

Näkemyksiä Naton uusista teknologioista, laaja-alaisista taidoista ja niiden oppimismenetelmistä

MPKK:n tohtoriopiskelija, KTM Askko Mononen

Sotilasprofessori, everstiluutnantti Antti-Tuomas Pulkka

Abstract

Perceptions of Emerging and Disruptive Technologies, 21st-Century skills, and Their Learning Methods

In this study, we examined professional soldiers' perceptions of Nato's emerging and disruptive (EDT) technologies, 21st-century skills, and their preferred learning methods. The scope was Finnish Defence Forces from 2024 to 2030.

The methods included an online questionnaire for General Staff Officers -course (n=48) and interviews with research staff (n=7).

Our results indicate that the participants assessed the usefulness of NATO's EDT technologies highest for artificial intelligence, Big data, advanced analytics & ICT, and electronics & electromagnetics, respectively. Regarding the future time perspective until 2030, the participants evaluated bio and human enhancement (BHET), hypersonics, and quantum as the least useful technologies for the Finnish Defence Forces. As limitations, they saw that currently some technologies and their applications are currently immature, or too expensive for conscript army.

As for the order of importance of the 21st-century skills, the participants ranked

- i) critical thinking and problem solving,
- ii) collaboration, teamwork, and leadership,
- iii) communication, information and media literacy, and
- iv) creativity and innovation.

Some participants also highlighted the growing importance of enhanced cross-cultural understanding, especially in collaboration with the current 32 NATO member countries.

Our study found that the most suitable learning methods for acquiring new technology or 21st-century skills are collaborative and practical learning methods. These include real-life projects and problem-based learning, as well

as Design Sprints, protolabs, simulations, and learning games. Lecturing, individual self-study, and purely material-based e-learning were seen as less suitable. Blended learning approaches were mentioned to maintain motivation and make learning more effective.

Keywords: emerging technology, disruptive technology, 21st-century skills, learning methods, learning, defence, NATO

Johdanto

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää uusien teknologioiden ja laaja-alaisen taitojen tärkeyttä sekä niiden oppimiseen liittyviä näkemyksiä Puolustusvoimissa lähitulevaisuudessa, eli vuoteen 2030 mennessä.

Viime vuosina olemme saaneet todistaa useampia yllättäviä disruptioita ja katastrofeja. Globaalin pandemia, Ukrainan ja lähi-idän sodat, terrori-iskut materiaalikuljetuksiin Punaisella merellä, komponenttipula, korkojen heilahdus, sekä sähkön ja ruoan kallistuminen. Globaalissa keskinäisriippuvuuden maailmassa kaukanakin olevien kriisien aallot tuntuvat nopeasti myös Suomenlahden rannikolla. Uudet haasteet ovat kasautuneet entisten kriisien, kuten ilmastonmuutoksen aiheuttamien äärimmäisten sääilmiöiden, luontokadon tai pakolaiskriisien päälle.

Myös sotilaalliselta kannalta viime vuosina on nähty yllättävääkin kehitystä, esimerkiksi Ukrainassa on esiintynyt perinteisen sodankäynnin vaaravien aseiden, ilmaoikeus- ja merivoimien käyttöä, sekä avaruusteknologiaa uusien SAR-satelliittien (mm. ICEYE) ja kommunikointikanavien muodossa (mm. Starlink). Edelleen tekoälyä on väitetty käytettävän (projekti Lavender) kohdehenkilöiden profilointiin ja iskujen kohteita valittaessa (Abraham, 2024).

Globaalit digijätit ovat ottaneet yhä vahvempaa otetta datapalveluiden, sosiaalisen median ja tekoälyn myötä. Jotkut valtiot käyttävät niitä myös yksityisyyden suojan rikkomiseen kansallisen edun nimissä. Uudet teknologiat ja digitalisaatio etenevät osin vauhdikkaasti, kuten tekoälyn osalta on nähty viime vuosina. Suomen liittyttyä Nato -liittokuntaan, Puolustusvoimille ja muullekin yhteiskunnalle avautuu uusia mahdollisuuksia innovoida, yhteiskehittää ja hyödyntää uusinta teknologiaa, myös DIANA-verkoston kautta ja Nato Innovation Fundin rahoituksella.

EU pyrkii yli tuplaamaan digiammattilaisten määrän 20 miljoonaan Euroopassa (Euroopan komissio, 2021) ja Teknologiateollisuus kaipaa Suomeen 130 000 uutta osaajaa korvaamaan eläköityviä (Teknologiateollisuus, 2021) vuoteen 2030 mennessä. Tämä tulee todennäköisesti asettamaan haasteita

teknologiaosaajien rekrytoinnissa ja heijastumaan myös digiosaamisen kehittämistarpeina Puolustusvoimille. Sittenmin on nähty isojen IT-yritysten irtisanomisaalto globaalisti, jolloin osaaapula on hieman helpottanut. Tekoölyn yleistyvä käyttö ohjelmistokehityksessä saattaa myös jatkossa helpottaa osaaatilannetta, tosin vaatien lyhyellä tähtäimellä mahdollisesti lisää uusia osaaia rakentamaan ja kouluttamaan tekoölyratkaisuja.

Uusiin haasteisiin on vähemmän perinteisiä “sablunamaisia” valmiita ratkaisuja, on reagoitava yhä nopeammin kompleksisissa ja kaoottisissa tilanteissa sekä kasvatettava resilienssiä. Ongelmien monimutkaistuuessa niiden ratkaisemiseksi vaaditaan yhä laaja-alaisempaa ja monenvälistä yhteistyötä, luovuutta, ongelmanmäärittely- ja ratkaisukykyä. Perinteinen korkea-asteen opetus on ollut pitkälti oppiaineperustaista (ks. Barnett, 2009) kun taas esimerkiksi OECD ja EU ovat peräänkuuluttaneet laaja-alaisia taitoja (*transversal skills, 21st -century skills*).

Uusien teknologioiden käyttöönotto ja kehittäminen vaativat osin myös uutta osaamista. Teknologiaosaaminen nivoutuu laaja-alaisiin osaamisiin, uusien käyttökohteiden ja -tapojen kehittäminen vaatii monesti ongelmanratkaisua, luovuutta, yhteiskehittämistä, kommunikaatiota ja itseohjautuvuutta mahdollisuuksien tunnistamiseksi. Laaja-alaiset taidot eivät liity pelkästään tieto- ja viestintäteknikkaan, vaan ovat paljon laajempi kokonaisuus korkeamman tason kognitiivisia taitoja (van Laar ym., 2017).

Laaja-alaisia osaamisia on tutkittu maailmalla pari vuosikymmentä, Suomessa lähinnä yliopistojen kasvatustieteellisillä aloilla ja Puolustusvoimissa toistaiseksi hyvin vähän. Puolustusvoimissa uusien teknologioiden tutkimus painottuu useimmiten yksittäisiin teknologioihin, ei niinkään niiden suhteellisen tärkeyden vertailuun tai niiden oppimismenetelmiin. Tällä tutkimuksella vastataan omalta osaltaan tietotarpeeseen yhdistämällä uusien teknologioiden ja osaamisvaatimusten relevanssin tarkastelu koulutukseen liittyviin kysymyksiin osaamisen kehittämisessä.

Uudet teknologiat määriteltiin tässä tutkimuksessa NATO Science and Technology Organization, emerging and disruptive technologies (EDT) 2023–2043 - mukaisesti. Siinä määritellyt 10 keskeisestä kasvavaa tai disruptoivaa teknologia- aluetta ovat tekoöly, autonomia, robotit ja autonomiset järjestelmät, bio- ja ihmistä parantelevat teknologiat, Big data, kehittynyt analytiikka ja ICT, elektroniikka ja sähkömagnetiikka, energia ja propulsio, hypersooniset asejärjestelmät, uudet materiaalit ja -valmistusteknologiat, kvanttitekniologia ja avaruustekniologia (NATO STO, 2023).

Laaja-alaisia työelämätaitoja (21st -century skills) on tutkittu vastauksena nopeasti muutuvaan maailmaan, missä tieto vanhenee nopeasti ja uusia haasteita syntyy jatkuvasti. Laaja-alaisia taitoja on sovellettu opetukseen niin

korkea-asteella kuin yrityksissä. Niissä on yhtäläisyyksiä myös USA:n ilmavoimien tavoitteiden kanssa ja niitä on suositeltu ketteröittämään lentäjien toimintaa uusissa ja monimutkaisissa ympäristöissä (Herman ym., 2019). Laaja-alaiset taidot sisältävät useita osaamisalueita (7C's of 21st-century skills, esim. Trilling & Fadel, 2009) kuten *kriittisen, luovan ja innovatiivisen ajattelun taitoja, ongelmanratkaisutaitoja, teknologiaosaamista, johtamista ja erilaisia työskentelytaitoja ja valmiuksia (kollaboraatio, tiimityö, kulttuurien tuntemus)*. Uusien teknologioiden ja toimintaympäristöjen nopea kehitys asettaa muutospaineita sotilasorganisaatioille: kehittymisen edellytyksistä keskeisimpiä on seurata ja määrittää millaisia uusia valmiuksia ja taitoja tarvitaan tulevaisuuden haasteisiin vastaamiseen (Pulkka, 2023; Rentola, 2023).

Uusien taitojen ja valmiuksien opettaminen on koulutusjärjestelmien haaste edellä kuvatussa kehityksessä, ja opetusmenetelmien valinta ja soveltaminen on eräs keskeinen pedagogiikan menestystekijä. Opetusmenetelmiä voidaan luokitella ja määrittää hyvin eri tavoin. Tässä tutkimuksessa tarkastellaan tyyppillisimpiä yleisesti käytössä olevia opetusmenetelmiä, joissa opiskelijan rooliin kohdistuvat itseohjautuvuuden ja aktiivisuuden vaatimukset muuttuvat (esimerkiksi perinteisen luento-opetuksen vastaanottajan roolista tutkivan oppimisen aktiivisen tiedon kehittäjän rooliin). Perinteisempiä menetelmiä opiskelijan roolin kannalta ovat *luento-opetus, itseopiskelu, itsenäinen verkko-opiskelu ja ryhmätyöt*. Uudempina, yhteistoiminnallisina sekä enemmän käytännön osaamiseen tähtäävinä menetelminä listattiin *ongelmalähtöinen oppiminen (problem-based learning), käytännön työelämäprojektit, tutkiva oppiminen, simulaatiot, oppimispelit, protopajat, Design Sprintit* (intensiiviset pienryhmät, 3-5 päivää) sekä *hackathonit* (haasteet pienryhmissä, 1 päivä).

Menetelmät ja osallistujat

Tutkimus toteutettiin kahdessa osassa. Tutkimuksen ensimmäisessä osassa pyydettiin vastaamaan puolistrukturoituun kyselylomakkeeseen verkossa. Kyselyssä käytettiin 5-portaista likert-asteikkoa sekä avoimia kysymyksiä. Verkko-kysely oli avoinna 8.4–14.5.2024 yleisesikuntaupseeri-kurssilaisille (n = 48). Osallistuminen oli vapaaehtoista ja henkilötietoja ei kerätty. Aineisto kerättiin Google Forms'illa, jonka linkki lähetettiin osallistujille sähköpostilla.

Aikajänteeksi vastaajille ohjeistettiin 2030 mennessä ja rajaukseksi Suomen Puolustusvoimat. Kyselyssä vastaajat arvioivat ensiksi seuraavien uusien teknologioiden hyödynnettävyyttä vuoteen 2030 mennessä: *tekoäly, autonomia, robotit ja autonomiset järjestelmät, bio- ja ihmistä parantelevat teknologiat, Big data, kehittynyt analytiikka ja ICT, elektroniikka ja sähkömagneettiikka, energia*

ja propulsio, hypersooniset asejärjestelmät, uudet materiaalit ja -valmistusteknologiat, kvanttitekniologia ja avaruustekniologia (NATO STO, 2023). Vastaajat arvioivat teknologioita 5-portaisella likert-asteikolla (1=ei ollenkaan hyödynnettävissä ja 5 = erittäin paljon hyödynnettävissä).

