan siis muodostaa näkymä turvallisuuspoikkeamasta, josta se saa informaatiota usealta eri toimialalta ja joka pakottaa eri alat yhteistyöhön ja esimerkiksi yhteisen tilannekuvan muodostamiseen.

Uuden sotapelaamisen keskeisen henkilöstöryhmän muodostavat sotapelipäällikön ja punaisen peliryhmän johtajan lisäksi päätaphtumien sekä peliryhmien johtajat, jotka suunnittelevat ja seuraavat harjoituksen tapahtumien toteutumista. Kansainvälisessä kontekstissa kyse on MEL/MIL planner/tracker -henkilöstöstä. Tämä monialainen ja kaikkia puolustushaaroja edustava johto- ja suunnitteluelin toimii tiiviissä ja aktiivisessa vuorovaikutuksessa harjoituksen pelikeskuksessa. Toisen keskeisen henkilöstöryhmän muodostavat harjoituksen kulkua ja toteutumista tarkkailevat havainnoijat, jotka seuraavat organisaation tekemistä ja sitä, miten syötteen tosiasiallisesti vaikuttavat. Ilman tätä seurantaroolia syötteen vaikuttavuuden arviointi on lähes mahdotonta. Kansainvälisesti kyse on Observation, Training and Tracking -toiminnosta (OTT). Tätä samaa toimintoa voidaan käyttää myös tieteellisiin tarkoituksiin, jolloin voidaan tutkimuksellisesti seurata esimerkiksi aikaviiveitä, keskustelun suuntautumista, ryhmädynamiikkaa sekä sotataidollisten ja doktrinaalisten ajatusten toteutumista käytännön toiminnassa.



Uuden sotapelikirjan rakenne. (Grafiikka: Antti Palosaari)

Uuden ja uudistetun sotapelaamisen avulla tutkimustoiminnalle avautuu aivan uutta merkittävyyttä havainto-aineistojen keräämisen sekä niiden analysoinnin myötä. Tämänäyttävät aineistot ovat sotataidollisen ajattelun, doktriinien tutkimisen sekä niiden kehittämisen kannalta aivan keskeisiä. Samalla avautuu uusia väyliä päästä kehittämään puolustusvoimien operatiivista toimintaa sekä myös puolustusvoimien suorituskykyä.

Kirjoittaja:

Everstiluutnantti, valtiotieteiden tohtori Juha Mälkki toimii tutkimusryhmän johtajana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen doktriiniosaston sotapelit ja eksperimentit -tutkimusallalla.

Vaikuttamisen ja liikkeen optimointi

Missä nämä pataljoonat voivat olla kuuden tunnin kuluttua, jos ne nyt ovat tässä ja suuntaavat pohjoiseen? Paljonko joukkoja voi olla Tampereella 10 tunnin kuluttua? Milloin pitää lähteä liikkeelle, jotta ehditään tavoitteeseen annetulla hetkellä? Entä, jos matkalla kohdataan sulutetta? Paljonko joukkojen liike hidastuu, jos ei voida käyttää nopeinta reittiä?

Operaatioiden suunnittelu sisältää monta joukkojen liikkeeseen liittyvää kysymystä. Näihin kysymyksiin vastaamiseksi on doktriiniosaston operaatioanalyysin tutkimusalueella kehitetty VALIO-nimistä demonstraattoria; lyhenne tulee sanoista vaikuttamisen ja liikkeen optimointityökalu. Työkalun keskeinen käyttötarkoitus on analysoida joukkojen liikettä ja laskea, missä joukot eri ajanhetkinä voivat olla.

Kartta on luonnollinen esitystapa, kun tarkastellaan joukkojen liikettä. Niinpä myös VALION tilanne ja tulokset esitetään kartalla, jonka tarkkuus valitaan tarkasteltavan alueen laajuuden mukaan automaattisesti. Liikelaskennan perustana on tieverkko, jossa on mukana teiden luokittelu koon perusteella (kuva 1). Joukoille annetaan nopeus eri tieluokilla, jolloin pystytään laskemaan, miten nopeasti joukko voi liikkua eri alueille ja mikä on nopein reitti paikasta toiseen.

Yleensä ei kuitenkaan vastustajan joukkojen tavoitteesta voida olla varmoja. Tämän vuoksi perustuloksena esitetään kuva alueesta, jonka joukko voi saavuttaa annetussa ajassa (kuva 2). Kun skenaariossa on mukana useita joukkoja, nähdään myös, kuinka paljon joukkoja eri alueille voidaan keskittää (kuva 3).

Joukoille on mahdollista antaa myös tavoitepisteet ja laskea nopeimmat reitit niihin. Kun liikkeellä on useita joukkoja, saadaan näkyviin myös joukkojen käyttämät tärkeimmät tiet (kuva 2). Laskennassa huomioidaan joukkojen marssiryhmittymisen pituus ja se, että samalla tieosuudella voi kulkea vain yksi joukko kerrallaan.

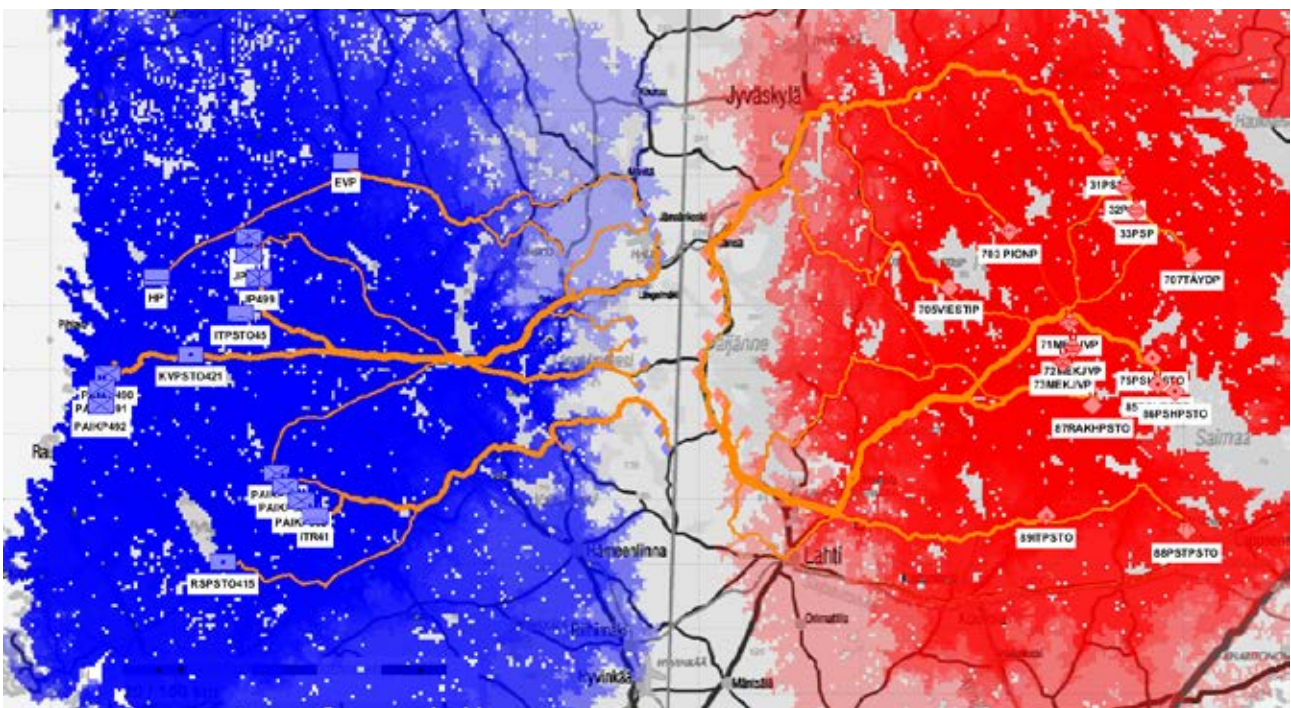
Liikkeeseen vaikuttamisen tarkastelua varten VALIO tarjoaa oman analyysinsä, jonka avulla on mahdollista löytää optimaalisimmat tavat hidastaa joukkojen liikettä. Analyysissä käyttäjä antaa ehdotuksia paikoista, joissa joukkoja hidastetaan. Hidastuksella voidaan ajatella kuvattavan esimerkiksi sulutetta tai sillan tuhoamista ilmasta-maahan-vaikuttamisella. Ehdotettuja paikkoja voidaan antaa enemmän, kuin niitä on tarkoitus käyttää, koska analyysi rakentaa ehdotetuista paikoista kaikki vaihtoehtoiset kombinaatiot eli toimintavaihtoehdot. Käymällä ne läpi löydetään se toimintavaihto-



Kuva 1. VALION laskenta perustuu tieverkkoon, josta kuvassa näkyy esimerkki Tampereen alueelta. (Kuva: Tapio Heininen)

ehto, joka viivästyttää joukkojen liikettä mahdollisimman paljon. Samalla voidaan nähdä se, kuinka monessa paikassa on edullista hidastaa joukkojen liikettä, sekä se, missä ovat kriittisimmät paikat ja mitkä paikat eivät ole niin tärkeitä. Analyysin ikävänä piirteenä on se, että toimintavaihtoehtojen määrä ja sen mukana laskenta-aika kasvavat eksponentiaalisesti, kun liikettä hidastavia paikkaehdotuksia lisätään skenaarioon. Tämä voidaan välttää rajoittamalla laskettavien tapausten määrää, jolloin kuitenkin osa kombinaatioista jää käymättä läpi.

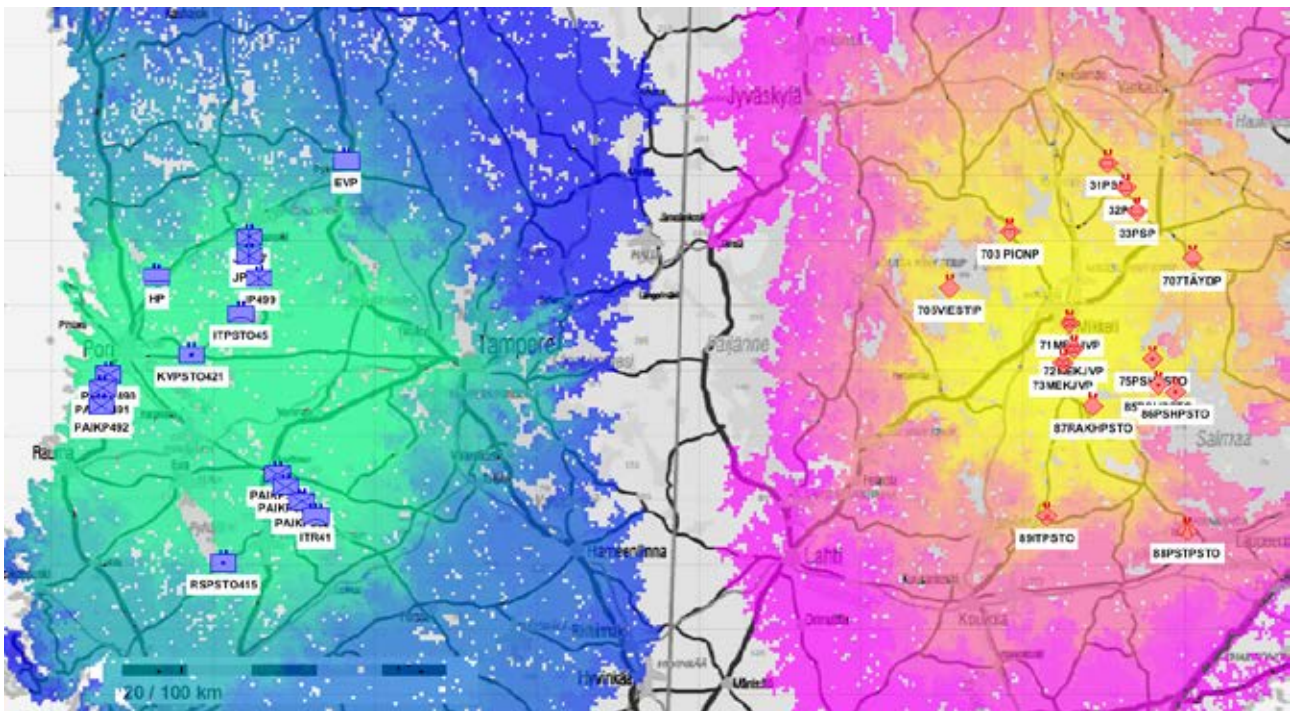
VALION analyysit ovat parhaimmillaan tapauksissa, joissa tarkastellaan useiden joukkojen yhtäaikaista liikettä. Laskehtaessa joukkojen reittejä tavoitepisteisiinsä otetaan huomioon myös muiden joukkojen liike rajoittavana tekijänä. Optimaalisten reittien laskentaa vaikeuttaa oleellisesti, kun pitää ottaa huomioon, milloin ja missä tiet ovat varattuina muiden joukkojen käyttöön. Tällöin on tarkasteltava koko ajan muuttuvaa tilannetta ja haettava vaihtoehtoisia reittejä mutta otettava myös huomioon, onko sittenkin edullisempaa odottaa lyhyemmän reitin vapautumista muilta joukoilta.



Kuva 2. VALIO laskee ja esittää kartalla, missä joukot voivat olla annettuna ajanhetkenä. Näkyvissä on myös tieverkon käyttöaste. Mitä paksumpi on ruskea viiva, sitä useampi joukko käyttää kyseistä tietä. (Kuva: Tapio Heininen)

Niin ikään tilanne on erilainen yhden ja usean joukon tapauksessa, kun etsitään paikkoja, joissa joukkojen liikettä halutaan hidastaa. Rajoittamalla joukkojen liikettä valituissa paikoissa joukot siirtyvät käyttämään vapaita teitä, mutta tämä johtaa näiden teiden ruuhkautumiseen, jolloin hidastumista tapahtuu enemmän, kuin joukkoja yksitellen tarkasteltuna voi arvioida. Kun simuloidaan kaikkien joukkojen liikettä yhdessä ja otetaan huomioon joukkojen vuorovaikutus, saadaan parempi käsitys liikkeen rajoittamisen vaikutuksesta kokonaisuuteen. Laskennan yhteenvedosta on nähtävissä, miten joukkojen liikkeeseen tuleva viive muuttuu, kun liikkeen hidastamiseen käytettävien paikkojen määrää lisätään (kuvat 4 ja 5). Jos paikkojen lisääminen ei kasvata viivettä merkittävästi, niiden määrää ei kannata kasvattaa.

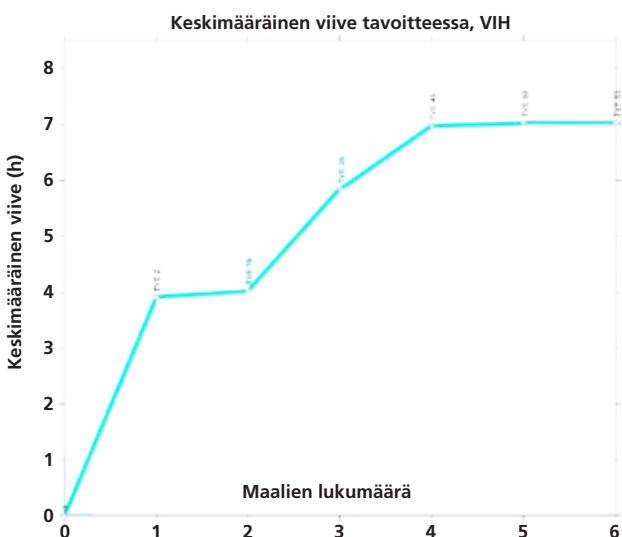
VALION avulla voidaan tarkastella skenaarioita, joissa on yhden tai kahden osapuolen joukkoja. Jos mukana on kaksi osapuolta, voidaan arvioida, missä joukot kohtaavat toisensa. On huomattava kuitenkin, että VALIO ei ole taistelusi-mulaattori eikä siinä ole mallia asevaikutukselle. Sillä ei ole mahdollista tehdä tappioarvioita eikä ennakoida sitä, mitä tapahtuu eri osapuolten kohdatessa. On kuitenkin mahdollista valita kartalta tietty tarkastelupiste ja laskea, kuinka nopeasti joukot pääsevät tähän pisteeseen. Tuloksena saadaan arvio osapuolten voimasuhteiden kehittymisestä (kuva 6). Tätä voidaan taas hyödyntää muissa työkaluissa esimerkiksi voimasuhdelaskennan lähtötietona.



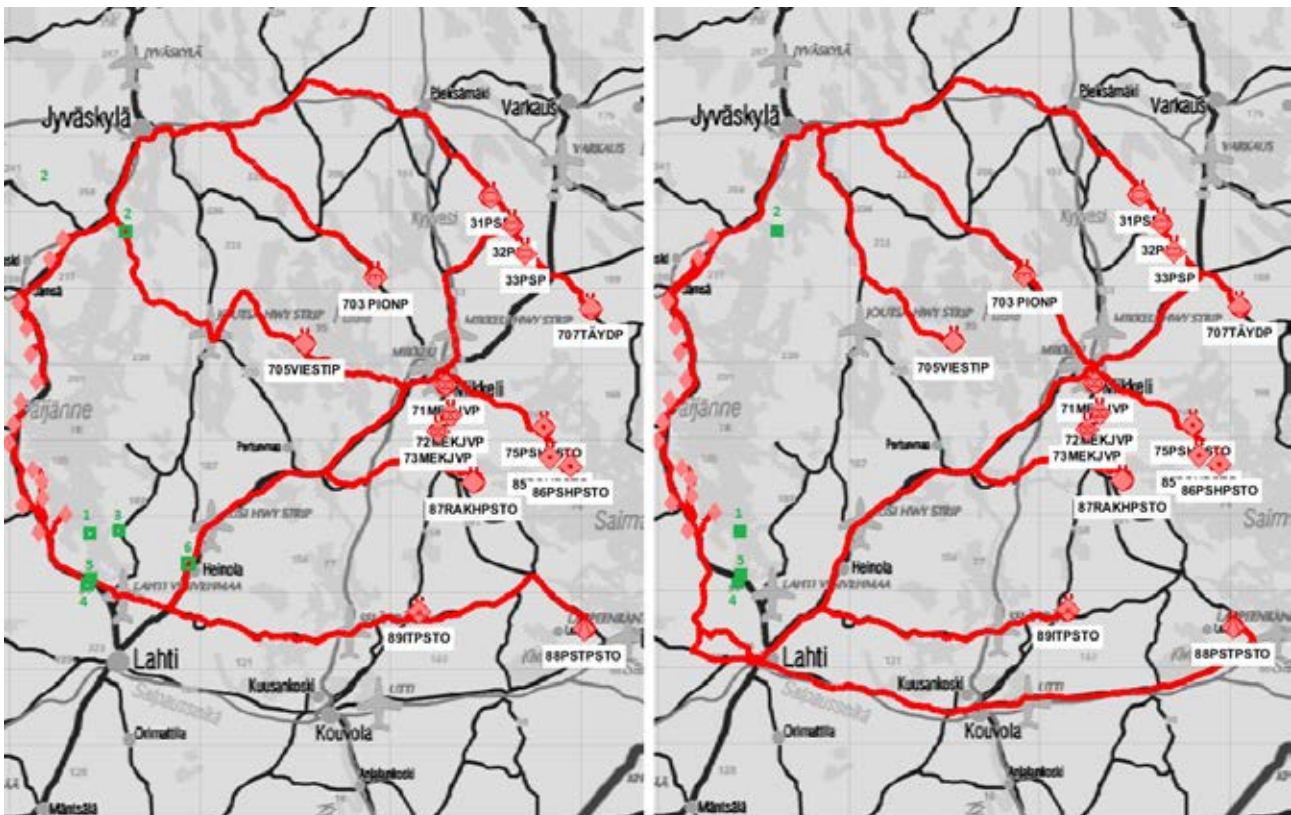
Kuva 3. Tulos voidaan näyttää myös joukkojen lukumääränä. Mitä vihreämpi väri, sitä enemmän omia joukkoja voi siinä kohtaa olla. Mitä keltaisempi väri, sitä enemmän vastustajan joukkoja voi siinä kohtaa olla. (Kuva: Tapio Heininen)

VALIO on suunniteltu mahdollisimman helposti käytettäväksi, jotta sotilasiantuntija pystyy käyttämään sitä itsenäisesti ilman operaatioanalyttikon apua. Laskenta-ajat riippuvat tarkastelualueen koosta sekä joukkojen ja toimintavaihtoehtojen määrästä. Joukkojen liikkeen rajoittamista tarkasteltaessa toimintavaihtoehtojen määrä kohoaa helposti suureksi, mikä johtaa melko pitkiin laskenta-aikoihin, mutta pelkkä joukkojen mahdollisen sijainnin laskenta sujuu nopeammin.

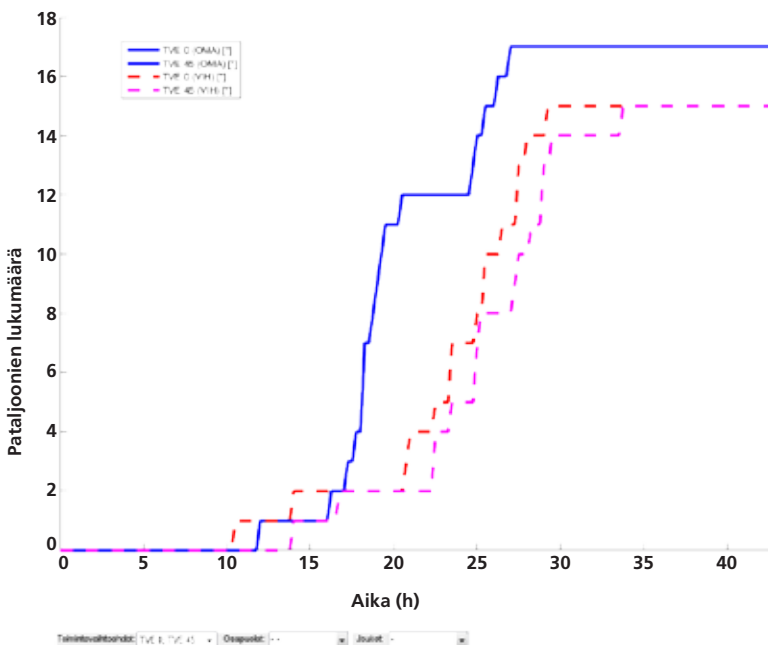
VALION kehityssuunnitelmissa on lisätä siihen ominaisuus, jolla voidaan laskea epäsuoran tulen mahdollista intensiteettiä eri paikoissa. Analyysi perustuu siihen, missä joukot voivat olla ja kuinka kauas ne voivat tullen ulottaa. Tulos muistuttaa joukkojen mahdollisen sijainnin analyysiä, mutta esittää epäsuoran tulen mahdollista intensiteettiä joukkojen lukumäärän sijasta. Myös kahden osapuolen kohtaamistasan automaattinen määrittäminen on ominaisuus, jota ollaan rakentamassa. Tällöin kartalle saadaan automaattisesti näkyviin ne alueet, joissa osapuolet kohtaavat toisensa, kun ne etenevät annetulla nopeudella.



Kuva 4. Joukkojen liikkeen hidastamisesta laskettu yhteenveto tilanteesta, joka on näkyvissä kuvassa 5. Käyttäjä on ehdottanut joukkojen liikkeen hidastamiseksi kuutta eri paikkaa, mutta kuvaajasta nähdään, että näitä kaikkia ei kannata käyttää, vaan neljällä paikalla saadaan aikaan sama viivästys kuin kuudellakin ja toimintavaihtoehto 45 tuottaa tällöin parhaan tuloksen. (Kuva: Tapio Heininen)



Kuva 5. Vasemmalla on näkyvissä ne punaisten joukkojen reitit, kun tiet ovat vapaasti käytettävissä. Samassa kuvassa näkyvät myös vihreät neliöt, joissa joukkojen liikettä pyritään hidastamaan. Oikealla on näkyvissä reitit edullisessa toimintavaihtoehdossa 45, jolloin joukkojen liikettä hidastetaan neljässä paikassa (vihreät neliöt 1, 2, 4 ja 5). (Kuva: Tapio Heininen)



Kuva 6. VALIOlla on mahdollista tarkastella voimasuhteiden ajallista kehittymistä tärkeissä maastonkohdissa. Tässä ovat näkyvissä kuvan 5 tilanteet eräässä valitussa pisteessä. Joukkojen liikkeen hidastamisen vaikutus näkyy selvästi toimintavaihtoehdossa 45 verrattuna siihen, että tiet olisivat vapaasti käytettävissä (TVE 0). Kummassakaan toimintavaihtoehdossa omien joukkojen liike ei hidastu, joten käyrät kulkevat päällekkäin. (Kuva: Tapio Heininen)

Kirjoittajat:

Diplomi-insinööri Tapio Heininen toimii vanhempana tutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen doktriiniosastossa operaatioanalyysin tutkimusalalla.

Diplomi-insinööri, insinöörikapteeni Ilkka Kujamäki toimii vanhempana tutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen doktriiniosastossa operaatioanalyysin tutkimusalalla.

Filosofian maisteri Laura Wirola toimii tutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen doktriiniosastossa operaatioanalyysin tutkimusalalla.

Räjähde- ja suojelutekniikkaosasto

Vaaralliset sähköpurkaukset uhkana materiaalin käsittelyssä

Puolustusvoimien kuljetushelikopteri NH90:n käyttöön liittyvä PVTUTKL:n ESD-tutkimus- ja -testausvalmius on tuotantokäytössä koko laajuudessaan. Voidaan puhua perustellusti PVTUTKL:n ESD-laboratoriosta. Staattisen sähköön purkaus – ESD (Electrostatic Discharge) – on tavallinen ja useimmiten harmiton ilmiö arkielämän toiminnassa, mutta se saattaa rikkoa elektronisia laitteita ja olla turvallisuusriski maanpuolustukseen liittyvää materiaalia käsiteltäessä.

Tavoitteena ovat helikopterilla kuljetettavien ampumatarvikkeiden turvallisuus niiden käsittelyn kaikissa vaiheissa ja elektroniikan toimintavarmuus. Kuljetus tapahtuu helikopterin rahtitilassa tai helikopteriin vaijerilla ripustetussa kuormassa. Edellisessä joudutaan tekemisiin henkilöperäisen staattisen sähköön kanssa, ja jälkimmäisessä tärkein tekijä on helikopteriperäinen staattinen sähkö. Puolustusvoimien tutkimuslaitoksessa suoritetaan ESD-testit Nato-standardin mukaan molemmilla tavoilla kuljetettavalle materiaalille PVTUTKL:n pääasiallisen asiakkaan ollessa MAAVE ja PV-LOGL.

Helikopterin varautuminen

Kaikille ilma-aluksille on ominaista sähköinen varautuminen lennon aikana. Varautumisen syistä tärkein on se, kun varaus siirtyy materiaalien joutuessa kosketukseen keskenään ja tämän kosketuksen irrotessa. Ilmassa olevien pisaroiden tai hiukkasten osuessa roottorin lapoihin tai helikopterin otsapintaan varauksia siirtyy kopteriin tai siitä pois.

