
Tekoälyavusteiset asejärjestelmät nykyaikaisessa sodankäynnissä

LuK-tutkielma
Turun yliopisto
Tietotekniikan laitos
Tietojenkäsittelytiede
2023
Jere Leman

TURUN YLIOPISTO
Tietotekniikan laitos

JERE LEMAN: Tekoölyavusteiset asejärjestelmät nykyaikaisessa sodankäynnissä

LuK-tutkielma, 20 s.
Tietojenkäsittelytiede
Toukokuu 2023

Tekoölyavusteiset asejärjestelmät ovat lisänneet suosiotaan osana nykyaikaista sodankäyntiä teknologisen kehityksen myötä. Näiden asejärjestelmien toiminta perustuu sääntöpohjaiseen heikkoon tekoölyyn. Tekoölyavusteiset asejärjestelmät ovat usein perinteisiä asejärjestelmiä, joita on haluttu autonomisoida siten, että ne pystyvät sensoreillaan tutkimaan sekä toimimaan omassa taisteluympäristössään itsenäisesti tai etäältä ohjatusti. Näitä asejärjestelmiä on monenlaisia ja ne voivat toimia erilaisissa toimintaympäristöissä, kuten maalla, merellä tai ilmassa. Nämä asejärjestelmät ovat mahdollistaneet uusia sotilaallisia sovellutuksia. Kilpavarustelua näistä asejärjestelmistä on sotilasvoimien välillä, ja rahaa käytetään miljardeja tutkimus- ja kehitystyöhön.

Tutkielmassa käsitellään tekoölyavusteisia asejärjestelmiä ja niiden toimintaa sotilaallisissa konflikteissa. Tutkielmassa tarkastellaan näiden asejärjestelmien asemia osana nykyaikaista sodankäyntiä sekä, millaisia vaikutuksia näillä järjestelmillä on sotilastaktiikkaan. Tutkielmassa syvennytään käsittelemään tarkemmin näiden asejärjestelmien käyttöä Venäjän ja Ukrainan välisessä sotilaallisessa konfliktissa. Tutkielmassa havaittiin, että nämä asejärjestelmät toimivat eri asemissa ja voivat tuoda merkittäviä taktisia etuja nykyaikaisessa sodankäynnissä.

Asiasanat: tekoöly, asejärjestelmät, autonomia, robotiikka, taktiikka, sota, konflikti

Sisällys

1 Johdanto	1
1.1 Tutkielman tarkoitus ja aihe	1
1.2 Tutkimuskysymykset	2
1.3 Tiedonhaku ja menetelmät	3
1.4 Tutkielman rakenne	4
2 Tekoäly ja autonomiset asejärjestelmät	5
2.1 Tekoäly	5
2.2 Autonomiset asejärjestelmät	6
3 Sodankäynnin toiminnalliset tasot	8
3.1 Tasot	8
3.2 Taktiikka	9
4 Tekoälyavusteisten asejärjestelmien asema	11
4.1 Hyödyt	11
4.2 Haitat	12
4.3 Asema	13
5 Tekoälyavusteisten asejärjestelmien vaikutus sotilastaktiikkaan	14
5.1 Päätöksenteko	14
5.2 Turvallisuus	15

5.3	Asejärjestelmät Venäjä-Ukraina-konfliktissa	16
5.4	Vaikutus	18
6	Yhteenveto	19
	Lähdeluettelo	21

Kuvat

1.1	Pääaineistojen hakuprosessi	3
2.1	Kolme erilaista asejärjestelmää	7
3.1	Sotilaallisen johtamisen tasot. Lähde: Sotilasstrategia: Yksinkertainen, Vaikea sota, Kajanmaa Petteri [8]	9

1 Johdanto

1.1 Tutkielman tarkoitus ja aihe

Teknologian kehityksen myötä sotilaskäyttöön otettiin tekoälyavusteisia asejärjestelmiä. Historia alkaa toisen maailmansodan ajalta, jolloin ensimmäiset analogiset tietokoneet kehitettiin. Tietokoneiden tarkoituksena oli autonomisoida sodankäynnin toistuvia prosesseja, kuten tykistön kranaattien tai varhaisten ohjusten lentoratojen laskentaa ja viestinnän salausta sekä purkua. Myös muutamia projekteja sotilaskaluston autonomisointiin kehitettiin, kuten Yhdysvaltojen armeijan *Operation Aphrodite* -hanke, jossa pommikone muutettiin radio-ohjattavaksi vuonna 1944 [1] tai Neuvostoliiton armeijan vuonna 1930 rakennuttamat radio-ohjattavat panssari-vaunut [2]. Nämä ovat olleet hetkiä, jolloin autonomisointia on katsottu käytettävän ensimmäistä kertaa osana sodankäyntiä. Teknologia on kuitenkin kehittynyt näistä asejärjestelmistä uudempiin ja suorituskykyisempiin järjestelmiin. Nämä uudet järjestelmät ovat luotettavampia, tehokkaampia ja niillä on enemmän käyttömahdollisuuksia. Suorituskyvyn ja käyttökohteiden lisääntymiseen on vaikuttanut komponenttien suorituskyvyn paraneminen sekä muuttuva sodankäynti. Sodankäynnissä suurilla valtioilla on ollut toisesta maailmansodasta lähtien kilpavarustelua kehittyneemmästä sotilasteknologiasta. Tämä kilpailu jatkuu edelleen, ja suuria investointeja tehdään juuri tekoälyavusteisten asejärjestelmien tutkimuksen ja kehittämisen eteen.

