

# Menestystarina elektro-optiikan tutkimuksesta

Älykkäät ampumarivikkeet nousivat otsikoihin Persianlahden sodan aikana vuonna 1991. Television uutislähetyksissä nähtiin hämärä tähtiinukuva, jossa ohjus lensi täsmälleen rakennuksen kattoikkunasta sisään ja romahdutti räjähdyksellään koko rakennuksen. Eräässä pakinnassa väitettiin älykkään ammuksen jopa etsivän oikean oven, koputtavan ja sitten hakeutuvan juuri siihen pöytälaatikkoon, jossa hyökkäyssuunnitelmat ovat.

Älykkäiden asejärjestelmien esiinmarssi tunnistettiin myös Puolustusvoimissa. Sain kunnian olla silloisen Puolustusvoimien tutkimuskeskuksen (PvTK) ensimmäinen elektro-optiikan eli optroniikan tutkija, kun työsuhde alkoi 1.8.1996. Ensimmäiset työtehtävät olivat maaliin hakeutuvien raskaan kranaatinheittimen ammusten ja panssarintorjuntaohjusten arviointi ja testaus.

Optroniikan tutkimusta aloitettaessa oli usein sellainen tunne, että oli tultu asemalle hieman myöhässä ja yritettiin juosta kiinni vauhtiaan kiihdyttävää teknologiajunaa. Neuvottomat eli Puolustusvoimien tekniset asiantuntijat kysyivät neuvoa toisilta neuvottomilta eli PvTK:n tutkijoilta. Asevalmistajien esitteissä vilisi outoja termejä ja lyhenteitä, joille etsittiin kirjoista selityksiä. Opittiin tuntemaan muun muassa taikasana ”hakupää”, jonka avulla ammus tai ohjus hakeutuu älykkäästi juuri oikeanlaiseen kohteeseen ja hylkää muut.



Kuva 1. Tähtien sodan Darth Vaderillakaan ei ollut näin pitkää lasermiekkää! Tehokkaan laserosoittimen säde siroaa sumusta. (Kuva: Tomi Parviainen)

Optroniikan tutkimukseen koottiin nopeasti muutaman tutkijan ryhmä. Tutkimusalueetta laajennettiin hakupäistä lasereihin ja lasersäteeltä suojautumiseen. Tuohon aikaan Puolustusvoimat oli kiinnostunut silmien ja ilmaisimien lasersuojauksesta, ja kehiteltiin jopa omaa laservaroitinta ja lasersuojalaseja VTT:n kanssa.

Suomessa ei ollut silloinkaan elektro-optisten ilmaisimien valmistusta, joten tutkimuksessa keskityttiin EO-laitteiden ja -järjestelmien suorituskyvyn tutkimiseen ja testaamiseen. Laitevalmistajien puhuessa vastuu siirtyi jo silloin kokonaan kuulijalle! Uusilla tutkijoilla oli paljon opiskeltavaa, koska minkään korkeakoulun koulutusohjelmat eivät opeta sodankäynnissä tarvittavaa teknologiaa. Oppia haettiin ulkomailta seminaareista ja RCMS:n kursseilta Englannista.

Ruotsin puolustusvoimien tutkimuslaitos FOI oli tutkinut optroniikkaa jo kauan, ja sinne saatiin kaksi PvTK:n tutkijaa vuoden ajaksi, toinen perehtymään laser-tutkimukseen ja toinen sähkömagneettisen säteilyn etenemiseen ilmakehässä. Jälkimmäisen tutkijavierailun tuloksena käynnistettiin kaksi vuotta kestänyt oma mittauskampanja Lakialan koekentällä. Tällä ATRAIN-tutkimuksella parannettiin ilmakehän aiheuttaman vaimennuksen laskentamalleja, jotta ne paremmin vastaisivat Suomen sääolosuhteita. VTT rakensi samaan aikaan kenttämittauksiin sopivan IRSI-laitteiston, jolla mitattiin infrapuna-alueen näkyvyys kenttäkoikeissa. Niin saatiin vertailupohja eri aikaan tehdyille lämpö tähtäimien ja -tähtystimien testeille. Lasertutkimuskin siirtyi laboratorion kentälle, kun käyttöön hankittiin useita pienikokoisia laserlaitteita. Lasertutkija on asiantuntijana myös laserien käyttöturvallisuusasioissa.