PVTUTKL:n ja VTT:n yhteisessä vuosina 2009–2011 toteutetussa NH90:n varautumistutkimuksessa helikopterin jännitteeksi maan suhteen on mitattu lumisateella 62 kV ja vesisateella 72 kV. Henkilön jännitteeksi saatiin samassa tutkimuksessa eristävillä jalkineilla 16,5 kV ja varauksia poistavilla jalkineilla tyypillisesti 120–740 V.

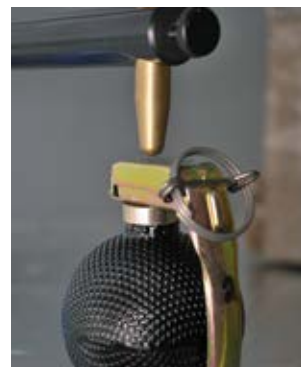
NH90-helikopteri staattisen varautumisen mittauksissa. (Kuva: Matti Harkoma)



Nato-standardin mukaiset testit ja testilaitteisto

ESD-tutkimus- ja -testauskyvyn edellytyksenä ovat tarvittava tieto/taito sekä standardien mukaiset laitteet ja tarkoitukseen soveltuvat tutkimustilat. Henkilöperäisen staattisen sähköön testaukseen soveltuva Nato-standardin mukainen 25 kV:n laitteisto on ollut tuotantokäytössä vuodesta 2011. Helikopteriperäisen staattisen sähköön Nato-standardin mukaiseen testaukseen soveltuvalla 300 kV:n laitteistolla ja sen testiympäristöllä saatiin käyttöhyväksyntä toukokuussa 2015.

Helikopterilla kuljetettava materiaali, jonka lastaus ja purku tapahtuu käsin, testataan suurimmillaan 25 kV:n koestusjännitteellä muiden testausjännitteiden ollessa 5, 10, 15 ja 20 kV.



Henkilöperäisen staattisen sähköön testilaitteisto: vasemmalla 25 kV:n ESD-generaattori, oikealla ESD-elektrodi ja testattava ampumatarvike. (Kuvat: Petri Pekkala)

Helikopterilla riippukuormassa kuljetettava materiaali testataan Nato-standardin mukaan 50, 100, 150, 200, 250 ja 300 kV:n jännitteellä. Alla olevassa kuvassa on nähtävissä 300 kV:n staattisen sähköön purkaus testikappaleena toimineeseen inerttiin kranaattiin.



300 kV:n staattisen sähköön purkaus (ESD) inerttiin 120 mm:n krh-kranaattiin. (Kuva: Pauli Hokkanen)

Kirjoittaja:

Dosentti, FT, TkT Matti Harkoma toimii erikoistutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen räjähd- ja suojelutekniikkaosastossa energettisten teknologioiden tutkimusalalla.

Polttopanoksen kehitystyö

Suomen puolustusvoimilla ei ole viime sotien jälkeen ollut käytössään polttopanosta, ja aina tietyin väliajoin tähän puutteeseen on toivottu ratkaisua erityisesti jalkaväen, erikoisjoukkojen ja raivaajien tarpeisiin liittyen. Tällä hetkellä esimerkiksi raivaajat joutuvat useita kertoja vuodessa hakemaan erityislupaa VR:n hitsaustermiitin käyttöön, kun halutaan raivauskohteen ympäristön (asuttu alue, tierumpu yms.) vaurioiden vähentämiseksi täyden räjähdysen eli detonaation sijasta lievempää vajaanäjähdystä (humahdus/deflagraatio). Termiittipohjainen polttopanos ei ole räjähtävä, vaan sen vaikutus perustuu nimensä mukaisesti erittäin kuumaan ja suhteellisen pitkäkestoiseen palovaikutukseen ja siihen, että reaktiotuotteena muodostuu kiinteää sulaa metallia/rautaa, joka jähmettyessään esim. tykin putkeen tekee aseiden käyttökelvottomaksi.

Maavoimien Pioneerivälineet-hankkeen yhtenä osakokonaisuutena valmistellaan polttopanoksen protosarjan hankintaa. Tämä osakokonaisuus on annettu Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen vetovastuulle hankkeen II vaiheen tiedonhankintaan liittyen. Tämä tutkimustehtävä käsittää kirjallisuusraportin, jossa tarkastellaan kiinteiden termiittipohjaisten polttopanosten fysikaalis-kemiallisia ominaisuuksia, käytettävyyttä, suorituskykyä ja säilyvyyttä. Lisäksi raporttiin on koottu kaupallisten valmistuslaitosten testaustuloksia, valmistajia ja hinta-arvioita. Tutkimustehtävän toisena osana on kotimaisen polttopanoksen prototyypin kehitystyö yhteistyössä panosvalmistaja Raikka Oy:n kanssa. Koska yhdellä polttopanoksella ei voi ratkaista kaikkia suorituskykytarpeita,

ensisijaisiksi kehitystyön kohteiksi määriteltiin asiakkaan toimesta taakse jätettävän materiaalin tuhoaminen, aseiden käyttökelvottomaksi tekeminen ja selvitystyö polttopanoksen soveliaisuudesta raivaustoimintaan (perinteiset ja improvisoidut räjähteet).

Kokeelliseen osuuteen liittyen tutkimuslaitos tilasi Raikka Oy:ltä kahden eri massakoostumuksen omaavia puolen ja kahden kilon painoisia polttopanoksia, joiden rakenteellisia sekä syttymis- ja palo-ominaisuuksia eri käyttölämpötiloissa testattiin Lakialassa kesällä 2015. Panosten valmistukseen ja hankintaan käytettiin Pioneerivälineet-hankkeen TTK-rahoitusta.

Kirjallisuusraportista ja kokeellisen osuuden lupaavista tuloksista saatiin perusteet varsinaisen protosarjan tilausta varten. Protosarjan toimivuus ja käyttökelvottomuus testataan yhteistyössä varsinaisten käyttäjien kanssa heidän esittämiään ja toimittamiaan materiaaleja (esim. viestivälineet, aseet, räjähteet) vastaan.

Testaus toteutetaan pääosin tutkimuslaitoksen koekentällä ja mahdollisesti järeämmässä mittakaavassa Puolustusvoimien muilla koealueilla. Nämä kenttäkokeet on tarkoitus toteuttaa vuoden 2015 loppupuolella tai vuoden 2016 ensimmäisellä vuosineljänneksellä. Kenttäkokeiden tulokset raportoidaan ja niiden pohjalta tehdään ratkaisut mahdollisen sarjahankinnan toteuttamiskelpoisuudesta.



Kuva 2. ja 3. Puolen kilon polttopanoksen testauksen palojäänteet (vas.) ja modulaarisuuden testausta (oik.). (Kuvat: Marja-Leena Karisaari)



Kuva 1. Polttopanoksen kehitysversion läpäisykyvyn testausta kesällä 2015. (Kuva: Marja-Leena Karisaari)

Kirjoittaja:

FM Marja-Leena Karisaari toimii vanhempana tutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen räjähd- ja suojelutekniikkaosaston energettisten teknologioiden tutkimusosalalla.

CBRN-uhkakuvasta

Pirun hahmoinen käärmettä hartioillaan pitelevä olento pakenee kohotetulla miekalla ja suojanaamarilla varustautunutta raivoisaa soturien johtajaa ja hänen hyvin varustautuneita taistelijoitaan. Leviävät kaasut, myrkyt ja savut ovat aiheuttaneet kuolemaa. Haaskalinnut seuraavat joukkoa. Myös kalat kuolevat. Piru, käärme ja linnut eivät suojausta tarvitse. Miten tilanne päättyy? Mitä tulee seuraavaksi? Ymmärrätkö minä kemialliset, biologiset, säteilyn ja ydinaseiden (CBRN) uhkat ja niihin vastaamisen kuvan esittämällä tavalla? Entä kuinka muut ihmiset ymmärtävät nämä uhkat? Miksi tuollainen kansikuvitus? Ehkä halusta pysäyttää katsoja – ja saada lukemaan lehti.

CBRNe World -lehden kannen kuvitus kesäkuun 2015 numerossa.
(Kuva: Flag Art Studios Inc.)



Mielikuvia joukkotuhoaseuhkista

Kemiallisiin (C), biologisiin (B), säteilyn (R) ja ydinaseiden (N) uhkiin liittyy meistä jokaisella mielikuvia. Ydinaseeseen liittyy ehkä mielikuva valtavasta sienen muotoisesta pilvestä, räjähdyksestä, paineaallosta ja laajasta tuhosta. Kemiallisiin aseisiin saattaa liittyä mielikuva myrkyillä tapetuista ihmisistä, joiden ruumiinjäsenet ja kasvat ovat hermomyrkytysvaikutusten jälkeen jääneet kouristuneisiin ja vääntyneisiin asentoihin. Biologinen ase tuo ehkä mieleen ebolan, joka on luonnossa esiintyvä ”ase” ja jonka leviämistä on yritetty hallita nykyisessä Afrikassa. Vähemmän tiedetään esimerkiksi Neuvostoliitolla aikanaan olleesta valtavasta bioaseohjelmasta. Säteilyyn kytkemme ydinvoimaloiden onnettomuudet Tshernobyliissä ja Fukushimaassa. Näitä onnettomuuksia tuntuu sattuvan 20–30 vuoden välein. Lisäksi uhkan muodostavat kotitekoiset räjähteet (E), autopommit ja tiepommit, joita on kriisinhallintakohteissa ulkomailla. Voidaan todeta, että uhkan toteuduttua sen vaikutukset yhteiskuntaan, terveyteen, talouteen ja ympäristöön saattavat olla mittavat.

CBRNE – yliluonnollistako?

CBRNe World -lehden kansikuvituksen mukaan uhkat saavat sellaisia muotoja, jotka eivät näytä olevan hallittavissa inhimillisin keinoin. Kuvan tarkoituksena on herättää ja vaikuttaa. Totuus uhkista on kuitenkin toisenlainen: kemialliset, biologiset, säteilyn ja ydinaseiden sekä kotitekoisten räjähteiden uhkat ovat kaikki erilaisia ominaisuuksiltaan. Me tunnemme niiden vaikutukset, joten niitä on mahdollista ennakoita ja arvioida. Parasta hallintaa on pystyä estämään uhkan toteutuminen. Uhkan toteuduttua ryhdytään toimenpiteisiin, joilla vaikutukset pystytään rajaamaan. Tapahtuman jälkeen pyritään tilanne palauttamaan ennalleen tai niin normaaliksi, kuin on mahdollista.

CBRN 1900-luvulla

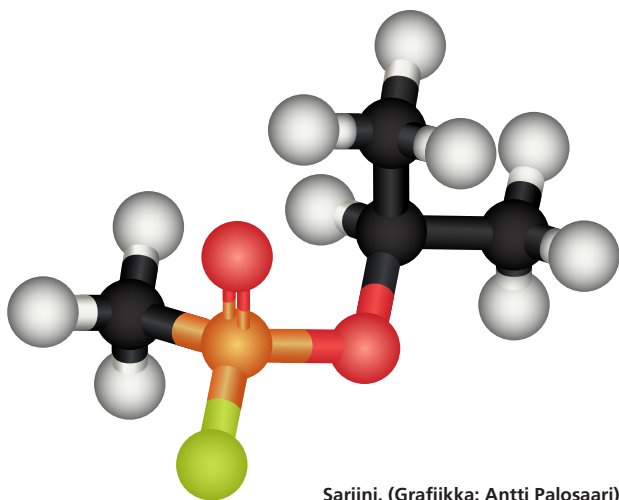
Joukkotuhoaseet eli kemialliset, biologiset ja ydinaseet on kehitetty ja niitä on käytetty 1900-luvulla. Kemiallista asetta käytettiin laajasti ensimmäisessä maailmansodassa. Biologisen aseiden käyttöä ei juuri tunneta. Japanin tiedetään kokeilleen biologista asetta valloittamillaan alueilla Kiinassa, samoin se on käyttänyt kemiallista asetta. Ydinasetta käytettiin ensimmäisen ja toistaiseksi ainoan kerran Japania vastaa toisessa maailmansodassa.

Ensimmäisessä maailmansodassa kemiallisilla aseilla oli merkittävä rooli sotatoimissa. Hitler ei toisessa maailmansodassa

käyttäneet kemiallisia aseita, vaikka juuri Saksassa kehitettiin ennen sotaa hermokaasuja. Pidäkkeenä ehkä oli se, ettei Saksalla ollut tarkkaa kuvaa vastustajiensa vastaavasta arsenaalista. Ilmeisesti kemiallisia aseita käyttivät Irakin ja Iranin välisessä sodassa 1980-luvulla molemmat osapuolet – ainakin Irak käytti niitä paljon. Lisäksi Saddam pommitti kemiallisilla aseilla omia kansalaisiaan Halabjassa vuonna 1988. Paljon siviilejä kuoli.

Pian kemiallisen myrkkysodan alettua 1900-luvun alussa kehitettiin suojanaamareita myrkkukaasuja vastaan. Alkeelliset naamarit saatiin nopeasti taistelulentäille sotilaita suojaamaan. Armeijan on kyettävä jatkamaan taistelua, mikäli mahdollista, myrkyistä huolimatta. Näin on aina ollut, ja näin on vieläkin.

Paljon huomiota saanut terrori-isku tapahtui Tokion metrossa vuonna 1995. Siinä kuoli yli kymmenen ja vahingoittui tuhansia ihmisiä. Noihin aikoihin Japanissa vaikutti uskonlahko, jolla oli suunnitelmia ja pieni tehdas tuhansien kilojen valmistamiseen hermokaasusariinia. Ennen Tokiota laukko teki sariini-iskun Matsumotossa. Muutamia ihmisiä kuoli. Vasta Tokion iskun jälkeen poliisi sai laukon johtajan ja jäseniä pidätettyä.



Sariini. (Grafiikka: Antti Palosaari)

Sariinin vaikutuksia:

- nenän vuotaminen
- rahiseva hengitys
- puristuksen tunne rinnassa
- näön sumentuminen
- pupillien supistuminen
- kuolaaminen
- liika hikoilu
- pahoinvointi, oksentelu
- tahaton ulostaminen ja virtsaaminen
- lihasten vapina ja kouristukset
- kooma
- kuolema tukehtumalla.

1900-luvun jälkimmäisellä puoliskolla neuvoteltiin valtioiden välinen sopimus kemiallisten aseiden kieltämiseksi. Täyskielto ja siihen liittyvät todentamistoimet alkoivat 1997. Tämän ansiosta sopimusvaltiot ovat tuhonneet tai parhaillaan tuhoamassa (Venäjä, USA) kemiallisten aseiden arsenaalinsa. Toiminta saataneen päätökseen noin vuonna 2025.

CBRN 2000-luvulla

Kemiallisia aseita on käytetty laajemmin viimeksi Syyrian sisällissodassa vuonna 2013. Olipa käyttö kumman tahansa osapuolen teko, sai se aikaan USA:n sotilaallisen painostuksen ja Syyrian liittymisen kemiallisten aseiden kieltosopimuksen jäsenvaltioksi pikavauhtia syksyllä 2013. Liittymistä seurasi Syyrian riisuminen kemiallisista aseista vajaan vuoden kuluessa. Tämänkin jälkeen on Syyriassa raportoitu kemiallisten aseiden käyttötapauksia.

Biologisia aseita ei tiedetä laajasti käytetyn. Syyskuussa 2001 paljastui ”insiderin” toteuttama pernaruttokirjetapaus, jossa kuoli ihmisiä. Biologiset ja toksiiniaseet kieltävä sopimus on 1970-luvulta. Suuria sotia ei kemiallisilla aseilla ole voitettu. Niillä on tuotettu paikallisia tappioita, ja enimmäkseen ne ovat vaikuttaneet siviileihin. Kemiallinen ase on pelätty yleisesti, mutta sillä ei ole riittävää pelotevaikutusta sotilaallisen tasapainon tai ylivoiman ylläpitämiseksi. Ydinase sitä vastoin on tehokas pelote.

Kemialliset aseet kieltävä yleissopimus saattoi tulla aseita omistaneille valtioille helpotuksena, vaikka aseiden turvallinen hävittäminen onkin paljon aikaa vaativaa ja erittäin kallista. Aivan itsestään sopimus ei tullut, sillä neuvottelut kestivät 20 vuotta. Kohteena olevat aseteknologiat olivat vanhentuneita ja suurimmaksi osaksi peräisin 1950–1960-luvulta. Ne oli aikakin hävittää. Sen sijaan myrkkukemikaalit olivat toimivia ihmistä vastaan epäpuhtainakin. Sanottakoon, että niin Venäjän kuin monen muunkin valtion on mahdollista muutamassa vuodessa saada aikaan B- ja C-ase-arsenaali uudelleen niin halutessaan. Joukkotuhoaseteknologioita on hyvin dokumentoitu avoimessa kirjallisuudessa, joskin aivan yksityiskohtaiset tiedot aseista ja asevaikutuksista ovat puutteellisia ihan ymmärrettävistä syistä.

Useimmat valtiot ylläpitävät CBRN-suojan ja kehittävät sitä. Tämän vuoksi sotilaat ovat hyvin suojattuja ja pystyvät toimimaan maanpuolustukseen liittyvissä tehtävissä vaarallisessa ympäristössä. Siviilejä varten on olemassa väestönsuojia. Rationaalinen varautuminen pitää mahdollisena, että valtio tai sen puolustajat joutuisivat joskus jossakin mittakaavassa joukkotuhoaseiden käytön kohteeksi. Hyvän ja tehokkaan suojan tarkoitus on ennakolta estää tai tehdä vähemmän houkuttelevaksi joukkotuhoaseiden käyttö, myös terrorismin tapauksessa.

Terrorismi ja hybridisota

C- tai B-aseiden laajaa käyttöä sodassa ei pidetä kovin todennäköisenä. Ne ovat mahdollinen keino epäsymmetrisessä vaiuttamisessa, terroristisissa teoissa ja hybridisodankäynnissä. Jopa ydinase tai sillä uhkaaminen voivat tulla kysymykseen. Kemiaalliset ja biologiset aseet luovat pelkoa ja kauhua. Miksi terroristiorganisaatiot eivät ole käyttäneet iskuissaan kemiaallisia tai biologisia aseita? ISISin arvellaan varautuvan kemiaallisten aseiden käyttöön. Vastaus voi olla niinkin yksinkertainen, ettei niitä voi ostaa tai muuten hankkia vapaasti, kuten räjähteitä tai konetuliaseita. Ainoa keino niiden hankkimiseksi on oma valmistus. Tämä edellyttäisi jonkinasteista kehittämisohjelmaa. Jotkut asiantuntijat arvioivat, että tällainen ohjelma voitaisiin toteuttaa internetistä saatavilla tiedoilla, alkeellisissa laboratorioissa ja vähäisellä teknologisella tietämyksellä.

Menestyäkseen C- tai B-iskun toteuttaminen vaatii huolellista suunnittelua sekä aineiden ja levitysmenetelmien kehittämisen. Suurella todennäköisyydellä tiedusteluorganisaatiot paljastaisivat tämän ja toteutus epäonnistuisi. Edellä sanottu ei tietenkään poista sitä mahdollisuutta, että tulevaisuudessa tapahtuisi ihmishenkiä vaativa C- tai B-terrori-isku.

Uhkan muutos

Muuttunutta C- tai B-uhkakuvaa karakterisoi kompleksisuus, epäsymmetrisuus, yllätyksellisyys, ennalta-arvaamattomuus, monimuotoisuus ja häikäilemättömyys. Lisäksi uhka on tehtävä- ja missiokohtainen, tilanteeseen ja paikkaan sidottu. Käytön kohteena on siviilien lisäksi rakennettu infrastruktuuri, tuotanto ja logistinen ketju. Tekijöinä ovat ei-valtiolliset toimijat tai niiden tukemat ryhmittymät tai hybridisodassa ei-valtiolliseksi tekeytyvä valtiollinen toimija.

Tällä vuosituhanella alle kaksituhatta ihmistä on kuollut joukkotuhoojaisilla tai -aineilla tehdyissä iskuissa. Tämän tosiasian varjoon jää se seikka, että vuosittain 200 000 ihmistä kuolee hermokaasujen tapaan vaikuttaviin aineisiin (organofosfaatteihin) oman käden kautta itsemurhina. Tämän lisäksi tulevat työperäisen altistuksen seurauksena tapahtuvat myrkytykset ja kuolemat. Kysymys on tarkastelunäkökulmasta.

Muuttunutta kemiaallista uhkaa ovat inkapasitoivien eli toimintakyvyttömyyttä aiheuttavien kemikaalien kehittäminen ja käyttö, kuten Moskovan teatterikaappauksen päättämisessä tapahtui. Laajemmin voidaan puhua keskushermostoon vaikuttavien aineiden tulosta voimankäyttövälineeksi ja sopivan aineyhdistelmän löydyttyä täydentämään sotilaallista keinovalikoimaa. Muun muassa huumausaineiden synteettinen valmistaminen johtaa väistämättä erittäin myrkyllisten aineiden löytämiseen. Tekijä toimintakyvyttömyyttä aiheuttavan ja tappavan välillä on aineen määrä, jonka yksilö saa tilanteessa. Vaikutus riippuu yksilön ominaisuuksista:

aikuinen – lapsi, nuori – vanha, terve – sairas sekä henkilökohtaisesta herkkyydestä aineille. Vaikka kemiaallisten aseiden kieltosopimus ei näitä aineita varsinaisesti kiellä, on niidenkin käyttäminen sodassa kiellettyä.

Venäjä on ilmoittanut valmiutensa käyttää ydinaseita omien etujensa puolustamiseen. Se on jopa uhittelut niillä. Tätä ei ole lännessä pidetty sopivana retoriikkana ydinasevaltiolta. Muutoin ydinaseiden uhka on pysynyt jokseenkin muuttumattomana. Intia ja Pakistan ovat ydinasevaltioita. Israelin mukaan Iran pyrkii ydinasevaltioksi äskettäisestä ydinvoiman rauhanomaiseen käyttöön liittyvästä sopimuksesta huolimatta. Uhkan toteutuessa vaikutukset Lähi-Itään ja sitä kautta maailman tilanteeseen olisivat dramaattiset. Ydinaseet antavat tietyn painoarvon maailmanpolitiikassa ja luovat mielikuvan sotilaallisesta mahdista.

Puolustusvoimille ja muille viranomaisille töitä uhkien määrittelyssä ja strategian laadinnassa

Ennakoinnin ja varautumisen perusta on oikea ja ajan tasalla oleva uhkien arviointi- ja määrittelytyö. Sen tuloksena on realistinen, tieteen ja teknologian kehityksen sekä kulloisenkin yhteiskunnallisen ja maailman poliittisen tilanteen huomioiva CBRNE-uhkakuva. CBRNE-tapahtumat ovat tavallisesti laittoman toiminnan seurausta. Tästä seuraa, etteivät CBRNE-uhkakuva ja siihen liittyvät määrittelyt ole julkisia. Oikeat ja ajantasaiset CBRNE-uhkat antavat päättäjille perusteet varautumisen suunnitteluun ja toteuttamiseen sekä muihin strategioiden tavoitteisiin. Koska uhkan toteutumisella on vaikutuksia yhteiskuntaan, terveyteen, talouteen ja ympäristöön, on varautumiseen osallistuminen monen ministeriön tehtävä.

Yhteiskunnan turvallisuusstrategia ja puolustusministeriö

Yhteiskunnan turvallisuusstrategia käsittelee CBRNE-uhkia yleisellä tasolla. Suomen puolustuskykyyn ja Suomen sotilaalliseen puolustamiseen liittyvänä strategisena tehtävänä YTS mainitsee puolustusministeriön (PLM) vastuulla olevan muiden viranomaisten tukemisen: ”Muille viranomaisille annettavan tuen toimintamalleja häiriötilanteissa kehitetään, parannetaan viranomaisten välistä tiedonvaihtoa sekä ylläpidetään virka-apuun soveltuvia ja käytettävissä olevia suorituskykyjä. Keskeiset virka-apuun käytettävissä olevat kyvyt ovat alueen valvontakyky, kenttäviestijärjestelmät, etsinnät ja öljyntorjunta maalla, öljyntorjunta merellä, vaarallisten aineiden (CBRNE) tiedustelu, analyysi sekä puhdistus, palontorjunta, pelastus ja raivaus, räjähteiden raivaus, kenttäsiltojen ja teiden rakentaminen, ensihoito ja evakuointi, maa-, meri- ja ilmakuljetukset, helikopteripelastaminen, vartiointi, majoittaminen ja huoltopalvelut sekä erikoisasiantuntija-apu.”

Esimerkki muuttuneista kemiallisista uhkista

Kemiallisten aseiden laajamittaisen sotilaallisen käytön uhka on vähäinen tai olematon. Tämän on saanut aikaan kemiallisia aseita omistaneiden valtioiden pyrkimys noudattaa kemiallisten aseiden kieltosopimusta hävittämällä kemiallisten aseiden arsenaalinsa. Esimerkiksi Venäjä on jo hävittänyt yli 3/4:n omistamistaan 40 000 tonnista myrkyllisiä kemikaaleja. Loput ja vaarallisimmat myrkkynsä se saanee hävitettyä noin 10 vuoden kuluessa.

Kemiallisten aseiden kieltosopimuksen tarkoittamien kemiallisten myrkkujen luetteloiden ulkopuolella on suuri määrä myrkyllisiä kemikaaleja. On varmistunut, että uusia myrkyllisiä kemikaaleja kehitetään maailmalla. Kemiallisten aseiden kieltosopimus ei kiellä tätä toimintaa, kunhan se tapahtuu sopimuksen mukaisesti. Eräs tällainen uusi kemikaalien luokka ovat toimintakyvyttömyyttä aiheuttavat kemikaalit, jotka tietyssä pitoisuudessa ovat hengenvaarallisia. Muun muassa näitä aineita käsitelti marraskuussa 2015 pidetty kieltosopimuksen jäsenvaltioiden konferenssi. Konferenssi ei päässyt sopimukseen aineiden rajoittamisesta.