Tässä tutkielmassa käsitellään erilaisia tekoölyavusteisia asejärjestelmiä nykyaikaisessa sodankäynnissä ja pohditaan kyseisten asejärjestelmien ominaisuuksia, ase-
mia ja taktista vaikutusta. Näitä osa-alueita analysoidaan ja niiden toimintaa esite-
tään 2010-luvun jälkeisissä sotilaallisissa konflikteissa. Tutkielmassa ei pohdita tai
oteta kantaa historiallisiin konteksteihin, vaan tutkielma on rajattu nykyaikaiseen
sodankäyntiin ja tekoölyavusteisiin asejärjestelmiin. Tekoölyn muita sotilaallisia so-
vellutuksia kuin tekoölyavusteisia asejärjestelmiä ei tutkielmassa käsitellä.

Tutkielman aihe on kahden mielenkiintoni yhdistymä. Sotilaskoulutukseni olen
suorittanut Suomen Puolustusvoimien Reserviupseerikoulussa, ja kiinnostus tietotek-
nisiä asioita kohtaan alkoi varhaisessa iässä. Tekoölyyn ja autonomiaan kiinnostus
on alkanut Turun yliopistossa. Ylemmän korkeakoulututkinnon suoritan robotiikan
ja autonomisten järjestelmien linjalla.

1.2 Tutkimuskysymykset

Tutkielmassa on kaksi tutkimuskysymystä:

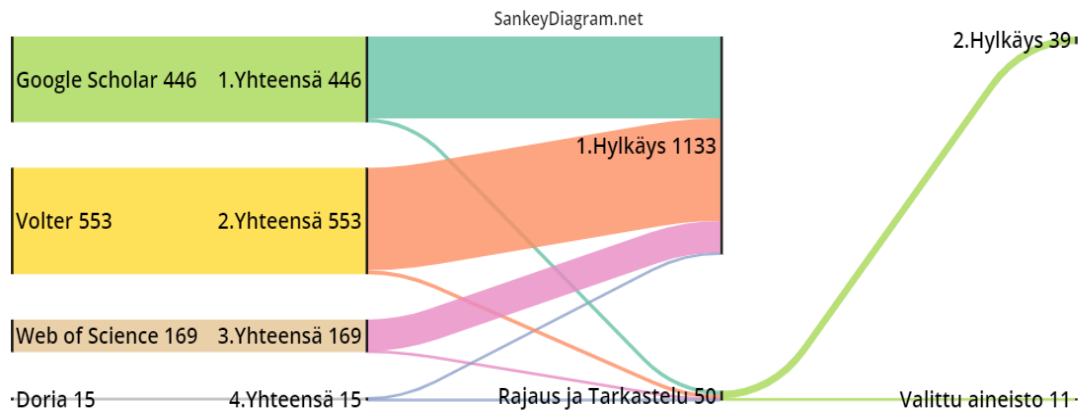
1. **Mikä on tekoölyavusteisten asejärjestelmien asema nykyaikaisessa sodankäynnissä?**
2. **Mikä on tekoölyavusteisten asejärjestelmien vaikutus sotilastaktiikan nykyaikaisessa sodankäynnissä?**

Ensimmäinen tutkimuskysymys tutkii näiden järjestelmien erilaisia asemia osana so-
dankäyntiä sekä näiden asemien hyötyjä ja haittoja. Lisäksi tutkitaan asemien tule-
vaisuuden näkymiä sekä muutosta sodankäynnissä. Toinen tutkimuskysymys tutkii
tekoölyavusteisten asejärjestelmien vaikutusta sodankäynnin yhden toiminnallisen
tason eli sotilastaktiikan osalta. Kysymys avaa eri osa-alueita sotilastaktiikassa ja
tutkii näiden osa-alueiden kokonaisvaikutusta sodankäynnissä.

1.3 Tiedonhaku ja menetelmät

Tiedonhaku tehtiin neljän tietokannan avulla. Tiedonhaussa käytetyt tietokannat olivat Web of Science, Google Scholar, Volter ja Doria. Syy usean tietokannan käyttöön liittyi hakutulosten vähäisyyteen hakulausetta muodostaessa. Aihe on melko uusi ja luotettavien tieteellisten aineistojen etsiminen Venäjän ja Ukrainan välillä vuonna 2022 alkaneesta suuremmasta konfliktista oli haastavaa. Dorian tietokannan valitsin mukaan, koska sinne julkaistaan Maanpuolustuskorkeakoulun laatimat opinnäytetyöt ja tutkimukset.

Lähteiden varsinainen haku toteutettiin erilaisilla hakulausekkeilla. Muun muassa hakulauseita olivat (*"Artificial intelligence" and "warfare"*) *not history*, (*"Weapon system" and autonom**) *and tactics* tai *Tekoäly ja sodankäynti*. Suurin osa hakulauseista oli englanniksi, koska siten löysin enemmän tuloksia. Lähteitä karsin ensiksi julkaisuvuoden mukaan (2017-2023) ja toiseksi aineiston tiivistelmän tarkastelun mukaan. Hakuprosessia havainnollistetaan seuraavassa kuvassa 1.1.



Kuva 1.1: Pääaineistojen hakuprosessi

Aineistojen haussa oli tärkeää varmistaa, että tieto oli nykyaikaisesta sodankäynnistä, eikä ne sisältäisi historiassa käytyjä sotia. Lisäksi tekoälyavusteiset asejärjestelmät kehittyvät nopeasti, joten ajankohtaisten aineistojen etsiminen oli tärkeää.