Toiseksi vastaavat arvioivat mitkä asiat haittaavat tai rajoittavat uusien teknologioiden hyödynnettävyyttä. Vastaajat saivat valita kolme tärkeintä syytä per teknologia-alue seuraavista: *ei suuria ongelmia, keskeneräisyys, kalleus, käytön vaikeus, saatavuus tai ei sovellu sotilaallisesti.*

Kolmanneksi arvioitiin 5-portaisella likert-asteikolla (1=ei sovellu lainkaan, 2=ei sovellu kovin hyvin, 3=neutraali, 4=soveltuu hyvin, 5=soveltuu erinomaisesti) listattujen opetusmenetelmien soveltuvuutta teknologioiden opettamiseen yleisesti. Mielipideasteikkoa käytettiin, jotta saataisiin esille nyansseja arvioitavien kohteiden suhteellisesta tärkeysjärjestyksestä. Arvioitavat opetusmenetelmät olivat: *luento-opetus, perinteinen itseopiskelu, perinteinen ryhmätyöskentely, verkko-opiskelu itsenäisesti, ongelmalähtöinen oppiminen (problem-based learning), käytännön työelämäprojektit, tutkiva oppiminen (tutkimusta jäljittelevä), simulaatiot, oppimispelit, protopajat, Design Sprintit (intensiiviopinnot ryhmissä, 3–5 päivää) ja Hackathonit (haasteet ryhmissä, 1 päivä). Lisäksi avoimeen kysymykseen vastatessaan osallistujat pystyivät kommentoimaan erityisen hyvin tai huonosti toimivia opetusmenetelmiä uusien teknologioiden oppimiseen.*

Neljänneksi vastaajien arvioita laaja-alaisten taitojen tärkeydestä (Trilling & Fadel, 2009) mitattiin seitsemän taitokokonaisuuden osalta: *kriittinen ajattelu ja ongelmanratkaisu, luovuus ja innovointi, kollaboraatio, tiimityö ja johtajuus, kulttuurienvälinen ymmärrys, kommunikaatio, informaatio- ja medialukutaito, tietojenkäsittely ja ICT-lukutaito ja itseohjautuvuus urasuunnittelussa ja oppimisessa.* Vastaajat arvioivat taitokokonaisuuksia 5-portaisella likert-asteikolla (1=ei lainkaan tärkeä, 2=ei kovin tärkeä, 3=neutraali, 4=tärkeä 5=erittäin tärkeä).

Viidenneksi kysyttiin vastaajien arvioita erilaisten edellä esitettyjen opetusmenetelmien soveltuvuudesta laaja-alaisten taitojen opettamiseen: käytetty asteikko oli 5-portainen likert-asteikko (1=ei sovellu lainkaan, 2=ei sovellu kovin hyvin, 3=neutraali, 4=soveltuu hyvin, 5=soveltuu erinomaisesti). Lisäksi avoimeen kysymykseen vastatessaan osallistujat pystyivät täsmentämään erityisen hyvin tai huonosti toimivia opetusmenetelmiä laaja-alaisten työelämätaitojen (21st-century skills) oppimiseen.

Tutkimuksen toisessa osassa haastateltaviksi valittiin MPKK:n ja Maasotakoulun tutkijoita, professoreja ja sotilasprofessoreja (n=7) joiden toimenkuvaan ja osaamiseen liittyy tämän tutkimuksen kannalta relevantteja sisältöjä. Haastattelut toteutettiin videopuheluna tai puhelimitse. Haastattelut kestivät

30–70 minuuttia, ne nauhoitettiin ja litteroitiin. Haastattelut toteutettiin 29.4.–6.5.2024 välisenä aikana.

Haastatteluissa selvitettiin asiantuntijoiden näkemyksiä uusien teknologioiden hyödynnettävyydestä, laaja-alaisen taitojen tärkeydestä ja eri opetusmenetelmien soveltuvuudesta Puolustusvoimille perusteluineen ja esimerkkeineen. Haastatteluissa hyödynnettiin myös ajatuksia alkuperäisestä teknologian käyttöönottomallista (*Technology Acceptance Model*, Davis, 1989), jossa koettu käytön helppous ja koettu hyödyllisyys vaikuttavat käyttöaikomukseen sekä sittemmin todelliseen käyttöön.

Haastatteluaineiston analyysissä sovellettiin aineistolähtöistä sisältöanalyysiä kunkin teknologian osalta.

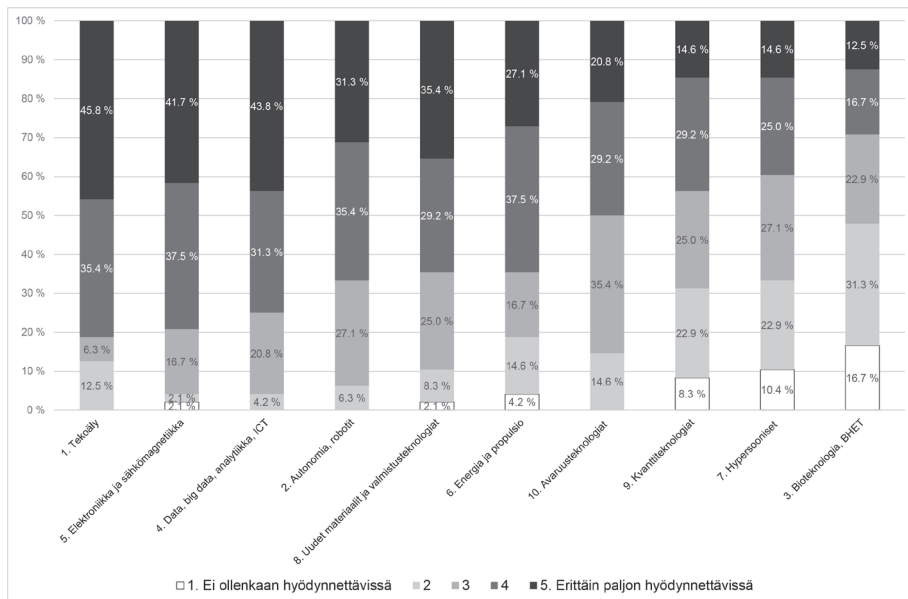
Tulokset

Uusien teknologioiden osalta Puolustusvoimien kannalta vuoteen 2030 mennessä, eniten hyödynnettävyyttä nähtiin seuraavilla (suluissa vastausvaihtoehtojen 4 ja 5 yhdistetty suhteellinen osuus, sekä koko asteikon 1-5 osalta keskiarvo ja keskihajonta): Tekoäly (81,3%, ka = 4,15, kh = 1,01), Elektroniikka ja sähkömagnetiikka (79,2%, ka = 4,15, kh = 0,92), Data, Big data, analytiikka ja ICT (75%, ka = 4,15, kh = 0,90), Autonomiset järjestelmät, robotit ja autonomia (66,7%, ka = 3,92, kh = 0,92), Uudet materiaalit ja valmistusteknologiat (64,6%, ka = 3,88, kh = 1,06) ja Energia ja propulsio (64,6%, ka = 3,69, kh = 1,15). Vähiten hyödynnettävyyttä tässä aikaikkunassa (-2030) Puolustusvoimissa nähtiin seuraaville: Avaruusteknologiat (50%, ka = 3,56, kh = 0,99), Kvanttiteknologiat (43,8%, ka = 3,19, kh = 1,20), Hypersooniset asejärjestelmät (39,6%, ka = 3,10, kh = 1,22) sekä Bioteknologia ja ihmistä parantelevat teknologiat (29,2%, ka = 2,77, kh = 1,28). Kuviossa 1 on esitetty teknologioiden hyödynnettävyyden täydelliset vastausjakaumat.

Haastattelujen tulokset vaikuttivat olevan yhteneväisiä kyselyjen tulosten alla, ja ne valottavat kyselyn tuloksia asiantuntijoiden kuvauksina. Kunkin teeman keskeiset havainnot haastatteluaineistosta tarkastellaan kyselyn tulosten jälkeen.

Tekoäly

Tekoäly nähtiin haastatteluissa nopeasti kehittyvänä ”mustana hevosena”, josta ymmärrys on vasta rakentumassa. Jo tällä hetkellä tason nähtiin vaihtelevan ChatGPT:stä (teksti, kuvat) todellisiin työohjelmistoissa hyödyntämiseen ja



Kuvio 1. Uusien teknologioiden hyödynnettävyys Puolustusvoimissa -2030 mennessä vastausjakaumat. Teknologiat on lueteltu tärkeysjärjestyksessä vastausvaihtoehtojen 4 ja 5 frekvenssin mukaan.

jopa väitettiin operatiivisessa toiminnassa henkilöiden profilointiin ja paikantamiseen. Nykyisestä kapeasta tekoälystä vahvaan tekoälyyn siirtymisen arvioitiin tulevan ajankohtaiseksi 2030-2040 -luvuilla. Tekoälyn nähtiin tulevan käyttöön jossain määrin eri ohjelmistojen, toimintojen ja järjestelmien taustalle ja erityisesti autonomisiin järjestelmiin.

(H7) ”..tietty noi kielimallit yms., niin niistä saadaan jonkinlaista hyötyä. Sitten pitkälti me tarvittais aina joku turvaluokiteltujen oma sovellus kautta vastaava, sitten pystytään hyödyntämään sitä ehkä meidän PV:n sisällä... assistenttina tarvitaan ihan päivittäisessä tarpeessa...esikuntatyöskentelyssä, niin siihen kun semmoinen..”

Tekoälyn mahdollisuuksina nähtiin sen laajenevan massakäyttöön kaikissa Puolustusvoimien toiminnoissa, kuten tutkimus, turvaluokitellut verkot, automisten laitteiden ohjaus (kuten dronet), päätöksenteon tukeminen sensoridatan fuusiolla ja yhdistämisellä, sekä yhdistetty oppiminen (*federated learning*) liittolaismaiden kanssa. Tekoäly voisi olla virtuaalinen sihteri päivittäisessä virkistyöskentelyssä tai assistenttina sotilaallisessa kontekstissa tietotyössä, esimerkiksi esikuntatyöskentelyssä.

Tekoällyn haasteiksi tunnistettiin laillisuuteen, sekä eettisyyteen liittyviä vastuukysymyksiä, esimerkiksi tekoällyn käyttämisen opinnäytetöissä. Toistaiseksi pidettiin haastavana tietoturvallisuuden näkökulmasta turvaluokitellun materiaalin käyttö, sekä opetukseen käytettävä aineiston tai mallien saaminen käyttökelpoiseen muotoon. Pilvipalveluina tarjottavan tekoällyn haasteena isojen toimijoiden kanssa nähtiin kalleus laajemmissa käyttöönotoissa. Yksityiskohtana kommentoitiin, että jos tekoäly jo nyt pystyy itsenäiseen päätöksentekoon vaiuttamistilanteissa, joudutaan harkitsemaan sen varsinaisia soveltamisia muun muassa päätöksentekoketjun läpinäkyvyyden kannalta – kuinka paljon tekoälyyn voidaan luottaa ja kuinka paljon sille voidaan päätöksentekovaltaa antaa?

Autonomiset ajoneuvot ja autonomia

Siviilikäyttöön tarkoitettujen autonomisten ajoneuvojen vaatimukset eroavat sotilaalliseen käyttöön tarkoitetuista. Esimerkiksi ruoankuljetusrobotti liikkuu tunnetuilla teillä eikä maastossa, eikä sen nopeudellakaan ole juurikaan väliä. Sotilaskontekstissa tilannekuvan tuottaminen tai viholliseen vaikuttaminen ovat oleellisia siviilisovelluksista suuresti poikkeavia vaatimuksia. Perinteisistä toimintaulottuvuuksista ilmailun alueella arvioitiin olevan helpointa edetä (esimerkiksi vaanivat aseet), mutta maa- ja merisodan toimintaympäristöt ovat itseasiassa haastavampia olosuhteiltaan.

(H4) ”..ollaan ymmärretty, että nykyisiä kapeita tekoälysovelluksia yhdistelmällä kyetään saamaan niin sanottuja autonomisia piirteitä omaavia toimintoja erinäköisiin järjestelmiin. Erityisesti sellaisiin järjestelmiin, joissa ihminen on omien fyysisten kykyjensä takia heikko, se on liian hidas tai sit se on liian puuduttavaa vartioida tiettyä aluetta vuorokaudesta toiseen – alkaa silmä luppaseen – annetaan se ennemminkin koneelle, voidaan tehdä tällaisia vartiointirobotteja. Tai jos se tehtävä on vaarallinen, niin voidaan antaa mieluummin robotin sen tehtäväksi ilman, että uhrataan ketään ihmistä eli kaukokäytetään...tavallaan täähän ei oo ihan uusi asia..”