Terrorismin torjunnan strategia

Kansallinen terrorismin torjunnan strategia taustoittaa joukkotuhoojien näkökulmista mm. kotimaisia ja erilaisia kansainvälisiä yhteistyöjärjestelyjä ja linjaa tavoitteita: ”Kehitetään kansallista yhteistoimintaa CBRNE-asioissa. Sisäministeriön johdolla lisätään kansallista koordinaatiota strategisen tason toimenpiteiden tehostamiseksi, joilla huolehditaan CBRNE-aineiden sekä -tietojen turvallisuudesta. Lisätään CBRNE-asioiden parissa työskentelevien, kuten teollisuuden ja tutkimuslaitosten, tietoisuutta CBRNE-aineisiin sekä -tietoihin liittyvistä turvallisuusriskeistä. Kehitetään riskitietoista valvontaa ja suojaamista, jotta estetään aineiden sekä tietojen joutuminen laillisen toiminnan ulkopuolelle. Kehitetään rajanylityspaikkojen kykyä havaita ja tunnistaa CBRNE-materiaalit. Varmistetaan riittävä laboratorio- ja laitekapasiteetti sekä asiantuntemus, jotta yllättäviin CBRNE-tilanteisiin voidaan vastata asianmukaisesti. Kehitetään viranomaisvalvonnan ulkopuolelle joutuneiden ydinainesten ja muiden radioaktiivisten aineiden valtakunnallista havaitsemisarkkitehtuuria. Arvioidaan tuonti- ja vientisäädösten sekä lupamenettelyn toimivuutta CBRNE-materiaalin valvonnassa, suojaamisessa ja hallussapidossa sekä päätetään, mihin toimenpiteisiin on ryhdyttävä. Päävastuutaho on sisäministeriö. Muut vastuutahot ovat PLM, ulkoasiainministeriö, sosiaali- ja terveysministeriö, opetus- ja kulttuuriministeriö, puolustusvoimat, Säteilyturvakeskus ja Tulli.”

Kansallinen CBRNE-strategia

Parhailtaan on käynnistymässä sisäministeriön johdolla kansallisen CBRNE-strategian laadinta. Työtä varten SM on perustanut CBRNE-strategiatyöryhmän, jossa on edustajat eri hallinnonaloilta. CBRNE-strategiatyöryhmän tavoitteena on kansallisen terrorismitorjunnan strategian toteuttaminen CBRNE-asioissa, CBRN- ja E- toimintasuunnitelmien toimeenpanon koordinoiminen ja toteuttaminen, viranomaisyhteistyön ja kansallisen vasteen kehittäminen kustannustehokkaasti.

Työryhmän tehtävänä on laatia kansallinen CBRNE-strategia, luoda edellytykset viranomaisten ja elinkeinoelämän CBRNE-tietoisuuden ja koulutuksen kehittämiseksi, luoda edellytykset tarvittavan yhteensopivan välineistön hankkimiseksi eri viranomaisille sekä kehittää ja seurata kansainvälistä yhteistyötä. Keskeisenä ajatuksena työryhmällä on CBRNE-uhkien ennaltaehkäisy ja operatiivisen toiminnan kehittäminen.

Kirjoittajat:

Professori, FT Markku Mesilaakso toimii Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen räjähdde- ja suojelutekniikkaosaston johtajana.

FT Tarmo Humppi toimii Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen räjähdde- ja suojelutekniikkaosaston johtavana tutkijana.

Vetyperoksidilla myrkkyjä vastaan

Vetyperoksidi on veden kemiallinen isovehi. Veden kemiallinen kaava on H_2O ja vetyperoksidin H_2O_2 . Vesi on kaikelle tunnetulle elämälle välttämätöntä. Ilman vettä ei ole elämää, kuten ei myöskään ilman happea. Vesi ja happi samassa molekyylissä muodostavat vetyperoksidin, bakteereja ja viruksia tuhoavan yhdisteen. Vesi hyvä, vetyperoksidi paha – ainakin, jos sitä kysytään vaikkapa pernaruttobakteerilta tai ebolavirukselta. Ja sitähan me olemme kyselleet.

Puhdistaminen eli dekontaminaatio on yksi keskeisiä osia alueita suojautumisessa kemiallisten ja biologisten aseiden asevaikutuksia vastaan. Tätä tarkoitusta varten on kehitetty erilaisia välineitä ja menetelmiä. Useimmin ne perustuvat reaktiivisten yhdisteiden tai kemikaalien käyttöön. Kun ne joutuvat kosketukseen biologisen tai kemiallisen kontaminaation kanssa, ne tuhoavat tai hajottavat kontaminaation aiheuttaneet mikrobit tai kemialliset yhdisteet vaarattomiksi aineiksi. Hyvin yleisesti käytetty kemikaali tähän tarkoitukseen on natrium- tai kaliumhypokloriitti. Kotitalouksissa desinfiointiaineena käytettävä kloriitti on natriumhypokloriitin laimea vesiliuos.

Vetyperoksidi on kloriitin tavoin voimakkaasti hapettava yhdiste. Vetyperoksidin laimeaa vesiliuosta on jo vuosikymmeniä käytetty haavojen desinfiointiin. Teollisuudessa vetyperoksidia käytetään sellumassan ja tekstiilien valkaisuun ja desinfiointiaineena lääke- ja elintarviketeollisuudessa. Kosmetiikassa vetyperoksidia käytetään mm. hiusten ja hampaiden valkaisuun.

Vetyperoksidi on tappavan myrkyllistä pieneliöille, kuten bakteereille ja viruksille. Ihmiselle vetyperoksidi ei ole erityisen myrkyllistä. Kuitenkin se syövyttää silmiä ja ihoa ja höyryt ärsyttävät hengitysteitä. Suurten pitoisuuksien hengittäminen voi vahingoittaa keuhkoja.

Vetyperoksidi on voimakas hapetin ja reagoi voimakkaasti mikrobien solukomponenttien kanssa aiheuttaen mikrobien tuhoutumisen. Vetyperoksidia käytetäänkin laimeina vesiliuksina mm. pintojen desinfiointiin. Vasta 1980-luvulla vetyperoksidihöyryä ryhdyttiin käyttämään erilaisiin puhdistus- ja desinfiointitarkoituksiin.

Höyrystetty vetyperoksidi (vaporized hydrogen peroxide VHP) onkin osoittautunut tehokkaaksi puhdistus- ja desinfiointiaineeksi. Se on hyvin laajakirjainen ja tehoa sekä bakteereihin että viruksiin. Se inaktivoi tehokkaasti myös bakteeri-itiötä. Vetyperoksidikaasulla voidaan myös dekontaminoida kemiallisilla taisteluaineilla saastuneita pintoja. VHP:tä käytetään

laajasti erilaisten tilojen, kuten biologisten turvalaboratorioiden, dekontaminointiin. Vetyperoksidikaasu ei vahingoita herkkiä elektronisia laitteita.

Tarvittava VHP-pitoisuus hyvän puhdistustuloksen saavuttamiseksi (enemmän kuin 99,999 % kontaminaatiosta tuhoutunut) on noin 1 000–1 200 mg/m³ ja vaikutusaika 1,5–3 tuntia. VHP:tä voidaan käyttää myös kokonaisten huoneiden puhdistamiseen. Tähän tarkoitukseen se soveltuu erityisen hyvin, koska se kaasumaisena leviää kaikkialle tilaan ja tunkeutuu pienenkin rakoihin.

VPH-dekontaminoinnissa on useita etuja muihin vastaaviin menetelmiin (esim. klooridioksidi- tai formaldehydi-höyrytykseen) verrattuna:

- alhainen myrkyllisyys
- turvallinen käyttää, alle 35-prosenttinen vetyperoksidi ei ole räjähdysherkkä
- ei pysyviä jäämiä, vetyperoksidi hajoaa vedeksi ja hapeksi
- ei vahingoita herkkiä elektronisia laitteita
- soveltuu sekä kemiallisille että biologisille aineille.

Formaldehydiä on käytetty ja edelleen käytetään laajamittaisesti esim. biologisten turvalaboratorioiden dekontaminointiin. Menetelmä on edullinen, helppo suorittaa ja tehokas. Formaldehydi on kuitenkin syöpävaarallinen aine, ja formaldehydikäsittely jättää pinnoille ”formaldehyditahroja”. Ne on mekaanisesti poistettava jälkikäsittelyllä.

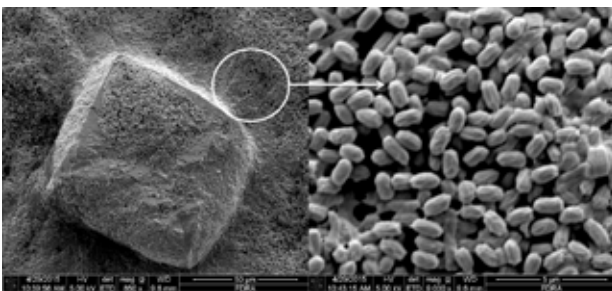
Vetyperoksidihöyry hajoaa nopeasti vedeksi ja hapeksi samalla menettämällä desinfiointikykyänsä, ja siten sitä ei voi varastoida. Dekontaminointitarkoituksiin VHP tuotetaan vetyperoksidin vesiliuosta kuumentamalla. Tavallinen keino on ruiskuttaa vetyperoksidiliuosta paineenalaisena kuumalla pinnalla, jolloin sekä vesi että vetyperoksidi höyrystyvät. Ennen prosessin aloittamista tilan ylimääräinen kosteus on poistettava kuivattamalla. Tavoitteena on saavuttaa puhdistettavan tilan suhteellisen kosteuden arvo alle 30 %. Muussa tapauksessa voi tapahtua veden ja vetyperoksidin tiivistymistä eli kondensaatiota pinnoille. Tämä aiheuttaa pinnoilla korroosiota ja voi vahingoittaa elektronisia laitteita, kuten tietokoneita. VHP-käsittelyn jälkeen tila on tuuletettava. VHP:n tuottoon on saatavilla valmiita kaupallisia laitteistoja; hintahaarukka on 10 000 eurosta ylöspäin.

Syyskuun 2001 terroristi-iskujen jälkeen lähetetyt pernaruttokirjeet aiheuttivat kaikkialla maailmassa suurta julkisuutta. Pernaruttoitiöt levisivät kirjeiden avaamisen myötä ympäröivään ilmaan. Ilmanvaihdon kautta pernaruttoitiöt kulkeutuivat muualle rakennuksiin sairastuttaen ihmisiä ja

kontaminoiden rakenteita. Pernaruttoitiökontaminaation takia rakennukset muuttuivat käyttökelvottomiksi. Palauttaminen takaisin käyttökelpoisiksi edellytti mittavia puhdistustoimenpiteitä. Niissä käytettiin formaldehydin ohella myös vetyperoksidihöyrytystä, joiden avulla itiökontaminaatio saatiin tuhottua ja rakennukset turvallisiksi käyttää ilman infektioriskiä.

Puolustusvoimien tutkimuslaitoksessa on tutkittu pernaruttoitiöitä jäljittelevien *Bacillus atrophaeus* (B.a.) -itiöiden VHP-dekontaminointia. Pernaruttobakteeri on ehkä tunnetuin bioasemikrobi. *Bacillus atrophaeus* on ihmiselle vaaraton, ja sitä usein käytetään ns. simulanttina kuvaamaan pernaruttobakteeria. Kuvassa 1 esitetään elektronimikroskooppikuva B.a.-itiöistä Tyvek-suojapukukankaan pinnalla. Kangasnäytteenä on pipetoitu 50 mikrolitraa B.a.-bakteeri-itiöitä sisältävää vesiliuosta. Kuva on otettu pisaran kuivumisen jälkeen.

Bakteeri-itiöt ovat elävien bakteerien ns. lepomuotoja, joita muodostuu silloin, kun ne joutuvat epäedullisiin olosuhteisiin. Ihmisen tai eläimen elimistöön joutuessaan joko nieltynä, hengitettynä tai ihon kautta itiöt aktivoituvat eli mikrobiologisin termein sanottuna germinoituvat. Jos kyseessä on taudinaiheuttamiskykyinen bakteeri-itiö, seurauksena on kohteen sairastuminen. Pernaruttobakteerin tapauksessa itiöiden hengittäminen aiheuttaa henkeä uhkaavan infektion, joka voidaan kuitenkin parantaa ajoissa aloitetulla antibiootihoidolla.

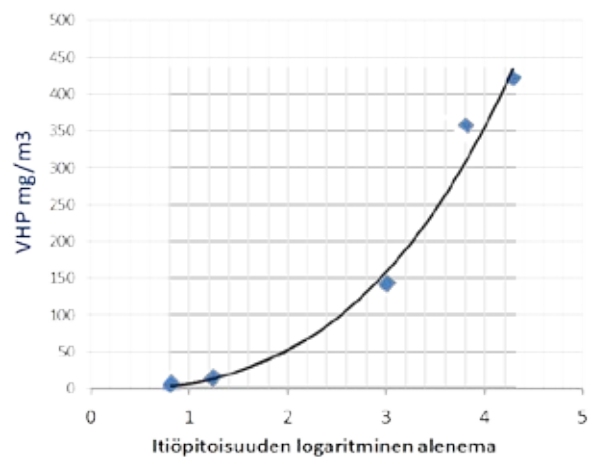


Kuva 1. Elektronimikroskooppikuva *Bacillus atrophaeus* -itiöistä Tyvek-kankaalla, itiöpitoisuus noin 5 miljoonaa itiötä/cm². Oikealla osasuurennus vasemman puoleisesta kuvasta: yksittäiset itiöt erottuvat selvästi saumaisina partikkeleina. (Kuva: Sirpa Mustalahti)

Kuvassa 2 esitetään B.a.-itiöiden tuhoutuminen vetyperoksidihöyryn (VHP) pitoisuuden funktiona. Näytteenä on B.a.-itiöillä kontaminoitu Tyvek-suojapukukangas (kuva 1). Näytteet on laitettu pleksilasista tehtyyn VHP-kaappiin. Kaappiin on johdettu erisuuruisia VHP-pitoisuuksia paineilmakäyttöisen maaliruiskun avulla. Maaliruiskulla 35-prosenttista vetyperoksidiliuosta suihkutettiin ilmastointiputken T-haaraan ja toisesta T-haarasta puhallettiin kuuma ilmapuhaltimella kuuma ilmaa. Kuuma ilma höyrysti hienojakoisen vesi-vetyperoksidisumun VHP:ksi, joka johdettiin testikaappiin.

VHP tuhoaa tehokkaasti bakteeri-itiöitä (kuva 2). Puolentoista tunnin altistus VHP-pitoisuudella noin 400 mg/m³ tuhosi näissä kokeissa itiöt yli 99,99-prosenttisesti. Puhdistustulosta voidaan pitää erittäin hyvänä. Korkea ilman suhteellinen kosteus (70 %) takaa hyvän puhdistustuloksen; vesi hyvä – peroksidi paha.

VHP-dekontaminaatiotutkimuksia jatketaan Maavoimien esikunnan tilaamina. Tavoitteena on kehittää VHP:n käytön perustuvia menetelmiä ja välineitä kemiallisten ja biologisten taisteluaineiden puhdistamiseen. Myös pohjoismainen yhteistyö ja tiedonvaihto ovat suunnitteilla. Kansallisella tasolla yhteistyö VTT:n kanssa jatkuu asiantuntijan roolissa. VHP-tutkimuksissa syntyneet tulokset ja innovaatiot pyritään hyödyntämään kehitettäessä yhteiskunnan varautumista kemiallisiin ja biologisiin uhuihin.



Kuva 2. Elävien *Bacillus atrophaeus* -itiöpitoisuuksien alenema VHP-pitoisuuden funktiona. X-asteikolla luvut 1, 2, 3, 4 ja 5 vastaavat 90 %:n, 99 %:n, 99,9 %:n, 99,99 %:n ja 99,999 %:n itiöpitoisuuksien alenemia. (Kuva: Tarmo Humppi)

Kirjoittaja:

FT Tarmo Humppi toimii johtavana tutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen räjähd- ja suojelutekniikkaosastossa.

Hukkakeron massaräjäytysten ympäristövaikutuksista

Puolustusvoimat on hävittänyt vanhentuneita ampumatarvikkeitaan Kittilän Hukkakerossa vuodesta 1988, jolloin massaräjäytykset ja samalla niiden ympäristövaikutusten tutkiminen alkoivat. Hävitysleiri järjestetään syksyisin, ja se kestää noin kuukauden. Tuona aikana räjäytetään 1–2 panosta päivittäin. Monipuolinen ja kattava ympäristövaikutusten tutkiminen ja arvioiminen ovat osaltaan mahdollistaneet räjähteiden hävittämisen jatkumisen edelleen. Aluksi tutkimuksiin kerättiin lukumääräisesti paljon näytteitä, koska ei ollut oikein tarkkaa tietoa, mitä pitäisi tutkia. Kun osaaminen ympäristövaikutusten tutkimisesta lisääntyi, aloitettiin systemaattinen näytteenotto ennalta laadittujen suunnitelmien mukaan vuonna 1996.

Hukkakeron alue on ihanteellinen paikka massaräjäytyksiin, sillä se sijaitsee kaukana asutuksesta. Lähimpänä, 15 km:n

päässä, sijaitsee Kiistalan kylä. Lomakeskus Leville matkaa kertyy 43 km. Vaaran laelta äänen ja paineen purkautuminen on esteetöntä. Hukkakeron alueen maaperä on pohjamoorenia, eikä lähellä ole merkittäviä pohjavesialueita. Aluetta ympäröivät suoalueet, jotka pidättävät hyvin haitta-aineita; Suurkuusikon kultakaivos, joka sijaitsee 13 km:n etäisyydellä Hukkakerosta, puhdistaa happamia, arseenipitoisia kaivosvesiä käyttämällä pintavalutuskenttänä läheistä suota.

Hävitettävästä materiaalista tunnetaan räjähdysaineiden ja metallien määrät tarkasti. Metallit koostuvat pääasiassa raudasta ja alumiinista sekä pienemmistä määristä kuparia, sinkkiä, mangaania, kromia, lyijyä ja nikkeliä. Elohopeaa materiaali saa sisältää enintään 5 kg vuodessa. Nettoräjähdyksaineen määrä saa maksimissaan olla 30 tonnia räjäytystä kohden. Käytännössä räjähteiden määrät rajoittuvat kuitenkin 15–20 tonniin haittojen vähentämiseksi. Räjähdysaine koostuu pääosin trotyylista sisältäen myös pienempiä määriä amatolia ja heksotolia sekä panoksen sytytykseen boosterina käytettyä emulsioräjähdyksainetta.

Räjäytysten aiheuttamat ympäristövaikutukset voidaan jakaa kolmeen ryhmään: kaasumaisiin päästöihin, orgaanisiin räjähdysainejäämiin ja niiden muuntumistuotteisiin sekä metallipäästöihin. Ympäristövaikutusten arviointia varten kerätään vuosittain pintavesi-, laskeuma-, kala-, marja-, neulas- ja maaperänäytteitä, joista määritetään niiden elohopea-, metalli- ja räjähdysainepitoisuudet.

Kaasumaiset päästöt

Kaasumaiset päästöt voidaan laskea hävitettävien räjähteiden määristä. Räjähdyskorkea lämpötila hajottaa orgaaniset räjähdysainemolekyylit hiilidioksidiksi, typeksi ja vedeksi. Typpioksidipäästöjen on arvioitu olevan noin 0,06 % Lapin läänin vuotuisista päästöistä, ja räjähdysten synnyttämät hiilidioksidipäästöt vastaavat noin 500 henkilöauton vuotuisia päästöjä, kun autoilla ajetaan 10 000 km vuodessa. Laskelmat perustuvat amerikkalaiseen bang box -testisarjoihin.

Ilmanäytteitä on kerätty räjähdyspilvestä helikopterilla sekä maassa olevilla suurtehokeräimillä. Mittauksissa löydettiin vain hyvin pieniä määriä typen oksideja, vetysyanidia ja ammoniakkaa. Räjähddejäämiä löytyi vain muutamasta näytteestä: yksi sisälsi trotyyliä, kaksi nitroglyserolia ja yksi heksogeenia. Pitoisuudet olivat kuitenkin vain muutamia nanogrammoja kuutiometrissä.



Räjähdyspilvi.
(Kuva: Mervi Hokkanen)

Räjähdysainejäämät ja niiden muuntumistuotteet

Räjähdysainejäämien vaikutukset rajoittuvat pääosin noin 300 metrin etäisyydelle räjäytyspaikasta. Pieniä määriä räjähteitä ja niiden muuntumistuotteita on kuitenkin havaittu aina useamman kilometrin päässä. Detonaatioalueen maaperästä on tutkittu trotyylin ja sen hajoamistuotteiden pitoisuuksia sekä pintamaasta että eri syvyyksiltä maaperästä räjäytysjakson jälkeen. Pitoisuudet ovat jääneet alle 50 mg:aan/kg. Koska trotyyli on melko liukenematon veteen, sen ei katsota Hukkakeron massaräjätysten riskiarvioinnin mukaan aiheuttavan riskiä ympäristön pinta- ja pohjavesille. Hukkakeron pintavesinäytteistä ei ole löytynyt räjähdysainetta tai niiden hajoamistuotteita.

Tutkimuksissa on havaittu, että räjähdysaineet ja niiden muuntumistuotteet leviävät ympäristöön tiivistyneenä räjähdyksessä syntyvien onttojen metalli-silikaattihaulien pinnoille. Havaitut trotyyลิปitoisuudet ovat olleet joitakin satoja milligrammoja hehtaaria kohden aina 2 km:n etäisyydelle asti. Muutamat näytteistä ovat sisältäneet myös pieniä määriä 4A-DNT:tä.

Metallijäämät

Lähes kaikki heitteet jäävät räjäytysaluetta ympäröivän kilometrin säteellä kiertävän suoja-aidan sisäpuolelle. Metallikappaleet kerätään talteen kaivinkoneeseen kiinnitetyn sähkömagneetin avulla jokaisen räjäytyksen jälkeen sekä lopuksi räjäytysjakson päätyttyä. Hukkakeron laen puusto on raivattu pois 300 metrin säteellä metallien keräämisen helpottamiseksi. Metallinmyynnistä saaduilla tuloilla katetaan suuri osa leirin kustannuksista.

Räjähdysten korkea lämpötila höyrystää osan metalleista ilmaan, josta ne kulkeutuvat onttoina metalli-silikaattihaulina tuulten mukana ympäristöön. Vuoden 2013 laskeumanäytteissä korkeimmat pitoisuudet löytyivät koillisen suunnasta, jossa rautalaskemaksi saatiin 200 kg/ha ja alumiinilaskemaksi 100 kg/ha. Mittauspaikat sijaitsivat alkaen 400 metrin etäisyydeltä hävitys paikasta. Metallien määrät pienenevät



Räjäytyskuopan vierestä havaittuja hauloja. (Kuva: Mervi Hokkanen)

Laskeumavesinäytteenottimet metalleille ja räjähdysaineeille. (Kuva: Mervi Hokkanen)

kuitenkin hyvin nopeasti hävitys paikasta mitatun etäisyyden funktiona, sillä jo 2,5 km:n etäisyydellä laskeumien määrät ovat vain 1–2 kg hehtaaria kohden. Muiden metallien, kuten kuparin, sinkin, kromin, nikkelin, bariumin ja lyijyn, pitoisuudet vaihtelevat muutamista sadoista grammoista kymmeneen grammiin hehtaaria kohden.

Räjätysten vaikutusalueen laajuutta selvitettiin kuusen neulasten avulla. Neulasten pinnalla on hyvin ohut vahakerros, johon pienet ilman epäpuhtaudet tarttuvat. Vahakerros on vain n. 1,5 % neulasen kokonaispainosta, mutta sitä voitiin kuitenkin käyttää bioindikaattorina. Vaikutusalueen laajuuden selvittämiseksi neulasia kerättiin hävitys paikalta mitatun etäisyyden funktiona. Neulasten pinnoilla ollut vaha uutettiin kloroformiin ja niiden metallipitoisuudet määritettiin. Kun vahakerrosten metallipitoisuudet piirrettiin räjäytys paikalta mitatun etäisyyden funktiona, voitiin havaita kohonneita metallipitoisuuksia aina 5,5 km:n etäisyydelle saakka.

Samankaltaisia tuloksia saatiin myös analysoitaessa marjojen metallipitoisuuksia. Ainoastaan puolukka näyttää keräävän itseensä maaperän alumiinia ja rautaa vertailumarjoihin verrattuna. Muissa tapauksissa marjojen kohonneet pitoisuudet aiheutuivat marjojen pinnalle laskeutuneesta pölystä.

Seurujärvestä pyydettyjen haukien (8 kpl) ja ahventen (2 kpl) lihasten ja maksojen elohopea-pitoisuudet on analysoitu Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistyksen laboratoriossa Tampereella. Kaikkien lihasten ja maksojen elohopeapitoisuudet olivat alle EU-ajan 1 mg/kg tuorepainoa kohti. Korkein pitoisuus, 0,78 mg/kg, havaittiin vuonna 2013 pyydetyssä 86 cm:n mittaisessa hauessa.

Yhteenveto ympäristövaikutuksista

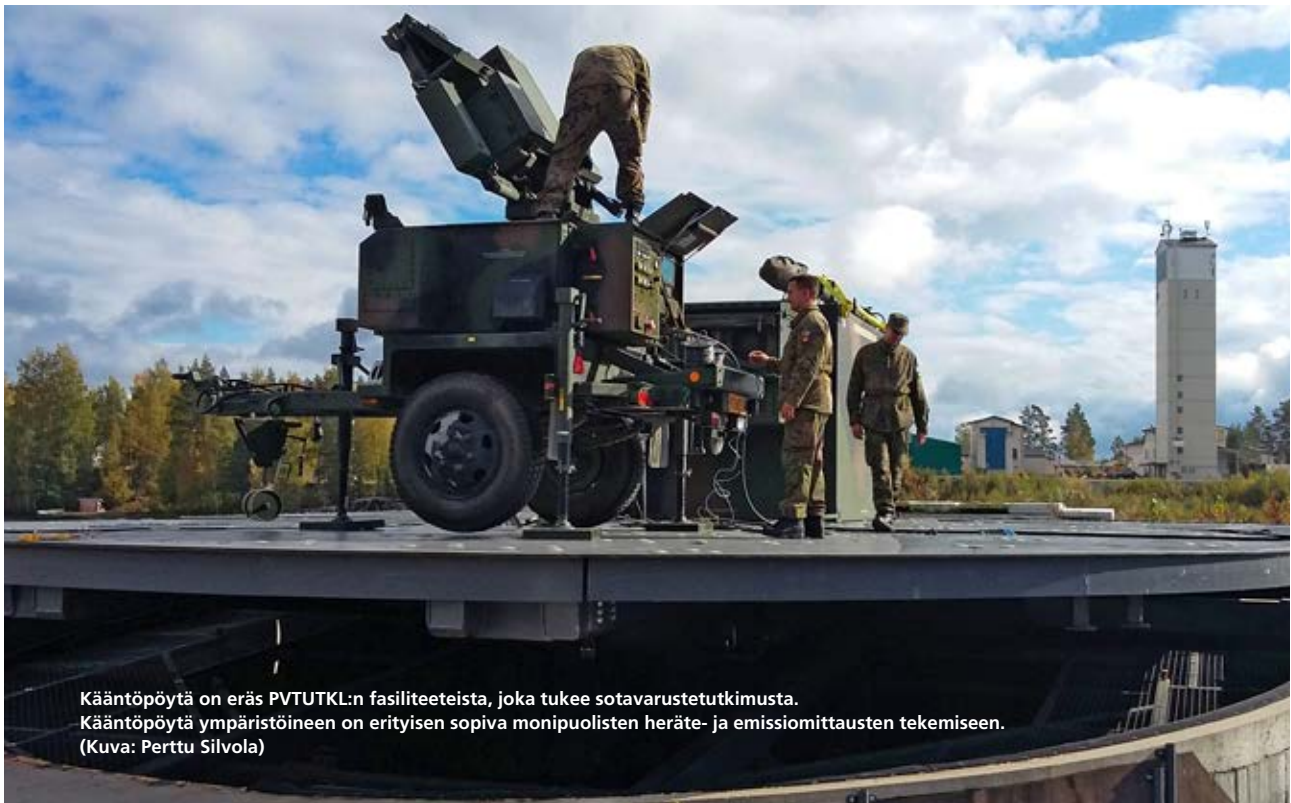
Massaräjätykset ovat osoittautuneet tutkimusten perusteella melko ympäristöystävälliseksi tavaksi hävittää räjähteitä – suurin osa metalli- ja räjähdysainelaskeumasta jää aluetta kiertävän aidan sisäpuolelle. Ramboll Oy:n vuonna 2008 tekemässä riskinarvioinnissa on todettu, että massaräjätyksistä ei aiheudu merkityksellistä terveysriskiä. Metalleista aiheutuu ekologinen riski ainoastaan itse räjäytys paikalla ja sen välittömässä läheisyydessä. Myöskään orgaanisten räjähdysainneiden ja niiden muuntumistuotteiden aiheuttamaa riskiä ei voida täysin sulkea pois. Kulkeutumisen riski on kuitenkin merkitykseton pois lukien kupari, joka voi aiheuttaa joissakin lähivesissä haittaa. Lähin järvi, Seurujärvi, sijaitsee kuitenkin 12 km:n päässä Hukkakerosta.

