



**Maanpuolustuksen
tieteellinen neuvottelukunta**

Järjestelmien autonomisista piirteistä sotilassovelluksissa

Tutkimusseminaari 18.11.2014

Professori Pekka Appelqvist
MATINEn pääsihteeri / PLM



**Puolustusministeriö
Försvarsministeriet
Ministry of Defence**



MATINEn jaostorakenne 2013-2015

Asiantuntijajaostot (9)

- (SET) Sensorit ja toimintaympäristö
- (ELE) Elektroniikka
- (TTS) Tietotekniikka ja tiedonsiirto
- (MAT) Materiaalit ja tuotantotekniikka
- (KON) Koneenrakennus ja rakenneteknologia
- (SYS) Systemianalyysi
- (YKT) Yhteiskuntatieteet
- (CBR) CBRN-suojelu ja -lääkintä
- (LTK) Lääkintä-, terveys- ja käyttäytymistieteet
= Ihmisen toimintakyky

Paikallisjaostot (3)

- (TRE) Tampere (viranomaisyhteistyö)
- (OUL) Oulu (tietoliikenne ja arktiset olosuhteet)
- (TKU) Turku (kyber, huoltovarmuus)

Monitieteiset teemaryhmät (3)

- (VAR) Yhteiskunnan varautuminen
- (AxS) **Autonomiset järjestelmät**
- (KYB) Kyber-ryhmä





Esityksen sisältö

- Autonomisten järjestelmien **käsitteistöä ja rajouksia**
- Ajankohtaisia **lähestymistapoja** aiheeseen ja linkittyminen MATINEn toimintaan
- Keskeisiä **substanssihavaintoja** eri näkökulmista:
 - Operatiivinen
 - Teknologinen
 - Lainsäädännöllinen ja eettinen
 - Käyttäjäkeskeinen (human issues)
- Johtopäätökset & **sytykkeitä tutkimukseen ja jatkotyöhön**





Autonominen (ase)järjestelmä ? 1/2

- käsitteistöä ja näkökulmia aiheeseen

Miehittämätön ≠ Autonominen

Automaattinen ≠ Autonominen

- Automaattisella järjestelmällä ei ole ns. kognitiivisia ominaisuuksia (mm. päättely, oppiminen, adaptiivisuus...)
- Autonomialla on kyky itsenäiseen päätöksentekoon ja toimintaan myös ennalta määrittelemättömissä tilanteissa
- Todellisuudessa ei ole täysin autonomisia järjestelmiä, vaan **autonomia on aina suhteellista** (joidenkin toimintojen osalta, tietyissä olosuhteissa, toteuttaen annettuja tehtäviä...)

⇒ EI "robotti", EIKÄ "autonominen laite/kone"

⇒ VAAN "**Autonomia piirteitä omaava järjestelmä**"
(system with autonomous capabilities)





Autonominen (ase)järjestelmä ? 2/2 - käsitteistöä ja näkökulmia aiheeseen

Ihmisen rooli ja autonomian taso järjestelmässä

- Man-in-the-loop = etäohjattava, teleoperoitava järjestelmä
- Man-on-the-loop = järjestelmä avustaa käyttäjää
- Man-off-the-loop = ihminen taustalla tai koneen kanssa toimien

Maalla (UGV)

Merellä ja veden alla (UNV, UUV)

Ilmassa (UAV, UAS, UCAV, RPAS, drone, lennokki)

Aseistamaton tai Aseistettu järjestelmä (LAWS)

⇒ **Monisäikeinen asiakokonaisuus,
tässä esityksessä tarkasteltavat näkökulmat :**

- Operatiivinen
- Teknologinen
- Lainsäädännöllinen ja eettinen
- Käyttäjäkeskeinen (human issues)





Erilaisia tulokulmia autonomian hyödyntämiseksi tai rajoittamiseksi

Hyödyntämisen mahdollistaminen harkitusti ja hallitusti

- MCDC Multinational Capability Development Campaign (aiemmalta nimeltään MNE, Multinational Experimentation)
- CD&E-toiminnan kv-yhteistyöfoorumi (USA koordinoi).
- **MATINE mukana kontribuuttorina Autonomous Systems (AxS) -osahankeessa 2013-14**

Kieltäminen tai käytön rajoittaminen (Asevalvonta)

- Herännyt keskustelua ja vaatimuksia siitä, että **LAWS-kategorian** järjestelmiä tulisi jotenkin rajoittaa tai kieltää. Suomessakin rauhanjärjestöt ovat laatineet jo oman tätä tukevan julkilausumansa.
- **YK:n CCW-sopimus** = United Nations Convention on Prohibitions or Restrictions on the use of **Certain Conventional Weapons** Which May Be Deemed to Be Excessively Injurious or to Have Indiscriminate Effects, eräitä tavanomaisia aseita (mm. miinat, rypäleaset, räjähtämättömät ammukset) koskeva sopimus. Solmittu vuonna 1980.
- **UN/CCW 1st Meeting of experts on LAWS (5/2014)**