Haastateltavien mukaan autonomisten ajoneuvojen ja -laitteiden itsenäisyys mahdollistaa paremman suojan GPS-häirintää vastaan. Voidaan opettaa laitteille reitit ennakkoon, käyttää maastonavigointia, tai muita vaihtoehtoisia paikannustapoja. Älykkäät järjestelmät voivat jatkossa tunnistaa erilaisia vihollisen joukkoja, erottaa ne omista joukoista ja priorisoida maalit halutusti. Tällöin taistelukenttä voi muuttua paljonkin ketteryyden ja operaatiotempon suhteen. Mahdollisuuksia tuovat niin lennokit ilmassa, miehittämättömät

ajoneuvot kaupunkisodankäynnissä, kuin autonomiset torpedot tai miehittämättömät alukset merellä. Entistä suurempi laitteiden itsenäisyys, keskinäinen koordinaatio parvina ja vaikutuskeinojen autonominen etsiminen voivat avata uusia polkuja.

Haastatteluissa todettiin myös, että kehitystaso edustaa tällä hetkellä pitkälti vielä alhaisen tason autonomiaa ja ihmistä tarvitaan edelleen osana prosessia sotilassovelluksissa. Kustannustaso nousi myös esille käyttöönottoa rajoittavana tekijänä, tällä hetkellä edistynyt tekniikka on vielä kallista.

Bioteknologia ja ihmistä parantelevat teknologiat

Haastattelujen perusteella tunnistettiin useita mahdollisuuksia sekä toisaalta rajoitteita. Haastateltavat totesivat, että lähitulevaisuudessa sotilaiden kuormittumista maastossa voidaan luultavasti mitata helpommin jatkossa, mutta toisaalta ihmistä ei ehkä parannella millään erityisillä laitteilla vielä 2030-luvulle mentäessä. Potentiaalisesti kuitenkin arveltiin, että jossakin vaiheessa ihmisen suorituskykyä voidaan mahdollisesti parantaa ilman haittavaikutuksia, kuten voimaa, kestävyyttä, vireystilaa, valvomis- ja keskittymiskykyä ja päättelykykyä. Mahdollisuuksia tunnistettiin myös ulkoisissa tukirangoissa (*exoskeleton*), vaatteisiin upotettavissa ratkaisuisissa, sekä lääketieteellisesti sovellettavissa 3D-tulosteissa, kuten yksilöllisissä luusiirteissä. Bioteknisten komponenttien nähtiin tarjoavan uusia ratkaisuja uusilla materiaaleilla, teoriassa vaikkapa siihen, että halutussa tilanteessa monon pohjissa voisi olla paremmat luisto-ominaisuudet kuin nykysuoksissa. Uhkina biolääketieteessä nähtiin tulevaisuudessa biologisten taisteluaineiden käyttö, jopa geneettisesti kohdennettuina. Bioteknologialla voi olla yllättäviä, ennakoimattomia haitta- ja sivuvaikutuksia.

(H6) ”..Mitä tuommoinen voisi tuoda tullessaan... jos ajatellaan esimerkiksi yleisellä tasolla missä näistä voisi olla hyötyä, niin luonnollisesti varmaan taistelukentän olosuhteissa voimaa, kestävyyttä, valvomiskykyä. Myös poikkeusolojen tehtävissä muissakin, niin jos kyettäisiin esimerkiksi valveillaolokykyä, älykästä päättelykykyä yms. kehittämään ilman haittavaikutuksia.”

Data, Big data, kehittynyt analytiikka ja ICT

Kun maailma digitalisoituu ja data lisääntyy, nähtiin että tässä kehityksessä on välttämättä oltava mukana, vaikkapa tilannekuvajärjestelmien osalta. Tekoäly ja autonomia vaativat dataa ja analyysityökaluja. Toisaalta Big data laajenee

massojen välineeksi, myös kaikissa Puolustusvoimien toiminnoissa. Haastateltujen asiantuntijoiden mukaan tarvitaan datakonsepti, jossa turvallisessa pilvessä voidaan tallentaa turvaluokiteltua dataa, sekä dataa taistelujärjestelmien sensoridatasta, metadatalle varustettuna. Datan määrä lisääntyy jatkuvasti, mutta reunalaskennan (*edge*) lisääntyminen tai tekoäly datan eheyden parantamisessa voivat vähentää tarvetta tiedonsiirrolle, jolloin data-purske voi riittää esimerkkinä asejärjestelmien sensor-to-shooter järjestelmissä. Uudet kyvykkyydet, joita saavutetaan 5G ja 6G verkkojen avulla, tulevat arvioiden perusteella melko varmasti käyttöön jo 2030-luvulle mentäessä.

(H4) ”..suurimmat teolliset toimijat, jotka ovat tällä hetkellä kärkiosaaja tekoälyssä, niin he ovat keränneet jo vuosikausia dataa. Me ollaan vähän takamatkalla tässä... Sitten ongelman muodostaa se, jos puhutaan julkisesta Big datasta, niin sen omistajuus on tietyllä tavalla haastavaa, kun esimerkiksi informaatiovaikuttamisesta puhutaan, niin sitten se on Google, Meta ja nämä muut isot toimijat ja se on niiden hallussa..”

Haasteena nähtiin datan eheys ja riittävä datan määrä, jotta se saadaan osaksi autonomisia järjestelmiä, komentopaikkoja ja esikuntia. Jos tekoäly oppii, voi sen kouluttamiseen jatkossa riittävän hyvä tietomäärä (”good enough data”) Big datan sijaan. Tietty tietoina voi olla julkisesti saatavissa, mutta turvallisuusorientoituneessa organisaatiossa on ehkä taipumuksena rajata pääsyä jopa varmuuden vuoksi (”me tykätään leimata se turvaluokitelluksi”). Tämä on eräs tekijöistä joka sisältyisi uudenlaisen datakonseptin luomiseen, joka haastattelavien mukaan voi olla jo enemmänkin tahtotilasta kuin teknisistä seikoista riippuvainen.

Elektroniikka ja sähkömagnetiikka

Elektronisia ja sähkömagneettisia sovellusmahdollisuuksia tunnistettiin myös hyvin relevanteiksi sotilaskontekstin kannalta. Esimerkiksi tutkimusprojekteissa tulitikkuaakin kokoinen Raspberry Pi on jo nyt kyennyt ohjaamaan autonomisten ajoneuvojen prototyyppijä, joten ne yleistynevät myös käytännössä 2030-luvulla. Elektroniikassa arvioitiin jo lähestyttävän fyysikaalisten mahdollisuuksien rajoja, joten mikroprosessorien miniatyrisoituminen ei voine enää jatkua kovin kauaa. Jatkossa nähtäneen enemmän rinnakkaislaskentaa ja muita ratkaisuja.

(H6) ”..pidän sähkömagneettista spektriä...yhtä oleellisena (muiden) domain rinnalla. Ei ole olemassa joukkoa, jossa taistelija ei jossain määrin käytä erilaisia elektronisia järjestelmiä, jolloin sillä on käsittääkseni oma jälkensä sähkö- tai magneettisissa kentissä..”

Sähkömagneettinen spektri on ollut aina keskeisessä roolissa ja sen lisääntyvää sotilaallista käyttöä on nähty Ukrainassa, lähi-idässä ja vastaavissa operaatioissa. Satelliittipaikannuksen häirinnän vaikutukset ovat vaikuttaneet viime aikoina myös siviili-ilmailuunkin. Haastattelun mukaan ESM-spektrin käyttö tuottaa haavoittuvuutta tiedustelulle ja harhauttamiselle kaikkia sitä hyödyntäville osapuolille. Myös tiettyjen taajuusalueiden hyödyntäminen vaimennukseen häiveominaisuuksia ja mukautuvat plasma-antennit luovat uusia mahdollisuuksia. Säteilyä ja energiaa hyödyntävät aseet eivät tulosten mukaan ole ehkä lähiaikoina laajaan käyttöön tulevia välineitä.

Energia ja propulsio

Energiatekniikan soveltuvuuteen kehitystason nykytilanteessa suhtauduttiin melko varovaisesti. Käytännön esimerkkinä vaikkapa raskaiden ajoneuvojen toimimiseen täysin sähköisesti on rajoitteita latausajoissa ja latausinfrastruktuurin kattavuudessa, joten niiden ei uskottu lähivuosina tulevan laajempaan käyttöön ainakaan Puolustusvoimissa. Suomalainen puolustusjärjestelmä perustuu osin ottoajoneuvoihin, joten sähköistyminen vaikkapa raskaan kaluston osalta nähtiin käytännössä ongelmalliseksi yllämainituista syistä. Tulevaisuudessa hybridimootorit, mahdollistaisivat paremmin operatiivisen käytettävyyden ja myös lyhyitä aikoja äänettömästi. Tarvetta nähtiin synteettiselle, vähemmän ympäristöä kuormittavalle polttoaineelle, joka sopii nykyisiin polttomootoreihin. Lämpökennotyyppinen vetyparisto voisi tarjota mahdollisuuksia tulevaisuudessa, mutta tuskin vielä vuoteen 2030 mennessä. Energian kerääminen luonnosta tai liikkeestä voi tarjota jotain ratkaisuja. Edelleen haastatteluissa ideoitiin, että uusiutuvaa lämpöenergiaa voitaisiin myös varastoida kesän aikana energiavarantoihin kylmää vuodenaikaa varten. Luultavasti 2050-luvullakin tulee olemaan tehokkaampia polttomoottori-, vety-, kaas- ja sähköajoneuvoja sekä mahdollisesti muitakin energiaratkaisuja. Seuraavan sukupolven akkuteknologiat voivat olla kriittisiä tulevaisuuden taistelukentällä, mutta tuskin vielä 2030 mennessä.

(H7) ”Ajatuksena on ollut tätä liikenteen sähköistymistä, joka on ehkä ottanut viime aikoina vähän jarrua, ettei kaikkea vedetä sähköiseksi..”

(H3) ”..enemmän ehkä henkilökohtaisesti uskon ylipäättään, että meidän on pakko kehittää kanisterissa kannettava, täysin synteettinen polttoaine, joka ei kuormita ympäristöä niin paljon kuin nykyiset, ja se on siis se millä käytännössä asevoimat pystyy toimimaan. Esimerkiksi Suomen armeijan kaltainen joukko ei pysty millään sähkövehkeellä toimimaan..”

Energia-alan kehityksen nähtiin olevan yleisesti hitaampaa kuin vaikkapa ICT-puolella, joten vihreä siirtymä tuskin toteutuu vuoteen 2030 mennessä. Akkuteknologioiden uudet lupaukset eivät nopeasti realisoidu lehtijutuista käyttöön, liittyen kehittämisen fysikaalisiin rajoitteisiin. Energiajärjestelmät ovat usein haavoittuvia, kuten on Venäjän jatkuvien ilmaiskujen vaikutukset Ukrainan energiantuotantoon ovat osoittaneet.

Hypersooniset asejärjestelmät

Hypersooniset aseet nähtiin hyödyllisiksi nopeuden suhteen eri ympäristöissä ja käyttökohteissa, mutta niiden ei arvioitu tulevan Puolustusvoimien käyttöön vielä käsitellyssä aikaikkunassa. Hypersoonisten aseiden ympärillä on haasteltavien mukaan ollut nähtävissä myös tietynlaista ”hypetystä” joka on ristiriidassa tunnistettujen rajoitusten kanssa. Fysikaaliset lait ja rajoitukset, jotka tulevat vastaan ilmakehässä suurilla nopeuksilla, tuottavat haasteita ja rajoitteita, joita voi tietyiltä osin olla jopa mahdotonta ohittaa. Suurin uhka haastattelujen perusteella hypersoonisissa aseissa on valvonnan, suojautumisen ja torjumisen vaikeus. Lisäksi arvioitiin, että hypersooniset järjestelmät ovat hyvin kalliita.

(H4) ”.. Mutta hypersoonisuuteen liittyy tiettyjä haasteita, jotka liittyy hypersooniseen ilmiöön ilmakehässä.. Koska ilmakehän ja fysiikan lait pätee, ja niitä ei voi muuttaa..”