Kirjoittaja:

FM Anne-Mari Salomäki toimii tutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen räjähd- ja suojelutekniikkaosaston keskuslaboratoriossa.

Informaatiotekniikkaosasto

Sotavarustetutkimuksen monet vaikutukset



Kääntöpöytä on eräs PVTUTKL:n fasilitteista, joka tukee sotavarustetutkimusta. Kääntöpöytä ympäristöineen on erityisen sopiva monipuolisten heräte- ja emissiomittausten tekemiseen. (Kuva: Perttu Silvola)

Modernin sodankäynnin kokonaisvaltainen suorituskykytarkastelu vaatii tutkimusta useilla osa-alueilla, kuten käyttäytymistieteiden, strategisen päätöksenteon ja teknologioiden saralla. Puolustusvoimien tutkimuslaitoksessa tutkitaan ihmisistä sekä kalustosta ja niiden käyttötavoista koostuvan kokonaisuuden eri osia. Tekninen valvonta- tai asejärjestelmä toimii koneiston osana ja muodostaa palasen kokonaissuorituskyvystä. Teknisille järjestelmille tehtävien sotavarustetutkimusten tulokset palvelevat maanpuolustuksen kokonaissuorituskyvyn arviointia ja kehittämistä.

Valvonnan ja vaikuttamisen välineet ovat monimutkaisia teknisiä järjestelmiä. Niiden tulisi suoriutua annetuista tehtävistä myös silloin, kun järjestelmän suorituskykyä pyritään heikentämään erilaisilla tavoilla: valvontasensoreita pyritään sokaisemaan ja harhauttamaan, viestiliikenteen yhteyksiä häiritsemään ja järjestelmä voidaan yrittää lamauttaa asevaikutuksella. Puolustusvoimien tutkimuslaitoksessa toteutettava sotavarusteiden tutkimustyö tuottaa kokonaisarvion kunkin järjestelmän suojautumisen tasosta spektrin eri alueilla.

Sotavarustetutkimus jakautuu tutkimuslaitoksessa eri osastoille. Järjestelmien häivetekninen tutkimustyö radiotaajuuksilla sekä infrapuna- ja näkyvän valon aallonpituuksilla kuin myös omasuojajärjestelmien tehokkuustarkastelu keskittyvät asetekniikkaosastolle. Informaatiotekniikkaosastossa tutkitaan radiotaajuisten valvonta- ja viestijärjestelmien käyttäytymistä elektronisen vaikutuksen kohdistuessa niihin, selvitetään paikannusmenetelmien suorituskykyä erilaisissa olosuhteissa sekä tunnistetaan mahdollisia tietoverkkohaavoittuvuuksia ja niiltä suojautumista kussakin tarkasteltavassa järjestelmässä.

Sotavarustetutkimuksen tekemiseen ei ole yleispätevää ohjekirjaa, vaan tutkimussuunnitelman laadinnassa tutkijoiden ammattitaidon merkitys korostuu. Kenttä- ja laboratoriomittaukset on suunniteltava ja osa matemaattisista analyysityökaluista kirjoitettava jokaiselle järjestelmälle erikseen. Nykypäivän järjestelmissä rajapintojen lukumäärä on vähäinen. Tämän vuoksi tutkittavan laitteen sisäisten signaalien ja päätöksentekoprosessien tilojen arviointi tutkittavissa tilanteissa vaatii yksilöllisesti kohdennettuja ratkaisuja. Monimutkaiset

mittaukset saadaan toteutettua PVTUTKL:n laboratorion ajantasaisilla ja laadukkailla työvälineillä.

Tutkimuksen valtakunnallinen koordinointi tapahtuu pääesikunnan operatiivisella osastolla, jonne puolustushaarat esittävät tutkimuspyyntöjä hallinnassaan olevista järjestelmistä. Tutkittavalle järjestelmälle nimetään työryhmä, jonka vastaava tutkija asetetaan PVTUTKL:sta. Suojautumisen kokonaisarvion laadintaa varten tarvitaan useiden osa-alueiden tutkimusten tulokset, joten työryhmään osallistuu PVTUTKL:n eri osastojen ja tutkimusryhmien edustajia. Työryhmään kutsutaan myös tutkittavan sotavarusteen kanssa päivittäin työskenteleviä operatiivisen toiminnan järjestelmäsiantuntijoita.

Tutkimuksen alussa teknisen suunnittelun perustan muodostaa uhka-arviokuvaus. Mittaustoiminnassa ja teoreettisissa laskuissa ei kuitenkaan rajoituta uhka-arviossa kuvattuun tilanteeseen vaan huomioidaan tulevaisuuden suorituskyvyt tarkastelemalla laajoja parametrijoukkoja. PVTUTKL:n tutkijoiden keskustelu kyseessä olevan järjestelmän suorituskyvyn käyttöä suunnittelevien asiantuntijoiden kanssa uhka-arviosta on hedelmällistä tiedonvaihtoa ja syventää molempien osapuolien tietoja jo ennen varsinaisen tutkimustoiminnan aloittamista.

Sotavarustetutkimuksen lopputuotteena saatava suojautumisen kokonaisarvio kuvaa järjestelmän toimintaedellytyksiä erilaisissa uhkaympäristöissä. Jos tutkimus osoittaa muutostarpeita järjestelmän suorituskyvyn hyödyntämistavoissa, voidaan kokonaisarviota käyttää perusteena järjestelmään liittyvän ohjeistuksen tarkennuksille. Saatua tietoa voidaan myös hyödyntää tulevaisuudessa materiaalihankinnoissa sekä vaatimusten määrittelyssä että suojautumisen tason arvioinnissa jo hankintavaiheessa.

PVTUTKL:n kompetenssi ja valmius monimutkaisten laboratorio- ja kenttämittausten tekemiseen erilaisille tutka- ja viestijärjestelmille on kasvanut sotavarustetutkimuksen myötä. Samalla PVTUTKL:n tutkijoille kerääntynyt järjestelmä-tuntemus on syvällisempää, kuin valmistajien ohjekirjoissa on dokumentoitu. Kumuloitunut asiantuntijuus sisältää myös huomattavan tietopääoman Suomen olosuhteiden vaikutuksesta suorituskykyyn. Sotavarusteiden suojautumisen tutkimus on lisäksi synnyttänyt Puolustusvoimiin elektronisen sodankäynnin asiantuntijaverkoston ja täsmentänyt varusmiehille ja palkatulle henkilöstölle annettavan elektronisen sodankäynnin koulutuksen painopistealueita.



Käytännön mittauksia tehdään laboratoriossa ja kenttäolosuhteissa. (Kuva: Mika Hurskainen)

Kirjoittaja:

TkT Jukka Ruoskanen toimii erikoistutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen informaatiotekniikkaosastossa radiotaajuisten sensorijärjestelmien tutkimusalalla.

Yhdessä enemmän – johtamisjärjestelmät kansainvälisessä testissä

Puolustusvoimat osallistuu vuosittain lukuisiin kansainvälisiin harjoitus- ja testaustapahtumiin. Johtamisjärjestelmälä on tällä saralla mitattuna yksi kansainvälisimmän suuntautuneita toimialoja puolustusvoimissa. Perusteet aktiiviselle yhteistoiminnalle löytyvät puolustusvoimien päätehtävistä: Suomen sotilaallinen puolustaminen, kansainväliseen kriisinhallintaan osallistuminen ja muiden viranomaisten tukeminen saattavat kaikki edellyttää teknistä tiedonvaihtokyvykkyyttä johtamisjärjestelmiltä. Kansainvälinen harjoitustoiminta mahdollistaa myös upseeriston johtamisjärjestelmälän tietämyksen vahvistamisen ja tarjoaa ajankohtaisnäkyvän alan kansainväliseen tilanteeseen päätöksenteon tueksi.

CWIX yleisesti

CWIX (Coalition Warrior Interoperability eXperimentation, eXploration, eXamination eXercise) on Naton ja sen kumppanimaiden yhteinen johtamisjärjestelmien testaus- ja kehittämistapahtuma, joka järjestetään Puolassa. Tapahtuman tarkoituksena on testata eri maiden ja organisaatioiden sotilastietojärjestelmien yhteensopivuutta ja -toimivuutta, poistaa havaittuja puutteita ja arvioida järjestelmien kokonaistilannetta suhteessa Naton määrittämiin johtamisjärjestelmien yhteentoimivuuden tavoitteisiin. CWIX on Naton suurin ”Interoperability”-toiminnan vuosittainen testaus- ja kehittämistapahtuma. Tapahtuma järjestettiin alun perin Norjan Lillehammerissa, mutta siirrettiin Puolaan osallistujamäärien kasvettua suuremmiksi.

Cyber Defence					
Data centric/Labeling					
FFT	L	A	M		
FMN	A	I	A		
GeoMetOc	D	R	R		
JISR			T		
Logistics/M&T/Medical			E		
Modelling & Simulation					
Mobile/Cloud Computing					
SOA					
TDL					
					O P E R A T I O N A L C M D

CWIX koostuu kolmesta, vuoden aikana järjestettävästä viikon pituisesta valmistelukokouksesta ja niiden pohjalta toteutettavasta kolmen viikon testaustapahtumasta. Valmistelukokoukset pidetään vaihtelevasti osallistujamaissa ja varsinainen tapahtuma järjestetään Puolassa Bydgoszczin kaupungissa. Testauspaikka on siellä toimiva Naton Joint Force Training Centre, jossa järjestetään paljon mm. koulutustapahtumia ympäri vuoden.

CWIX-lyhenteessä oleva X-kirjain (avattuna siis yllä mainittu eXperimentation, eXploration, eXamination eXercise) kuvaa järjestelmätestauksen eri tasoja, kehitysvaiheessa olevien järjestelmien ”toimiiko tämä teknologia lainkaan” -tasosta (eXperimentation) aina kypsien järjestelmien ”testaamme samoja asioita kuin viime vuonnakin mutta eri järjestelmäversiolla” -tasolle (eXamination) saakka. Harjoituksessa testataan eri toimialojen järjestelmiä sekä eri organisaatiotasolle suunniteltuja (esimerkiksi taktisia ja esikuntatason) järjestelmiä. Vuonna 2015 CWIXiin osallistui yli 800 henkilöä ja lähes 200 järjestelmää 28 eri maasta tai organisaatiosta. Lisäksi paikalla kävi tarkkailijajäseniä ja vieraita. CWIX 2015:n aikana toteutettiin lähes 3 000 testiä.

Suomi on osallistunut CWIX-harjoituksiin jo 2000-luvun alkupuolelta saakka. Vuoden 2015 CWIXissä Puolustusvoimat testasi yhteentoimivuutta useiden puolustushaara- ja esikuntatason järjestelmien avulla. Lisäksi osallistuttiin testitapausten analyysiryhmään.

CWIX – tavoitteita ja haasteita

Tyypillisimpiä testaustoiminnan tavoitteita on todentaa kohtaimien järjestelmien toimivuus testaamalla niiden tiedonvaihtokykyä muiden järjestelmien kanssa. Toinen testaukseen liittyvä tavoite on todentaa ja kehittää järjestelmien standardien mukaisuutta. Puhuttaessa ”kansainvälisestä yhteensopivuudesta” tietojärjestelmissä tarkoitetaan yleensä järjestelmien kyvykkyyttä vaihtaa tietoa tietyn kansainvälisen sotilasstandardin mukaisesti. Nämä standardit eivät ole aina yksiselitteisiä, joten järjestelmissä on eroavaisuuksia siinä, kuinka standardi on toteutettu kyseiseen järjestelmään. Testattaessa tiedonvaihtoa saadaan selville sekä standardin tulkintaerot että mahdollinen standardin puutteellisuus. Kolmas selkeä etu on testaustoiminnan resursseissa. Sekä verkkoinfrastruktuurin

koko että paikan päälle tuotavien mahdollisten testipartnereiden kirjo on toista luokkaa kuin se, mihin kotimaassa päästään. Neljäs, vaikeammin mitattavissa oleva mutta yhtä lailla tärkeä ilmiö on kotimaisten toimijoiden kokoontuminen samaan harjoitukseen. Kotimaisia järjestelmiä testataan CWIXissä toisiaan vasten samalla tavalla kuin muitakin järjestelmiä vasten, tosin kansainvälisten standardien pohjalta. Tässä puolustushaarat ja esikuntajärjestelmät saavat oppia toisiltaan sekä testauksesta että käytännön toteutuksista.

Kaikki testitapahtumassa opittu edistää sekä kotimaista yhteistoimintaa johtamisjärjestelmälalla että tukee tulevien operaatioiden johtamisjärjestelmien yhteentoimivuutta. Lisäksi paikan päällä saadaan hyvä näkymä koalitiomaiden johtamisjärjestelmien nykytilaan ja kehitysnäkyymiin.

Haasteitakin kansainvälisessä harjoitustoiminnassa on, ja näistä yhtenä merkittävimmistä on yksinkertaisesti yhteistoiminnan vaikeus. Kun erilaiset kulttuurit, kielet, tulkinnat, standardit ja järjestelmät kohtaavat, niiden yhteen sovittaminen vie aikaa. Tämä johtaa siihen, että tuloksia saadaan hitaammin ja ne ovat vähäisempiä kuin pienessä piirissä ketterästi toteutettujen testien tulokset.

Toinen haastava kysymys on kansallisten ja kansainvälisten tavoitteiden välinen ero. Muutokset jo toteutettuihin ratkaisuihin järjestelmissä maksavat, ja joskus on epäselvää, kenen pitäisi tehdä muutoksia, jotta tieto saadaan kulkemaan. Puhutaasti kansallista toimintaa tukemaan suunniteltu järjestelmä ei olekaan optimaalinen kansainvälisen ympäristön toiminnan kannalta ja toisin päin. Rahan ollessa kyseessä joudutaan joskus vääntämään tiukastikin kättä siitä, kuinka standardi pitäisi toteuttaa.

Osalle maista osallistuminen CWIXiin merkitsee myös julkista näyttöä omien järjestelmien toimivuudesta, sekä omalle organisaatiolle että muille testaajatahoille päin. Siinä, missä osa testaajatahoista suhtautuu hyvin pragmaattisesti testaamiseen ja pitää epäonnistumistakin arvokkaana tietona korjattavista virheistä järjestelmässä, toiset saattavat pelata varman päälle, jotta oma järjestelmä näyttäytyisi kaikille mahdollisimman suosiollisessa valossa.

Ulkomailla testaus maksaa luonnollisesti paljon, ja onkin hyvä suunnitella, missä kehittämisen tai ylläpidon vaiheessa

CWIXissä käydään testaamassa. Osa järjestelmistä kannattaa viedä sinne säännöllisesti, kun taas osalle riittää hieman harvempi testaustahti. Loppujen lopuksi kolme viikkoa paikan päällä menee nopeasti, joten mitä paremmin harjoituksen valmistelu on tehty, sitä parempi.

Lopuksi

Kansainvälinen johtamisjärjestelmälalan testaustoiminta kärsii resurssien puutteesta kuten moni muukin toiminta tällä hetkellä. CWIX on yksi niitä tapahtumia, joihin on selvästi haluttu panostaa ja joista koetaan saatavan konkreettista hyötyä johtamisjärjestelmien kehittämiseksi. Harjoitustoiminta mukautuu tähän, ja siitä on esimerkkinä teknisluonteisten testien tekeminen yhä enemmän verkon ylitse ilman, että harjoitukseen osallistutaan paikan päällä.

Kaiken kaikkiaan CWIX-testaus tukee sekä johtamisjärjestelmien kansallista että kansainvälistä yhteentoimivuutta. Päätavoite, yhteistoimintakyky operaatioissa, on pyritty pitämään testauksen keskiössä, mistä esimerkkeinä ovat skenaarioiden käyttö testauksen läpiviennissä ja panostus FMN (Federated Mission Networking) -työhön. Lisäksi saadaan tietoa siitä, minne johtamisjärjestelmälä laajasti on menossa.

Kirjoittaja:

Diplomi-insinööri Jaakko Latikka toimii tutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen informaatiotekniikkaosastossa johtamisjärjestelmien tutkimusalalla.

Maaston huomioiva tykistön vaikuttavuusmalli EETU

Tykistön tuli sekä muu epäsuora tuli tuottavat merkittävän osan taistelukentän tappioista. Siksi epäsuoran tulen vaikuttavuuden arviointimenetelmät ovat tärkeitä taktiikan kehittämistä ja tulevaisuuden hankintoja silmällä pitäen.

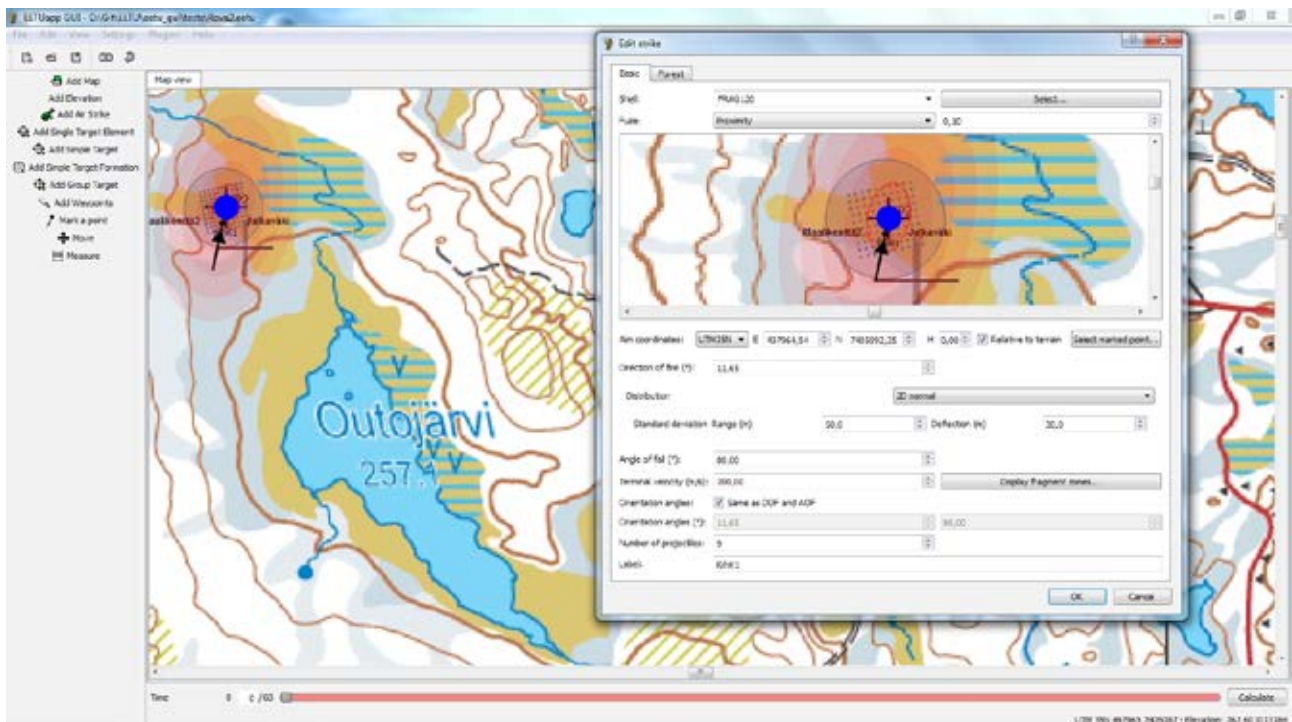
Puolustusvoimien tutkimuslaitoksessa on kehitetty laskeentamalli, joka mahdollistaa epäsuoran tulen vaikutuksen tarkan analysoinnin. Malli ottaa huomioon tykistön ammuksen ominaisuudet ja tulenkäyttötilanteen määrittämät lähtöarvot, joita ovat muun muassa ammuksen tulokulma, räjähdyskorkeus ja tulonopeustiedot.

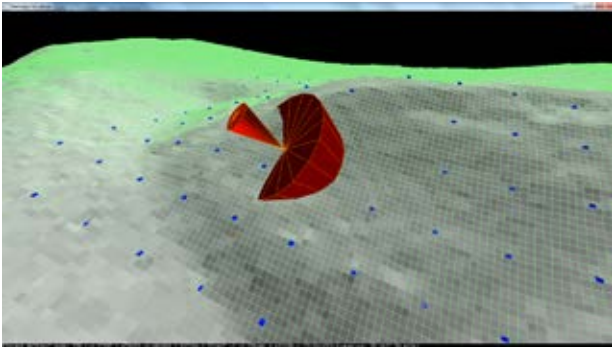
Tavallinen tykistön ammus muodostuu sirpaloituvasta metallikuoresta, kuoreen valetusta räjähdysaineesta ja syyttimestä. Syytyn voi olla herätteestä tai iskusta laukeava tai ajastimella varustettu. Iskusyytyn voi olla pienestäkin hipaisusta laukeava herkkä syytyn tai jäykkä syytyn, joka vaatii kunnollisen osuman. Näihin syyttimiin voidaan asentaa hidastus, jolloin ammus räjähtää pienen viiveen jälkeen esimerkiksi rakennuksen ulkoseinän sijasta rakennuksen sisällä.

Kun ammus räjähtää, metallikuori sirpaloituu ja tuhansia sirpaleita lentää ammuksen ympäristöön suurella nopeudella (600–1 800 m/s). Samalla ympäristöön leviää räjähdyskuonon paineaalto, kuumuutta ja savua. Räjähdys voi myös murtaa rakenteita ja heittää ympäristöön kiviä, multaa ynnä muuta.

Puolustusvoimien teknillisellä tutkimuslaitoksella ryhdyttiin vuonna 2006 kehittämään perinteisiä yksinkertaistettuja malleja parempaa tykistön tulen analysointimallia. Mallikehityksessä on keskitytty iskemähajonnan numeerisen laskennan nopeuttamiseen ja sirpalevaikutuksen tarkempaan mallinnukseen. Sirpalemallissa huomioidaan ilmanvastuksen vaikutus ja siten saadaan kunkinkokoisen sirpaleen nopeus etäisyyden funktiona. Sirpaleen läpäisy maalissa lasketaan maalin panssaroinnin perusteella; jos sirpaleen massa ja nopeus riittävät annetun suojavahvuuden läpäisyyn, sirpale tuottaa mallin mukaisen vaurion. Sirpaleen osumatodennäköisyyteen vaikuttavat etäisyys räjähdyspisteestä sekä kohteen pinta-alat eri suunnista.

Kuva 1. Kuvakaappaus EETU-työkalun karttakäyttöliittymästä. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 05/2013 aineistoa.





Kuva 2. Kuvakaappaus EETU-työkalun 3D-näkymästä. Maalialkiot näkyvät sinisinä pintoina. Kuvan keskellä oleva punainen kappale kuvaa räjähtävän kranaatin sirpaleviuhkoja. Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 01/2012 aineistoa.

Vuodesta 2011 lähtien mallissa on ollut mahdollista huomioida maaston pinnanmuotojen vaikutusta tulen tehoon. Tämä edellyttää, että tarkasteltavalta alueelta on olemassa riittävän tarkka korkeusmalli (DEM, Digital Elevation Model). Suomessa käytettävissä on Maanmittauslaitoksen laserkeilausaineisto sekä siitä tuotettu tarkka korkeusmalli.

Maasto vaikuttaa kranaattien räjähdyspisteisiin. Lisäksi maasto antaa suojaa sirpaleilta, mikä on helppo ottaa huomioon, sillä malli laskee sirpaleiden lentoradat. Voidaan myös luoda korkeusmalleja kuvaamaan erilaisia suojarakennelmia, kuten maavalleja ja muureja. Tämän osalta malli tulee vielä kehittymään. Samoin siihen toteutetaan tällä hetkellä valmis malli, joka laskee kranaattien räjähdyskorkeuden metsämaastossa, ottaen huomioon käytetty sytytintyyppi ja alueella olevan puuston.

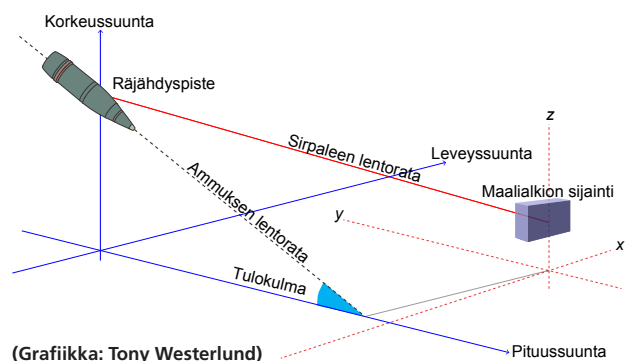
Mallin tuottamia tuloksia on verrattu koeammuntojen tuloksiin avoimella tasamaalla. Vastavuus on ollut erittäin hyvä.

Tykistömallin sijasta on parempi puhua sirpalevaikutteisten ampumatarvikkeiden vaikutusmallista, koska myös lentopommit ja miinat vaikuttavat sirpaleilla ja paineella. Laskentamallilla voidaankin analysoida lähdes minkä tahansa sirpaloituvan ampumatarvikkeen vaikutusta.