1.4 Tutkielman rakenne

Tutkielman luvussa 2 avataan tutkielmaan liittyvät kaksi keskeistä pääkäsitettä tekoäly ja autonomiset asejärjestelmät. Luvussa käsitellään yleisellä tasolla: Mitä nämä käsitteet ovat? Missä näitä käytetään ja ketkä näitä käyttävät? Luvussa 3 käsitellään, miten sodankäynti on jaettu eri tasoihin, ja syvennyttään tutkielman kannalta keskeiseen tasoon eli sotilastaktikkaan. Luvuissa 4 ja 5 käsitellään tutkimuskysymykset kerätyn aineistojen perusteella. Viimeisessä luvussa 6 kootaan aineistojen pohjalta yhteenveto ja pohditaan lopputuloksia ja vastauksia tutkimuskysymyksiin. Lopuksi käsitellään omia ajatuksia ja aiheesta opittua.

2 Tekoäly ja autonomiset asejärjestelmät

2.1 Tekoäly

Tekoäly (engl. **Artificial intelligence**) on määritelty usealla eri tavalla, mutta yleisesti se määritellään järjestelmänä, joka pyrkii mallintamaan ihmisälykkyyden ominaisuuksia, kuten oppimista, hahmontunnistusta tai ajattelemista. Tekoälyn määrittely ei kuitenkaan ole näin yksinkertainen, vaan se jaetaan kolmeen erillaiseen tekoälytyyppiin. Tämä jaottelu voidaan myös nähdä tekoälyjen sukupolvina. Ensimmäinen tyyppi on **heikko tai kapea tekoäly**. Heikkoa tekoälyä ovat kaikki järjestelmät, jotka joko ylittävät tai ovat samaa tasoa ihmisälykkyyden kanssa yksittäisissä laskennallisissa tehtävissä. Toinen tyyppi on **yleinen tai vahva tekoäly**. Vahva tekoäly sisältää kaikki järjestelmät, joiden älykkyys ylittää ihmisälykkyyden, missä laskennallisessa tai kognitiivisessa tehtävässä vain. Kolmas tyyppi on **yliäly**, joka ylittää selvästi ihmisälykkyyden tehtävistä riippumatta. [3]

Heikko tekoäly on sääntöpohjaista toimintaa, joka voidaan esittää jos-sitten-lauseina. Jos tapahtuu asia x , sitä seuraa y . Heikolla tekoälyllä voidaan siis suorittaa yksinkertaisia laskennallisia tehtäviä. Kaikki parhaillaan käytössä olevat tekoälyjärjestelmät luokittelevat kyseiseen tekoälytyyppiin. Vahva tekoäly ja yliäly ovat ainakin vielä kuvitteellisia, ja niillä olisi ihmisälykkyyden kaltaisia kognitiivisia omi-

naisuuksia, kuten tunteita, ajattelemista ja tietoisuutta olemassaolosta. Tutkielman kannalta tärkeää on ymmärtää heikon tekoälyn määritelmä.

2.2 Autonomiset asejärjestelmät

Autonomiset asejärjestelmät (engl. **Autonomous weapon systems**) on laaja käsite, koska erilaisia asejärjestelmiä on hyvin paljon. Asejärjestelmä on kuitenkin määritelty siten, että se on järjestelmä, joka sisältää yhden tai useamman ase, on autonominen ja sisältää antureita, joilla se pystyy havainnoimaan omaa ympäristöönsä [4]. Autonomisuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä itsenäisesti toimivaa eli **täysautonomisesta järjestelmää** tai osittain itsenäisesti toimivaa asejärjestelmää eli **puoliautonomista järjestelmää**. Kokonaan itsenäisesti toimivaan järjestelmään ihminen ei vaikuta, mutta puoliautonominen asejärjestelmän toimintaan ihminen vaikuttaa välillisesti esimerkiksi ohjaamalla asejärjestelmää etäältä.

Autonomisia asejärjestelmiä on monenlaisia ja tässä esitellään kolme erilaista järjestelmää niiden toimintaympäristön mukaan. Ensimmäinen on Suomen Puolustusvoimien tutkimushanke Laykka-AMPGV (kuva 2.1a), jonka on suunnitellut yliluutnantti Christian Andersson. AMPGV (Autonomous Multi Purpose Ground Vehicle) tarkoittaa monikäyttöistä maalla toimivaa autonomista maastoajoneuvoa. Laykka-AMPGV:n tarkoitus on mahdollistaa autonominen tiedustelu ja panssarintorjunta taistelukentällä. Näiden lisäksi on suunniteltu muitakin käyttökohteita, kuten evakuointi taistelukentältä. [5]

Toinen järjestelmä on ilmassa toimiva turkkilaisen yksityisen Baykar-puolustusyrityksen Bayraktar TB2 (kuva 2.1b). Bayraktar TB2 on määritelty luokkaan UCAV (Unmanned combat aerial vehicle) eli miehittämätön sotilaallinen ilma-alus. TB2 on tarkoitettu tiedusteluun ja sodankäynnin kannalta kriittisten kohteiden tuhoamiseen [6].