Uudet materiaalit ja valmistusteknologiat

Vastaajat kommentoivat, että sotilaskontekstissa testataan muun yhteiskunnan tapaan uusia materiaaleja ja niiden käyttöä. Uudet materiaalit voivat parantaa taistelijan mukavuutta, jos henkilökohtaiset varusteet kestävät paremmin kosteutta ja likaa, ollen sekä lämmittäviä että hengittäviä. Uudet materiaalit voivat myös suojata paremmin, kuten ohuimmat, kevyemmät ja kestävämmät suojarahusteet. Nanoteknologia voi tarjota mahdollisuuksia rakentaa pinnoitteita, jotka imevät tutkasäteilyä ja muuttavat havaittavaa profilia uhkan suuntaan.

Myös erilaisia edullisia maastouttamis- ja harhauttamismateriaaleja voi tulla käyttöön jatkuvasti kehittyviä sensoreita vastaan.

(H6) ”.. hyödyntämään jotain maastouttamis- tai harhauttamismateriaaleja, mitkä voisivat olla kohtalaisen edullisia käyttää kehittyvää sensoriverkkoa vastaan..”

(H7) ”.. näen 3D-tulostuksen aika merkittävänä mahdollistajana huoltoketjuihin, ihan rauhan aikana kuin poikkeusoloissa. Siinä voi tietysti tulla sellainen ongelma, että jos lähdetään ostamaan tai hankkimaan joku uusi järjestelmä, niin halutaanko se myydä sitten siten, että ne (myyjä) poistaa itsensä sitten siitä huoltoketjusta, koska se on taas sitten yritykselle bisnestä..”

Materiaalia lisäävä valmistus (3D-tulostus) voi tarjota hyödyntämismahdollisuuksia logistiikan kannalta pienempien varastojen tai erikoisosien nopeamman tuotannon kautta. Haasteeksi 3D-tulostuksessa voi tulla se, että valmistajat eivät välttämättä halua luovuttaa mallinnuksiaan loppukäyttäjälle, koska he menettävät silloin oman huoltoliiketoimintansa.

Kvanttiteknologiat

Näkemykset kvanttiteknologiasta vaihtelivat suuresti haastateltavilla. Osa näki sen nousevana ”mustana hevosenä” tekoälyn rinnalla, osa taas ei uskonut siihen vielä tässä aikaikkunassa. Mahdollisuuksina nähtiin, että kvanttietokoneille pystytään antamaan tällä hetkellä muulle tekniikalle mahdottomia laskutehtäviä, kuten simulointiin, tarkkuusnavigointiin ja kryptografiaan liittyen. Mahdollisuuksia nähtiin myös ilmapuolustuksessa häiveratkaisujen kiertämisessä ja siten paremmassa ilmatilannekuvassa. Tällä hetkellä haasteeksi nähtiin kankea tehtävien syöttäminen, jolloin käytettävyys sotilaskontekstissa voi olla vielä käytännössä mahdotonta. Kvanttilaskennan tehtävien ohjelmointiin tekoäly voi tuoda jatkossa helpotusta. Myös kvanttietokoneiden koko rajoittaa niitä toistaiseksi tulemasta taistelukentille. Uhkiksi nähtiin myös salausteknologioiden murtaminen, erityisesti kun tällaisesta mahdollisesta vastustajan suorituskyvystä tuskin olisi etukäteen tietoa. Erään haastateltavan mukaan tulevaisuudessa toimintatapamalli voisi olla vuokrata ulkoisesta palvelusta laskenta-aikaa esimerkiksi jonkin monimaalitalanteen ratkaisemiksi.

(H6) ”..nousee vastaan kaikessa...kvanttiteknologia jossain määrin nousee tulevaisuutta muuttavana teknologiana.. sitten missä vaiheessa, missä määrin ja mitkä ovat ne käytännön sovellukset?..”

Avaruusteknologiat

Avaruus tunnistettiin jo tällä hetkellä merkittäväksi toimintakentäksi viestintä-satelliittien ja kuvantamisen suhteen. Avaruus toimintaympäristönä on eräänlainen ”villi kortti” haastateltavien mukaan: esimerkiksi kukaan ei ole kattavasti voinut valvoa millaisia laitteita sinne on viety aiemmin eri toimijoiden toimesta. Mahdollisuuksia nähtiin erityisesti häiriöttömään kommunikointilinkkiin viesti- ja johtamisjärjestelmissä yksityisen yrityksen järjestelmien kautta (Starlink), joita on nähty myös Ukrainassa. Samalla ne nähtiin mahdollisena uhkana, koska yksityisessä omistuksessa ne ovat alttiimpia painostukselle tai omistajien intressien vaihtelulle. Tiedustelun nopeampi tilannekuva uusien SAR-satelliittien (esim. ICEYE) avulla lähes reaaliaikaisena nähtiin mahdollisuutena. Erityisesti yhdistettynä Big dataan, 3D-mallikirjastoihin kohteista ja tekoälyyn voitaisiin nopeuttaa tiettyä toimintaa tunneista jopa minuutteihin. Avaruuden suorituskyvyt nähtiin uhkana, jota ehkä rajoittaa vastapuolisuuden ja oman toiminnan lamauttamisen pelko, kuten ydinpelotteessa.

*(H4) ”..uudet materiaalit mahdollistavat esimerkiksi sen, että me voitaisiin ampua tuonne kiertoradalle huomattavasti halvemmalla tavaraa. Silloin saat-
taa tulla kyllä ilmiö, että avaruuden merkitys vielä multiploittuu tästä mikä se
on nyt. Avaruus on siinä mielessä haasteellinen dimensio, että pienellä valtiolla
rajoitetuin resurssein on erittäin haastavaa luoda pidäkettä tai torjuntakykyä
avaruudesta vaikuttamiseen, jolloin viimeisenä vaihtoehtona korostuu resi-
lienssin merkitys..”*

Uusien teknologioiden hyödyntämisen rajoitteita

Kysyttäessä mitkä asiat rajoittavat uusien teknologioiden hyödynnettävyyttä Puolustusvoimille (-2030) verkkokyselyn vastaajat saivat valita kolme tärkeintä syytä kutakin teknologia-aluetta kohden (mainintojen määrä suluissa). Suuria ongelmia ei nähty elektroniikan ja sähkömagneetiikan (30), tekoälyn (26) eikä datan, Big datan ja analytiikan suhteen (21).

Teknologioiden keskeneräisyys arvioitiin haasteeksi muun muassa bio- ja ihmistä parantelevissa teknologioissa, (44), kvanttiteknologian (35), autonomian, robottien ja autonomisten järjestelmien (31), uusien materiaalien ja valmistusteknologioiden (29) sekä energian ja propulSION (29) osalta. Kalleus arvioitiin haasteeksi avaruusteknologioiden (26) sekä hypersoonisten asejärjestelmien osalta (24). Muutamat vastaajat arvioivat käytön vaikeuden ongelmaksi datan, Big datan ja analytiikan suhteen (8).

Taulukossa 1 on esitetty vastaajien arviot uusien teknologioiden hyödynnettävyyttä haittaavia ja rajoittavia tekijöitä Puolustusvoimissa -2030 mennessä.

Taulukko 1. NATO EDT hyödynnettävyyttä haittaavat ja rajoittavat tekijät. Soluissa näytetty mainintojen määrä, jokainen vastaaja sai valita 3 kpl uutta teknologiaa kohden, n = 48.

	Ei suuria ongelmia	Kesken-eräisyys	Kalleus	Käytön vaikeus	Saatavuus	Ei sovellu sotilaallisesti
1. Tekoäly	26	18	1	3	0	0
2. Autonomia, robotit ja autonomiset järjestelmät	8	31	7	2	0	0
3. Bioteknologia ja ihmistä parantavat teknologiat	1	44	1	1	1	0
4. Data, big data, kehittynyt analytiikka ja ICT	21	10	5	8	2	2
5. Elektroniikka ja sähkömagnetiikka	30	8	8	1	0	1
6. Energia ja propulsio	11	29	7	0	1	0
7. Hypersooniset asejärjestelmät	5	19	24	0	0	0
8. Uudet materiaalit ja valmistusteknologiat	15	29	3	0	1	0
9. Kvanttitekologiat	2	35	5	4	1	1
10. Avaruusteknologiat	11	7	26	1	2	1
mainintoja yhteensä	130	230	87	20	8	5

Haastatteluissa todettiin, että teknologiassa on aina iso kuilu siinä, mikä on mahdollista ja mikä on nykyhetkellä käytössä. Jos esimerkiksi Yhdysvalloilla on käytössä jotain uutta teknologiaa, niin sitä ei välttämättä luovuteta edes liittolaisille välittömästi ja suoraan, tai jos luovutetaan, niin se on hyvin kallista. Käytön vaikeus ja saavutettavuus ovat mahdollisesti rajoitteena asevelvollisuuden perustuvassa järjestelmässä verrattuna ammattimaisiin armeijoihin. Turvaluokka on haastateltavien mukaan haaste Big datan käytön ja tekoälyn opettamisen osalta. Bioteknologian osalta eettiset ja moraaliset kysymykset voivat olla haastavia asevelvollisten osalta. Monissa uusissa teknologioissa rajoitteena kustannustehokkuus, joka riippuu pitkälti käyttötapauksista.

(H1) ”.. niin kuin normaali teknologian läpilyönti, mikä on mahdollista ja mikä on käytössä, niin siinä on aina iso gäppi.”

Haasteellisena nähtiin Puolustusvoimien osittain kankeiden hankintaprosessien hitaus, varsinkin nykyiseen teknologian nopeaan kehitymisvauhtiin liittyen. Ehdotettiin, että ajatusmallina pitäisi jatkossa hyväksyä tietty konsepti, joka sitten päivittyy elinkaaren aikana uusimmilla teknologioilla. Eli siirtymistä tuoteajattelusta järjestelmäajatteluun.

Opetusmenetelmien soveltuvuus uusien teknologioiden opettamiseen

Uusien teknologioiden opettamiseen parhaiten soveltuviksi nähtiin uudemmat, yhteistoiminnalliset menetelmät, suluissa vastausvaihtoehtojen 4 ja 5 suhteellisten osuuksien summat, sekä koko asteikon osalta keskiarvo ja keskihajonta. Simulaatiot (85,4%, ka = 4,17, kh = 0,91), Ongelmalähtöinen oppiminen (81,3 %, ka = 3,90, kh = 0,97), Käytännön työelämäprojektit (79,2%, ka = 4,19, kh = 0,87), Tutkiva oppiminen (75%, ka = 3,83, kh = 0,93), Design Sprintit (70,8 %, ka = 3,92, kh = 0,99) ja Oppimispelit (68,8%, ka = 3,92, kh = 1,16).

Hyvin soveltuviksi nähtiin myös Protopajat (64,6%, ka = 3,83, kh = 1,10) sekä Perinteinen ryhmätyöskentely (60,4%, ka = 3,67, kh = 0,86)

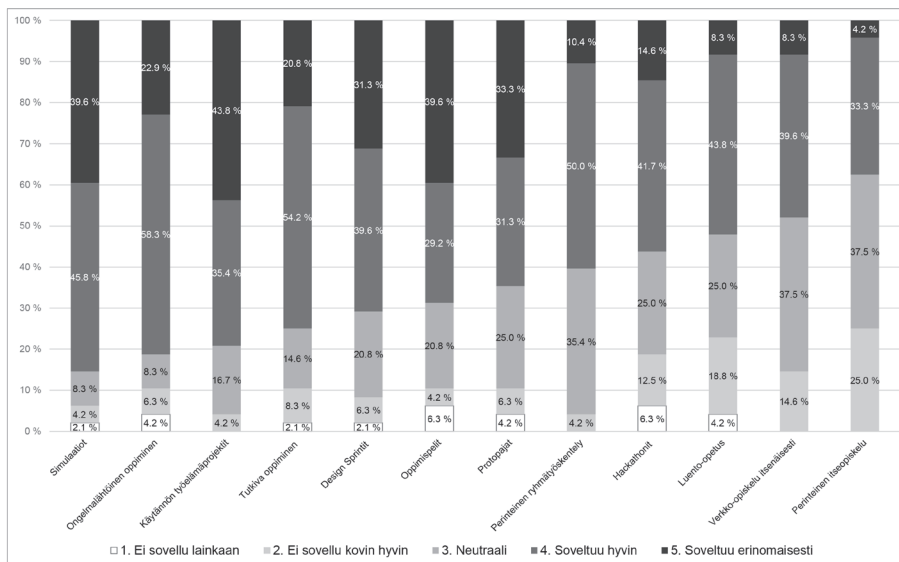
Vähiten soveltuviksi opetusmenetelmistä uusien teknologioiden opettamiseen nähtiin Hackathonit (56,3%, ka = 3,46, kh = 1,09), Luento-opetus (52,1%, ka = 3,30, kh = 1,02), Verkko-opiskelu itsenäisesti (47,9%, ka = 3,42, kh = 0,85) ja Perinteinen itseopiskelu (37,5%, ka = 3,17, kh = 0,86).