Tutkimuslaitoksella kehitetystä laskentamallista on toteutettu useita versioita. Uusin versio kulkee nimellä EETU. Se sisältää laskentamallikirjaston, karttakäyttöliittymän sekä 3D-visualisointiohjelman. Työkalua suunniteltaessa on pyritty huomioimaan erilaisia käyttäjäryhmiä, peruskäyttäjistä alan tutkijoihin. Lisäksi laskentamallikirjasto on liitettävissä muihin simulointiohjelmiin. EETU-työkalua voi käyttää vapaasti Puolustusvoimissa. Se ei sisällä kaupallisia ohjelmistotuotteita tai muita käyttöä rajoittavia tekijöitä.



Kuva 3. Koeammunnoissa maalialkiona ollut kartonkilieriö, joka kuvaa maahan heittäytynyttä taistelijaa. Sirpaleosumat on merkitty punaisella tussilla ja laskettu. Eri suuntiin kulkevat viillot osoittavat, että lieriöön on osunut sirpaleita ainakin kahdesta eri kranaatista. (Kuva: Kari Stenius)



(Grafiikka: Tony Westerlund)

Sirpaloituvien ampumatarvikkeiden vaikuttavuusmalli on syntynyt yhteistyön tuloksena. Kymmenen vuotta jatku-neeseen kehitystyöhön on osallistunut tutkimuslaitoksen palkattua henkilökuntaa, varusmiestutkijoita, reserviläisiä, harjoittelijoita sekä kumppaneita Puolustusvoimista ja yksityiseltä sektorilta.

Kirjoittaja:

Insinöörikapteeniluutnantti, tekniikan tohtori Bernt Åkesson toimii erikoistutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen informaatiotekniikkaosaston tietoverkkosodankäynnin tutkimusalalla.

Asetekniikkaosasto

Sotilaan varustuksen kehittäminen

”Earlier we carried 100 lb heavy equipment, now we carry 100 lb light equipment” (ennen kannoimme 45 kg painavia varusteita, nyt kannamme 45 kg kevyitä varusteita) – näin huokaa taakkansa alle polvistunut USA:n armeijan taistelija RDECOM:n esitelmän otsikkokuvassa.

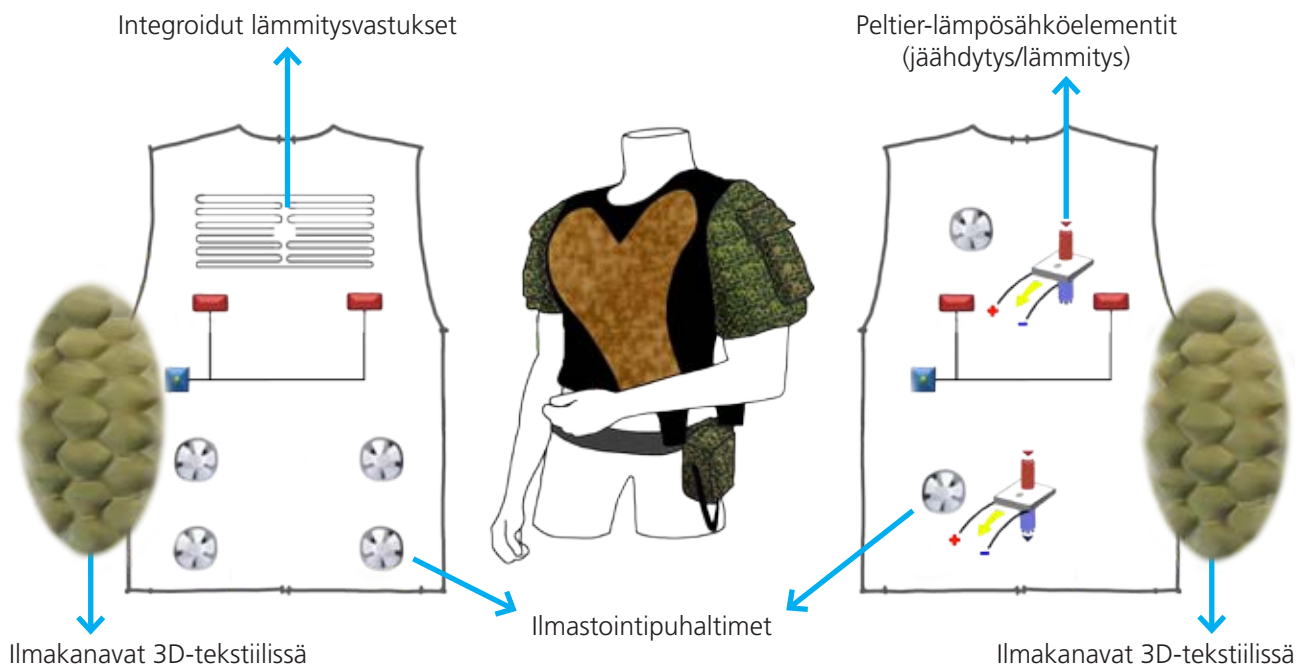
Jalkaväkisotilaan varustus maksoi toisen maailmansodan aikana 170 Yhdysvaltain dollaria ja painoi 15 kg, ja nyt se maksaa sata kertaa enemmän ja painaa vähintään 35 kg. Hinnan ennustetaan nousevan rajusti 2020-luvulla jopa 60 000–80 000 dollariin. Jalkaväkisotilas on nyt ase- ja sensorilavetti, kuten ajoneuvo tai lentokone, mutta hän kantaa itse kaikki varusteensa. Nykypäivän taistelijan varustus tarjoaa aiempaa enemmän suojaa, tulivoimaa ja tilannetietoa, mutta millä hinnalla? Varustus on raskas, laitteet toimivat sähköllä ja tilannetiedon vastaan ottaminen ja käsittelemisen vievät huomion taistelijan päätehtävästä.

Euroopan puolustusvirasto EDA koordinoi Euroopan unionin jäsenmaiden kesken tehtävää puolustustutkimusta. EDA:ssa käynnistettiin v. 2007 CEDS-tutkimushanke (Combat Equipment for Dismounted Soldier), jonka tavoitteena on kehittää ja yhtenäistää jalkaväkisotilaan varustusta, mikä helpottaisi yhteisiä sotilasoperaatioita.

EDA = European Defence Agency, Euroopan puolustusvirasto
CEDS = Combat Equipment for Dismounted Soldier, jalkaväkisotilaan taisteluvälineistö
RDECOM = U.S. Army Research, Development and Engineering Command
PVTO2010 = Puolustusvoimien teknologiaohjelma 2010
FÉLIN = Fantassin à Équipement et Liaisons Intégrés, ranskalainen jalkaväkitaistelijan järjestelmä
IdZ = Infanterist der Zukunft, saksalainen jalkaväkitaistelijan järjestelmä
STASS = Standard Architecture for Soldier Systems

CEDS-hankkeessa on kaksi osaa. Ensin laadittiin vaatimusmäärittely jalkaväkisotilaan varustukselle. Tässä vaiheessa oli mukana kaikkiaan yhdeksän maata: Espanja, Itävalta, Italia, Portugali, Ranska, Romania, Ruotsi, Saksa ja Suomi. Työn perustui Naton vaatimusmäärittelyyn, jota ammattisotilaiden työryhmä tarkensi. Tutkijoiden ryhmä pohti, voidaanko vaatimukset täyttää nykyisellä tekniikalla vai tarvitaanko tutkimus- ja kehitystyötä. Näin löydettiin ne sotilaan suorituskyvyn osa-alueet, joita on tarpeen kehittää. Vaatimusmäärittelytyö kesti lähes kolme vuotta, ja sen aikana käytiin läpi yli 700 yksittäistä vaatimusta. Työn tuloksena löydettiin 11 tutkimusaihetta, jotka on koottu oheiseen taulukkoon.

Group	Feasibility Study	Content
Energy	Power Supply	Sähköenergian tuottaminen ja varastoiminen
	Energy Harvesting	”Hukkaan menevän” energian hyödyntäminen, pietso- ja lämpösähkölaitteet yms.
Survivability	Biosensors information	Taistelijan elintoimintojen, rasituksen ja terveydentilan seuraaminen
	Stabilizing body temperature	Kehon lämpötilan vakavointi Kylmät ja kuumat olosuhteet
	Lightweight ballistic protection	Kehon ballistinen suojaus Mukavuuden ja suojan yhdistäminen Uudet materiaalit ballistiseen suojaukseen
	Head protection	Taistelijan pään lämpötilan vakavointi Suojaus mm. paineaaltoa vastaan
	Adaptive camouflage	Sopeutettava naamiointi erilaisiin toimintaympäristöihin
Human factors	Human factors interface	Tarpeellisen tiedon välittäminen kuormittamatta taistelijaa liikaa ja haittaamatta tehtävän suorittamista
	Precision targeting	Tulenjohtojärjestelmä 40 mm:n kranaattiaseseisiin, panssarintorjunta-aseisiin ja tulituki-aseisiin
Observation	Observation under reduced visibility	Havainnointi huonoissa näkyvyysoloissa (pimeys, savu, pöly, sumu jne.) Multi- ja hyperspektrihavainnointi, aktiivinen kuvantaminen
Localisation	3D Positioning system	Taistelijan paikantaminen sisätiloissa ilman GPS-signaalia Inertia- ym. paikantimet



Sotilaan lämpö-/jäähdytysliivi, joka puetaan suojavarusteiden (esim. sirpalesuojaliivin) alle. Vasemmalla näkyvä liivi lämmitetään sähkövastuksilla ja jäähdytetään ilmakanavapuhalluksella. Oikeanpuoleinen Peltier-elementeillä lämmitettävä ja jäähdytettävä liivi on liian painava. (Lähde: EDA, grafiikka: Antti Palosaari)

Italia jäi pois CEDS-hankkeen toisesta eli tutkimusvaiheesta, jossa tehdään esitutkimukset (feasibility study) uusien teknologioiden käytettävyydestä havaittujen suorituskykypuutteiden korjaamiseksi. Kahdeksan maan yhteisen tutkimushankkeen valmistelu oli vaikeaa ja hidasta, ja niinpä tutkimuksia päästiin tekemään vasta loppuvuonna 2013. Viimeiset tutkimukset valmistuvat vuoden 2016 alussa. Suomalaisia tekijöitä on mukana kahdessa tutkimuksessa. VTT johtaa Human factors -tutkimusta, jossa mukana ovat Suomesta lisäksi Insta DefSec Oy ja Mediamasteri Ltd. FY-Composites on mukana Head protection -tutkimuksessa. PVTUTKL:n ASETOS-asiantuntijat ovat työskennelleet CEDS-tutkimusten ohjausryhmissä. Tämän artikkelin kirjoittaja on CEDS MC:n (Managing Committee) puheenjohtaja.

CEDS-tutkimusten lupaavimmat tulokset liittyvät taistelijan sähköenergian tuottamiseen, kehon lämpötilan vakavointiin, järjestelmien käytettävyyteen ja paikannukseen. Useimmilla CEDS-hankkeeseen osallistuvilla mailla oli oman taistelijan järjestelmän kehitystyö jo käynnissä

hankkeen alkaessa. Ranskan FÉLIN- ja Saksan IdZ-taistelijan järjestelmät ovat jo operatiivisessa käytössä. Suomessakin kehitettiin taistelijan varustusta PVTO2010 Taistelija -osiossa. EDA CEDS -hanke olisi tukenut hyvin PVTO2010-työtä, jos tutkimukset olisi saatu käyntiin heti vaatimusmäärittelyyn jälkeen. CEDS-hankkeen tuloksena saadut vaatimusmäärittely ja esitutkimusten tulokset ovat silti hyödyllisiä, kun Suomessa kehitetään jalkaväkisotilaan varustusta. Euroopassa ei ole valmisteilla yhteisen taistelijan järjestelmän kehitystyötä, mutta EDA käynnistää parhailaan omalla rahoituksellaan STASS-tutkimuksen, jolla kehitetään kansallisten taistelijan järjestelmien käytettävyyttä yhteisoperaatioissa yhteisen standardin kautta.

Kirjoittaja:

Filosofian tohtori Paavo Raerinne toimii tutkimusalojohtajana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen asetekniikkaosaston asejärjestelmien tutkimusosalalla.

Raskaan panssaroinnin tutkimus

PVTUTKL:n asetekniikkaosastossa on tutkittu raskasta panssarointia ja panssarintorjunta-aseita yli 25 vuotta. Raskaan panssaroinnin tutkimuksessa selvitetään mahdollisen vastustajan käyttämien panssarien ja pst-aseiden ominaisuudet. Omia panssareita ja pst-aseita kehitetään tätä tunnettua ja arvioitua uhkaa vastaan. Aseiden ja panssareiden kilpajuoksu on jatkuvaa. ”Aina on ollut ensin ase ja sitä vastaan on kehitetty panssari. Aina on myös päästy läpi.” Näin sanoi saksalainen professori Manfred Held, kun hän luennoi Puolustusvoimien teknillisen tutkimuslaitoksen seminaarissa vuonna 2000. Held tuntee reaktiivipanssarin kehittäjänä.

Taistelupanssarivaunut tulivat taistelukentälle I maailmansodassa ja kehittyivät ripeästi II maailmansodan aikana. Vaunujen etuosan teräspanssarin paksuus saavutti 200 mm:n rajan sodan lopulla, ja se tie oli kuljettu loppuun. Yksikään panssarivaunu ei ole laihtunut elinaikanaan, ja lopulta saksalainen Königstiger painoikin lähes 70 tonnia. Venäläinen T-54, jonka valmistus alkoi vuonna 1947, oli viimeinen pelkällä teräspanssarilla varustettu taisteluvaunu. Kaikissa uudemmissa vaunuissa on yhdistelmäpanssari, jossa on kerroksittain terästä ja muita materiaaleja.

Saksalainen Panzerfaust, joka otettiin käyttöön vuonna 1943, mullisti panssarintorjunnan. Jalkaväkisotilaalla oli vihdoin kevyt, kuuden kilon painoinen ase, jolla pystyi tuhoamaan taistelupanssarivaunun. Panzerfaust-aseen taistelukärjessä oli ontelopanos, jonka toiminta perustuu suunnattuun räjähdysvaikutukseen. Ontelopanosen metallivuoraus venyy räjähdyksessä pitkäksi metallisuihkuksi, joka iskee panssariin n. 8 000 m/s nopeudella. Panzerfaustilla puhkaistiin yli 200 mm:n teräspanssari. Asetta käytettiin myös Suomessa kesän 1944 taisteluissa.

Aseen ja panssarin kilpajuoksu jatkuu. Ontelopanosista vastaan kehitettiin räjähtävä reaktiivipanssari (ERA), jossa teräslevyjen väliin sijoitettu räjähdysaine räjähtää osumasta ja sinkoa levyt ontelopanosen suihkua vastaan. ERA-elementit ovat juuri niitä pieniä laatikoita, joita uutiskuvissa nähdään panssarivaunun päälle kiinnitettyinä. Asekeksijöiden vastaus ERA-panssarointiin oli kaksoisontelopanos eli tandempanos, jossa pieni etupanos räjäyttää ERA-elementin ja iso pääpanos puhkaisee suojaamattoman panssarin. Useimmat nykyaikaiset panssarintorjuntaohjukset on varustettu tandempanoksella. Uusimmat ohjukset, kuten 102 RSLPSTOHJ NLAW, lentävät kohteen yli ja ampuvat ontelopanosen vaunun kattoon, joka on heikommin panssaroitu.



Ampuja tarkastelee kättensä jälkiä panssariyrkillä tuhotun T-34:n tornissa. (SA-kuva)

Taistelupanssarivaunun tärkein vastustaja on toinen taistelupanssarivaunu. Panssarivaunun kannan pst-ammukseksi vakiintui käyttöön kineettisen energian ammus eli nuoliammus. Se on nimensä mukaisesti 40–60 cm pitkä, raskaasta metallista tehty ohut nuoli, joka ammutaan kohteeseen 1800 m/s nopeudella. Nuoliammuksen liike-energia kohteeseen osuessaan on yli 10 megajoulea eli 30 000-kertainen verrattuna hirvikiväärin luodin liike-energiaan. Nuoliammus läpäisee liike-energiansa ansiosta teräspanssaria oman pituutensa verran, eikä ontelohanosta vastaan suunniteltu ERA-panssarointi vaikuta siihen.

PVTUTKL:n asetekniikkaosaston tutkimuksen ja testausten ansiosta Puolustusvoimat on hankkinut tehokkaita pst-ohjuksia, kuten PSTOHJ 2000 M ja 102RSLPSTOHJ NLAW. Vanhoihin pst-aseisiin, kuten raskaaseen sinkoon 95 S 58-61 ja PSTOHJ 83, on hankittu parempia amputarvikkeita. Tutkimuslaitoksessa on suunniteltu ja rakennettu oma testiontelohanos, jolla voidaan kokeilla erilaisia panssarirakenteita. Reaktiivipanssaria kehitetään toimimaan myös nuoliammusta vastaan. Kehitystyö vaatii paljon testejä ja koeammuntoja oikean räjähdysaineen ja teräsrakenteen yhdistelmän löytämiseksi. Reaktiivipanssarin rakenne on yksinkertainen mutta toiminta monimutkaista. Ilmiöt ovat erittäin nopeita: ontelohanoksen metallisuihku iskee panssariin 8 000 m/s ja nuoliammus 1 800 m/s nopeudella. Panssarin toimintaa tutkitaan nk. salamaröntgenlaitteella, jolla panssariin tunkeutuva ammus saadaan näkyviin.

Pst-aseita koeammutaan lisäpanssareilla varustettuun vanhaan panssarivaunuun ja raskaaseen maalilaitteeseen. Maalilaitte on paksuista teräslevyistä koottu pakka, jonka paksuus on 800–1 000 mm. Teräslevypakkaan ammutaan ensin pst-aseen perusläpäisy. ERA-lisäpanssarielementit laitetaan sitten teräspakan eteen telineisiin ja ammutaan niiden läpi. Osumat kuvataan suurnopeuskameroilla.



Panssarintorjuntaohjuksella ammutaan raskaaseen maaliin. 80 cm:n paksuinen teräslevypakka on koottu Rovajärvellä testiammuntaa varten kesäkuussa 2012. ERA-elementit kiinnitetään etupuolen teräsputkikehikkoon. Kuvassa Jukka Nenonen, Jarkko Mursu, Matti Kajala ja Janne Sandberg. (Kuva: Petri Wallgrén)

pst = panssarintorjunta-, esim. pst-ohjus

PSTOHJ 2000M = israelilainen Spike-panssarintorjuntaohjus

102 RSLPSTOHJ NLAW = raskas lähipanssarintorjuntaohjus

NLAW = New Generation Light Anti-Tank Weapon

95 S 58-61 = raskas sinko

PSTOHJ 83 = amerikkalainen TOW-panssarintorjuntaohjus

Panzerfaust = saksalainen ontelohanokseen perustuva kevyt panssarintorjunta-ase, "panssarinyrkki"

ERA = Explosive Reactive Armour, räjähtävä lisäpanssari

Kirjoittaja:

Filosofian tohtori Paavo Raerinne toimii tutkimusalaohjohtajana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen asetekniikkaosaston asejärjestelmät -tutkimusosastolla.

Häivetekniikan tutkimus tukee KEVA2010-tutkaprojektia

Häivetekniikka on tärkeä osa järjestelmien selviytymiskykyä taistelukentällä. Eri menetelmillä, kuten herätteen hallinnalla, maastouttamisella, naamioinnilla, harhautuksella ja häirinnällä, voidaan antaa kohteelle suojaa laajalla spektrialueella alkaen ultraviolettisäteilystä ja päättyen näkyvän valon ja lämpöalueen kautta tutkataajuuksiin. Usein puhutaankin ns. multispektraalisesta suojasta. Häivetekniikan tavoitteena on estää järjestelmää tulemasta havaituksi ja tunnistetuksi vihollisen elektronisen sodankäynnin sensoreilla ja aistihavaintomenetelmillä.

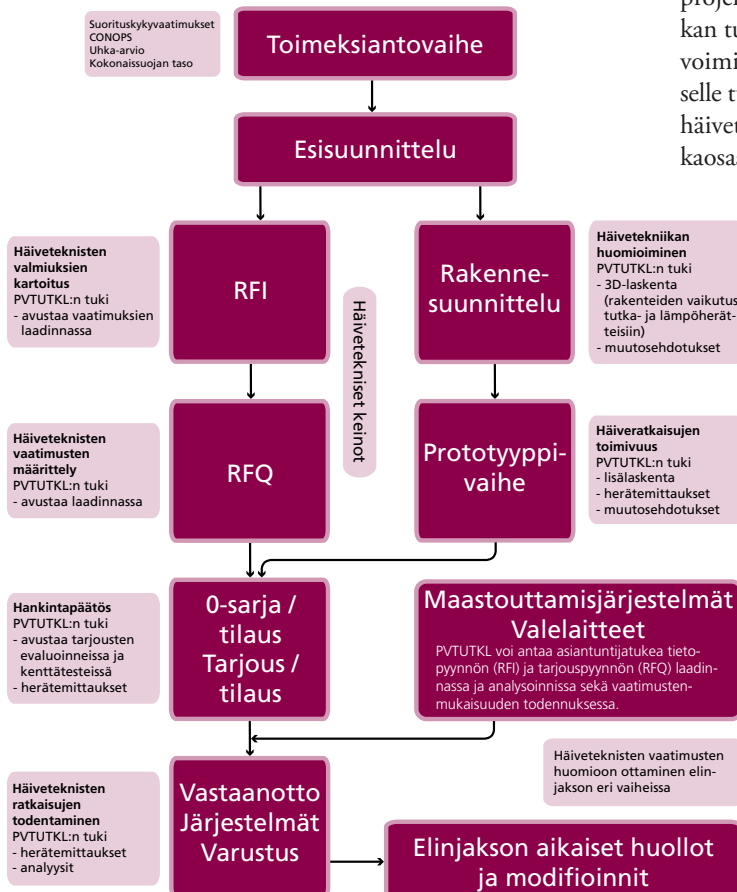
Herätteitä on mahdollista madaltaa kaikissa järjestelmän tai ajoneuvon elinjakson vaiheissa. Parhaat tulokset kuitenkin saavutetaan silloin, kun häivetekniset vaatimukset otetaan huomioon hankinta- tai mieluiten jo järjestelmän suunnitteluvaiheissa. Vaatimukset häivetekniselle suojaustasolle vaihtelevat hankittavien järjestelmien suorituskykyvaatimusten ja taisteluteknisten käyttöperiaatteiden mukaan. PAK YL 01:04 eli tuttavallisemmin ”Häive-PAK” on pysyväsiasia-kirja, joka ohjeistaa häiveteknisten vaatimusten huomioon

ottamisen hankkeissa. Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen (PVTUTKL) häivetekniikan tutkimusala voi antaa asiantuntija- ja herätemittautukea hankkeille (kuva alla).

Isojen hankkeiden tapauksessa häivetekniikan tuki- ja tutkimustarve suunnitellaan hyvissä ajoin ja kirjataan riviksi puolustusvoimien T&K-suunnitelmaan. Ilmavoimien KEVA2010-tutkaprojekti (keskivalvontatutka) on esimerkki hankkeesta, jota PVTUTKL:n häivetekniikan tutkimusala on tukenut sekä asiantuntija-avulla että herätemittauksilla projektin eri vaiheissa. KEVA2010-projektin ja häivetekniikan tutkimusalan yhteistyö alkoi vuonna 2006, jolloin Ilmavoimien esikunta esitti silloiselle Puolustusvoimien teknilliselle tutkimuslaitokselle pyynnön tukea KEVA2010-projektia häiveteknisissä kysymyksissä. Tutkimuslaitoksen asetekniikkaosaston nimeämänä häivetekniikan tutkija aloitti työskentelynsä KEVA2010-projektin jäsenenä hankkeen tietopyyntövaiheessa.

Tutkaprojekti KEVA2010 on jaettu kolmeen osaprojektiin: MRR2010-tutkajärjestelmän hankinta (MRR = Middle Range Radar), KEVA2010-maastouttamisjärjestelmä ja aiemmasta KEVAsta luopuminen. Häivetekniikan tutkimusala osallistui MRR2010-hankintaprojektiin määrittelemällä järjestelmän häivetekniset vaatimukset sekä tietopyyntö- (RFI) että tarjouspyyntövaiheessa (RFQ). Vaatimukset perustuivat tutkajärjestelmän suorituskykyvaatimuksiin, operatiiviseen käyttöperiaatteen ja ”Häive-PAK”-asiakirjaan.

MRR2010-tietopyyntöön kirjattiin häivetekniikan kysymyksiä mm. tutkajärjestelmien pintamaalauksesta, lämpöherätteiden hallinnasta ja passiivisista tutkaherätteistä eli siitä, onko järjestelmän suunnittelussa kiinnitetty huomiota esim. tutkapaokkipinta-alaan. Häivetekniikan tutkimusala analysoi tutkatoimittajien vastaukset ja esitti projektiorganisaation kautta tarkentavia kysymyksiä vastuualueeltaan.



Kuva 1. PVTUTKL:n häivetekniikan tutkimus voi tukea hanketta eri tavoin sen eri vaiheissa. (Grafiikka: Antti Palosaari)

Tarjouspyynnön valmisteluvaiheessa häivetekniset kysymykset laadittiin vaatimusriveiksi MRR2010-vaatimusmatriisiin satojen muiden vaatimusten tavoin. KEVA2010-projektissa otettiin käyttöön Doors-vaatimustenhallintatyökalu, ja häivetekniikan tutkimusalan edustaja osallistui Ilmavoimien esikunnassa järjestettyyn koulutukseen projektiryhmän mukana. Olennainen osa vaatimustenhallintaa olivat katselmointitilaisuudet, joissa tarkasteltiin myös häiveteknisien vaatimusten asianmukaisuus, yksikäsitteisyys, painoarvo sekä todentamismenetelmä ja -vaihe. Pisteytystyön jälkeen projektiryhmän tuottama vaatimusmatriisi oli valmis liitettäväksi KEVA2010-tarjouspyyntöön.

Häivetekniikan tutkimusala analysoi saapuneet tutkajärjestelmätarjoukset omalta osaltaan ja raportoi havainnoistaan ja lisäselvitystarpeista KEVA2010-projektille. Sopimusvaiheessa tutkimusala osallistui tutkajärjestelmän naamiomaalauskuvioiden määrittelyyn. Puolustusvoimien kansallisen ohjeistuksen mukainen naamiomaalaus oli ulkomaisessa hankinnassa vaatimuksena haastava, koska määrittelyasiakirja ”Naamiomaalausohje” oli saatavissa ainoastaan suomenkielisenä.

Ohjeesta on sittemmin laadittu myös englanninkielinen versio, mikä helpottaa nykyisiä ja tulevia hankintaprojekteja.

Naamiomaalausohjeen mukainen maalausjärjestelmä antaa Suomen olosuhteisiin soveltuvan korroosiosuojan ja vaikeuttaa kohteen tunnistamista myös uusilla sensoriteknologioilla, kuten hyperspektrikuvauksella. Lisäksi naamiomaalausohjeen noudattaminen helpottaa merkittävästi elinjakson aikaisia huoltomaalustoimia maalien saatavuuden ja yhteensopivuuden vuoksi.