Ilma-alusten omasuojatutkimus tuli luonnollisena jatkeena hakupäätutkimukselle. Puolustusvoimien kuljetushelikoptereille ja -koneille tarvittiin hyväksyntä kansainvälisten yhteisoperaatioiden lentotoimintaan, jossa operatiivisesta käytöstä jo poistuneet vanhat ”olkapääohjukset” ja niiden kopiot ovat edelleen merkittävä uhka. Näihin hyväksymisiin tarvittavat testit vauhdittivat omasuojajärjestelmien tutkimusta.

Omaa tutkimustyötä täydennettiin TTY:lla teetetyllä työllä. Lasertutkimus-projektissa teetettiin v. 2004–06 yhteensä kuusi diplomityötä, joiden tekijöistä kaksi on nyt tutkijoina tutkimuslaitoksen asetekniikkaosastossa.



Kuva 2. ATRAIN-tutkimuksen aikana Lakialan koekentän mittaradalta otettiin ajatetulla kameralla yli 75 000 valokuvaa, kaikkina vuorokauden ja vuodenaikoina. Välillä kuvissa oli epätoivon usvaa, mutta tässä kuvassa siintää vihdoinkin palkinto: sateenkaaren toisessa päässä on ruukullinen kultaa ja toisessa päässä Suomen sääoloissa toimivat vaimennuksen laskentamallit. (Kuva: Timo Kaurila)

Optroniikan tutkimus sisältää myös pimeänäkölaitteet eli perinteiset valonvahvistimet ja uudet lämpötähystimet. Jos valonvahvistimella voitiinkin havaita valmistajan mukaan ”kuusijalkainen mies neljänneskuun valaistuksessa” (6-feet man in ¼ moon illumination), todellisesta suorituskyvystä jäi liian paljon arvattavaa. Niinpä laitteita vertailtiin kenttäkokeissa ja mallinnettiin tietokoneohjelmilla. Optroniikan tietoutta levitettiin Puolustusvoimiin ja puolustusteollisuuteen paitsi opetustilaisuuksilla, myös suosituilla Optroniikkakursseilla ja Optroniikan Uutiset-tiedotuslehdellä.

Vuosien ponnistuksilla luotu optroniikan tutkimusryhmä pääsi lopulta jo vinosti kiitävän teknologiajunan kyytiin, mutta vasta kansainvälisen tutkimusyhteistyön kautta päästiin seuraavalle asemalle odottamaan tulevaa juna.

Naton NAFAG-organisaatio järjestää suuria testiharjoituksia, joissa osallistujamaiden lentokoneet lentävät testialueen yli ja käyttävät häirintäsoihdunja. Osallistujamaiden mittausryhmät kuvaavat soihdunja lämpökameroilla ja radiometreillä. Käytössä on myös oikeiden ohjusten hakupäitä, joista saadaan ulos tieto, lukittuiko hakupää häirintään vai onnistuiko väistämään sen. Saksassa järjestettyihin harjoituksiin osallistuttiin v. 2015 ja 2017. Harjoitukset kestivät kolme viikkoa, ja niissä mitattiin yli tuhat testilentoa.

Ilma-alusten omasuojajärjestelmissä on tutka-, laser- ja ohjusvaroittimia. Ohjusvaroittimien suorituskyvyn tutkimiseksi mitataan oikeiden ohjusten rakettimoottoreiden herätteitä testiharjoituksissa Ruotsissa, jossa PVTUTKL:n optroniikan tutkimusryhmä oli mukana v. 2014 ja 2018. Suomessa, Niinisalon koalueella järjestettiin kesällä 2016 Trial Kanerva -testi, jossa koepenissä poltettiin ilmatorjuntaohjusten rakettimoottoreita ja mitattiin niiden herätteet. Harjoitukseen osallistui mittausryhmiä yli kymmenestä yhteistyömaasta.