Eniten hajontaa vastauksissa oli oppimispeleissä, protopajoissa ja hackathoneissa käytettävyyden arvioinneissa. Voi olla, että vastaajilla on vähemmän ja vaihtelevan laatuista kokemusta näiden opetusmenetelmien toteutuksista. Samoin luento-opetuksen arvioissa oli hajontaa, joka voi kertoa siitä, että osa kokee perinteisen menetelmän sopivan sotilaskontekstiin edelleen ja toiset kaipaavat enemmän uudempiin opetusmenetelmien käyttöönottoa. Haastateltavat olivat yleisesti avoimia kokeilemaan uusia opetusmenetelmiä. Kuviossa 2 on esitetty vastausjakaumat opetusmenetelmien soveltuvuuden arvioinneista.

Avoimissa vastauksissa mainittiin Ryhmätyöt (10 mainintaa) sekä Käytäntö ja Käytännön työelämäprojektit (10 mainintaa). Perinteiset opetusmenetelmät (luento, itseopiskelu) nähtiin toimivaksi perusteiden opetuksessa (10 mainintaa). Luennoissa ei nähty toimivaksi monologeja, paatosta tai luennolla innovointia. Itseopiskelu ei saisi pohjautua pelkästään teoreettisiin tekstilähteisiin ylemmillä, käytännön soveltamiseen tähtäävillä osaamistasoilla.

Haastattelujen mukaan opetusmenetelmiin vaikuttaa opittavaa teknologiaa enemmän kohdejoukko, lähtötaso ja tavoiteltava osaamisen taso, eli mitä ja millä tasolla halutaan opittavan (esimerkiksi peruskäyttö vai soveltaminen).

Puolustusvoimien kontekstissa teknologioista pitäisi olla perustason tietämys, mutta käytännössä kaikkien ei kovin syvälle tarvitse aiheissa mennä. Teknologioita ei varsinaisesti opiskella erikseen vaan mahdollisesti vain osana oppiaineiden muita sisältöjä, joten perustiedot niistä voivat olla aika vaatimattomalla tasolla. Haastateltavien mukaan korkeammatkaan tutkinnot eivät välttämättä tarkoita automaattisesti syvällistä osaamista uusista teknologioista. MPKK kouluttaa tulevaisuuden upseereita nyt myös Natoon, joka myös



Kuvio 2. Opetusmenetelmien soveltuvuus uusien teknologioiden opettamiseen, tärkeysjärjestyksessä vastausvaihtoehtojen 4 ja 5 frekvenssin mukaan.

korostaa tarvetta arvioida mitä osaamisvaatimuksia ja suorituskyykyjä uudet teknologiat tuottavat tulevaisuuden sodankäyntiin.

(H1) ”..opetusmenetelmien soveltuvuus tulevaisuuden teknologioiden opettamiseen, ei mun mielestä teknologiat linkitä tätä, vaan se perustieto (=osaamisen lähtötaso) mikä siinä on..”

(H4) ”.. Tulevaisuuden teknologioita kun opetetaan, niin tietenkin täytyy ymmärtää jotain perusteita tulevaisuuden tutkimuksesta. Tärkeintä on tietynlainen epävarmuuden hyväksyminen ja ymmärtäminen, mikä on tulevaisuuden tutkimuksen luonne.”

Perinteisemmät menetelmät kuten luento-opetus ja perinteinen itseopiskelu sopivat tulosten mukaan enemmän perusteiden opettamiseen, joissa oppimisen kohteet ovat rajatut. Samoin hyvin soveltuviksi arvioitiin oppimispelit ja simulaatiot, jotka nähtiin mahdollisina ja osittain jo arkipäiväisinä.

Ongelmalähtöinen ja tutkiva oppiminen nähtiin myös lupaavina menetelminä. Yksi haastateltava näki ongelmalähtöisen oppimisen soveltuvana, mutta muualta saadun aiemman kokemuksen mukaan, hän oli saanut siitä opiskelijoilta huonoa palautetta. Opiskelijat eivät olleet pitäneet epämääräisistä

tehtävistä, joihin ei ollut selkeitä, oikeita ratkaisuja. Hänen näkemyksensä mukaan opiskelijat olivat oppineet esimerkiksi ylioppilastutkinnon kautta siihen, että on kuusi tuntia aikaa 10 tehtävään ja niihin on kaikkiin yksi oikea vastaus. Haastateltavan mukaan tämä voi kuvata opiskelijoiden oppimiskäsityksen ja esimerkiksi työelämässä edellyttävien valmiuksien välistä ristiriitaa - työtehtävissä oikeaa ratkaisua ei täysin ilmeisesti ole ja itsearviointitaidot korostuvat ulkoisen palautteen sijaan.

Uudempien ja kollaboratiivisten menetelmien, kuten käytännön työelämän projektien, design sprinttien tai hackathonien nähtiin edellyttävän pohjatiedot ja perusymmärryksen opittavasta teknologiasta. Niiden nähtiin soveltuvan ehkä enemmän asiantuntijatasen asian syventämiseen ja kehittämiseen. Tällaisilla saataisiin nopeasti yhdenmukaistettua ja nostettua osaaminen teknologioista vaikkapa strategisen tai operatiivisen suunnittelun henkilöstölle. Perinteinen luento-opetus nähtiin soveltuvana tiettyihin asioihin ”peruspurskeena”, joka mahdollistaa muiden oppimismenetelmien käytön, kuten tutkivan oppimisen. Monimuotoisuutta opetusmenetelmissä korostettiin tavoiteltavana asiana, mielenkiinnon säilyttämiseksi ja oppimisen tehokkuuden näkökulmista.

Haasteeksi uusissa opetusmenetelmissä nähtiin niiden mahdollinen kalleus ja käyttöönnoton vaatima aika. Sotilaskoulutus (asevelvollisten ja henkilökunnan) on haastateltavien mukaan kovan aikapaineen alla, jolloin perinteisten menetelmien halpuus sekä ajansäästö ovat usein esteinä uusien menetelmien käytölle, esimerkiksi kalliiden simulaatioiden hankinnalle. Lisäksi opetushenkilöstön osaamista pitäisi päivittää ja laaja kouluttautuminen on pois normaalista päivätyöstä, johon sijaisia ei tarkoituksenmukaisesti ole käytettävissä. Näihin liittyen haastateltavat nostivat esille hyödyn saatava vain jos opettajat saataisiin kunnollisesti koulutettua ja että tutkintoaikataulujen kireys tuottaa paradoksin, jossa kehittämisen vastapainoksi olisi nykyisestä ohjelmasta karsittava. Nähtiin, että uudet oppimismenetelmät teknologian opetuksessa on ehkä integroitava osaksi perinteistä opetusta.

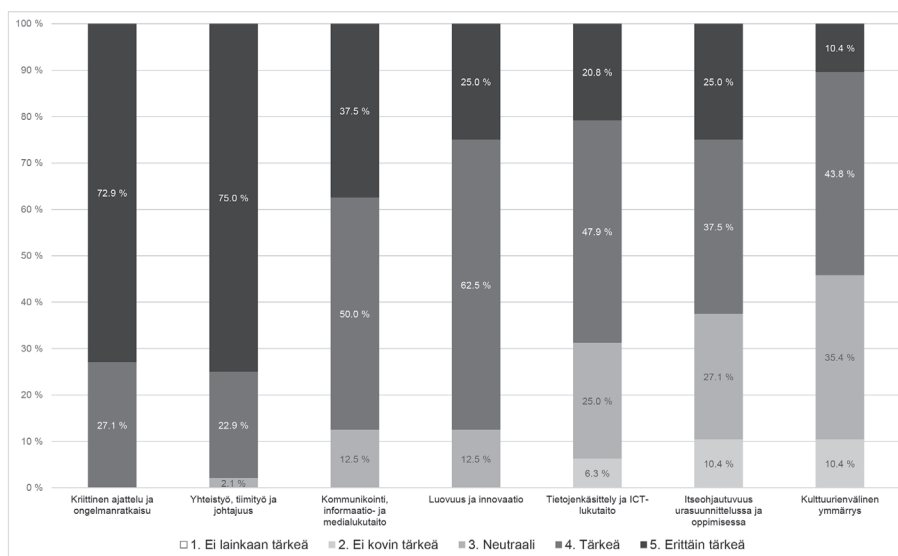
Käytännön työelämäprojektit nähtiin mahdollisina, osin limittäisinä opinäytetöiden tai harjoitusten kanssa. Harjoitukset ovat hyvin käytännönläheisiä ja intensiivisiä, joissa käytetään case-tarkasteluja ja skenaarioihin perustuvia esikuntaharjoituksia. Koska Puolustusvoimien toiminta on poliittisesti ohjattua strategisella tasolla ja hyvin normitettua toiminnan tasolla, nähtiin ettei ihan vapaasti voida lähteä innovoimaan, kuten muissa yliopistoissa.

Varusmieskoulutukseen liittyvään julkisuudessaakin käsiteltyyn yksityiskohtaan liittyen yksi haastattelija kiteytti mahdollisuudeksi, että ”nuorimmat ikäluokat saattaisivat olla jo valmiita TikTok -opetukselle, jos keskittymishorisontti alkaa olla lähempänä sitä muutaman sekunnin formaattia kuin 45 minuutin luentoa”.

Laaja-alaiset taidot (21st -century skills, 7C)

Laaja-alaisia taitoja arvioitiin seuraavasti, suluissa merkitty 4&5 vastauksien suhteellinen osuus prosentteina, vastausten keskiarvo ja keskihajonta. Tärkeimmiksi Puolustusvoimissa upseereille ja muulle henkilöstölle arvioitiin Kriittinen ajattelu ja ongelmanratkaisu (100%, ka = 4,73, kh = 0,45), Yhteistyö, tiimityö ja johtajuus (97,9 %, ka = 4,73, kh = 0,49), Kommunikaatio-, informaatio- ja medialukutaito (87,5 %, ka = 4,25, kh = 0,67) sekä Luovuus ja innovaatio (87,5 %, ka = 4,13, kh = 0,61). Melko tärkeäksi arvioitiin myös Tietojenkäsittely ja ICT-lukutaito (68,8 %, ka = 3,83, kh = 0,83). Vähemmän tärkeiksi suhteessa edellisiin arvioitiin Itseohjautuvuus urasuunnittelussa ja oppimisessa (62,5 %, ka = 3,77, kh = 0,95) ja Kulttuurienvälinen ymmärrys (54,2 %, ka = 3,54, kh = 0,82).

Kuviossa 3 on esitetty YE-kurssilaisten näkemykset laaja-alaisten taitojen tärkeydestä Puolustusvoimien henkilöstölle (upseerit ja muu henkilökunta).



Kuvio 3. Laaja-alaisten taitojen tärkeys Puolustusvoimien henkilöstölle (ml. upseerit ja muu henkilökunta), tärkeysjärjestyksessä vastausvaihtoehtojen 4 ja 5 frekvenssin mukaan.