MRR2010-hankintaprojektin rinnalla valmisteltiin KEVA2010 maastouttaminen -osaprojektia, joka oli eriytetty tutkahankintaprojektista omaksi hankinnakseen. Osaprojektissa oli tavoitteena määritellä ja hankkia KEVA2010-järjestelmälle maastouttamis- ja harhauttamisvälineitä sodan ajan tarpeisiin. Suunnittelun pohjana käytettiin KEVA2010-järjestelmän suorituskykyvaatimuksia ja hankintavaiheen operatiivisia käyttöperiaatteita.

Maastouttamis- ja harhautussuunnitelman laatiminen edellyttää suojattavan järjestelmän herätteiden yksityiskohdista tuntemista. KEVA2010 maastouttaminen -osaprojekti pääsikin täyteen vauhtiin vuonna 2012, kun ensimmäinen tutkajärjestelmä oli saapunut Suomeen ja sen herätemittaukset aloitettiin. Elokuussa 2012 KEVA2010-tutkajärjestelmälle tehtiin sen asemapaikalla näkyvän valon, lähi-infrapuna-alueen ja lämpöalueen herätetutkimuksia.





Kuva 3. Avoimen tilan mittarata.

Lämpökuvaukset PVTUTKL suoritti kentällä myös helikopterista käsin, jolloin päästiin todellisille ilmasta maahan-uhkakulmille. Herätemittauksia täydennettiin toukokuussa 2013, kun KEVA2010-järjestelmän kaikkien osien herätteet mitattiin eri sensorein PVTUTKL:n Lakialan toimipisteessä avoimen tilan mittaradalla. Avoimen tilan mittaradalla voidaan kohteen herätteet mitata ultravioletialueelta tutkataajuuksille uhkaa vastaavilta kulmilta. KEVA2010-herätemittausten yhteydessä tutkittiin, millaisen suojan nykyaikaiset naamioverkot ja lisäsuojamateriaalit antavat järjestelmälle. Mittauksista laadittiin KEVA-projektille raportti, jossa tutkimustulosten ohella arvioitiin järjestelmän vaatimustenmukaisuutta, tarkasteltiin tarvittavia häiveteknisiä suojamenetelmiä ja määritettiin maastouttamismateriaalien tarve.

Häivetekniikan tutkimusala on edustettuna maavoimissa meneillään olevissa häivetekniikan alan materiaalihankkeissa. KEVA2010-projektin häivemateriaalihankintoja saatiin toteutettua kyseisten hankkeiden kautta, jolloin säästettiin henkilöstöresursseja ja pienennettiin kustannuksia.

KEVA2010-järjestelmien uusien maastouttamis- ja harhautusvälineiden vaatimuksenmukaisuutta tutkittiin kenttämittauksin kesäkuussa 2015 ja annettiin joitakin muutosehdotuksia. Pienimuotoisia herätemittauksia tehdään vielä korjaustoimenpiteisiin liittyen, ja KEVA2010-järjestelmä on myös mukana PVTUTKL:n lähitulevaisuuden ilmakevaskampanjoissa. Järjestelmän herätteiden ja häiveteknisten suojausmenetelmien analysointia jatketaan puolustusvoimien ELSO-tutkimuksissa.

KEVA2010-projektityö on häivetekniikan tutkimusalan osalta loppusuoralla. Tutkimusalan tehtävänä oli antaa projektiorganisaatiolle häivetekniikan asiantuntijatukea, mutta tähän mittavaan ja hyvin johdettuun hankkeeseen osallistuminen on antanut samalla tutkimusosalle lisäosaamista puolustusvoimien hanketoiminnasta. Ehkä häivetekniikan tutkimusalan ja KEVA2010-järjestelmän tiet kohtaavat uudelleen järjestelmän elinjakson aikana esim. MLU- eli modernisointivaiheessa, kun häivetekniset asiat otetaan jälleen tarkasteluun.

Kirjoittaja:

Filosofian maisteri Tiina Niinimäki-Heikkilä toimii erikoistutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen asetekniikkaosaston häivetekniikan tutkimusosalalla.

Mittauspalvelut – joustava ja vahva tutkimuksen tuki

Puolustusvoimauudistuksen eturintamassa keväällä 2012 asetekniikkaosasto teki oman rakennemuutuksensa. Aiemmin tutkijoiden työpareina kolmella eri tutkimusalalla työskennelleet laboratoriotyöntekijät keskitettiin uuteen yksikköön, jolle annettiin nimeksi mittauspalvelut. Tutkijat puolestaan ryhmiteltiin uudelleen jäljelle jääneille kahdelle tutkimusalalle.

Ohjaavana ajatuksena uuden yksikön perustamisessa oli se, että tutkimusta tukevan henkilöstön voimavarat saadaan selkeämmin kohdennettua sinne, missä kulloinkin on tarvetta. Lisäksi tutkimuslaitteiden ja -tilojen ylläpito ja kehittäminen sekä laitteiden huolto ja korjaukset keskitettiin mittauspalveluihin. Mittauspalvelut tarjoaa monipuolista ammatti-osaamista, ja sen henkilöstöltä löytyy tarvittavat erityisluvut esimerkiksi sähköasennuksiin, tulitöihin sekä pienimuotoisiin räjäytyskokeisiin. Mittauspalvelut on saanut tunnustusta työyhteisössä olemalla joustava ja vahva tutkimuksen tuki ei ainoastaan asetekniikkaosaston sisällä vaan myös laajemmin laitoksen eri osastojen välillä.

Uutena haasteena kenttäolosuhteissa tehtävissä tutkimuksissa on voimakkaasti kasvanut tallennettavan tiedon määrä. Suurnopeuskamerat ja spektrin eri osa-alueilla toimivat, entistä monipuolisemmat mittalaitteet (kuva 1) tuottavat paljon mittausdataa. Tämän vuoksi kenttämittausjärjestelmien tietoliikenneyhteydet ja niiden suunnittelu ovat nousseet selkeäksi kehityskohteeksi. Tässä artikkelissa käsitellään mittauspalveluiden tuomaa lisäarvoa tutkimustyölle erityisesti kenttämittausjärjestelmien tiedonkeruun näkökulmasta.



Kuva 1.
Mittausasema Lohtajalla
(Kuva: Anne Kaaja)

Tiedonsiirron ja tallennuksen lisäksi kenttämittauksissa on myös varmistettava tyypillisesti sisäkäyttöön suunniteltujen laboratoriolaitteiden toiminta kenttäolosuhteissa. Laitteet on lisäksi suojattava koetoiminnassa itsessään syntyviltä uhilta, kuten paineaalloilta tai sirpaleilta. Sopivalla koteloinnilla mahdollistetaan kuvaus jopa veden alla.

Lisääntyvään tiedon määrään vastataan päivittämällä tiedonkeruujärjestelmiä nykyaikaisemmiksi kasvattamalla tietoliikenneverkkojen siirtokapasiteettia tai tallennusnopeutta. Myös tieto- ja sääsuojausten riittävä taso on varmistettava. Perinteinen ethernet-kaapeliyhteys (kuva 2) yltyäksään vain sadan metrin etäisyydelle ja on suhteellisen hidas ja kömpelö käyttää, kun mittauksissa on käytössä useampia kameroita. Käytännössä jokaiselle kameralle on tällöin vietävä oma kaapeli. Kun mittausasemat on nykyään usein hajautettu maastoon, ethernet-kaapelia kannattaa käyttää vain paikallisesti aseman sisäisessä tiedonsiirrossa.



Kuva 2. Väistyvää tekniikkaa. Perinteinen ethernet-yhteys muodostetaan parikaapelilla (vihreä) ja analogista signaalia siirretään koaksiaalikaapelissa (musta). (Kuva: Matti Kajala)



Kuva 3. Mittauskontti toiminnassa. (Kuva: Anne Kaaja)



Kuva 4. Etualalla aliverkon solmupiste. (Kuva: Anne Kaaja)



Kuva 5. Tietokonenäyttöä seurataan reaaliaikaisesti, mitä kullakin mittausasemalla tapahtuu. (Kuva: Anne Kaaja)

Pidemmillä yhteyksillä käytetään valokuitua. Tällöin yhden kuidun siirtokapasiteetti riittää koko mittausaseman tarpeisiin. Tietoliikenneverkko rakennetaan yleensä tähtimuotoon, jolloin kustakin mittausasemasta on suora valokuituyhteys keskitettyyn tallennus- ja analysointipisteeseen, kuten mittausautoon tai mittauskonttiin (kuva 3). Lisäksi erikokoisiin aliverkkoihin mukautuvia solmupisteitä on rakennettu kenttäkelpoisiin, akkukäyttöisiin laatikoihin, jolloin verkon pystyttäminen on nopeaa ja tietoliikenteen sujuvuus on luotettavaa (kuva 4).

Valokuitujen lisäksi kenttämittauksissa käytetään myös radiolinkkejä. Langattomat yhteydet ovat ylivoimaisia, kun yhteyttäisyydet ovat useita kilometrejä esimerkiksi vaara-alueen koon vuoksi. Koska radiolinkki vaatii toimiakseen näköyhteyden, on antennit nostettava vähintään puiden latvojen tasalle, ellei maasto satu olemaan avointa. Radiosignaali on helpommin salakuunneltavissa, joten tiedon salaamisesta on tarvittaessa huolehdittava paremmin kuin valokuitua käytettäessä. Radioyhteyden tiedonsiirtonopeus ei myöskään ole verrattavissa valokuituun. Näiden seikkojen vuoksi radiolinkkejä käytetään lähinnä kameroiden ohjaamiseen ja tallennuksen aloittamiseen. Tieto kerätään tuolloin kameraan kiinnitettyyn lisämuistiin, josta se saadaan talteen mittauspahtuman jälkeen, kun alueelle on turvallista mennä.

Silloin, kun käytetään useita mittalaitteita saman aikakriittisen ilmiön havaitsemiseen, on erittäin tärkeää saada yhdistettyä eri laitteiden mittauksia aikasynkronoidusti joskus jopa millisekunnin osien tarkkuudella. Hajautetut mittausasemat asettavat aikasynkronoinnin suhteen omat haasteensa, mutta sopivalla verkkorakenteella synkronointi pystytään toteuttamaan riittävällä tarkkuudella verkkoon sijoitettujen aikapalvelimien avulla. Aikapalvelimet synkronoivat omat kellonsa satelliittipaikannusjärjestelmistä saatavan tiedon perusteella.

Tietoliikenneverkon ytimen muodostaa tutkimusajoneuvoon tai konttiin perustettu verkon keskipiste, josta mittauspahtumia voidaan ohjata sekä tehdä mittauksien alustavaa analyysiä. Konttiin välitetään myös mittauspahtuman dokumentoinnin kannalta tärkeä mittajien välinen puhekomunikaatio (kuva 5).

Kirjoittaja:

Filosofian lisensiaatti Matti Kajala toimii erikoistutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen asetekniikkaosastossa ja johtaa mittauspalvelut-yksikköä.

Perinteinen kenttämittaus – ampumatarvikkeen kuljetustärinät

Ampumatarvikkeiden siirto varastosta niitä kuluttavalle joukolle voi olla monella tavalla vaativaa. Siksi a-tarvikkeille tehdään paljon erilaisia olosuhdetestejä, jotta voidaan varmistua siitä, että a-tarvike toimii ja on käyttäjälleen turvallinen vielä tuliasemassakin. Yksi tärkeimmistä testeistä simuloi kuljetustärinöitä.

Jos a-tarviketta myöhemmin ryhdytäänkin kuljettamaan ilman uudella tavalla tai kokonaan erilaisella ajoneuvolla, on selvitettävä, millaiselle tärinälle a-tarvike tässä uudessa tilanteessa altistuu, sillä nykyään tärinätestit on räätälöity tunnettujen kuljetustapojen ja ajoneuvojen mukaan ylitestaamisen välttämiseksi.

Selvitystyötä varten laaditaan suunnitelma, jossa erilaiset ajoalustat, -nopeudet, kuljetettavat a-tarvikkeen määrät yms. käydään koeajoina läpi. Eri kombinaatiot ja vaihtoehdot paistuttavat koeajo-ohjelman helposti useita tunteja kestäväksi. Mittauksia varten tutkittavaan kohteeseen kiinnitetään yleensä yksi tai kaksi kolmisuuntaista kiihtyvyyssanturia.

Anturit kytketään vahvistimiin, joilla mittauksen taajuuskaista säädetään tärinätestiä vastaavaksi ja mittausalue laitteistolle sopivaksi. Lopuksi tärinäsignaalit tallennetaan massamuistiin myöhempiä käsittelyä ja tarkastelua varten.

Mittausten tekninen läpivienti vaatii suurta huolellisuutta ja tarkkaavaisuutta. Esimerkiksi kaapeliliittimiin päässyt sade tai roiskevesi pilaa mittaukset heti. Anturi ja liittimet voivat löystyä jatkuvan tärinän takia, jolloin tärinäsignaali on virheellistä mutta vaikeasti sellaiseksi tunnistettavissa. Tallennin ja vahvistimetkaan eivät saa liikkua ajoneuvossa irrallaan tai signaaliin tulee virhepiikkejä ja häipyymiä nimenomaan silloin, kun tärinä tai iskut ovat pahimmat ja virheetön data olisi kaikkein tärkein. Mittausjärjestelmä on eristettävä sähköisesti ajoneuvosta, sillä muuten ajoneuvon sähkölaitteet aiheuttavat omia häiriöitä.

Selvitystyön seuraavassa vaiheessa koeajoista saatuja tuloksia on verrattava tärinätestiin. Yleensä tärinätestien sisältö annetaan tärinän tehosppektrin tiheytenä vaihtelevilta taajuuskaistoilta eli ”profiilina”, jolla ohjataan tärinänpöytää. Koeajoista saadut aikatason signaalit on siis muunnettava samaan taajuustason esitysmuotoon. Vaikka tätä signaalinkäsittelyä voi automatisoida paljonkin, jää silti yleensä jäljelle satoja mitattuja spektrejä, joita tutkijan on itse verrattava täryttimen ohjausprofiiliin.

Usein tärinätestit ovat ns. kiihdytettyjä, eli tunnin kestävällä testillä simuloidaan vaikkapa 800 km:n ajoa, johon normaalisti kuluisi kymmeniä tunteja. Tällöin mittaustuloksia ei voikaan suoraan verrata ohjausprofiiliin, vaan on ensin selvitettävä, miten ja millaisista tärinöistä testin profiiliin ja tärinätasoihin on päädytty.

Jos vertailu lopulta onnistuu eikä tuloksista löydy testin pohjana olevan tärinän ylittäviä osuuksia, ei uudessa kuljetustavassa ole odotettavissa ongelmia. Päinvastaisessa tapauksessa on ensiksi harkittava, ovatko ylitykset sittenkään merkittäviä, ja jos ovat, niin annetaanko uudelle kuljetustavalle esim. nopeus- tai matkarajoitus vai täytyykö koko konstruktiota muuttaa.



Mittauskranaatilla on kärjessään muovin suojaama kolmisuuntainen kiihtyvyyssanturi. Kranaatin pyörähtely ja sinisten anturikaapeleiden heilunta on estetty punaisella ilmastointiteipillä. Räikeät ja tavallisesta poikkeavat värit vähentävät mittauslaitteisiin kohdistuvaa vahingonvaaraa koetoiminnan aikana.
(Kuva: Markus Lehkonen)



Tärinämittausten vauhdikas koeajo etenee koleissa olosuhteissa.
(Kuva: Markus Lehkonen)

Kirjoittaja:

Diplomi-insinööri Markus Lehkonen toimii vanhempänä tutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen asetekniikkaosastossa asejärjestelmien tutkimusalalla.

Toimintakykyosasto

Erikoisjoukkojen psykologinen soveltuvuudenarviointi

Erikoisjoukot

Tutkimuslaitoksen toimintakykyosasto vastaa Puolustusvoimissa tehtävistä psykologisista soveltuvuudenarvioinneista. Arviointeja tehdään niin varusmiesten erillisvalintojen yhteydessä kuin valittaessa palkattua henkilöstöäkin. Yhtenä tärkeänä arvioinnin kohderyhmänä ovat erikoisjoukkoihin hakevat.

Sotilailta vaaditaan, että he pystyvät sekä yksin että yhdessä muiden kanssa toimimaan määrätietoisesti ja tilanteen mukaisesti eriasteisissa kriisitilanteissa. Erikoisjoukoissa toimintaympäristön ja tehtävien haastavuus edellyttää yksilöltä paljon tavallista joukkoa enemmän, jotta toimintakyky säilyy ja toiminta on tehokasta. Erikoisjoukoissa palvevalta sotilalta vaaditaan mm. tavallista parempaa kuntoa ja vahvempaa psyykettä.



(Kuva: Puolustusvoimat/Jarno Riipinen)

Jotta koulutukseen saadaan valittua vaatimukset täyttäviä henkilöitä, järjestetään hakijoille fyysiset ja psykologiset testit. Testit räätälöidään kunkin joukon vaatimusten mukaan. Psykologinen soveltuvuudenarviointi sisältää persoonallisuutta, tasapainoisuutta, motivaatiota, toimintatyylejä ja kognitiivisia valmiuksia mittaavia testejä, joiden antamaa tietoa täydennetään haastatteluilla ja ryhmätehtävillä. Koulutukseen ei valita hakijaa, jonka pärjäämiseen liittyy testien perusteella selkeitä riskejä – tämä pätee niin fyysisiin kuin psykologisiin tekijöihin. Psykologiset testit myös vaikuttavat jonon muodostumiseen valinnassa, eli mitä paremmin vaatimukset täyttyvät, sitä paremmat mahdollisuudet on tulla valituksi.

Varusmiesten erikoisjoukkovalinnoissa psykologisia testejä tehdään taisteluskeltajiksi, laskuvarjojääkäreiksi ja erikoisrajajääkäreiksi haluaville. Palkatun henkilöstön erikoisjoukkokurssin (erikoisjääkärit, erikoistoimintaosasto) valinnan yhteydessä tehdään myös perusteellinen psykologinen arviointi. Näissä kohdejoukoissa edellytetään vaativassa toimintaympäristössä toimimisen kannalta samankaltaisia psykologisia perusominaisuuksia, joskin myös kohderyhmittäin on erityisvaatimuksia. Esimerkiksi taisteluskeltajilta edellytetään vedessä liikkumisen takia enemmän avaruudellista hahmottamiskykyä kuin maavoimien taistelijoilta, mutta molemmilta edellytetään vahvaa paineensietokykyä. Taisteluskeltajat ovat hyvä esimerkki erikoisjoukoissa palvelevista sotilasta, joilta vaaditaan erityisiä psyykkisiä ominaisuuksia.

Taisteluskeltajat

Taisteluskeltajakurssit järjestetään Rannikkoprikaatin sukeltajakoulussa joka toinen vuosi (vuorovuosin raivaajasukeltajakurssin kanssa). Taisteluskeltajat koulutetaan saaristossa taapahtuviin tiedustelu- ja tuhoamistehtäviin. He toimivat mm. mukana alustarkastuksilla. Vuosittain kurssille hakee 60–80 henkilöä. Fyysiset kokeet ja lääkärintarkastuksen läpäisee noin puolet hakijoista, ja psykologisen arvioinnin ja haastatteluiden jälkeen kurssille valitaan 15–20 henkilöä.

Sukeltajakoulutus on niin fyysisiä kuin henkisiäkin rajoja koettelevaa. Sukeltajan tulee sietää epä mukavia olosuhteita mm. sään puolesta, ja hänen on oltava valmis rankkaan fyysiseen harjoitteluun. Välillä kurssille on ollutkin haaste löytää tarpeeksi hyviä hakijoita mukavuudenhaluisista nykynuorista.



(Kuva: Puolustusvoimat/Jarno Riipinen)

Painetilanteissa on kyettävä pitämään pää kylmänä, sillä hättäännyminen voi sukelluksissa pian koitua kohtalokkaaksi ja sillä voi vaarantaa oman tai toverinsa hengen. Ongelmatilanteissa tulee siis pysyä rauhallisena ja säilyttää harkinta- ja toimintakyky. Koska työskennellään räjähteiden kanssa, ”kädet ei saa täristä”.

Itseluottamusta, rohkeutta ja paineensietoa koetellaan taistelutilanteissa. Oma-aloitteisuutta tulee löytyä, ja päätöksiä on kyettävä tekemään välillä nopeastikin. Toiminta vaatii siis välillä räväkkyyttä, mutta väärällä asenteella hakeutuvat ”rambot” pyritään soveltuvuusarvioinnissa karsimaan. Impulsiivisuutta valinnoissa karsastetaan, nopeissakin tilanteissa pitää järki pitää mukana. Toisaalta taisteluskeltajilta vaaditaan myös pitkää pinnaa ja turhautumisen sietokykyä silloin, kun tiedustelutehtävissä odotetaan piilossa pitkiäkin aikoja ja on maltettava pysytellä hiljaa paikoillaan.

Toimintaotteen tulee olla huolellista ja tarkkaa, sillä laitteiden/välineiden koonti, kunnossapito ja käyttö vaativat omat rutiininsa, joista ei voi poiketa. Pahimmillaan huolimattomuudesta aiheutuu hengenvaara itselle tai toiselle.

Taistelijan on kyettävä toimimaan ryhmässä, vaikka itsenäisyyttäkin tarvitaan. Sukellusten valmistelut ja suunnittelu tehdään ryhmätyönä ja kaveria tuetaan ongelmissa. Koska tehtävät ovat haastavia, ovat ryhmähenki ja ryhmän kiinteys erityisen tärkeitä.

Sekä teoriaa että käytännön opittavaa tulee sukeltajakursseilla paljon ja nopealla tahdilla, joten pelkkä hyvä fyysinen kunto ja sopivat persoonallisuuden piirteet eivät riitä – tarvitaan myös kognitiivisia valmiuksia. Yleisen oppimiskyvyn lisäksi sukeltajilla korostuvat mekaanistekninen kyvykkyys, koska ollaan teknisten laitteiden kanssa tekemisissä, sekä kyky avaruudelliseen hahmottamiseen, jota tarvitaan liikuttaessa kolmiulotteisessa tilassa.

Sukelluskoulutuksen käyminen avaa mahdollisuuksia mm. kansainvälisiin kriisinhallintatehtäviin, kuten operaatio Atalanta. Osa taisteluskeltajukurssin käyneistä hakeutuu myöhemmin urallaan ammattisotilaiksi erikoistoimintaosastoon (ETO). Puolustusvoimien erikoiskurssin vuoden mittaiseen peruskoulutukseen valitaan omien nelipäiväisten karsintakokeiden kautta vuosittain sadan hakijan joukosta 12 henkilöä, useimmat heistä taustaltaan taisteluskeltajia tai laskuvarjojääkäreitä. Kummankaan kurssin käyminen ei ole kuitenkaan ehdoton edellytys erikoisjoukkokurssille hakeutumiseen, 347 päivän varusmiespalvelus sen sijaan on. Ja taas on hakijalla edessä, aikaisempaa perusteellisempien, psykologisten testien läpäiseminen, jotta haave ammattisotilaaksi erikoisjoukkoihin pääsemisestä toteutuu.

Tyypillinen taisteluskelluskurssilainen:

- mies
- iältään 18–20 vuotta
- nostaa penkistä 50 kg noin 20 kertaa minuutissa
- juoksee 12 min:n Cooperin testissä 2 800–3 000 metriä
- urheilullinen, lajitausta useimmilla muu kuin uinti
- haluaa haastavan varusmiespalveluksen
- motivoitunut
- täyttää aliupseerikriteerit lahjakkuuden ja johtamisvalmiuksien puolesta
- riittävän oppimis- ja omaksumiskykyinen
- tasapainoinen/sietää stressiä
- järjestelmällinen
- tiimipeluri
- omatoiminen
- luottaa itseensä.

Kirjoittajat:

Tutkimusalojohtaja PsM Kai Nyman ja tutkija PsM Anu Heikkinen toimivat Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen toimintakykyosastossa soveltuvuusarvioinnin tutkimusalalla.

Kyselytutkimukset Puolustusvoimissa tapahtuvan muutoksen mittareina

Puolustusvoimien kaltaisessa isossa organisaatioissa tapahtuu jatkuvasti erilaisia muutoksia niin pienessä kuin suuremmassakin mittakaavassa. Viimeisimpien vuosien merkittävimäksi uudistukseksi monet nostaisivat varmasti puolustusvoimauudistuksen. Tarkastelemme uudistusta myös tässä luvussa, erityisesti siitä näkökulmasta, minkälaisen työvälineen erilaiset kyselyt palkatulle henkilökunnalle ja varusmiehille tämän muutoksen arviointiin tarjoavat.

Puolustusvoimauudistusta voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta, mutta ensisijaisesti kyse on laajamittaisesta organisaatiomuutoksesta, jonka luonne on vahvasti rakenteellinen. Organisaatiomuutos tarkoittaa työpaikan toimintatapojen muuttumista ja uudistamista eri tavoin. Siihen liittyy sekä luopumista vanhoista toimintatavoista että uusien toimintamallien kehittämistä ja vakiinnuttamista. Käytännössä tämä saattaa tarkoittaa työpaikkojen vähenemistä,

työnjaollisia ja -johdollisia muutoksia tai kokonaan uudentyyppisten tehtävien luomista. Organisaatiomuutoksessa on kyse myös erilaisten ja eritasoisten organisaatiokulttuureiden kohtaamisesta, eikä aina voida välttää yhteentörmäyksiltä. Institutionaaliset muutokset eivät välttämättä etene johdonmukaisesti vaan ohjautuvat ja ohjaavat joskus jopa eri suuntiin. Arjessa ihmiset saattavat usein ajatella, että organisaatioiden johto markkinoi uudistuksia nimenomaan hyvänä asiana, mutta alemmilla portailla ja yksilötasolla silti koetaan, ettei edessä ole muuta kuin vaikeuksia ja kipeätä sopeutumista.

Puolustusvoimilla on käytössä erilaisia mittareita, joilla voidaan tarkastella puolustusvoimauudistuksen vaikutuksia henkilöstön kokemuksiin omasta työstään tai varusmiesten kokemuksiin saamastaan koulutuksesta. Nämä suhteellisen stabiilit mittarit eivät välttämättä mittaa suoria muutoksia mutta vähintäänkin välillisiä.