Kolmas järjestelmä on vesistöissä toimiva USV (Unmanned surface vehicle) eli miehittämätön pinta-alus Sea Hunter (kuva 2.1c). Sea hunter on yhdysvaltalaisen



(a) Laykka-AMPGV [5]



(b) Bayraktar TB2 Lähde: Baykartech



(c) Sea Hunter Lähde: Darpa

Kuva 2.1: Kolme erilaista asejärjestelmää

Vigor Industrial -laivavalmistajan rakennuttama pinta-alus Yhdysvaltojen armeijan käyttöön. Sea Hunterin tarkoitus on valvoa sukellusveneitä ja meriväyliä. [7]

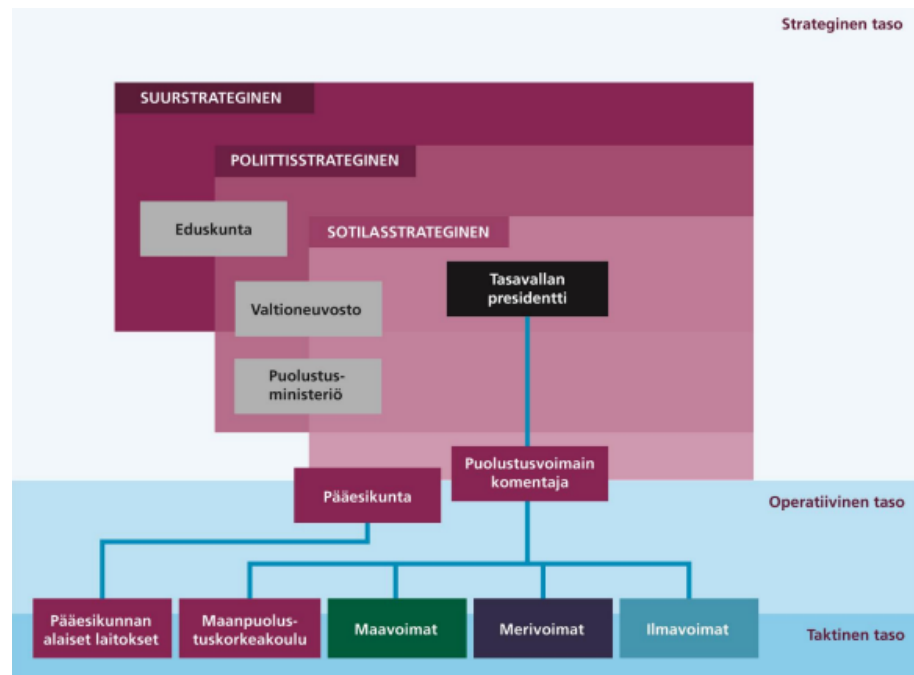
Nämä kolme ovat hyviä esimerkkejä autonomisista asejärjestelmistä. Kyseisiä järjestelmiä on kuitenkin satoja erilaisia, ja nämäkin edellä mainitut asejärjestelmät luokitellaan vielä omiin kategorioihinsa ja isompiin kokonaisuuksiin. On kuitenkin selvää, että autonomiset asejärjestelmät ovat lisänneet suosiotaan sodankäynnissä niiden ominaisuuksien ja käyttökohteiden myötä, joita käsitellään tarkemmin luvuissa 4 ja 5.

3 Sodankäynnin toiminnalliset tasot

3.1 Tasot

Sodankäynti on laaja-alaista toimintaa, joten se on jaettu sodankäynnin toiminnallisiin tasoihin. Erilaisia strategioita sekä teorioita sodankäyntiin on kehitetty useita, ja ne ovat muuttuneet paljon historian aikana. Strategia voidaan jakaa esimerkiksi maa-, meri- ja ilmastrategiaan tai ydinasestrategiaan. [8] Kuten huomataan, strategioiden ulottuvuus on suuri, ja näihin yksittäisiin strategioihin vielä sisältyy alemman tason strategioita. Seuraavaksi tarkastellaan Suomen puolustusvoimien tapaa jaotella sodankäynti toiminnallisiin tasoihin.

Suomen puolustusvoimien tapa jaotella sodankäynti tasoihin pohjautuu kansainväliseen malliin. Sodankäynnin tasot jakautuvat hierarkiassa ylhäältä alaspäin järjestyksessä strategiseen, operatiiviseen, taktiseen ja taistelutekniseen tasoon (kuva 3.1). Näiden tasojen välille on myös vaikea asettaa hyvin määriteltyjä rajoja, vaan tasot menevät päällekkäin. Tällöin päätös taisteluteknisellä tasolla voi vaikuttaa strategiseen tasoon, mikä on hyvin tärkeä huomioida sodankäynnissä. **Strategisella tasolla** tarkoitetaan koko valtion kykyä ratkaista sotilaallinen konflikti. Menetelmiä ovat esimerkiksi politiikka, diplomatia, talous, informaatio ja sotilaalliset toimet. **Operatiivisella tasolla** tarkoitetaan yksittäisten toimintaympäristöjen kykyä vaikuttaa sotilaallisen konfliktiin. Operatiivisen tason voi nähdä viestittäjänä taktisen ja strategian tasojen välillä, koska operatiivisia tavoitteita luodaan liittämällä taktisen



Kuva 3.1: Sotilaallisen johtamisen tasot. Lähde: Sotilasstrategia: Yksinkertainen, Vaikea sota, Kajanmaa Petteri [8]

tason toimet strategiseen tasoon. **Taktisella tasolla** tarkoitetaan kaikkia paikallisella tasolla tapahtuvia toimia, kuten yksittäisiä taisteluita. Sodankäynnissä kaikki edellä mainitut tasot toimivat yhdenaikaisesti. [8]