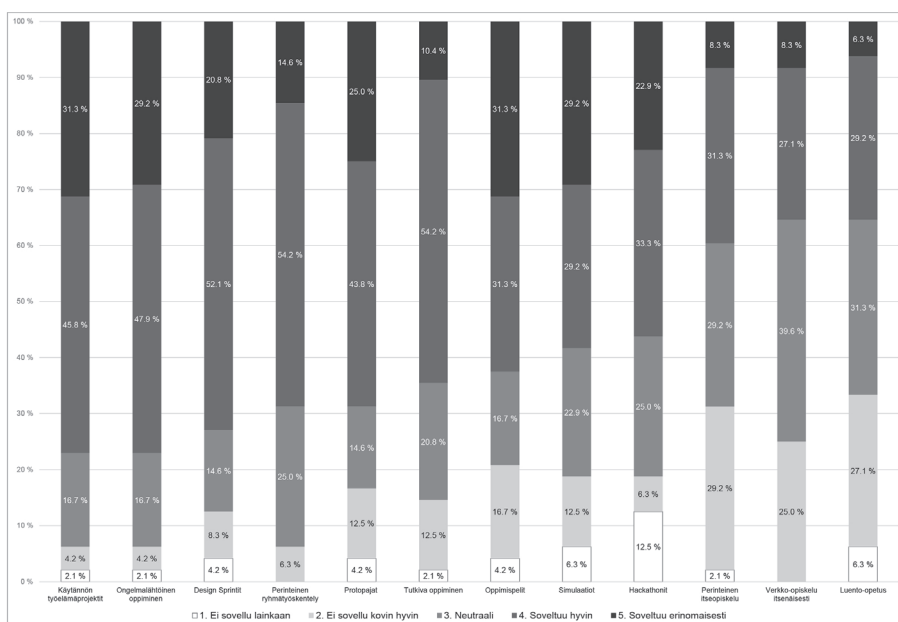
Laaja-alaiset taidot ja niiden opetusmenetelmät

Parhaimpina menetelminä laaja-alaisen taitojen (21st -century skills) opettamiseen nähtiin kollaboratiivisemmat menetelmät, suluissa merkitty 4&5 vastausten osuus prosentteina sekä vastausten keskiarvo ja keskihajonta. Käytännön työelämäprojektit (77,1%, ka = 4,00, kh = 0,92), Ongelmalähtöinen oppiminen (77,1%, ka = 3,98, kh = 0,91), Design Sprintit (72,9%, ka = 3,77, kh = 1,02), Perinteinen ryhmätyöskentely (68,8%, ka = 3,77, kh = 0,78) ja Protopajat (68,8%, ka = 3,73, kh = 1,11). Melko hyvinä nähtiin Tutkiva oppiminen (64,6%, ka = 3,58, kh = 0,92), Oppimispelit (62,5%, ka = 3,69, kh = 1,21), Simulaatiot (58,3%, ka = 3,63, kh = 1,21) ja Hackathonit (56,3%, ka = 3,48, kh = 1,27). Vähiten soveltuvina nähtiin Perinteinen itseopiskelu (39,6%, ka = 3,15, kh = 1,01), Verkko-opiskelu itsenäisesti (35,4%, ka = 3,19, kh = 0,91) ja Luento-opetus (35,4%, ka = 3,02, kh = 1,04).

Kyselyn avoimissa vastauksissa korostettiin parhaimmiksi menetelmiksi myös ryhmätyöskentelyä (kollaboraatio, 11 mainintaa) sekä käytäntöä, työelämä-/käytännön projekteineen (8 mainintaa). Simulaatiot, caset, testailu ja protoilu mainittiin 6 kertaa, sekä ongelmalähtöinen ja kokeileva oppiminen 3 kertaa. Vähiten soveltuviksi opetusmenetelmistä mainittiin luennot (15 mainintaa), kuten monologit, luennot ilman käytäntöä/harjoittelua tai muuten kuin perusteissa, koska passiivinen osallistuminen ei kehitä aktiivisia työskentelytaitoja. Myös pelkkä itseopiskelu (5 mainintaa) mainittiin huonona menetelmänä, erityisesti jos se ei sisällä vuorovaikutusta, ”annetaan vain manuaali käteen”, tai vailla aiempaa laaja-alaista osaamista ja motivaatiota liittyen opettavaan aiheeseen.

Kuviossa 4 on esitetty vastausjakaumat opetusmenetelmien soveltuvuudesta laaja-alaisen taitojen opettamiseen.

Haastateltavien mukaan laaja-alaiset taidot ovat tunnistettuja, hyödyllisiä ja kriittisiä taitoja melkein millä tahansa alalla ja niitä kohti mennään myös Puolustusvoimissa. Yksi haastateltava näki laaja-alaiset työelämätaidot hiljaisen tiedon kaltaisina taitoina (*tacit knowledge*). Silloin niitä ei voitaisi opettaa lähtökohtaisesti luento-opetuksena, tyyliin ”tässä on tämä 250-sivuinen kirja, sitten tentti”. Yhteistoiminnalliset tekemällä oppimisen (*learning-by-doing*) menetelmät kuten ryhmätyöskentelyt, käytännön projektit, protopajat, design sprintit ja hackathonit tukisivat tulosten perusteella paremmin laaja-alaisen taitojen oppimista. Niissä nähtiin korostuvan ihmisten välinen yhteistoiminta, yhteinen ajattelu ja -innovointi. Haastateltavat pohtivat myös voidaanko laaja-alaisia työelämätaitoja millään menetelmällä varsinaisesti opettaa, muuten kuin perusteiden ja valmiuksien osalta ja näiden kaikkien kehittyvän myös pitkän uran aikana.



Kuvio 4. Opetusmenetelmien soveltuvuus laaja-alaisten taitojen opettamiseen, tärkeysjärjestyksessä vastausvaihtoehtojen 4 ja 5 frekvenssin mukaan.

(H2) ”..Sehän on se, että millaista oppimista niiltä haetaan. Että kun monesti parjataan luento-opetusta, että se on huono opetusmenetelmä. Mielestäni se on aivan loistava, kun on joku asiantuntija, joka tosi ytimekkäästi puhuu aina sen ydinsisällön jostakin asiasta, mikään ei ole sen opettavampaa. Mutta silloin sillä on informatiivinen vaikutus, pyritään informaatioon ja laajentamaan näkökulmaa uudella tiedolla jostakin asiasta.”

Haastateltavat kommentoivat oppimismenetelmien listausta jatkumona (”putkena”). Pohjan luonnissa voidaan lähteä luento-opetuksena, jossa mukana perinteistä itseopiskelua, verkko-opiskelua ja ryhmätyöskentelyä, jolla syvennetään sitä luennolla käytyä asiaa. Soveltavaan osaamistasoon pyrittäessä voi käyttää ongelmalähtöisiä menetelmiä, tehdä skenaarioita, ratkaista ongelmia, tehdään ryhmätöitä. Osaamista syvennettäessä voidaan vielä tehdä käytännön työelämäprojekti, jonkinlainen isompi ryhmätyö. Tutkivalla oppimisella saadaan tieteellinen lähestymistapa mukaan, opitaan hyödyntämään tietoa ja tutkimusmenetelmiä. Simulaatiot ja oppimispelit menevät myös soveltavaan osioon. Sitten viimeiset, kuten protopajat, design sprintit ja hackathonit ovat jo erittäin soveltavia menetelmiä.

Haastateltavat kommentoivat, että pitää tarkastella sitä, millaista oppimista pyritään saavuttamaan ja valita sellainen opetusmenetelmä, joka sitä parhaiten tuottaa. Jos halutaan osaamistasoa nostaa siten, että se ei vain jää tiedon toistamiseksi, vaan että osaamista syntyy ja käytänteitä kehittyä, niin silloin aktivoivat menetelmät ovat parhaimpia, niissä aidosti ratkotaan ongelmia tai pyritään tekemään jotain käytännössä. Vaikka aiheen tärkeys tunnistetaankin, haasteena on saada aika ja resurssit muuttaa kulttuuria ja vallitsevia opetuskäytäntöjä. Pitää myös välttää se, etteivät upseerit ole liian korkeasti koulutettuja siihen mitä reserviarmeija tarvitsee joka hetki koulutuksessa ruohonjuuritasolla. Lisäksi asevelvollisuusjärjestelmän tuottamat suuret opetusryhmät vaativat helppoja, massamaisia ja työekonomisia ratkaisuja. Ongelmana nähtiin myös normitukset ja byrokratia. Eli luovuus, innovointi tässä kulttuurissa nähtiin aika vaikeaksi johtuen osin virkavelvollisuudesta ja kontrollikulttuurista.

(H5) ”.. Laaja-alaiset taidot ovat tunnistettuja, kohti niitä mennään. Ongelmana voi olla normitukset ja byrokratia. Siviilissä voi mennä vaikkapa sovel-luskauppaan, meillä ei (sovelluksia) voi ladata puhelimelle. Kaikki muut ovat paperilla ja skannattuna. Eli luovuus, innovointi tässä kulttuurissa on aika vaikeata, kun on kontrollikulttuuri johtuen virkavelvollisuudesta. Varusmiehet ja reserviläiset ovat massoja, joten ratkaisujen oltava yksinkertaisia, kuten siviilidroneja. Ristiriitana se, että innovaatio ei ole sidottu välineisiin, sitä voi tehdä peruskeinoin, kuten Ukrainassa. Siellä auttaa byrokratian puute vs. Suomi EU:n mallioppilaana. Vaikea sanoa, miten Suomi käyttäytyisi kriiseissä, esimerkiksi kilpailutussäännöt voisivat joustaa kriisin aikana...”

Kriittinen ajattelu ja ongelmanratkaisu

Kriittinen ajattelu ja ongelmanratkaisu nähtiin tärkeäksi kaikkien haastateltavien osalta. Tärkeyden syiksi Puolustusvoimien ympäristössä mainittiin tekniset innovaatiot joita on esiintynyt Ukrainan ja Gazan taistelukentillä. Uusia keinoja tuodaan jatkuvasti niin sanotulle harmaalle alueelle ja esimerkiksi hybridiuhkat ovat tulleet näkyviksi Suomen itärajalla ja merialueilla. Toisaalta sota nähtiin vanhanaikaisena, mutta siihen arvioitiin kietoutuvan luovuutta ja yllätyksellisyyttä tehtävätaktiikkaan liittyen. Hieman ristiriitaisena nähtiin se, että puhutaan paljon tehtäväjohtamisesta ja -taktiikasta, mutta jäykkänä linjaorganisaationa kuitenkin kerrotaan tarkkaan oikeat ratkaisut ja miten voi tehdä.

Aineistossa kriittisen ajattelun ja ongelmanratkaisun valmiudet linkittyivät luovuuteen ja innovaatioihin. Kriittisen ajattelun ja ongelmanratkaisun,

luovuuden ja innovaatioiden opetusmenetelminä nähtiin toimivan ryhmä-ajattelun, ideoinnin, uusien näkökulmien hakemisen, protopajat, oppimispelit ja simulaatiot. Tutkimustiimeissä luodaan ja innovoidaan yhdessä jo tänään, myös laajemmin Puolustusvoimien organisaation ulkopuolisten sidosryhmien kanssa.

Luovuus ja innovaatio

Haastateltavien vastauksissa korostettiin, että pitäisi kyetä keksimään uudenlaisia ratkaisuja. Luovuuden ja innovoinnin nähtiin vaativan aikaa ajatella ja riskinä pidettiin sitä, että Puolustusvoimien kulttuurissa on välillä liiaksi ”itse tehty kiire”. Ei saisi mennä liian kaavamaiseen ajatteluun, pitäisi kyetä ajattelemaan laatikon ulkopuolelta. Korostettiin, että välillä vieläkin vaikkapa taktiikan opetuksessa on tausta-ajatus, että pitää olla jonkinlainen malliratkaisu, johon halutaan päästä.

(H3) ”..jos nyt ajatellaan tollaista sotatieteen kandia, joka valmistuu käytännössä komppanian päälliköksi, siis sodanajan komppanian päällikön tehtävään, ja toimii joukkueen kouluttajana. Niin nimenomaan taktisesta näkökulmasta se komppanian taisteluhan on enempi tai vähempi ongelmanratkaisua, luovuutta ja innovointia, erityisesti heti sen jälkeen kun on vihollisen kanssa ensimmäinen kontakti otettu, ja se suunnitelma on mennyt pilalle, mikä alun perin on tehty...”

(H7) ”..Eli toi luovuus, innovointi ihan sotataidollisesta osaamisesta ja taktiikasta, mä nostaisin aika korkealle, että me kyettäisiin ajattelemaan ”out-of-the-box”. Ja edelleenkin pitämään ne tietyt periaatteet siinä mukana, ettei tehdä hölmöjä ratkaisuja sen takia, että tää nyt oli hyvinkin innovatiivinen ajatus. Meillä on oltava mahdollisuus siihen, ettei me aina toteuteta asioita täysin identtisesti samalla tavalla, koska sit siitä tulee kaava, jota vastapuoli pystyy hyödyntämään...”

Kollaboraatio, tiimityö ja johtajuus

Moni haastateltava mainitsi, että Puolustusvoimissa tehdään töitä yhdessä, joten kukaan ei voi käytännössä toimia erakkona. Ei ole yksilöitä vaan tiimejä ja yhteistoimintaa, kuten esimerkiksi esikuntatyössä. Pitää kyetä toimimaan yhdessä ja lisäksi luottamaan johtajaan, joka tekee ratkaisun. Eräs haastateltava

totesi, että ryhmätöissäkin jonkun on otettava johtajan rooli, muuten se ei välttämättä toimi tai lopputulos voi olla hyvin erilainen mitä odotetaan. Johtajuus on aivan ytimessä Puolustusvoimissa, kun johtajia koulutetaan.

