Puolustusministeriö
Försvarsministeriet
Ministry of Defence

Maanpuolustuksen
tieteellinen
neuvottelukunta

Siviiliteknologioiden merkityksestä puolustuskyvyn kehittämiselle

- **Tekoäly**
- **Autonomiset asejärjestelmät**

PuV 10.11.2021 / VNS 8/2021 vp

Professori Pekka Appelqvist
MATINEn pääsihteeri / PLM

Teknologisen kehityksen tilannekuvaa

- **Teknologiakysymysten globaali politisoituminen**: suurvaltojen ideologinen kamppailu on muuttunut kylmän sodan sotilasstrategisista lähtökohdista sekä sitä seuranneesta vapaan maailmankaupan aikakaudesta **valtioavusteiseksi kaupalliseksi kilpailuksi uuden teknologian mahdollistamasta kansainvälisestä vaikutusvallan hallinnasta ja taloudellisesta menestyksestä.**
- **Valtiot joutuvat strategisten teknologiavalintojen eteen; minkälaisiin alustateknologioihin ja regulaatioon sitoudutaan.** Teknologiset valinnat saattavat määrittää tulevaisuudessa myös uusia valtioryhmiä ja niiden välisiä intressejä.
- **Teknologian kehitys ei ole enää suurvaltojen (siis valtioiden) käsissä ja ohjailtavissa sotilaallisten tarpeiden ehdoilla, vaan teknologia kehittyy pitkälti yritysvetoisesti**. Vaikka suuret alustayhtiöt näyttävät hallitsevan kehitystä, on TKI-dynamiikka myös muuttunut siten, että uusia innovaatioita tehdään pienissä dynaamisissa yrityksissä, jotka sitten usein päätyvät isojen ostamiksi. Nopean teknologisen muutoksen, tiedon saatavuuden ja laajan vaikuttavuuden kautta pienikin toimija voi haastaa ison yrityksen tai jopa valtion. Globaali kilpailu huippuosaajista.
- **Valtioiden rooli osaamispohjan tuottamisessa**, perustutkimuksessa, infrassa ja investoinneissa on kuitenkin yhä keskeinen pohja yritysten menestykselle.
- **Millä mekanismeilla valtiot saavat valjastetuksi uuden teknologian vaikutusvaltansa ja sotilaallisten suorituskykyjen tueksi**, ja kuinka valtiot pääsevät tähän alustayritysten tietoon ja osaamiseen ylipäätään kiinni?

Murrokselliset teknologiat
- Emerging Disruptive Technologies (EDT)

Teknologioita, jotka voivat **mahdollistaa täysin uuden tyyppisiä, ylivertaisia toimintatapoja** niin liiketoiminnassa kuin sodankäynnissäkin.

Yhä suurempi osa teknologian osa-alueista kehittyy täysin siviililähtöisesti:

- Tekoäly, robotiikka, koneautonomia
- Virtuaalitodellisuus, lisätty todellisuus, metaversumi
- 5G/6G kommunikaatio; esineiden internet (IoT)
- Kyberuhka / kyberturva
- Uusi avaruusteknologia; saavutettavuus & nanosatelliitit
- Kvanttiteknologia; -tietokone, -sensorit ja -laskenta
- Nanoteknologia & uudet materiaalit
- 3D-tulostus; mallinnus ja optimointi
- Synteettinen biologia; geenimanipulaatio
- Ihmisen suorituskyvyn lisääminen; kognitiivinen & fysiologinen
- Uudet energialähteet, energian siirto ja varastointi
- Hypersooninen propulsio (tiettävästi ei siviilisovelluksia!)

EDT-diskurssin hierarkiatasot

Teknologian hallinnan taso

- Laitteet, ohjelmistot, järjestelmät
- Tutkimus, koulutus, kansallinen omavaraisuus
- Teknologinen syväosaaminen

Suorituskykyjen kehittämisen taso

- Teknologinen tilannekuva ja analyysikyky
- Osaamisen soveltaminen sotilaalliseksi suorituskyvyksi
- Kokonaisnäkemys / System-of-systems

Strateginen taso

- Maailmanliiga / Talous, ideologiat (USA, Kiina, EU, Venäjä)
- Investoinnit, infra, regulaatio, kauppapolitiikka, vientirajoitukset…
- Kokoaan suurempi Suomi?
- Teknologian turvallisuusvaikutukset?
- TKI-politiikan hajanaisuus VN-tasolla. PLH-rooli ?