3.2 Taktiikka

Tutkielman tutkimuskysymysten käsittely vaatii taktiikan tason selventämistä. Kun tarkastellaan edellistä kuvaa, nähdään taktinen taso alimpana. Taktisella tasolla siis toimivat kuvan mukaan pääesikunnan alaiset laitokset, Maanpuolustuskorkeakoulu, ja maa-, meri- ja ilmavoimat. Kuvasta myös huomataan, että tarkkaa rajaa ei ole minkään tason välillä. Tämän voi huomata sinisestä, vaaleansinisestä ja harmaasta alueesta sekä eri laitosten asettelusta näille alueille. Näiden taktiikan tason laitosten alaisuudessa tapahtuu myös **taistelutekninen toiminta** eli alin sodankäynnin toiminnallinen taso. On siis tärkeää hahmottaa, että taktiikka ei ole yksitulkintainen.

Kajanmaa esittää taktiikan tason yksittäisinä operaatioina tai taisteluina, jotka suoritetaan paikallisella tasolla, ja tällä tasolla sotilaat ja joukot käyttävät sotilaan perusmenetelmiä tavoitteiden saavuttamiseksi taisteluteknisellä tasolla.[8] Olennaisinta on kuitenkin, kuinka sodankäynnissä vastapuolet käyttävät taktiikkaa sotilaallisen konfliktin voittamiseen tai ratkaisemiseen. Sotilaallisen konfliktin vastapuolet eivät ole käytännössä koskaan tasavertaisia, vaan usein toisella osapuolella on enemmän tai vähemmän sotilaallisia resursseja käytössään. Tällöin on tärkeää, että taktiikka on harkittu omien resurssien ja kykyjen perusteella. On hyvin mahdollista, että pienempi sotilasvoima tuhoaa merkittävästi suuremman, jos se saa taktisen etuaseman. Johtopäätöksenä, jos taktiikka puuttuu näistä edellä mainituista tasoista, voidaan sanoa, että sotilasstrategia on huono [8].

4 Tekoälyavusteisten asejärjestelmien asema

4.1 Hyödyt

Seuraavaksi käsitellään tekoälyavusteisten asejärjestelmien hyötyjä sekä haittoja ja pyritään näiden pohjalta esittämään, millaisia asemia niillä on nykyaikaisessa sodankäynnissä. Tekoälyaseiden asema nykyaikaisessa sodankäynnissä on monimutkainen ja kehittyvä ongelma, joka edellyttää näiden hyötyjen ja haittojen huolellista harkintaa.

Tekoälyn lisääminen asejärjestelmiin luo monia hyötyjä. Päätaivoitteena näillä asejärjestelmillä on saavuttaa ylivoimainen sotilaallinen etuasema. Ensimmäinen hyöty on selvästi järjestelmien koon ja kustannusten pieneneminen. Toiseksi nämä järjestelmät ovat nopeampia, tarkempia ja turvallisempia kuin perinteiset asejärjestelmät. [9] Nopeampia ja tarkempia nämä asejärjestelmät ovat, koska järjestelmät reagoivat ja laskevat nopeammin kuin ihmiset. Turvallisempia järjestelmistä tekee se, että ne ovat etäohjattavia, jolloin säästytään ihmishengiltä. Kolmas hyöty on järjestelmien itsenäinen toiminta ja päätöksentekokyky. Nämä järjestelmät voivat käsitellä huomattavasti enemmän tietoa kuin ihmiset. Järjestelmät voivat myös toimia uusissa ympäristöissä ilman ongelmia, ja samalla välttää omia joukkoja tai siviileitä. Neljänneksi nämä järjestelmät voivat auttaa kaventamaan maiden välistä sotilaallis-

ta epätasapainoa, koska järjestelmät ovat usein merkittävästi halvempia ja yksinkertaisempia ohjata kuin perinteiset asejärjestelmät. Viidenneksi tekoälyasejärjestelmät ovat hyvin sopeutuvaisia. Niitä voidaan ohjelmoida erilaisiin taisteluympäristöihin ja -tilanteisiin. [9] Luvussa kaksi autonomisia asejärjestelmiä käsiteltäessä esitetyt kolme asejärjestelmää esittävät tämän hyödyn (kuva 2.1) sivulla 7.

Yksi konkreettinen esimerkki on Israelin ja Palestiinan välisessä konfliktissa. Israel on hyödyntänyt Iron dome -ohjuspuolustusjärjestelmäänsä niin erinomaisesti puolustuksessaan, että myös Yhdysvallat ovat ottaneet järjestelmän käyttöön Meksikon rajalleen [9]. Suomen Puolustusvoimat teki myös 316 miljoonan euron hankinnan samaan asejärjestelmäkokonaisuuteen kuuluvien Daavidin linko -ohjusjärjestelmien hankinnasta, josta Puolustusministeriö tiedotti 5.4.2023 [10]. Tämän järjestelmän toiminta perustuu siihen, että se havaitsee itsenäisesti vihollisen ohjukset ja torjuu nämä vastaohjuksilla.