(Kuva: Puolustusvoimat/Jarno Kovamäki)



Työilmapiirikyselyiden tulokset antavat viitteitä muun muassa siitä, että rakennemuutoksiin reagoidaan lyhyellä tarkastelujaksolla hyvinkin affektiivisesti: esimerkiksi työmotivaatio ja työnantajakuva laskevat merkittävästi. Kun muutosten taaksepäin suuntautuva tarkastelujakso on riittävän pitkä, on havaittu, että heikentyneet arvioinnit ovat pölyn laskeuduttua palanneet jopa lähtötasoa parempiin lukemiin. Tiedot työilmapiirin ulottuvuudet saattavat toimia muutoksissa puskureina vahvistaen organisaation resilienssiä. Tällaisina vahvuuksina puolustusvoimauudistuksessa ovat toimineet tutkitusti työyhteisöjen me-henki, tyytyväisyyttä tuottavat työtehtävät ja selkeät tulostavoitteet sekä lähiesimiehen hyväksi koettu johtajuus. Pienen työyhteisön tai ryhmän me-henki ilmenee sekä työtovereiden keskinäisenä avuliaisuutena että jopa porukan yhteisenä haluna toteuttaa muutosta. Selkeästi muotoiltujen työnkuvien ja -tavoitteiden yhteys organisaation tavoitteisiin ja menestymiseen auttaa tulkitsemaan muutosta laajemmin kuin vain oman työpöydän takaa. Tämän päivän työelämädiskursseissa – ei pelkästään Puolustusvoimissa – työntekijöiden joustavuus tarkoittaa ensisijaisesti monikäyttöisyyttä ja asettumista uusiin asentoihin eikä palaamista vanhoihin toimintatapoihin.

Varusmieskyselyissä puolestaan puolustusvoimauudistuksen suurin muutos analysoinnin kannalta on joukko-osastojen määrän merkittävä väheneminen. Varusmiesten vastaaminen palautekyselyihin on luonnollisesti ainutkertaista, eikä heillä ole kokemusta esimerkiksi koulutuksen laadusta aiemmilta vuosilta. Heidän arvionsa koulutuksesta nojaa puhtaasti henkilökohtaiseen kokemukseen kyseisessä saapumiserässä. Muutaman seuraavan vuoden aikana voimme kuitenkin tarkastella varusmiesten loppukyselyn perusteella, onko tyytyväisyydessä havaittavissa sellaisia muutoksia, jotka tavalla tai toisella liittyisivät puolustusvoimauudistukseen. Näitä mahdollisia muutoksia voidaan analysoida rinnan esimerkiksi kouluttajakyselyn ja työilmapiirikyselyn kanssa. Henkilökunnan, erityisesti kouluttajien, kokemukset heijastuvat siihen, miten he muuttuneessa organisaatiossa tekevät omaa työtään, ja nämä kokemukset saattavat puolestaan vaikuttaa myös varusmiesten kokemuksiin.

Vastaajia saattavat hämmentää usein vakiintuneissa kyselyissä ne uudistukset, joita kyselyiden sisältöihin joudutaan aika ajoin tekemään. Uudistusten saatetaan ajatella aiheuttavan turhaa vaivaa niin vastaajalle kuin tulosten analysoijallekin. On kuitenkin tärkeää muistaa, että kun ollaan kiinnostuneita erilaisten ilmiöiden muutoksesta ajan kuluessa, on huomioitava myös käytäntöjen muuttuminen. Kun käytäntöjä ja toimintatapoja muutetaan, on ilman muuta selvää, että myös niitä mittaavien kyselyiden tulee muuttua samassa syklissä. Muuten on vaarana, että mittaamme tärkeää asiaa vääränlaisella mittarilla. Kaikki varmasti ymmärtävät, millaiset seuraukset olisivat, jos samanlainen mittaamisen virhe tehtäisiin vaikkapa räjähdetekniikassa.



Alokaskoulutusta Isoaaren linnakkeella. Alokkaat järjestyvät kasarmin pihamaalle päivän harjoituksia varten. (Kuva: Puolustusvoimat/Lisa Hentunen)

Kirjoittajat:

Yhteiskuntatieteiden maisteri Anitta Hannola toimii tutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen toimintakykyosastossa ja vastaa henkilökunnan työilmapiiri- ja lähtökyselyistä.

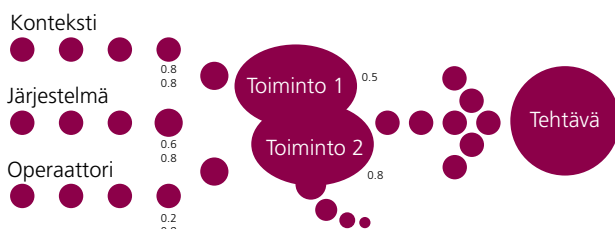
Kasvatustieteen tohtori Jenni Keskinen toimii tutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen toimintakykyosastossa ja vastaa varusmiesten alku- ja loppukyselyistä sekä kriisinhallintahenkilöstölle tehtävistä kotiinpaluukyselyistä.

Ihminen tulevaisuuden teknistyvässä toimintaympäristössä

Teknologia on yhä tärkeämpi osa modernia sodankäyntiä. Teknologinen yliveraisuus nähdään suhteellisena etuna, joka voi ratkaisevasti vaikuttaa sodan kulkuun. Tekniikka on lisännyt sodankäynnin kantamaa, tuhovoimaa ja tarkkuutta mutta toisaalta myös monimutkaisuutta ja ihmisiin kohdistuvia vaatimuksia. Tässä artikkelissa tarkastellaan ihmistä tulevaisuuden teknistyvässä toimintaympäristössä suorituskyvyn, vuorovaikutuksen, ihmiselle keskeisten tulevaisuuden kehitystrendien ja autonomisia piirteitä omaavien järjestelmien näkökulmasta.

Suorituskyvyn optimointi

Suorituskykyä ilmentävä toiminta koostuu erilaisista tehtävistä ja tehtävien täyttämiseksi toteutettavista toiminnoista tietyssä toimintaympäristössä. Toiminnot ja niiden tulokset ovat riippuvaisia useasta osatekijästä, joista tärkeimpiä ovat ihminen toimijana, järjestelmät ja työvälineet, joita ihminen käyttää, sekä konteksti, jossa toiminta tapahtuu. Teoreettisesti voidaan ajatella, että optimitilanteessa kaikki toimintoihin vaikuttavat osatekijät toimivat täydellisesti saaden arvon 1 (asteikolla 0–1). Tällöin myös itse toiminta on optimaalinen suhteessa tehtävään ja saa myös arvon 1. Käytännössä toiminnot ovat harvoin täysin optimaalisia, koska niillä on puutteita eri osatekijöissä tai näiden osatekijöiden vuorovaikutuksessa. Kuvassa 1 havainnollistetaan, miten eri osatekijät voivat osaltaan vaikuttaa lopputulokseen. Toiminto 2 saa paremman teoreettisen keskiarvon (0,8) kuin toiminto 1 (0,5), koska ihminen toimii huomattavasti paremmin ja järjestelmä hieman paremmin kuin toiminnoissa 1.



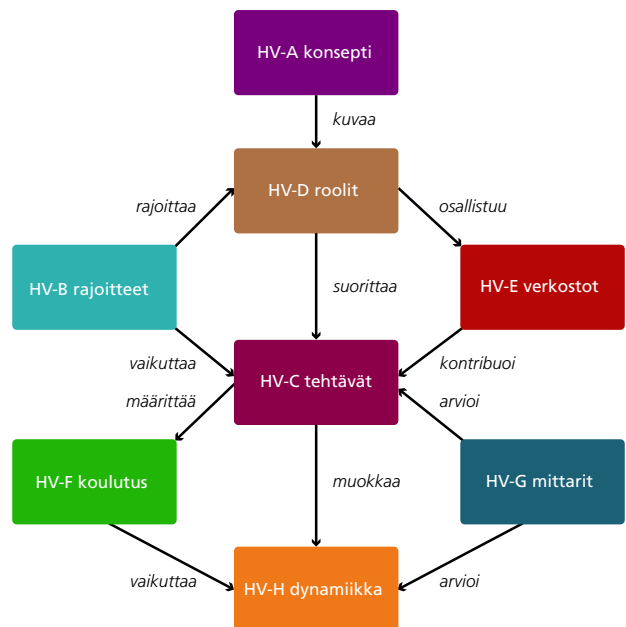
Kuva 1. Suorituskyvyn optimointiin vaikuttavia tekijöitä.

On väitetty, että suurin osa onnettomuuksista johtuu inhimillisistä virheistä, joiden taustalla on usein puutteita ihmisen ja järjestelmien ja kontekstin välisessä vuorovaikutuksessa (esimerkiksi huonosti suunniteltu käyttöliittymä). Tällöin toiminta saavuttaa vain osan optimaalisesta tehostaan. Näin ollen on ensiarvoisen tärkeää ymmärtää ja parantaa ihmisen

ja järjestelmien välistä vuorovaikutusta kaikissa järjestelmien elinvaiheissa (suunnittelussa, hankinnassa, käyttöönnotossa ja käytön tukemisessa). Tulevaisuudessa tämä korostuu entisestään sekä tekniikan ja toimintaympäristöjen kehittymisen ja monimutkaisuuden lisääntymisen että kustannustehokkuuden takia.

Ihmisen ja järjestelmän vuorovaikutus

Ihmisen ja järjestelmien vuorovaikutusta voidaan tarkastella mm. ihmiseen liittyvinä komponentteina systeemiarkkitehtuurissa tai ihmislähtöisinä järjestelmän suunnitteluperiaatteina. Kuvassa 2 on esitetty NATO human view -käsikirjan mukainen jaottelu ihmisenäkökulmaan liittyvistä osakomponenteista. Luokittelun tarkoituksena on kuvata ihmiseen liittyviä systeemivaatimuksia ja vuorovaikutusta.



Kuva 2. Ihmisenäkökulman ulottuvuudet systeemiarkkitehtuurissa NATO Human view -käsikirjaa mukailleen.

- HV-A:** Ylätason ihmiskomponenttikuvaus
- HV-B:** Kyvyt ja rajoitteet
- HV-C:** Keskeisten tehtävien kuvaus
- HV-D:** Roolit järjestelmässä
- HV-E:** Kommunikaatioverkostot
- HV-F:** Koulutusvaatimusten ja toteutuksen vaikutukset
- HV-G:** Arvojen, mieltymysten ja suorituskykytekijöiden mittarit
- HV-H:** Ihmiskomponenttien dynaamiset tekijät

Kun vuorovaikutusta tarkastellaan suunnittelun näkökulmasta, on havaittavissa ainakin neljää erityyppistä haastetta: (1) mitä tehtävää varten järjestelmää tai käyttöliittymää suunnitellaan (functions), (2) miten tekninen toteutus suunnitellaan (technical interaction design), (3) miten järjestelmästä tehdään helposti käytettävä, käyttäjätystävällinen (usability) ja (4) käyttäjän hyväksymä (acceptance)?

Teknologian kehitys aiheuttaa suuria muutoksia ihmisen rooliin järjestelmien osana, käyttäjänä ja vuorovaikuttajana.

Tulevaisuuden teknologioita

Tulevaisuuden trendien ennakoiminen on vaikeaa, koska todellisuus elää jatkuvassa lukuisien tekijöiden vaikuttamassa muutoksessa. Usein teknologinen murros edellyttää yhden läpimurron sijaan useamman vaikuttavan tekijän (mahdollistajan; enablers) riittävän kypsyystason saavuttamista.

Jotta kehitys ei pääse yllättämään ja toiminta olisi suunniteltua ja hallittua (eikä pelkkää reflektointia), tulevaisuuden kehityslinjoja pyritään ennakoimaan erilaisia kehitystä implikoivia vahvoja ja heikkoja signaaleja kartoittamalla. Sotilastoiminnassa tämä on erityisen tärkeää, koska teknologiset resurssit ovat rajatut, suorituskyvyn rakentaminen on pitkäjännitteistä toimintaa ja potentiaalisille vastustajille ei anneta suhteellista teknologista etulyöntiasemaa.

Teknologian tulevaisuuden kehityslinjoja kartoittavissa tutkimuksissa on listattu hyvin paljon erilaisia potentiaalisesti merkittäviä kehityskulkuja, kuten nanoteknologia, synteettinen biologia, lisäävä valmistus, tekoäly, suunnatun energian aseet, neurotiede, autonomiset aseet, kyberavaruus, sosiaalinen media, big data jne.

Ihmisen ja teknologian vuorovaikutuksen kannalta tärkeimpiä potentiaalisia teknologian kehityskulkuja ovat uudet interaktion muodot, lisääntyvä tieto ja tiedon hyväksikäyttö ympäristöstä ja erilaisista toimijoista sekä järjestelmien lisääntyvä vuorovaikutteinen älykkäisyys.

- I. Ihmisen ja järjestelmien visuaalisten käyttöliittymien rinnalle tulee mm. puheella ja liikkeillä ohjattavia käyttöliittymiä ja järjestelmiä, jotka voi olla hajautettu ja sulautettu ympäristöön.
- II. Toimintakykyyn, tilannetietoisuuteen, toimintaympäristöön ja informaatioon liittyvät teknologiat kehittyvät, yleistyvät ja halpenevat (esim. paikka- ja biosensorit, nanoteknologia, esineiden internet). Tietoa sekä ulkoisesta että sisäisestä ympäristöstä on saatavilla runsaasti, ja sitä voidaan käyttää älykkäästi mm. liikenteen ohjauksessa sekä ihmisen terveydentilan, toimintakyvyn ja lääkinnän seuraamisessa ja tehostamisessa.

- III. Teknologisten järjestelmien autonomisuus kehittyy ja lisääntyy. Ihminen ei enää välttämättä kontrolloi ja käytä järjestelmiä, vaan järjestelmät tekevät yhä enemmän ajattelua vaativia itsenäisiä päätöksiä ja työskentelevät jossain määrin ihmisen tasavertaisena kumppanina.

Autonomiset järjestelmät ja robotiikka edustavat äärimmäistä esimerkkiä pitkälle viedystä monimutkaisesta teknologiasta ja muodostavat hedelmällisen alueen, jossa on mahdollista tarkastella ihmisen ja teknologian vuorovaikutuksen tulevaisuuden näkymiä. Seuraavassa luvussa tarkastellaan seikkaperäisemmin autonomisia järjestelmien ja ihmisen vuorovaikutukseen liittyviä kysymyksiä.

Autonomisia piirteitä omaavat järjestelmät

USA:n armeijalla oli Irakin sodan aikana vain muutamia miehittämättömiä autonomisia piirteitä omaavia järjestelmiä, kun sitä vastoin nykyään heillä on ainakin yli 8 000 miehittämätöntä järjestelmää ilmassa ja 12 000 maalla. Robotiikka ja autonomiset järjestelmät ovat potentiaalisia pelin muuttajia (game changers) sekä lukuisilla sotilas- että siviilialueilla.

Autonomisilla järjestelmillä viitataan laitteisiin tai ohjelmistoihin, jotka (a) kykenevät suorittamaan kompleksista informaationprosessointia ilman suoraa ihmisen kontrollia, (b) oppivat ympäristöstä ja muista järjestelmistä ja (c) kykenevät itsenäiseen tilannetietoisuuteen, ongelmanratkaisuun ja päätöksentekoon. Erotuksena automaatiosta, joka on karkeasti määriteltynä sarja ennalta määriteltyjä toimintoja, autonomiset järjestelmät ovat adaptiivisia ja kykenevät itsenäiseen päätöksentekoon ja toimintaan myös ennalta määrittelemättömissä tilanteissa.

Lyhyellä aikavälillä on nähtävissä, että informaation lisääntyminen ja järjestelmien monimutkaistuminen asettavat lisää haasteita ihmisille. Pidemmällä aikavälillä ihmisen rooli järjestelmien välittömänä ohjaajana tulee kuitenkin todennäköisesti vähenemään, koska yhtäältä järjestelmät tulevat älykkäimmiksi ja kykenevät havainnoimaan ja analysoimaan tietoa sekä tekemään itsenäisiä päätöksiä ja toisaalta ihmisen toimintakyvyn rajat tulevat vastaan (mm. informaationkäsitelykapasiteetti ja suoritusnopeus).

Autonomisia piirteitä omaavien järjestelmien ja ihmisten yhteistoiminnan keskeiseksi onnistumisen edellytykseksi nousee ihmisen ja järjestelmän välisen rajapinnan hallinta. Keskeisiä kysymyksiä ovat mm. seuraavat: miten ihmisen ja järjestelmän vuorovaikutus, työnjako ja hierarkia järjestetään, miten ihmiset ja järjestelmät saavat tietoa toistensa toiminnan vaikutuksista ja miten toimintaan liittyvät vastuukysymykset järjestetään? PVTUTKL osallistuu Nato-johdoksen MCDC (Multinational Capability Development

Muuttuja	Vaihteluväli	Merkitys
Hierarkia	Tasavertainen, alisteinen	Erillisinä, tasavertaisina vai alisteisina (kuka ohjaa ketä)
Organisaatio	Sama, eri	Ihminen ja järjestelmä erillisinä "työntekijöinä" vs. yhteistyössä vs. osana yhteistä järjestelmää/kokoonpanoa
Vuorovaikutteisten järjestelmien määrä	1-n.	Esim. Ihminen – yksi järjestelmä vs. ihminen – monta järjestelmää (parveilu)
Tehtävätyypit	Esimerkiksi vaikuttaminen, suoja, tiedustelu, informaationvälitys, vastatoimet	Mikä tehtävä autonomiselle järjestelmälle ja mikä ihmiselle? Mitkä tehtävät tehdään yhdessä?
Autonomian taso	Esimerkiksi 0-6	Täysin, osittain tai ei ollenkaan riippuvainen ihmisestä. Mitä ja miten tietoa välitetään toimijoiden välillä?

Campaign) -ohjelman projektiin "Autonomiset järjestelmät ja niiden suojaaminen" (Counter Unmanned Autonomous Systems, CUAXS), jossa tutkitaan edellä mainittuja ja muita relevantteja autonomisiin järjestelmiin liittyviä kysymyksiä. CUAXS:n yksi keskeisimmistä tiedonkeruutavoista on pöydällä pelattava sotapeli, jossa arvioidaan uuden teknologian etuja ja vaikutuksia käyttäen autonomia järjestelmiä kuvaavia konseptikortteja (Idea of Systems, IoS cards). Kortit kuvaavat erilaisiin tarkoituksiin (esimerkiksi tiedustelu, suoja, kommunikaatio ja vastatoimet; ks. kuva 3) luotuja ja autonomiatasoltaan eritasoisia järjestelmiä.

Yllä esitetyssä taulukossa ovat keskeisimmät kyseisestä pelistä johtamani ihmisen ja järjestelmän vuorovaikutusta jäsentävät muuttujat. Muuttujien välisten yhteyksien pohtiminen auttaa määrittelemään mm. ihmisten ja järjestelmien välistä tehtäväjakoa ja rajapintoja. Esimerkiksi, jos autonominen järjestelmä on täysin itsenäinen, voidaan pohtia, sopiiko sellainen järjestelmä ihmisjoukkojen ympäröimään vaikuttamistehtävään vai paremminkin rajatulla alueella tapahtuvaan tiedustelutehtävään.

Lopuksi

Teknologian kehitys tulee muuttamaan teknologian ja ihmisen vuorovaikutusta sekä jokapäiväisessä elämässä että sodankäynnissä. Uusien vuorovaikutustapojen, entistä paremman toimintaympäristötietoisuuden ja älykkäiden järjestelmien lisääntyminen haastaa perinteiset näkemykset sotilaan työstä. Tulevaisuuden haasteita on pyrittävä ennakoimaan, jotta suorituskyky kyetään säilyttämään riittävällä tai paremmalla tasolla kuin potentiaalisilla vastustajilla. Ihmisen ja teknologian rajapintojen hyvä hallinta on yksi keskeisimmistä suorituskyvyn turvaamisen osa-alueista. Tässä artikkelissa on tarkasteltu ihmisen ja teknologian välisten rajapintojen hallintaa suorituskyvyn, vuorovaikutuksen, ihmiselle keskeisten tulevaisuuden kehitystrendien ja autonomia piirteitä omaavien järjestelmien näkökulmasta.



Kuva 3. Konseptin visualisointi. (Kuva: Antti Palosaari)

Kirjoittaja:

Filosofian tohtori Kari Kallinen toimii johtavana tutkijana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen toimintakykyosastossa.

Tutkimussuunnittelu- yksikkö

Tutkimussuunnitteluyksikkö asiakkaiden ja tutkijoiden tukena

Tutkimussuunnitteluyksikkö (TSY) on edelleen tietyllä tavalla kummajainen Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen (PVTUTKL) organisaatiossa, jonka rooli ja tehtävät eivät edes laitoksen sisällä ole kaikille selvillä. Helppo lähestymiskulma monipuoliseen rooliin on tarkastella laitoksen organisaatiopuuta, jossa TSY johtajansa kanssa on suoraan laitoksen tutkimusjohtajan alla. Tästä voidaan päätellä, että TSY:n tehtävä on toimia tutkimusjohtajan ”omana” esikuntana niissä asioissa, jotka liittyvät suoraan tutkimusjohtajan tehtäväkenttään eli laitoksen päätehtävänä olevaan tutkimukseen, sen laatimiseen, suunnitteluun ja hallintointiin. Laitoksella on siis kaksi rinnakkaista ”esikuntaorganisaatiota”, joista esikunta toimii laitoksen johtamisen ja yleiseen toimintaan liittyvien asioiden työkaluna laitoksen johtajan tukena esikuntapäällikön johtamana ja TSY ikään kuin tutkimustoiminnan ”aselajiesikuntana”. Esikunta vastaa hallinnosta, ja TSY:lle jää tutkimushallinto ja niin laitoksen osastojen kuin asiakkaidenkin tukeminen.

TSY:n keskeisenä tehtävänä on laitoksen yhteydenpito asiakkaisiin, ja siksi sinne on keskitetty kokeneita upseereita jokaisesta puolustushaarasta asiakkuuspäällikön tittelillä. Näistä upseereista yhden vastuulla on pääesikunnan osastojen ja kaikkien sen alaisten laitoksen asiakkuudet, toisella maavoimien, kolmannella ilmavoimien ja neljännellä merivoimien asiakkuudet. PVTUTKL on profiloitunut asiakasorientoituneeksi toimijaksi, joka pyrkii etsimään aktiivisesti vastauksia asiakkaiden ongelmiin ja pitämään asiakkaat tietoisena niistä mahdollisuuksista, joita uudet teknologiat ja menetelmät voisivat tarjota. TSY:n asiakkuuspäälliköt eivät suinkaan ole ainoana yhteydenpitoväylänä, vaan heidän päätehtävänä on toimia rajapintana, joka tarvittaessa yhdistää tutkijan tai muun PVTUTKL:n toimijan ja asiakkaan edustajan toisiinsa, tukee yhteydenpitoa ja ideointia sekä järjestää laitoksen viralliset asiakasneuvottelut ja näille pohjatyon tekevät valmistavat neuvottelut.

Asiakasneuvottelut järjestetään syksyllä loka-marraskuussa. Niissä painopisteenä on ideoita yhdessä asiakkaan kanssa kahta vuotta eteenpäin aloitettavia tutkimustehtäviä sekä esitellä asiakkaalle vuoden aikana valmistuneiden tutkimustehtävien tulokset. Ennen kuin virallinen asiakasneuvottelu, jossa PVTUTKL:n johtaja ja tutkimusjohtaja sekä asiakkaan korkeimman tason edustajat tekevät päätöksiä, voidaan järjestää, tulee pitää valmistava neuvottelu TSY:n johdolla, jossa tuodaan yhteen asiakkaan tutkimustoiminnasta vastaavat henkilöt ja PVTUTKL:n osastojen edustajat. Näissä

neuvotteluissa on tarkoituksena esitellä käynnissä olevien tutkimustehtävien tilannetta ja etenkin saada sekä niihin että seuraavana vuonna aloitettaviin tutkimustehtäviin tarvittavia tarkennuksia tai ohjausta. Samalla keskustellaan alustavasti kahden vuoden päästä alkavista mahdollisista tutkimusideoista puolin ja toisin.

Asiakkaan merkitys PVTUTKL:lle on niin keskeinen, että pelkästään yllä mainitut varsin formaalit neuvottelut eivät riitä vaan yhteistyön on oltava jatkuvaa organisaatiohierarkian kaikilla tasoilla. PVTUTKL:n johtaja ja tutkimusjohtaja ovat yhteydessä asiakkaan tutkimusjohtajaan ja huolehtivat asiakkaan vastuualueiden ongelmien kokonaisvaltaisesta ratkaisemisesta ja rajapintojen sopimisesta. Asiakkuuspäälliköt tukevat tässä toiminnassa laitoksen johtoa. PVTUTKL:n osastojen johtajien yhteyshenkilöinä ovat asiakkaiden osastopäälliköt, aselajitarkastajat, vakiotutkimusala johtajat ja vastaavat. Johtavat tutkijat ja tutkimusala johtajat tekevät kiinteää yhteistyötä asiakkaan hanke- ja projektipäälliköiden sekä sektorinjohtajien kanssa selvittääkseen projektien jatko- tutkimustarpeita ja tieteen ja teknologian tarjoamien mahdollisuuksien soveltamista asiakastarpeisiin. Lisäksi yksittäiset tutkijatkin ovat suoraan välittömässä yhteydessä teknisiin asianhoitajiin käytännön työhön liittyvien tutkimustarpeiden tunnistamiseksi. Kommunikaation tulee kaikilla tasoilla olla aktiivista ja jatkuvaa, jotta asiakkaan ongelmat ja tietotarpeet kyetään paikantamaan ja tuottamaan esityksiä mahdollisille ratkaisuille tutkimustoiminnan avulla.

Asiakkuuspäälliköiden rooli ei ole niinkään toimia pullonkaulana, jonka lävitse kaikki informaatiovirrat asiakkailta ja kumppaneilta laitoksen suuntaan kulkisivat. Päinvastoin, kuten edellä korostettiin, on kommunikaation asiakkaiden suuntaan toimittava kaikilla tasoilla ilman ylimääräisiä välittäjiä. Asiakkuuspäällikön tehtävänä on toimia verkoston solmukohtana, jolta sekä asiakkaan edustaja tai muu yhteydenottaja että oman laitoksen tutkijakin saa tarkemman tiedon, keneen hänen tulisi ottaa yhteyttä asiansa edistämiseksi. Asiakkuuspäälliköt siis saattavat yhteen asiakkaan edustajan ja tutkimuksen toteuttajan. Mutta asiakkuuspäälliköt toki ovat sitä tyytyväisempiä, mitä paremmin osastot ja tutkijat heidät pitävät kartalla asiakasyhteydenpidostaan esimerkiksi viestien ”tiedoksi-kappalein”. Samoin asiakkuuspäälliköt pyrkivät pitämään edustamansa puolustushaarat tai laitokset tietoisina niiden toimialaa koskevista mutta laitoksen toiselle asiakkaalle toteuttamien tutkimusten tuloksista, mikäli ensisijainen asiakas antaa luvan tulosten välittämiseen.