Kieltämisen tai käytön rajoittamisen argumentteja

- Klassiset **vastuukysymykset**, kuka vastaa jos kone maalittaa ja tappaa väärän kohteen (kone itse, koodaaja, valmistaja, käyttäjä, valtio ...)
- Frankenstein-syndrooma ja tuomiopäivän näkymät terminaattoreista, joita **ihminen ei enää hallitse** (ohjelmointivirhe tai jopa ohjelmistollinen evoluutio, uprising of the machines !)
- Teknologian **tahallinen väärinkäyttö, joutuminen väärälle käyttäjälle** tai väärään ohjaukseen (kyber-vaikuttaminen)
- Sodankäynnin ja **tappamisen kynnyksen alentuminen** (vrt. lennokit ?)
- Kieltämisen ajoitus: koska teknologia on vasta kehittymässä, voidaan **kieltää jo ennakolta** järjestelmien kehittäminen (vrt. Laser-aseiden kieltäminen ennakolta)

Useimmat mainituista uhkista ovat relevantteja ja otettava vakavasti huomioon

- Teknologia pohja on kuitenkin **täysin kaksoiskäyttöistä** myös siviili- ja humanitäärisiin sovelluksiin
- **Vaikeita kysymyksiä**; jos lähdetään olettamuksesta että aseita ylipäätään tarvitaan, niin täsmäaseiden kehittäminen ei liene epämoraalista
- Aseisiin voitaisiin periaatteessa ohjelmoida myös moraalikoodistoa





MCDC/AxS - hankkeen toteutus

MATINE kokosi hankkeen monitieteisen kansallisen projektiryhmän ja koordinoi sen toiminnan. Mukana edustettuina olivat Jyväskylän yliopisto, Aalto-yliopisto, Helsingin yliopisto, ja Puolustusvoimat(PE+PVTUTKL+MPKK). Suomen osallistumisen status päivitettiin hankkeen aikana tarkkailijasta kontribuutoriksi.

Hankeessa osallistujat kustansivat omat työkulunsa, MATINE ja PV koordinoinnin sekä matkat. Hankkeessa toteutettiin 5 viikon mittaista kv-workshoppia (USA x2, Sveitsi, Tsekki, Puola), sekä 6 kansallista koordinaatiokokousta. Lisäksi sähköisiä kv-etäkokouksia.

AxS-hanke tuottaa seuraavat keskeiset tulokset:

- Kokonaisvaltaisen ymmärryksen karttuminen haasteista, joita autonomisten ominaisuuksien lisääntyminen järjestelmissä tuottaa
- **Policy Guidance –raportti päätösten/päätäjien tueksi**
- Lisäksi syvällisemmät study-raportit: operatiivinen, teknologinen, lainsäädännöllis-eettinen sekä käyttäjäkeskeinen näkökulma
- KV-yhteistyöverkoston muodostuminen (community of interest), yhteinen ymmärrys käsitteistöstä ja yhteistoiminnan edellytyksistä





MCDC/AxS

- Tulosten kansallinen hyödyntäminen

Yleisesti:

- Lisääntynyt ymmärrys kompleksisesta asiakokonaisuudesta
- Hankkeen tuottama lisäarvo syntyy aiheen laaja-alaisesta tarkastelusta ja osa-alueiden dialogista
- MCDC on hyvä platformi MATINEn kv-yhteistyöhön

Erityisesti:

- Kansallisen osaamistason kehittyminen, erityisesti humanitäärisen ja kv-lainsäädännön näkökulma Suomessa uusi
- Tukee AxS roadmaptyötä
- Tukee Suomen kannan määrittämistä suhteessa YK:n asevalvontakonventin agendaan ja rauhanjärjestöjen vaatimuksiin

Kansallisina jatkotoimina mm.:

- AxS-seminaari 3/2015 (MATINE) – tiedeyhteisö+viranomaiset+teollisuus
- Kansallisen regulaation selvittäminen ja seuranta eri toimintaympäristöissä (maa-meri-ilma) ?
- COTS-pohjaisen teknologian tehokas hyödyntäminen ?
- Viranomaisyhteistyö ja AxS-järjestelmien operointi ?





Operatiivinen näkökulma

- PV:lla on käytössä miehittämättömiä järjestelmiä kaikissa puolustushaaroissa. **Seuraavien sukupolvien järjestelmät sisältävät kasvavassa määrin autonomisia piirteitä**, joiden tuomat **mahdollisuudet ja uhkat** tulee kyetä ennakoimaan ja hyödyntämään. Esim. yksinkertaisten ja pienikokoisten laitteiden massamainen parvikäyttö
- Autonomiia ja sen ilmentymiä tarkastellaan yleensä virheellisesti **lavettilähtöisesti**, keskittyen yksittäisen fyysisen koneen tai robotin ominaisuuksiin, **unohtaen järjestelmätaso ja systeemivaikutukset**.
- Järjestelmän autonomia on yleensä **hajautettua ja verkottunutta, vaikeasti hahmotettavissa**, levittäytyneenä sensoreihin, lavetteihin sekä tiedustelu-, valvonta-, tilannekuva- ja johtamisjärjestelmiin.
- Autonomisiakin piirteitä omaava järjestelmä on aina **osa kokonaisuutta**, jossa joukolla ja sen käytössä olevilla järjestelmillä on **vastuussa oleva johtaja**. Johtajan tulee tuntea kaikkiin komentoonsa kuuluvien joukkojen ja järjestelmien käyttöön liittyvät **riskit ja rajoitteet**.
- Myös siviilijärjestelmien **terrorikäyttö ja vastatoimet** tulee huomioida.