4.2 Haitat

Tekoälyavusteisista asejärjestelmistä aiheutuu myös haittoja. Suurin ongelma on, että harvoin siviilitappioilta voidaan välttyä. Lontoossa sijaitseva tutkivan journalismin toimiston arvioiden mukaan Yhdysvaltojen terrorismin vastainen sekä muu sodankäynti tekoälyavusteisilla miehittämättömillä ilma-aluksilla on johtanut 900 - 2200 siviilin kuolemaan kahden vuosikymmenen aikana. Toinen suuri ongelma on, että asejärjestelmissä olevat tekoälyt ovat usein niin sanottuja mustia laatikoita eli niiden toiminnasta ei voida olla varmoja. Tämä aiheuttaa useita muita ongelmia, kuten ennalta-arvaamattomuus, puolueellisuus tai vastuun puute. Vaikka järjestelmät ovat hyvin sopeutuvaisia, voivat ne tehdä hyvin ennalta-arvaamattomia päätöksiä. [9] Järjestelmät kuitenkin pohjautuvat elektronisiin komponentteihin, joissa voi myös tapahtua virheitä tai ne voivat hajota. Vastuun puute on ollut vaikea aihe tekoälykeskusteluissa. Ei voida yksimielisesti päättää kenen vastuulle tällaisten

asejärjestelmän toiminta voidaan asettaa. Puolueellisuus voi myös olla ongelma, jos tekoäly valitsee puolueellisesti tai syrjivästi. On olennaista huomata, että puolueellisuus on aina mukana näissä asejärjestelmissä, koska halutaan tietysti maksimoida omien joukkueiden etu.

Näiden lisäksi haittoina voidaan pitää myös kilpavarustelua valtioiden välillä sekä korkeita kehityskustannuksia. Kilpavarustelu usein lisää valtioiden välisiä jännitteitä, joista voi syntyä uusia sotilaallisia konflikteja. Näiden järjestelmien kehittäminen vaatii paljon investointeja ja resursseja. Tämä asettaa maita eriarvoiseen asemaan, koska joillakin mailla ei vain ole vaadittavia resursseja näiden kehitystyöhön. [9]

4.3 Asema

Hyödyt ja haitat muodostavat erilaisia asemia. Kaksi selvää asemaa, jotka huomaataan näistä järjestelmistä ovat, että nämä voivat toimia konventionaalisen sodankäynnin tukena tai niillä voidaan käydä sotaa keskenään. Järjestelmät voivat toimia itsenäisesti tai etäohjatusti. On tärkeää huomata, vaikka haittoja on paljon, on niitä pyritty säätelemään esimerkiksi kansainvälisellä lailla tai Geneven sopimuksella, joka määrittää yleiset sodan oikeussäännöt. Vaikka nämä asejärjestelmät ovat lisääntyneet merkittävästi, on ihmisen asema näiden järjestelmien takana vielä näkyvä, koska lähes kaikki tällaiset järjestelmät ovat vielä ihmisen ohjaamia. [11] Seuraavassa luvussa käsitellään tekoälyavusteisten asejärjestelmien vaikutusta sotilastaktiikkaan. Näitä edellä mainittuja hyötyjä sekä haittoja käsitellään sotilastaktiikan päätöksenteon ja turvallisuuden osalta.

5 Tekoälyavusteisten asejärjestelmien vaikutus sotilastaktiikkaan

5.1 Päätöksenteko

Taktiikan tasolla päätöksenteko on yleisesti tapahtunut luonnollisten ihmisten toimesta. Teknologian kehityksen myötä tekoäly on mahdollistanut päätöksenteon siirtämisen asejärjestelmiin, jotta ne pystyvät tekemään päätökset itsenäisesti sekä voivat johtaa tai auttaa omaa joukkoaan. Tämä päätöksenteon siirtyminen ja vaikutus on erityisesti nähtävissä tilannejohtamisessa.

Kilpeläinen tarkastelee tekoälytekniikan soveltamista tilannejohtamiseen kahden tutkimuksen pohjalta artikkelissaan ”Tekoälyavustettu Tilannejohtaminen” [12]. Tutkimusten tavoitteina oli selvittää tekoälyn vaikutus kognitiiviseen kuormitukseen johtokeskuksessa toimivien osalta. Tutkimuksista selvisi, että tekoälyn hyödyntäminen laski näiden ihmisten kognitiivista kuormitusta, koska tekoäly muodosti osan päätöksistä. Tekoälyavusteiset asejärjestelmät nähdään siis ihmisen tukena päätöksenteossa. Varsinaisesti omaa itsenäistä päätöksenkyykyä ei välttämättä edes kannata antaa tekoälyjärjestelmille, koska päätöksenteko voi olla epämääräistä. Siksi ihmis-toimijan viimeinen päätös varmistaa, että joku luonnollinen henkilö oli päätöksen-

tekijä ja hänet voidaan asettaa vastuuseen päätöksestään.

Tämä päätöksenteon siirtyminen luonnolliselta ihmiseltä autonomiselle asejärjestelmälle luo useita eettismoraalisia ongelmia. Ainoastaan epävarmuus päätöksistä ei ole ongelmana, vaan muutkin edellä mainitut haitat, kuten puolueellisuus tai syrjintä. Johnson käsittelee näitä eettismoraalisia ongelmia artikkelissaan ”The AI Commander Problem: Ethical, Political, and Psychological Dilemmas of Human-Machine Interactions in AI-enabled Warfare” [13]. Esimerkiksi, millaisia ongelmia sotilaiden ja tekoälyavusteisten asejärjestelmien yhteistyö aiheuttaa. Yksi tärkeä väite, jonka Johnson esittää on, että tulevaisuudessa sodissa tekoälyavusteiset asejärjestelmät eivät vain lisäänty, vaan niistä tulee strategisia toimijoita eli ne päättävät myös taktiikan tasolla. Tällöin tekoälyavusteiset asejärjestelmät eivät olisi vain ihmissotilaiden tukena päätöksenteossa niin kuin Kilpeläisen artikkelissa [12], vaan ne toimisivat täysin itsenäisesti päätöksenteossaan.