Lisäksi asiakkuuspäälliköillä on oman puolustushaaransa asiantuntijan rooli laitoksen siviilihenkilöstön tukena. Vaikka doktriiniosastolla on kokeneempia upseereita tutkijan tehtävissä, on heidän käyttönsä laitoksen sisäiseen koulutukseen usein rajoittunutta tutkimuksellisten kiireiden vuoksi. Näin ollen TSY:n asiakkuuspäälliköt tarvittaessa tukevat osastojen tutkijoita tuomalla heidän tietoonsa edustamalleen puolustushaaralle tai laitokselle keskeisiä tutkimuksellisia tarpeita, mutta tarvittaessa he myös kouluttavat ja kertovat, mitä heidän edustamansa asiakkaat tekevät ja miten ne suunnittelevat toimivansa. Painopisteenä kuitenkin asiakkuuspäälliköillä on juuri tutkimushallinnon kautta annettava tutkimusprosessin välitön ja välillinen tuki.

Tutkimusprosessi on jaettu neljään peräkkäiseen vaiheeseen, joista ensimmäisessä tunnistetaan tutkimustarpeet ja ideoidaan, toisessa suunnitellaan tutkimus, kolmannessa se toteutetaan ja neljännessä tutkimustulokset jalkautetaan eli tulokset raportoidaan, ne otetaan käyttöön ja tutkimuksen toteuttaminen arvioidaan. Tutkimuksen suunnittelu ja toteuttaminen ovat PVTUTKL:n osastoille itsestään selvää ydinosaamista, jossa pääosa kommunikaatiosta keskittyy tutkimuksen konkreettisiin toteuttajiin ja asiakkaan henkilököihin. Tutkimustarpeiden tunnistaminen, ideointi ja tulosten käyttö ja arviointi ovat vaiheita, joissa TSY:n rooli asiakkaan ja PVTUTKL:n välillä korostuu, mutta jatkuva vuoropuhelu asiakkaan kanssa tutkimuksen kaikissa neljässä elinjakovaiheessa on edellytys sille, että sekä asiakas sitoutetaan tutkimukseen että varmistetaan myös valmistuneen tutkimuksen tulosten käyttöön ottaminen ja vaikuttavuus.

Vaikka PVTUTKL korostaakin ennakoivaa ja proaktiivista toimintaa asiakkaan tarpeiden tunnistamisessa sekä tunnistamisen tuessa, on toiminnan perusajatuksena asiakaslähtöisyys Puolustusvoimien päämäärien ja tavoitteiden mukaisesti osana T&K-suunnittelukierrosta. Tämä tarkoittaa, että laitos ei pyri keksimään itselleen tutkimustehtäviä vaan pyrkii varmistamaan, että sen tutkimustoiminta ja resurssit suunnitetaan asiakasta tukevalla tavalla mutta samalla myös Puolustusvoimien kannalta tärkeisiin tehtäviin. Tämä voi luoda tilanteen, jossa eri asiakkaiden tutkimuksellisia tarpeita yhdistetään puolustusvoimallisen tason tutkimustehtäviksi, sillä pyrkiä myksenä olisi tuottaa Puolustusvoimien johdon tarpeisiin vastaavaa monialaista tiedettä laajojen tutkimustehtävien myötä, joissa yhdistyisi laitoksen eri osastojen osaaminen. Ideaalitapauksessa yhden tutkimustehtävän alle saataisiin niin teknologian tarjoamat ratkaisut, niitä tukevat doktriinit ja käyttöperiaatteet kuin käyttäjänä toimivan ihmisenkin tutkimukselliset osa-alueet.

Voidakseen vastata asiakastarpeisiin PVTUTKL tarvitsee perustietoja puolustushaaran, asiakkaana olevan laitoksen tai osajärjestelmän kehitysnäkymistä, tavoitetilasta ja suorituskykyvaatimuksista, kehittämisohjelman sisällöstä ja alkavista hankkeista. Asiakkuuspäälliköt ovat keskeisessä roolissa

tämän tiedon keräämisessä ja välittämisessä PVTUTKL:n eri osastoilla sijaitseville tutkijoille. On tarpeen huomioida, että tarvittavia syötteitä voi syntyä niin asiakkaalla kuin laitoksellakin sekä johdon että ruohonjuuritason toiminnassa ja asiakkuuspäälliköt pyrkivät koostamaan ne ja yhdistelemään monitieteelliseksi kokonaisuuksiksi. Asiakkaan ja tutkijoiden rajapinnassa syntyvien tutkimusideoiden jatkokehittämisestä tai hylkäämisestä päättää kaikissa vaiheissa asiakas, joka esittää tarpeelliseksi katsomiensa ideoiden aihioita Puolustusvoimien T&K-suunnitelmaan PESUUNNOS:n ohjeistuksen mukaisesti. Mikä tahansa tutkimus ehdotus hylätään, mikäli asiakas ei tunnista tarvetta sen toteuttamiselle.

TSY:n vastuualue on varsin laaja ja tutkimushallinnon tehtävät varsinaisten tutkijoiden tutkimustoiminnan tukemiseksi monipuolisia. Oli tarpeesi tutkimuslaitokseen liittyen mikä hyvänsä, niin asiakkuuspäällikköön yhteydenotto on mainio ensi askel ratkaisun löytämiseksi.



(Kuva: Puolustusvoimat/Jarno Kovamäki)

Kirjoittaja:

Majuri, YTT Jan Hanska toimi 31.12.2015 asti Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen tutkimussuunnitteluyksikön asiakkuuspäällikkönä ja 1.1.2016 alkaen Hanska työskentelee erikoistutkijana doktriiniosaston strategisen analyysin tutkimusalalla.

ESIKUNTA

Seuraajasuunnittelu

Puolustusvoimien tutkimuslaitoksessa

Seuraajasuunnittelu tarkoittaa työnantajan tavoitteellista ennakoivia vapautuvien tehtävien täyttämiseksi siten, että henkilöstövaihdoksista riippumatta tutkimuslaitos kykenee kohdentamaan henkilöstöään tarkoituksenmukaisesti ja suorittamaan annetut tehtävät menestyksellisesti. Yksilön näkökulmasta seuraajasuunnitteluprosessi antaa eväitä henkilökohtaisen urapolun rakentamiseen Puolustusvoimien sisällä.

Tehtäväkierto on väline osaamisen kehittämiseen ja vaativampiin tehtäviin siirtämiseen ja siirtymiseen. Perinteisesti Puolustusvoimissa on suunniteltu sotilaiden tehtäväkierto systemaattisesti kokemuksen, osaamisen karttumisen ja ansioiden mukaisesti. Siviilien seuraajasuunnittelua ovat rajoittaneet lait ja asetukset sekä vakiintunut perinne valtion virkojen ja tehtävien pysyvyydestä siinä hallintoyksikössä tai joukossa, johon se on perustettu ja tehtävänhoitaja on valittu.

Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen 200 tehtävästä lähes 80 % on tutkimus- ja kehittämistehtäviä ja niihin kiinteästi liittyviä tukitehtäviä. Loput 20 % tehtävistä on erilaisia hallinnollisia johto- ja esikuntatehtäviä. Sotilastehtäviä on 47, ja siviilitehtäviä on 153. Sotilastehtävät ovat pääsääntöisesti johto-, tutkimus- ja kehittämistehtäviä. Siviilien tehtävät ovat osastojen johto-, tutkimus- ja kehittämistehtäviä, erilaisia tutkimuksen tukitehtäviä ja esikunnan sisäisen palvelun tehtäviä.

Sotilastehtävien seuraajasuunnittelu

Upseerien ja erikoisupseerien seuraajasuunnittelu tapahtuu pääsääntöisesti valtakunnallisen puolustusvoimatason keskitetyn seuraajasuunnitteluprosessin kautta. Keskitetty seuraajasuunnitelma (KES) on perustana kehitettäessä upseerien osaamista tehtäväkierron keinoin ja täytettäessä avautuvia tehtäviä. Keskitetty seuraajasuunnitelma laaditaan yhteistyössä kaikkien Puolustusvoimien joukkojen ja hallintoyksiköiden kanssa alkuvuoden ja kevään aikana ja vahvistetaan kesällä. Suunnitelma otetaan käyttöön välittömästi vahvistamisen jälkeen.

Upseeriston tehtäväkierron perustana on ajatus kunkin vuosikurssin upseereiden suhteellisen samanaikaisesta osaamisen kehittymisestä vaihtuvissa tehtävissä, joiden vaatavuus kasvaa kokemuksen myötä. Näin myös upseereiden ylennykset linkittyvät tehtäväkiertoon.



(Kuva: Puolustusvoimat/Jarno Kovamäki)

Keskitetyn seuraajasuunnitelman laatiminen tutkimuslaitoksessa on monivaiheinen prosessi. Suunnittelussa huomioidaan henkilöiden kehityskeskusteluissa ilmoittamat halukkuudet uusiin tehtäviin, tutkimuslaitoksen johdon ja pääesikunnan ohjaavan osaston näkemykset parhaista osajista kuhunkin tutkimuslaitoksen tehtävään ja muiden hallintoyksiköiden esitykset tutkimuslaitoksen tehtäviin.

Keskitettyyn seuraajasuunnitteluun sisältyy joitakin tutkimuslaitoksen siviilitehtäviä, jotka on katsottu tarpeelliseksi suunnitella tämän prosessin kautta. Näissä tehtävissä oletuksena on, että tehtävien menestyksellinen hoitaminen edellyttää Puolustusvoimien toimintatapojen ja toimintaympäristön tuntemista ja osaamista, joka on kertynyt jostakin aikaisemmasta tehtävästä Puolustusvoimissa. Keskitetyssä seuraajasuunnitelmassa on yhteensä 52 tutkimuslaitoksen tehtävää.

Tutkimuslaitoksessa on yksi aliupseerin ja neljä opistoupseerin tehtävää. Koska aliupseerin ja opistoupseerin tehtäviä on vähän, on heidän tehtäväkiertonsa tutkimuslaitoksessa olematonta. Tehtävänhoitajien siirtyminen uusiin tehtäviin on vahvasti sidoksissa henkilön omaan halukkuuteen kouluttautua Puolustusvoimien ammattihenkilöstön täydennyskoulutuksessa ja toimialakursseilla. Uusiin vaativampiin tehtäviin siirtyminen edellyttää toiseen hallintoyksikköön siirtymistä ja pääsääntöisesti myös virkapaikkamuutosta.

Siviilitehtävien seuraajasuunnittelu

Puolustusvoimien siviilihenkilöstön seuraajasuunnittelun kehitystyö on edennyt vuoden 2015 aikana isoin harppauksin. Puolustusvoimatasolla siviilien seuraajasuunnitelmaa on pilotoitu vuonna 2015. Vuodelle 2016 on valmistumassa ensimmäinen lukuisia tehtäviä sisältävä siviilien seuraajasuunnitelma, joka vahvistetaan samassa aikataulussa kuin keskitetty seuraajasuunnitelma. Siviilien seuraajasuunnitelma ei ole siviilihenkilöstön suora vastine keskitetylle seuraajasuunnitelmalle. Siviilien tehtäväkierto on huomattavasti hitaampaa kuin sotilaiden, mutta seuraajasuunnitelma mahdollistaa tehokkaammat henkilöstövaihdokset tehtävien avautuessa, esimerkiksi henkilön siirtyessä eläkkeelle tai uusiin tehtäviin.



(Kuva: Puolustusvoimat/
Jarno Kovamäki)

Puolustusvoimissa on otettu käyttöön henkilöstön sisäisen liikkuvuuden työkalu Heli2-järjestelmässä, joka mahdollistaa tehtävien täyttämisen henkilöstösuunnittelun keinoin ja Puolustusvoimien henkilöstön halukkuuksien perusteella. Sisäinen tehtäväkierto vahvistaa osaamista Puolustusvoimien sisällä henkilökohtaisen osaamisen, parhaiden käytäntöjen ja hiljaisen tiedon siirtyessä henkilöiden mukana tehtävästä toiseen. Heli2:n sisäinen liikkuvuus yhdistettynä virkajärjestelyyn mahdollistaa tehtävien täyttämisen ilman julkista rekrytointiprosessia, mikä tehostaa erityisesti tutkimuslaitoksen tutkijatehtävien täyttämistä.

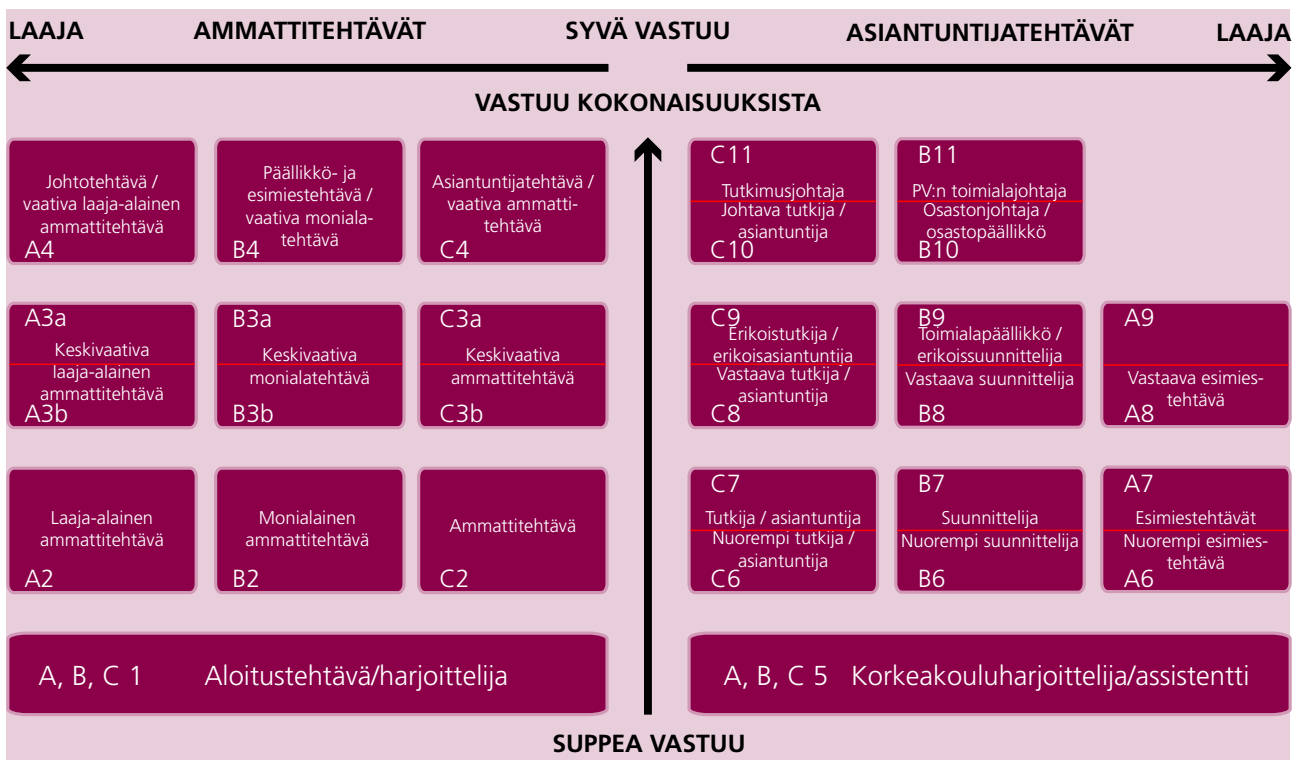
Tehtävarakennemalli (taulukko 1) tekee näkyväksi tehtäväkierron ja sisäisen liikkuvuuden suunnittelun sekä työnantajalle että henkilöstölle. Malli kuvaa Puolustusvoimien tehtäviä suhteessa toisiinsa. Mallin vasemmalla puolella ovat ammattitehtävät ja oikealla puolella asiantuntijatehtävät. Tehtävien sisällön vastuu kasvaa alhaalta ylöspäin siirryttäessä, ja toisaalta tehtävän laaja-alaisuus kasvaa keskiviivasta ulospäin siirryttäessä. Puolustusvoimien kaikki tehtävät voidaan sijoittaa malliin ja asemoida näin suhteessa toisiinsa.

Tutkimuslaitoksen tutkijoiden tehtävät määritellään vaativuuden perusteella nuoremmat tutkijan, tutkijan ja vanhemman tutkijan tehtäväksi. Nuoremmat tutkijan tehtävä kuvaa tutkimuslaitokseen sisääntulotehtävää, johon palkataan henkilö Puolustusvoimien ulkopuolelta. Oletuksena on, että tehtävässä ei edellytetä työkokemusta Puolustusvoimista.

Tutkijan tehtävä on tutkimuslaitoksen perustutkijan tehtävä. Tutkijan tehtävässä odotetaan jo tutkimuslaitoksen asiakkaan, toimintaympäristön ja organisaatiokulttuurin hyvää tuntemista ja vahvaa tutkijan tehtävän itsenäistä ja innovatiivista hoitamista. Odotuksena on, että nuorempi tutkija siirtyy tekemään tutkijan tehtävää, kun hänen osaamisensa on karttunut riittävästi. Nuoremmat tutkijan ja tutkijan toiminnallinen tehtävänimike on tutkija.

Tutkijan tehtävistä vaativin taso on vanhemman tutkijan tehtävä. Vanhemman tutkijan tehtävät edellyttävät vuosien kokemusta tutkimustehtävistä tutkimuslaitoksessa tai jossain muussa puolustusvoimien tutkijan tehtävässä. Vanhemmalta tutkijalta odotetaan vankkaa osaamista ja kehittämisorientaatiota oman tutkimuskohteensa aihepiirissä. Lisäksi häneltä odotetaan vahvaa osaamista asiakkaan tarpeista, tutkimuskohteensa kansallisesta ja kansainvälisestä toimintaympäristöstä ja yhteistyöstä verkostoissa ja yhteistyökumppaneiden kanssa.

Erikoistutkijan tehtävät ovat sisällöltään vaativampia tehtäviä kuin tutkijan tehtävät. Erikoistutkijan tehtävä edellyttää tutkimuskohteen syvällistä osaamista ja vankkaa kokemusta vaativista kansallisista ja kansainvälisistä projekteista ja hankkeista. Erikoistutkijan virka on pohjana myös laboratorion johtajan, tutkimusalojohtajan ja johtavan tutkijan tehtävässä.



Taulukko 1. Tehtävärakennemallissa kuvataan Puolustusvoimien tehtävien sijoittuminen suhteessa toisiinsa tehtävän vastuullisuuden ja sisällön laaja-alaisuuden näkökulmista A. Holopaisen (2007) mallia mukaillen.

Laboratoriojohtajan ja tutkimusalojohtajan tehtävässä keskeisenä sisältönä ovat hallinnolliset johtamis- ja esimiestehtävät, kun taas johtavan tutkijan tehtävä on vaativa tutkimustehtävä.

Tutkimuslaitoksen korkein siviilitehtävä on osastonjohtajan tehtävä, jossa keskeistä on osaston tieteellinen ja hallinnollinen johtaminen. Osastonjohtajan kelpoisuusvaatimuksena on soveltuva tohtorin tutkinto ja perehtyneisyys tutkimustyöhön ja sen johtamiseen. Osastonjohtajalle voidaan myöntää professorin arvonimi. Tutkimuslaitoksen viidestä tutkivasta osastosta neljää johtaa osastonjohtaja, ja yksi on osastopäällikön sotilastehtävä.

Tutkimuslaitoksen siviilien tehtävät ovat pääsääntöisesti virkoja, joiden täyttämistä säädellään lailla ja asetuksilla. Tutkimuslaitoksen erikoistutkijan, räjähdysainetarkastajan ja osastonjohtajan virat ovat tehtäviä, joiden täyttäminen edellyttää asetuksen mukaista viran avoimeksi julistamista ja joita ei voida täyttää sisäisen liikkuvuuden järjestelmän kautta.

Tutkimuksen tukitehtäviä ovat muun muassa laboratorio- ja teknikon ja yliasentajan tehtävät, jotka sijoittuvat pääsääntöisesti laboratorioihin. Näiden tehtävänhoitajien liikkuvuus on vähäistä, koska Puolustusvoimien muissa hallintoyksiköissä on vain harvoja vastaavia tehtäviä. Esikunnan siviilitehtäviin sisäinen tehtäväkierto soveltuu hyvin, koska tehtävien sisältö on lähes samankaltainen kaikissa hallintoyksiköissä. Tällaisia tehtäviä ovat ICT-alan sekä talous- ja henkilöstöhallinnon tehtävät.

Seuraajasuunnittelun ja sisäisen liikkuvuuden työkalut on suunniteltu työnantajan seuraajasuunnitteluun. Henkilöstön näkökulmasta jokaisella on mahdollisuus käyttää samoja välineitä oman urapolkunsu rakentamiseen tutkimuslaitoksessa ja Puolustusvoimissa.

Kirjoittaja:

Kasvatustieteen maisteri Tuija Karjalainen toimii henkilöstöpäällikkönä ja henkilöstösektorin johtajana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksessa.

Perustutkija

Perustutkija tuntee olevansa vain suuren koneen mitättömän pieni osa. Tämä Tutkimuskone nielee sisäänsä lahjakkaiden ja motivoituneiden ihmisten työpanoksen ja työntää ulos gigatavuittain raportteja, ennusteita ja selvityksiä eli Tutkitua Tietoa Päätöksenteon Tueksi. Kone ruokkii tällä tiedolla vielä suurempaa Puolustuskonetta, joka tuottaa Vakautta ja Rauhaa. Sen nieluun katoavat Tutkimuskoneen tuotokset, mutta onko niillä vaikutusta päätöksiin? Lukeeko niitä kukaan? Ongelma on tuttu myös tieteessä: TTY:n Aviisi 7/2015 lehden mukaan maailmassa julkaistaan vuosittain 1,8 miljoonaa tieteellistä artikkelia. Niistä puolet on sellaisia, että niillä on enintään viisi lukijaa, kun lasketaan mukaan kirjoittaja, toimittaja ja arvioijat. Tutkimuskone ei ole lainkaan huonossa seurassa!

Tutkimuskone on jo lähes sata vuotta vanha, mutta sitä kuten myös Puolustuskonetta pidetään huippukunnossa korjauksilla ja päivityksillä. Koneiden korjaustarvetta määritellään Selonteko-nimisillä ohjeilla, joiden laatijat vaihtuvat usein eivätkä tunne koneiden toimintaa. Puolustuskonetta johtajat käyvät joskus katsomassa Tutkimuskonetta. Heille pidetään esitelmää ja näytetään koneeseen juuri asennettuja uusia kalliita osia. Vieraat nyökkäilevät tyytyväisinä, kun saavat vastauksen tärkeimpään kysymykseen: saadaanhan määrärahat varmasti käytettyä aikanaan?

Tutkimuskoneeseen tehtiin äskettäin mittava muutostyö, jossa poistettiin hyvin ja sujuvasti toimivia vipuja ja hammaspyöriä koneen Hallinto-osasta ja toiminta ohjattiin Tutkimusosan kautta, koska se oli jo olemassa ja toimi hyvin. Ehkäpä se toimisi vieläkin paremmin näin muutettuna. Sujuvan toiminnan takaamiseksi konetta voideltiin ahkerasti Byrokratia-öljyllä, jota oli hankittu jo tsaarin aikana. Öljy näytti hieman jähmeältä, mutta juhlapuheilla lämmitettynä se valui koneen voiteluputkistoon. Sitten koneesta kuultiin muitakin sivuääniä kuin Perustutkijan narinaa. Ilmeni, että joku olikin myynyt vanhan öljyn Brysseliin ja saanut tilalle EU:n jalostamaa EDA-öljyä, johon oli väkevöity Euroopan puolustusviraston jäsenmaiden hallinnon sitkeimmät tisleet. Koneita viritettiin myös digitalisoimalla. Ostettiin kalliita tietokoneohjelmia, joilla piti tehdä työtä tehokkaammin sekä ohjata, valvoa ja mitata koneen toimintaa. Koneessa oli monia erikoistuneita osia, mutta digitalisoimalla ne kaikki pakotettiin joko ykkösiksi tai nolliksi, tekemään samoja hallintotöitä tai olemaan tekemättä mitään, kun digiajan työkalut eivät toimi. Luppoajan voi toki käyttää vaikka sivistämällä itseään. Perustutkijakin on jo ehtinyt lukea Päätalon Iijoki-sarjan puoliväliin saakka.

Valtiovarainministeriön Digitalisaatiohaaste 2015 -esittelyn mukaan ”digitalisaatiossa on kyse isosta oivalluksesta, miten omaa toimintaa voidaan muuttaa jopa radikaalisti toisenlaiseksi tietotekniikan avulla”. Tämän radikaalin muutoksen ovat varmaankin kaikki huomanneet: työnteko on vaihtunut odotteluun. Odottamaankin pääsee vain vahvoilla salaja voimasanoilla vieraskielisen oletusnäppäimistön kautta. Perustutkija muistaa vielä, kun Herra Keskustietokoneelta kysyttiin kohteliaasti, josko Hänellä olisi aikaa vielä yhdelle osittaiskäyttäjälle. Silloin kysyttiin myös, onko tällä työllä kiire vai tehdäänkö se tietokoneella. Perustutkija ei juuri välitä kumarrella itseään tyhmemmille työkaluille kirvestä ja lapiota lukuun ottamatta, mutta hallinnollisen tietoverkon päte-laitteen edessä on oltava nöyrä. Sille kumarretaan hartaasti ja luetaan mielessä ja joskus kovalla äänelläkin voimallisia loitsuja, joilla kone ja ohjelmat saataisiin toimimaan. Hyvän huomenen toivotuksen on korvannut kysymys: Toimiiko ”pahvi” ja ”sappi”?

Perustutkija haluaa vielä varoittaa lukijoitaan uudesta tiedustelu-uhkasta. Aamulehden 26.9.2015 otsikon mukaan Suomen ulkoministeri ”pitää mahdollisena myös itsensä salakuuntelua”. Onkohan Pääesikunnan turvallisuusosasto tiedostanut tämän uuden uhkan? Perustutkija on huomannut useinkin kuuntelevansa itseään salaa mutta unohtaa onneksi pian kaiken kuulemansa.



(Piirros:
Antti Palosaari)

Puolustusvoimien tutkimuslaitos

Ylöjärven toimipiste:

- Esikunta
- Asetekniikkaosasto
- Räjähde- ja suojelutekniikkaosasto

PL 5
34111 LAKIALA
Käyntiosoite: Paroistentie 20

Riihimäen toimipiste:

- Doktriiniosasto
- Informaatiotekniikkaosasto
- Tutkimussuunnitteluyksikkö

PL 10
11311 RIIHIMÄKI
Käyntiosoite: Tykkikentäntie 1

Tuusulan toimipiste:

- Toimintakykyosasto

PL 5
04401 JÄRVENPÄÄ
Käyntiosoite: Rantatie 66, Tuusula

Yhteystiedot:

Puh. 0299 800 (Puolustusvoimien vaihde)

puolustusvoimat.fi > Laitokset > Puolustusvoimien tutkimuslaitos



Puolustusvoimat
puolustusvoimat.fi