Teknologian vaikuttavuusmekanismeja sotilaalliseen suorituskykyyn - näkökulmia

- **Täysin uuden tyyppiset uhkat**; yleensä muodostuu kuitenkin nelikenttä: uhka vs mahdollisuus / oma vs vastustajan toiminta
- **Operaatiotempon nopeuttaminen on keskeinen sotilaallinen tavoite**
  - Tilannekuvan tuottaminen
  - Analyysiä ja ennakointia tukevat järjestelmät
  - Päätöksenteon avustaminen
  - Vaikuttaminen ja asejärjestelmät
- **Järjestelmissä toiminnallinen hajautus vs. keskitetty hallinta**

- Infravapaa toiminta (ilman satelliittiyhteyksiä)
- Sähköinen häiriönsietoisuus eri tasoilla (smg-spektristä kyberiin)
- Interoperability / yhteensopivuuden varmistaminen kaikilla tasoilla (teknologiasta politiikkaan)

- Huoltovarmuuskysymykset
- Eettiset kysymykset

Tekoälyn kokonaiskuva on monitieteinen, kompleksinen ja nopeasti kehittyvä

- Tekoälyn nykyinenkin kehitysvaihe on loogista **jatkumoa ohjelmistoteknologian kehityksessä, jossa tiedonkäsittelyn ja -hallinnan abstraktiotaso on jatkuvasti kohonnut** tietokoneiden laskentakapasiteetin eksponentiaalisen kasvun mahdollistamana. Tämän luonnollisena **seurauksena syntyy myös edellytyksiä koneiden omatoimisuudelle eli koneautonomian kehitykselle.**
- Tekoäly on monissa sovelluksissa jo vahvasti tätä päivää, mutta samalla koneiden kognitiivinen kehitys on kuitenkin vasta aivan aluillaan.

- Tekoälyjärjestelmien menetelmät jakautuvat kahteen pääkategoriaan:
- **Mallipohjaiset menetelmät** – rakentuvat ilmiön ymmärtämiselle
  - Tuottavat hyvin ennustettavia, selitettäviä ja skaalautuvia tuloksia
  - Toimivat hyvin ns. strukturoiduissa ongelmissa
- **Datapohjaiset menetelmät** – rakentuvat isolle määrälle esimerkkidataa
  - Tulokset usein vaikeasti ennakoitavissa ja selitettävissä
  - Tuottavat ratkaisuita epämääräisiin, moniulotteisiin ja kompleksisiin ongelmiin, mutta edellytyksenä on kattava aineisto mallidataa
- **Järjestelmätasolla kyse on eri menetelmien optimaalisesta fuusiosta, kunkin parhaat ominaisuudet hyödyntäen + kattava testaus !**

Koneautonomian olemuksesta

Automaattinen

- Automaattisella järjestelmällä ei ole ns. kognitiivisia ominaisuuksia (mm. päättely, oppiminen, adaptiivisuus…)

Autonominen

- Autonomialla on kyky omatoimisuuteen ja adaptiivisuuteen myös ennalta määrittelemättömissä tilanteissa
- Huolellisesti toteutettuna ja testattuna saadaan tuloksena hyvin ennustettavaa toimintaa, jonka rajoitteet on huomioitava käytössä.
- Täysin autonomisia järjestelmiä ei ole, vaan autonomia on aina suhteellista (joidenkin toimintojen osalta, tietyissä olosuhteissa, toteuttaen annettuja tehtäviä…) => järjestelmä, jossa on autonomisia piirteitä/ominaisuuksia
- **Käytännössä autonomisinkin järjestelmä toteuttaa ihmisen sille antamia tehtäviä**

Itsenäinen (?)

- Järjestelmällä olisi kyky itselähtöiseen päämäärien arvottamiseen ja asettamiseen, oma tahto niiden toteuttamiseksi.
- Teknologinen singulariteetti vs. Tietoisuus ?
- Kaukaisemmassa tulevaisuudessa, jos sielläkään ?

Autonomiset asejärjestelmät = LAWS
Lethal Autonomous Weapons Systems

- Tarkastellaan nimenomaisesti **autonomisia asejärjestelmiä**, tällöin esim. kuvantavilla sensoreilla varustetut dronet, tai etäkäytettävät asejärjestelmät rajautuvat pois
- Silti jo käytössä olevat asejärjestelmät ovat teknisesti erittäin kehittyneitä, esim. risteilyohjukset, omasuojajärjestelmät, tulenjohtotutkat
- Aiheen monimutkaisuudesta johtuen edes LAWS-työmääritelmän muodostaminen on osoittautunut liian haastavaksi

- Käytännössä **ihmisen roolia suhteessa järjestelmän eri ominaisuuksiin** voidaan karkeasti luonnehtia
  - Man-in-the-loop = etäohjattava, teleoperoitava järjestelmä
  - Man-on-the-loop = järjestelmä avustaa käyttäjää
  - Man-off-the-loop = ihminen taustalla
- Autonomian taso voi vaihdella dynaamisesti tehtävästä ja olosuhteista riippuen
- Omatoimisen tekoälyn sijasta ns. apuäly tai avustava toiminta on usein hyödyllisempää, Man-Machine teaming