5.2 Turvallisuus

Seuraavaksi tarkastellaan sotilastaktiikan kannalta tärkeää osa-aluetta eli turvallisuutta. On vaikeaa sanoa, että lisäävätkö tekoälyavusteiset asejärjestelmät oikeasti turvallisuutta, kun ne myös heikentävät sitä. Jos nämä järjestelmät voivat luoda taktisen etuaseman omille joukoille, voivat ne luoda sen myös vihollisen joukoille. Myös sotilastaktiikan kannalta on tärkeää minimoida siviilitappiot. Järjestelmät edellä mainitun tiedon perusteella aiheuttavat paljon siviilitappioita. On sanottu ris-teilyohjusten vähentävän tappiota, näin ei kuitenkaan ole. Tämä on yleinen virhepäätelmä, jonka Russell esittää artikkelissaan ”AI weapons: Russia’s war in Ukraine shows why the world must enact a ban” [14]. Konkreettisenä esimerkkinä Russell viittaa Venäjän ja Ukrainan väliseen konfliktiin, jossa on kuollut tuhansia sotilaita ja siviileitä tällaisten asejärjestelmien myötä.

Toisaalta Russell myös esittää, että turvallisuus voi lisääntyä, koska tekoäly pys-

tyy erottamaan omat joukot vihollisen joukoista. Se pystyy myös erottamaan siviilit sotilaista, jolloin turvallisuus paranee omien sotilaiden ja kansalaisten osalta. Kolmanneksi tekoälyavusteiset asejärjestelmät ovat haavoittuvaisia kyberhyökkäyksille eli ne voidaan ottaa haltuun tai niitä voidaan häiritä muiden toimesta. [14] Taktisella tasolla nämä järjestelmät muodostavat siis turvallisuudelle merkittäviä taktisia etuja, mutta myös useita riskejä.

5.3 Asejärjestelmät Venäjä-Ukraina-konfliktissa

Seuraavaksi käsitellään tarkemmin tekoälyavusteisten asejärjestelmien käyttöä Venäjän ja Ukrainan vuonna 2022 alkaneessa suuremmissa sotilaallisissa konfliktissa. Tämä sotilaallinen konflikti on ollut tällaisten asejärjestelmien konkreettinen taistelukenttä, koska se on ensimmäinen laajamittainen sota, jossa näitä järjestelmiä käytetään. Lisäksi joillekin uusille järjestelmille tämä konflikti on toiminut testikenttänä. Tässä konfliktissa käytössä olevia asejärjestelmiä, joiden toimintaa taktisella tasolla käsitellään ovat Bayraktar TB2, Iranin Shahed-136-räjähdelennokki ¹ ja pienemmät kaupalliset ilma-alukset, kuten DJI ².

Suurimmassa osassa näistä tekoälyavusteisista asejärjestelmistä on kaikki taktisella tasolla tarvittavat ominaisuudet, kuten päätöksenteko, tunnistus, kartoitus ja navigointi. Russell [14] kertoo, että tässä konfliktissa aloitettiin puoliautonomisilla asejärjestelmillä, ja konfliktin edetessä ollaan siirtymässä yhä enemmän täysautonomisten kaltaisiin järjestelmiin. Venäjän asevoimat ovat käyttäneet iranilaisia Shaded-136-räjähdelennokkeja eli lennokkeja, jotka itsessään ovat räjähteitä ja niin sanottuja itsepommittajia, joilla on älykkäitä tekoälyominaisuuksia. Lennokille annetaan kohde ja tämän jälkeen se osaa hakeutua kohteeseen välttämättä ilmavoimien tuesta lentämällä matalalla sekä jokia seuraamalla, jolloin se on vaikeampi havaita.

¹Shahed Aviation Industries Research Center

²Shenzhen DJI Sciences and Technologies Ltd. <https://www.dji.com/fi>

Jos Ukrainan ilmapuolustus on vahva tietyillä alueilla, täytyy lähettää lennokkeja parvessa, jolloin vastassa oleva ilmapuolustusjärjestelmä ei kykene puolustautumaan kaikilta ohjuksilta, vaan osa pääsee läpi ja iskemään kohteeseen. [14] Etenkin sodan alkuvaiheessa molempien osapuolten ilmapuolustus oli heikkoa, ja näimme iskuja siviili- ja sotilaskohteisiin.