Teknologinen näkökulma

- **Miksi keskustelu autonomiasta on ajankohtaista juuri nyt?**
Teknologinen kehitys on tullut vaiheeseen, jossa voidaan jo nähdä mobiilirobotiikan eli **kenttä- ja palvelurobotiikan yleistyminen** teollisista sovelluksista kuluttajalaitteiksi
 - **Laitteiden oma älykkyys** ja suorituskyky lisääntyy
 - **Ympäristön älykkyys** lisääntyy, mm. internet of things, big data
- **Onko autonomiassa jotain täysin mullistavaa aiempaan verrattuna?**
Teknologisesti ottaen ei, sillä jo nykyisin koneet hallitsevat sodankäyntiä
- Teknisenä haasteina mm. reaktiivisuuden ja deterministisyyden hallittu yhdistäminen; ratkotaan esim. käyttäytymispohjaisen ohjelmoinnin ja sääntöpohjaisen tekoälyn menetelmin; sekä monimutkaisen järjestelmän luotettava testaus, standardointi, validointi (vrt. avioniikka, ydinvoimala)
- Kehityksen tai **teknologian kieltäminen ei ole realistista** sen monikäyttöisyyden ja helpon saavutettavuuden takia, vaan tulee keskittyä hyväksyttäviin käyttöperiaatteisiin
- Alan osaaminen on Suomessa korkealla tasolla, nojautuen erityisesti vahvaan työkoneteollisuuteen (mm. metsä- ja kaivoskoneet, lastinkäsittely)





Lainsäädännöllis-eettinen näkökulma

- Lähtökohtaisesti olemassa olevat **kansainvälisen oikeuden periaatteet ja humanitäärinen lainsäädäntö ovat sovellettavissa myös autonomisia piirteitä omaaviin toimijoihin**
- Kun kyse on valtion vastuusta, palautuvat vastuukysymykset viimekädessä siihen, miten järjestelmän **luotettavasta toiminnasta voidaan vakuuttua** (osallisina mm. suunnittelija, valmistaja, käyttäjä)
- Eettisten pohdintojen kannalta keskeinen käsite on **meaningful human control** ja sen toteutuminen. Voidaan perustellusti todeta, että tämä raja on kehittyneissä (ase)teknisissä järjestelmissä hämärtynyt jo kauan aikaa sitten
- Monissa sovelluksissa **ihminen toimii jo täysin teknisen järjestelmän varassa ja tosiasiallisesti vain kuittaa koneen jo optimoimia päätöksiä**
- Vaikka nyt tarkastellaan fyysisen ulottuvuuden omaavia järjestelmiä, niin problematiikassa on havaittavissa **analogiaa kyber-kysymyksiin**





Käyttäjäkeskeinen näkökulma – Human issues

- Merkittävä paradigman muutos ihmiselle:
Käyttää konetta vs. Tehdä työtä koneen kanssa
- Käytettävyys, ergonomia ja **luotettavuus** syntyvät järjestelmän kyvystä kommunikoida aikeistaan, toimintatilastaan ja rajoitteistaan interaktiivisesti
- Pohdittaessa suhtautumista autonomisiin asejärjestelmiin, on hyvä muistaa että **autonomiset piirteet lisääntyvät myös siviiliteknologiassa** ja lähitulevaisuudessa on otettava kantaa myös näiden sovellusten eettisyyteen ja lainsäädännölliseen asemaan. Asenteet ja käsitykset saattavat muuttua asioiden arkipäiväistyessä.
- **LAWS** – toistaiseksi kaikki maat ovat ilmoittaneet kannattavansa tiukkaa man-in-the-loop -periaatetta. Kyse on myös määrittelystä.





Autonomia lisääntyy, robotit tulevat – onko Suomi valmis ?

- Koneautonomian kehitys etenee kiihtyvällä vauhdilla joka tapauksessa
- Koska autonomian/robotiikan kehityksessä on kyse lukuisten erillisten, rinnakkaisesti kehittyvien teknologioiden integraatiosta, **teknologisen kehityksen kumuloituva nopeus saattaa yllättää**, (vrt. PC tai Internet)
- Koneiden autonomian kehittymisellä on **laajakantoiset yhteiskunnalliset vaikutukset**
- Moraalis-eettiset vastuukysymykset ovat haastavia. Niiden ratkaisija saavuttaa merkittävän kilpailuedun; ehkä sotilaallisesti, mutta ainakin aivan varmasti taloudellisesti.
- Robotiikan kehitysedellytyksistä tulisi huolehtia kansallisena kysymyksenä, siviili- ja sotilassovellusten synergia hyödyntäen.