Hyvinä oppimismenetelminä haastateltavat näkivät ylipäänsä sen, että laitetaan ihmisiä toimimaan keskenään, kuten maastoharjoituksissa. Jatkuvasta toisten kanssa yhdessä asumisesta ja elämisestä opitaan silloin tiimityöstä ja kollaboraatiosta varsinaista koulutusta enemmän. Osataan sen jälkeen olla käytännössä kaikkien kanssa. Ryhmätöissä haasteina nähtiin tasapuolisen osallistumisen varmistaminen, joka voisi onnistua paremmin suoritusajan ollessa rajattu, kuten hackathon'issa tai Design Sprint'issä. Tällöin tehtäviä ei ole mahdollista jakaa osiin ilman jatkuvaa vuorovaikutusta.

Kulttuurienvälinen ymmärrys

Kulttuurienvälisen ymmärryksen nähtiin haastatteluissa tulevan merkittäväksi kriisinhallintaoperaatioissa ja nyt Nato -viitekehyksessä, joka koostuu eri Nato-maiden joukoista. Kaikki joukot tulevat erilaisista kulttuuri- ja koulutustaustoista ja on ehkä koulutettu eri tavalla sodankäyntiin ja käytänteisiin. Vaatii kulttuurienvälistä ymmärrystä, jotta yhteistoiminta onnistuu parhaalla mahdollisella tavalla. Aiemmin toimittiin yksin, mutta nyt voi olla 32 erilaista tapaa ymmärtää ja soveltaa yhdessä käytettäviä toimintamalleja. Nato -liittouman voimavara on yhtenäisyys, joten ei voida tehdä asioita vastoin toisen kulttuurin ja heidän normaalia toimintatapaansa. Myös kriisinhallintatehtävissä on ymmärrettävä esimerkiksi uskonnon tai miehen ja naisen roolin erilainen merkitys eri kulttuureissa.

Eräs haastateltava näki, että opetusmenetelmänä voisi toimia esimerkiksi asiantuntijaluento, jossa pitkään kohdemaassa ollut kertoo kokemuksistaan esimerkkien kautta. Se koettiin paremmaksi kuin pelkkä itseopiskelu kirjasta. Nähtiin, että perinteisillä menetelmillä voidaan luoda pohja mutta lisäksi pitäisi harjoitella reaalimaailman tilanteita erilaisten case-tarkastelujen kautta ryhmätyöskentelynä, ongelmalähtöisellä oppimisella ja simulaatioilla.

Kommunikaatio, informaatio- ja medialukutaito

Kommunikaation, informaatio- ja medialukutaidon nähtiin korostuvat nyt ja tulevaisuudessa. Sekä oikeata ja disinformaatiota kommentoitiin olevan paljon liikkeellä. Tekoälyn kehittyessä tulee myös erilaisia, entistä uskottavampia syväväärrennöksiä (*deep fake*). Puolustusvoimien henkilöstön osalta on annettu näihin koulutusta ja perusymmärryksen aiheesta koettiin olevan hyvällä tasol-

la. Koko väestön osalta medialukutaidon tarve nähtiin sen sijaan suuremmaksi. Jos informaatio-operaatiot ovat nykyisin yleinen keino, niin niiden tunnistaminen on oleellinen taito henkilökunnalle ja laajemmin kansalaisille. Lähdekritiikki koettiin tärkeäksi, mutta sitä ei kovin laajasti sellaisenaan opeteta. Nähtiin, että sotilaiden pitää pystyä suodattamaan tietoa ja olla medialukutaitoisia, osata tutustua vaikkapa lehtiartikkelin alkuperäislähteisiin ja hahmottamaan yleensäkin mitä ympäröivässä yhteiskunnassa tapahtuu. Opetusmenetelmät näiden taitojen kehittämisessä nähtiin monimuotoisina, kuten pohjan luomista perinteisin menetelmin ja soveltavia harjoituksia, ryhmätöitä, oppimispelejä, tutkivaa oppimista ja skenaariotöitä.

Tietojenkäsittely ja ICT-lukutaito

Digitaidot koettiin yleisesti tärkeäksi erilaisten tietojärjestelmien ja toimistoversojen osalta. Itseohjautuvuutta nähtiin tarvittavan erityisesti tehokkaan tiedonhaun oppimiseksi. Tekoäly ja automaatio voivat haastateltavien mukaan korvata ihmisen tietyissä asioissa, mutta edelleen ihmistä nähtiin tarvittavan tukemaan järjestelmien toimintaa, johon taas vaaditaan tietynlaista osaamista. Tarvittavien digitaalisten taitojen tarpeen nähtiin muuttuvan jatkossa ammattien, urien ja osaamisalojenkin muuttuessa. Digitalisaation nähtiin koskettavan Puolustusvoimia kuten muutakin yhteiskuntaa. Teknologiariippuvuuden nähtiin tulevan osin teknologiajäteiltä sosiaalisen median yleistessä jatkuvasti (”ruutuja tuijotetaan useita tunteja päivässä”). Varusmiesarmeijassa onkin ehkä tulosten perusteella otettava jatkossa huomioon sosiaalisen vuorovaikutuksen muuttuminen tai ”loppuminen” nuorimmista ikäluokista alkaen.

Itseohjautuvuus urasuunnittelussa ja oppimisessa

Itseohjautuvuuden rooli urasuunnittelussa nähtiin vaihtelevasti. Moni haastateltava kommentoi, että he ovat itse pystyneet vaikuttamaan uraansa, ja omalla motivaatiolla sekä aktiivisuudella voi jonkin verran vaikuttaa urakehitykseen. Haastattelijat näkivät urasuunnittelun upseereille tulevan pitkälle valmiina. Henkilöstöjärjestelmässä voi esittää toiveita siitä, minkälaisiin työpaikkoihin haluaisi. Jos nykyinen esimies päästää uusiin tehtäviin, niin sitten niihin koulutetaan. Urasuunnittelun nähtiin osin riippuvan myös omasta aktiivisuudesta, kuten opintomenestyksestä. Kadettien kohdalla nähtiin ajoittaisena haasteena motivaation puute, jos opetettava aihe ei vaikuta arvosanaan. Arvosanat nähtiin isona motivaattorina, koska palveluspaikka perustuu voimakkaasti niihin.

Itseohjautuvuuden nähtiin voivan johtaa myös vikaan, jos organisaation tavoitteet ovat erilaiset kuin yksilön. Toisaalta esteinä voi olla esimies, joka ei päästä tai sitten satunnainen sijoittaminen osaamisesta riippumatta, tai hieman vääränaikainen sijoittaminen uusiin tehtäviin.

Menetelminä itseohjautuvuuden kehittämiseen nähtiin perinteistä luento- ja itseopiskelua paremmin sopivan käytännön työelämäprojektit, tutkiva oppiminen ja mahdollisesti oppimispelit.

Tilat, välineet, opettajien osaaminen ja yhteistyö uudempien oppimismenetelmien tukena

Käytännön haasteina kommentoitiin, että aiemmin mietityn luentosetin muokkaaminen toisenlaiseen opetusmenetelmään on työlästä. Käytännössä se tarkoittaa uuden kurssin luomista uudelta pohjalta, mikä ehkä onnistuu helpommin “nuorelta kapteenilta kuin toiselta vuosikymmenten opetusten jälkeen”. Muokkauksen järkevyyteen nähtiin vaikuttavan myös opetustuotteen elinkaari.

Upseerit kouluttavat itse sotilaiden ydinosaamista. He myös johtavat opetusta, eli hankkivat ulkopuolisia asiantuntijoita eri aloilta luennoille, hoitavat järjestelyt ja integroivat sisällöt osaksi koulutusohjelmaa. Haasteeksi nähtiin massiiviset opiskelijamäärät, jotka jatkossa kasvavat edelleen.

Tilojen hallinnointi nähtiin haasteeksi, vaikka jonkin verran modernejakin ryhmätyötiloja on, niitä ei riitä kaikille ryhmille. Isossa auditoriossa vuorovaikutus jää väistämättä varsin vähäiseksi. Osa opetuksesta tapahtuu myös muunlaisissa ympäristöissä kuten maastoharjoituksissa ja ampumaradoilla. Ajoittaisten tilojen puutteiden ja järjestelmien toimivuuden kanssa todettiin pärjättävän, mutta henkilöstöresurssin puutteiden nähtiin suoraan heikentävän opetuksen laatua.

(H2) ”..Meillähän on aivan massiiviset opiskelijamäärät..Tilojen hallinnointi on tosi tärkeätä, onko niitä tiloja ja minkälaisia ryhmiä siellä on..”

(H7) ”..jos henkilöstöresurssi, niin se vaikuttaa suoraan myös siihen opetuksen laatuun. Se on ehkä se suurin puute tällä hetkellä, että tiimit eivät ole täynnä..”

Opettajien osaamisen eri opetusmenetelmästä nähtiin vaihtelevan. Osan nähtiin hyvinkin avoimella mielin lähtevän soveltamaan kaikkia keinoja ja jollain osastolla erilaisia opetusmenetelmiä käytetään paljon.

Paras oppimistulos nähtiin saavutettavan käyttämällä opetusmenetelmiä monimuotoisesti. Kyse on myös toteutustavasta, niin luento-opetusta kuin simulaatioitakin voidaan toteuttaa monella eri tavoin. Haasteena voi olla se, että jos ohjelmassa on opetukseen annettu 12 oppituntia kuudelle eri kerralle jaettuna, korkeatasoista oppimista ei kunnolla pysty järjestämään, jolloin turvaututaan helposti klassiseen luento-opetukseen.

Opinnäytetöiden nähtiin olevan tällä hetkellä useimmiten enemmän teoreettisia ja tutkimusmenetelmien opettelua kuin käytännön työelämäprojekteja ja työyhteisön toiminnan kehittämisessä. Aiemmin toteutetuissa ja sittemmin poistuneissa pitkän sivuaineen opinnoissa nähtiin työelämälähtöisille projekteille olleen enemmän tilaa.

Eri oppilaitosten kanssa tehdään jo nyt paljon yhteistyötä mm. kaksoiskäytötekniologiaihin ja innovaatioihin liittyen. Sotilaskontekstin erityispiirteiden sisäistäminen voi kestää kauan ja hedelmällinen yhteistyö vaatii näkemysten yhteensovittamista. Voi olla kustannustehokkaampaa hankkia järjestelmiä ja osaamista eri toimijoilta, joka taas toisaalta voi muodostaa suoranaisten riippuvuussuhteessa tähän toimijaan. Sotilaallisesti järkevä omavaraisuus huoltovarmuuden kannalta ei ole aina mahdollista.

Pohdinta

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Naton uusien teknologioiden ja laaja-alaisten taitojen tärkeyttä sekä niiden oppimiseen liittyviä näkemyksiä Puolustusvoimissa lähitulevaisuudessa, vuoteen 2030 mennessä. Digitaidot ja uusien teknologioiden käyttöönotto linkittyvät laaja-alaisiin taitoihin. Tietotekniikan käyttö ja hyödyntäminen vaatii muutakin kuin teknistä osaamista, kuten ongelmanratkaisua, luovuutta ja kommunikaatiota muiden kanssa.

Kyselytutkimukseen osallistui varsin kattavasti vastaajia yleisesikuntaupseerikurssilta (n=48/72). Haastatteluun osallistuneet asiantuntijat edustivat laajasti sotatieteiden korkeinta asiantuntijatasoa eri tieteenaloilta.

Naton uuden teknologian kymmenestä osa-alueesta (NATO EDT 2023-2043) vastaajat näkivät tärkeimmiksi Tekoälyn, Big datan ja analytiikan käytön, sekä Elektroniikan ja sähkömagneettisen spektrin hyödyntämisen vuoteen 2030 mennessä. Näiden osalta ei myöskään nähty suuria ongelmia, jotka haittaavat tai rajoittavat hyödyntämistä. Vähiten tärkeiksi, vasta myöhemmin tuleviksi nähtiin Bioteknologia ja ihmistä parantelevat teknologiat, Hypersooniset aseet sekä Kvanttitekniologia. Suurimmiksi rajoitteiksi monissa uusissa teknologioissa nähtiin joko teknologioiden keskeneräisyys (7/10) tai kalleus (2/10) tällä hetkellä. Uuden teknologian osalta koettu käytön helppous ja

koettu hyödyllisyys vaikuttavat käyttöaikomukseen ja myöhempään todelliseen käyttöön.