Vastatoimien kehittyessä myös ohjukset kehittyvät, eikä uusia kuvanmuodostavia hakupäitä enää pysty harhauttamaan häirintäsoihduilla, vaan tarvitaan hakupään sokaisemista tai tuhoamista DIRCM-menetelmillä (directed infrared counter measure), kuten tehokkaalla IR-laserilla. Laserhäirinnän tutkimus onkin tärkeä osa optroniikan tutkimusta.

Uuden, kansainvälisesti tunnustetun tutkimuskyvyn luominen vei lähes 20 vuotta. Kansallisilla tutkimuksilla ja testeillä päästiin tietylle, varsin hyvälle tasolle, mutta vasta Nato-yhteistyö testauksessa ja tutkimuksessa nosti PVTUTKL:n asetekniikkaosaston optroniikkatutkimuksen nykyiselle, kansainvälisesti vertailukelpoiselle tasolle. Optroniikan tutkimusryhmää täydennetään varusmies-tutkijoilla ja diplomityöntekijöillä. Mittavassa testaustoi-

minnassa saadaan apua myös monilta teknisiltä henkilöiltä, jotka työskentelevät asetekniikkaosaston mittauspalvelussa. Ilman heidän työpanostaan optroniikan laaja testaustoiminta ei olisi mahdollista.

Entä ammusten paljon kehuttu älykkyys? Melko pian selvisi, että älykkyyttä oli suuresti liioiteltu. Lämpöhakuiselle ohjukselle panssarivaunut ja lehmät ovat täsmälleen yhtä hyviä maaleja: molemmat ovat isoja, lämpimiä ja liikkuvat hitaasti.



Kuva 3. Trial Kanervan tutkimusryhmä Niinisalossa vuonna 2016. (Kuva: Henrik Aikio)

- Hakupää (engl. seeker) on kohteeseen hakeutuvan ohjuksen "silmit" eli elektro-optisten ilmaisimien ja maalinseuranta-algoritmien muodostama osa ohjuksen kärjessä.
- DIRCM: Directed Infra Red Counter Measures, infrapuna-alueen suunnatut vastatoimet, joilla ohjuksen hakupää sokaistaan tai tuhoetaan.
- EO: Elektro-optiikka (Electro Optics), teknologia joka yhdistää elektroniikan ja optiikan. Käytetään myös nimeä optroniikka (Optronics).
- FOI: Totalförsvarets Forskningsinstitut (aik. FOA, Forskningsanstaltet), Ruotsin puolustusvoimien tutkimuslaitos. Toimii neljällä paikkakunnalla ja työllistää yli 900 henkilöä.
- IRSI: Lähi-infrapuna- (NIR, Near Infra Red) ja termisellä infrapuna-alueella (TIR, Thermal Infra Red) toimiva "näkyvyysmittari", jolla mitataan lämpösäteilyn vaimenemista ilmakehässä.
- Nato: North Atlantic Treaty Organisation, Pohjois-Atlantin puolustusliitto.
- NAFAG: Nato Air Force Armaments Group, vastaa Naton ilma-aseen yhteistoiminnan ja standardoinnin kehittämisestä.
- PvTK: Puolustusvoimien tutkimuskeskus, nykyisen Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen (PVTUTKL) edeltäjä.
- Radiometri: mittalaite, jolla mitataan valo- tai säteilylähteen spektri eli aallonpituusjakauma.
- RMCS: Royal Military College of Science, toimii Cranfield Universityn yhteydessä Shrivenhamissa, Englannissa.
- SALT-harjoituksissa (Surface to Air Launch Test) ilmatorjuntaohjuksia laukaistaan kauko-ohjatusti pitkällä testiradalla. Osallistuvat tutkimusryhmät mittaavat ohjusten herätteitä ja osumatarkkuutta eri kohdista testiradalla.
- TTY: Tampereen teknillinen yliopisto.
- VTT: Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, v:sta 2010 lähtien Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy.

#### Kirjoittaja:

Filosofian tohtori Paavo Raerinne toimii tutkimusalojohtajana Puolustusvoimien tutkimuslaitoksen asetekniikkaosastossa asejärjestelmät-tutkimusalalla