Autonomisten asejärjestelmien vastuukysymyksistä

- Asejärjestelmiä koskevat periaatteellisella tasolla samat käyttöturvallisuus- ja vastuukysymykset kuin siviilisovelluksissakin, mutta sodankäynti on äärimmäinen sovellusalue, jossa **keskeisin sovellettava lainsäädännöllinen regiimi on kv. humanitäärinen oikeus (IHL)**
- Keskeiset sovellettavat IHL-periaatteet maalittamisessa: Distinction, Proportionality ja Precautions; näistä asejärjestelmän tulee suoriutua
- Sodankäynnin sääntöjen mukaisesti **komentajan vastuu** asejärjestelmän käyttäjänä on selkeä ja kiistaton, mutta toisaalta monimutkaisten teknisten järjestelmien osalta **osavastuun voidaan katsoa jakautuvan myös koko järjestelmän elinkaaren ajalle** (alkaen konseptoinnista, tutkimuksesta, suunnittelusta, rakentamisesta, testauksesta, hyväksynnästä, ylläpidosta, purkamisesta…)
- Asejärjestelmän on oltava **I) itsessään laillinen (Weapons Review process, Artikla 36), sekä II) käytön on myös oltava laillista.** Laillista järjestelmää on myös mahdollista käyttää laittomasti.
- Ihmisen on oltava aina lopulta vastuussa; **kysymyksen ydin on se, kuinka paljon järjestelmälle voidaan antaa toimivaltuuksia, ja silti vakuuttua eettisestä, oikeellisesta ja luotettavasta toiminnasta**

YK:n CCW LAWS-prosessista

- **Vuosina 2014 ja 2015 epäviralliset CCW LAWS-asiantuntijakokoukset** robottiasejärjestelmiin liittyvistä kysymyksistä. Kahdessa ensimmäisessä asiantuntijakokouksessa keskustelu oli varsin hapuilevaa.
- **Vuonna 2016 kolmas epävirallinen LAWS-asiantuntijakokous**; **neuvoteltiin siitä, että mistä neuvoteltaisiin, jos CCW:n osapuolikokous asettaisi GGE:n.** Keskustelu valtioiden puolesta oli aiempaa aktiivisempaa, kantoja ilmaistiin avoimemmin ja keskustelu oli ylipäätään poliittisempaa ja keskittyi käyttöperiaatteisiin.
- **GGE vuosina 2017-2019, aikaansaannoksina 11 Guiding Principles sekä ohut konsensus jatkotyön tavoiteasetannasta ”normative and operative frameworks”**
- **Maat jakautuneet kolmeen ”perusleiriin” tavoitteidensa mukaan:**
  - Juridisesti sitova kieltosopimus
  - Poliittisesti sitova julistus (ja ehkä jatkoprosessi / seurantaryhmä?)
  - Haluttomuus sitoutua mihinkään sopimuksiin
- **GGE 2020-2021: paine saada prosessista ulosmitattua joku tulos**
  - Mitä nuo 11 GP:tä tarkoittavat käytännössä, miten niitä sovelletaan?
  - Kolme keskeistä tarkasteludimensiota: **MIL-TECH-LAW**
- **Joulukuu 2021:** CCW-sopimuksen Review Conference – Jatkomandaatti ?

Johtopäätöksiä - Kansallinen ja EU:n intressi AI- ja LAWS-kysymyksissä

- AI/koneautonomian kognitiivisen suorituskyvyn laadullista kehittymistä on erittäin vaikea ennakoida
- **Kansallisesti ja EU:n laajuisesti on huolehdittava siitä, ettei sidota käsiä liian tiukoin normein, koska kilpailijat tai mahdolliset vastustajatkaan eivät niin tee**
- Toisaalta, eettisesti kestävästi toteutettu AI sovelluksineen on Euroopalle paitsi välttämättömyys, samalla myös kilpailuetu

- YK:n LAWS-prosessissa Suomen/EU linjana on ollut **selkeästi tehtävään sidottu ja vahvasti rajoitettu koneautonomia**, jossa huolehditaan vastuussa olevan ihmisen riittävästä ja tietoisesta roolista päätöksenteossa kriittisten toimintojen osalta
- Tehtävän laillisuuden **edellytyksiä tulee arvioida tapauskohtaisesti**, suhteuttaen järjestelmän kognitiiviset kyvyt tehtävän vaatimuksiin
- **Komentajan vastuu operaatiosta ja sen menetelmistä pätee siis tulevaisuudessakin**; päätös sisältää myös tapauskohtaisen eettisen arvion erilaisten asejärjestelmien käytöstä