Uusien teknologioiden opetukseen parhaiten soveltuviksi nähtiin ryhmittöihin ja käytäntöön perustuvat opetusmenetelmät, kuten käytännön työelämäprojektit, ongelmalähtöinen oppiminen, simulaatiot, tutkiva oppiminen, Design Sprintit ja oppimispelit. Vähiten soveltuviksi nähtiin hackathonit, luennot, itsenäinen verkko-opiskelu sekä itseopiskelu. Perinteiset menetelmät nähtiin soveltuvaksi perusteiden opettamiseen ”peruspurskeeksi”, mieluiten osana muita monimuotoisia opetusmenetelmiä.

Laaja-alaisten taitojen (21st -century skills) suhteellinen tärkeysjärjestys nähtiin seuraavasti: 1) Kriittinen ajattelu ja ongelmanratkaisu, 2) Kollaboraatio, tiimityö ja johtajuus, 3) Kommunikaatio-, informaatio- ja medialukutaito, 4) Luovuus ja innovaatio, 5) Tietojenkäsittely ja ICT-lukutaito, 6) Itseohjautuvuus urasuunnittelussa ja oppimisessa, 7) Kulttuurienvälinen ymmärrys. Kriittisen ajattelun ja ongelmanratkaisun korostettiin olevan tärkeää upseereille, niin rauhan kuin kriisin aikana. Kollaboraatio, kommunikaatiovalmiudet ja medialukutaito mainittiin tärkeiksi upseerin osaamisalueiksi. Luovuutta ja innovaatiota korostettiin vaikkapa taktiikan opiskelussa. Tietojenkäsittelytaitojen nähtiin muuttuvan ja tarpeen pysyvän myös tulevaisuudessa. Osa tunnisti myös itseohjautuvuuden tärkeyden osaamisen asiantuntijoiden osaamisen kehittämisessä ja talossa pitämisessä jatkossa, mutta samalla voidaan ajatella että kontekstin erityispiirteistä kontrolloitu henkilöstö- ja urasuunnittelu on tavallaan ristiriidassa itseohjautuvuuteen liittyvien valmiuksien korostamisen kannalta. Samoin lisääntyvän kansainvälisen yhteistyön kriisinhallinnan ja Naton myötä nähtiin korostavan tarvetta lisääntyvään kulttuurienväliseen ymmärrykseen, vaikkapa 32 erilaisen Nato-maan joukkojen välillä.

Laaja-alaisten taitojen oppimiseen soveltuvimpina menetelminä nähtiin Käytännön työelämäprojektit, Ongelmalähtöinen oppiminen, Design Sprintit, Perinteiset ryhmätyömenetelmät, Protopajat, Tutkiva oppiminen, Oppimispelit ja Simulaatiot. Vähiten soveltuvina pidettiin Luento-opetusta, Verkko-opetusta varsinkin pelkkinä luentokalvoina tai materiaalina verkossa, sekä Itseopiskelua. Luento-opetus nähtiin soveltuvaksi asiantuntijaluentoina, vain perusteisiin ja osana monimuotoisia opetusmenetelmiä. Opetusmenetelmien kannalta ilmeni myös kokonaisvaltainen ajattelu osaamisen kehittämisessä. Ajateltiin, että jatkumo erilaisia opetusmenetelmiä toisiaan ja tavoitteita tukevalla tavalla on tärkeämpää kuin yksittäisen opetusmenetelmän avulla saavutettavat tiedot tai taidot. Oppijan roolin kannalta keskeiseksi tekijäksi nousi tavallaan yhdessä tekeminen ja uuden tiedon tuottaminen, kun taas passiivinen rooli oppijalle näyttäytyi ei-suotavana.

Monet tulokset, jotka kuvaavat vastaajien käsitystä laaja-alaisista taidoista ja niiden muodostumisesta koulutuksen kautta, voidaan ajatella vastaavan hyvin modernia määrittelyä asiantuntijuuteen liittyvistä valmiuksista, jotka mahdollistavat tehokkaan ja notkean toiminnan tietyssä kontekstissa. Tällä tavalla määrittely osaaminen koostuu siten, että yksittäisiä tai erillisiä osaamis-ia yhdistyy korkeamman tason valmiuksiksi. Tämä tapahtuu kun esimerkiksi kokemuksen tai opetuksen kautta saavutetaan ymmärrys mahdollisuuksista, kokonaistoiminnasta ja asioiden liittymisestä toisiinsa (Feltovich ym. 2018, 15; Schraw 2006, 254; Dreyfus & Dreyfus 2005, 782–788). Edelleen tulokset osoittivat yksilön luovan ajattelun ja ongelmanratkaisutaitojen olevan relevanttia so-tilaskontekstissa (vrt. Pulkka, 2022).

Kyselytutkimuksessa ja haastatteluissa havaittiin jonkin verran kahtiajakoisuutta uusiin teknologioihin ja opetusmenetelmiin suhtautumisessa. Tulevaisuudessa voisi tutkia tarkemmin, löytyykö Puolustusvoimien upseereista ja henkilökunnasta teknologiaoptimistien, -pessimistien ryhmiä ja mitkä tekijät selittävät suhtautumisen taustoja. Tulevaisuuden sodan kuvissa voi olla havaittavissa eroja, eli nähdäänkö seuraava kriisi teknologian käytöltään pääosin perinteisenä, teknofuturistisena vai hybridisotana. Tässä tutkimuksessa osallistujat tunnistivat uusien teknologioiden ja hybriditoiminnan roolin osana nykyistä vaikuttamista ja sodankäyntiä. Jokainen uusi teknologia-alue kannattaa tutkia syvemmin myös erikseen, täsmentäen vielä tarkemmin konkreettiset käyttötapaudet haastateltaville.

Jotkut opetusmenetelmät, kuten käytännön työelämäprojektit, hackathonit tai Design Sprintit ovat vielä yleisesti vähemmän tuttuja. Niitä kannattaisi kokeilla, kehittää ja tutkia laajemmin Puolustusvoimissa, niin uusien teknologioiden kuin laaja-alaisen taitojen oppimisessa. Samoja opetusmenetelmiä voi hyödyntää moniin muihinkin aiheisiin, joten kokeiluja, niiden opetusta ja tutkimusta niiden soveltamisesta voisi tutkia opetusmenetelmittäin.

Insinöörikoulutuksesta saatujen kokemusten mukaan ongelma- ja projektilähtöinen oppiminen voi kaventaa kuilua koulutuksen ja työelämän välillä, sekä kehittää ongelmanratkaisua ja kollaboraatiotaitoja. Samalla on varmistettava luonnontieteiden perusosaamisen säilyminen ja kyky itsenäiseen työskentelyyn tarvittaessa (Kolmos, 2020). Viikon mittaisissa Design Sprinteissä voidaan samanaikaisesti kehittää teknologiataitoja ja laaja-alaisia työelämätaitoja korkeasteella, kuten kriittistä ajattelua ja ongelmanratkaisua (Mononen, 2024).

Kaiken kaikkiaan tämän tutkimuksen tuloksien perusteella voidaan suositella, että uuden teknologian käytön helppouden, käyttötapauksen ja hyödyllisyyden viestimiseen tulisi panostaa jo käyttökoulutusta suunniteltaessa (esim. Davis, 1989). Näin voidaan helpottaa varsinaista uuden teknologian oppimista ja käyttöönottoa. Vaikuttaisi myös siltä, että hyödyntämällä laajemmin uusia

opetusmenetelmiä ja menetelmien yhdistelmiä voitaisiin mahdollisesti ketteröittää uusien innovaatioiden ja yhteistoimintatapojen syntymistä sekä teknologioiden omaksumista sotilaskontekstissa. Laaja-alaiset taidot ovat relevantteja nykyisin ja tulevaisuudessa myös tutkimuksemme perusteella ja niitä voitaisiin kehittää erityisesti yhteistoiminnallisilla menetelmillä, niin uusien teknologioiden kuin eri oppiaineiden opettamisen yhteydessä.

Lähteet

- Abraham, Y. (3.4.2024). 'Lavender': The AI machine directing Israel's bombing spree in Gaza. +972 Magazine. 3.4.2024. Luettu 3.6.2024. <https://www.972mag.com/lavender-ai-israeli-army-gaza/>
- Barnett, R. (2009). Knowing and Becoming in the Higher Education Curriculum. *Studies in Higher Education*, 34(4), 429–440.
- Davis, F. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.
- Dreyfus, H., & Dreyfus, S. E. (2005). Peripheral vision: Expertise in real world contexts. *Organization Studies*, 26(5), 779–792.
- Euroopan Unioni. (2021). The Digital Decade. *Digital Skills & Jobs Platform*. Luettu 15.5.2024. <https://digital-skills-jobs.europa.eu/en/actions/european-initiatives/digital-decade>
- Feltovich, P. J., Prietula, M. J., & Ericsson, K. A. (2018). Studies of expertise from psycho[1]logical perspectives. Historical foundations and recurrent themes. Teoksessa K. A. Ericsson, R.R. Hoffman, A. Kozbelt, & A.M. Williams (toim.) *Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*. New York, NY: Cambridge University Press. 2.painos, 59–83.
- Herman, R., DiNicola, S. E., Armentrout, C. P., & Ross, S. M. (2019). Improving 21st Century Skills in the US Air Force. *JSTOR*. <https://www.jstor.org/stable/pdf/resrep19895.pdf>
- Kolmos, A., Holgaard, J. E., & Clausen, N. R. (2020). Progression of student self-assessed learning outcomes in systemic PBL. *European Journal of Engineering Education*, 46(1), 67–89. <https://doi.org/10.1080/03043797.2020.1789070>
- van Laar, E., van Deursen, A. J., van Dijk, J. A., & de Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior*, 72, 577–588. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010>
- Mononen, A. (2024). Perceptions of 21st-century digital skills and agency among design sprint participants in Laurea UAS, Finland. *Journal of Data Mining & Digital Humanities*, NLP4DH, 13291. <https://doi.org/10.46298/jdmdh.13291>
- NATO Science & Technology Organisation. (2023). Science & Technology Trends 2023–2043. Across the Physical, Biological, and Information Domains. Volume 1: Overview. *NATO graphics & printing*. https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2023/3/pdf/stt23-vol1.pdf
- Pulkka, A.-T. (2022). Menestyvä taktinen ajattelija yleisesikuntaupseerikurssilaisten käsitksissä. Teoksessa A.-T. Pulkka, & J. Hollanti. (toim.) 2022. *Sotilasjohtaja taistelussa*. Maanpuolustuskorkeakoulu, Julkaisusarja 2: Tutkimusselosteita nro 6, 77–98.

- Pulkka, A.-T. (2023). Johdanto. Teoksessa A.-T. Pulkka, & J. Hollanti. (toim.) 2023. *Sodankäynnistä ja sotilaskoulutuksesta*. Maanpuolustuskorkeakoulu, Julkaisusarja 1: Tutkimuksia nro 54, iii-xiii.
- Rentola, H. (2023). Sotilaspedagogisia näkökulmia sodankäyntiin ja suorituskyvyn kehittämiseen. Teoksessa A.-T. Pulkka, & J. Hollanti. (toim.) 2023. *Sodankäynnistä ja sotilaskoulutuksesta*. Maanpuolustuskorkeakoulu, Julkaisusarja 1: Tutkimuksia nro 54, 111–128.
- Schraw, G. (2006/2009). Knowledge: Structures and processes. Teoksessa P. A. Alexander, & P. H. Winne (toim.) (2006/2009). *Handbook of Educational Psychology*. 2. painos. Routledge: New York, USA, 245–263.
- Teknologiaateollisuus (21.9.2021). Selvitys: Teknologiaateollisuus tarvitsee 10 vuoden sisällä 130 000 uutta osaajaa – Ikääntyvän Suomen osaajapula uhkaa romuttaa digivihreän talouskasvun. Tiedote, *teknologiaateollisuus.fi*. Luettu 26.1.2024. <https://teknologiaateollisuus.fi/selvitys-teknologiaateollisuus-tarvitsee-10-vuoden-sisalla-130-000-uutta-osaajaa-ikaantuvan-suomen-osaajapula-uhkaa-romuttaa-digivihrean-talouskasvun/>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Wiley.