Ukraina taas on käyttänyt menestyksellisesti Bayraktar TB2:sta, mutta sen käyttö on myös jäänyt yhä vähemmälle ilmapuolustusten kehittyessä ja Venäjän elektronisen häirinnän myötä. TB2:sen avulla Ukraina on luonut taktisesti merkittäviä etulyöntiasemia vaikuttamalla Venäjän asevoimien takarintamalla toimiviin taustajoukkoihin eli esimerkiksi huoltoon tai asetäydennyksiin. Tällaiset iskut voivat muuttaa sodan kulkua merkittävästi eri suuntiin, kun eturintamalle ei saada tarvittavaa materiaalia. Ukraina on käyttänyt TB2:sia myös panssarivaunujen tuhoamiseen sodan alusta lähtien eli pienempiä yksittäisiäkin kohteita voidaan tehokkaasti tuhota TB2:sella. Myös TB2:ten hinta on määritellyt niiden käyttöä, koska ne ovat 250 kertaa kalliimpia kuin Shahed-lennokit eli noin 4,5 miljoonaa euroa kappale. [14] Täytyy kuitenkin huomioida, että nämä kaksi järjestelmää ovat aivan erilaiset sekä niillä on erilaisia tehtäviä, eikä siksi järjestelmiä voi vertailla keskenään, mutta hintaero on suuri. Lisäksi hintaan ei ole huomioitu aseistusta, jolla TB2:n aseistetaan.

Joitakin kaupallisia ilma-aluksia on myös käytetty konfliktissa. Kaupalliset ilma-alukset ovat merkittävästi halvempia verrattuna edellä mainittuihin sotilaskäyttöisiin asejärjestelmiin. Näitä kaupallisia ilma-aluksia saa muutamalla sadalla eurolla ja niitä voidaan muokata helposti sotilaskäyttöön. Nämä ilma-alukset eivät kuitenkaan sisällä useinkaan monipuolisia tekoälyohjelmistoja, vaan ne ovat enimmäkseen ihmisen ohjaamia. Näilläkin saavutetaan huomattavia taktisia etuja, kun voidaan tiedustella alue, jolle hyökätään tai tehdä satunnaisia hyökkäyksiä. Suurin etu näillä järjestelmillä verrattuna sotilaskäytössä oleviin on niiden pieni koko sekä hiljaisuus. Tämä luo taktisen etuaseman, koska vihollinen ei havaitse lentävää ilma-alusta. Tä-

mä todistaa, että myös yksinkertaiset järjestelmät edistävät taktiikkaa. Yksi esimerkki tällaisista kaupallisista ilma-aluksista on DJI:n valmistamat ilma-alukset.

5.4 Vaikutus

Vaikutus sotilastaktiikkaan on merkittävä tekoölyavusteisilla asejärjestelmillä ja se nähdään nykyajan sotilaallisista konflikteista. Näillä järjestelmillä voidaan tehdä sellaisia taktisia päätöksiä, joita ei ole ennen kyetty tekemään, joista tärkeimpänä nopea vihollisen yllätys. Perinteinen ihmishyökkäys vaatii merkittävästi aikaa, kun taas esimerkiksi lennokeilla voidaan sama hyökkäys toteuttaa eturintamalla minuuteissa, ja siten yllättää vihollinen. Myös järjestelmien halpuus ja yksinkertaisuus vaikuttavat merkittävästi taktiikkaan, koska välttämättä ei kannata edes korjata järjestelmää, vaan otetaan uusi käyttöön heti, kun edellinen tuhoutuu.

6 Yhteenveto

Tutkielmassa käsiteltiin termit tekoäly, autonomiset asejärjestelmät ja sotilaalliset toiminnan tasot. Näiden pohjalta käsiteltiin tekoälyavusteisten asejärjestelmien asemaa sekä vaikutusta sotilastaktiikkaan nykyaikaisessa sodankäynnissä. Tutkielmassa huomattiin, että näillä järjestelmillä on merkittäviä vaikutuksia sotilastaktiikkaan ja niillä on erilaisia asemaa sodankäynnissä, joita tarkasteltiin hyötyjen ja haittojen kautta.

Ensimmäinen tutkimuskysymys oli: **Mikä on tekoälyavusteisten asejärjestelmien asema nykyaikaisessa sodankäynnissä?** Tähän löydettiin monenlaisia hyötyjä sekä haittoja aineistoista. Vastaus siis ensimmäiseen tutkimuskysymykseen on, että tekoälyavusteiset asejärjestelmät toimivat joko ihmissotilaiden tukena tai tulevaisuudessa täysin itsenäisesti. Niiden asemina on enimmäkseen tukea konventionaalista sodankäyntiä esimerkiksi tiedustelemalla tai suorittamalla yksittäisiä taktisia iskuja vihollisen kohteisiin.

Toinen tutkimuskysymys oli: **Mikä on tekoälyavusteisten asejärjestelmien vaikutus sotilastaktiikkaan nykyaikaisessa sodankäynnissä?** Vastaus toiseen tutkimuskysymykseen on, että tekoälyavusteiset asejärjestelmät muokkaavat sotilastaktiikkaa merkittävästi. Päätöksenteko voidaan siirtää ihmiseltä koneen suoritettavaksi, jolloin ihminen voi keskittyä vain päätöksen toteuttamiseen tai muuhun sotilaalliseen toimintaan. Nämä järjestelmät luovat mielestäni oman kerroksen taktiikan tasolle, jolloin näiden käyttö voitaisiin kuvata omalla tekoälyjärjestelmien taktisel-

la tasolla, jossa vain käsitellään näiden käyttöä yksittäisissä taisteluympäristöissä. Nämä järjestelmät voivat luoda helposti taktisen etuaseman toiselle osapuolelle esimerkiksi nopealla vihollisen yllätyksellä, voidaan lamauttaa joukko, ja jopa kääntää sodan eteneminen paremmaksi omalta kannalta eli valtava sotilasvoima ei ole tae sodan voittamiseen, vaan sen hyödyntäminen taktisesti.

Lisäksi haluan mainita, että näiden järjestelmien käyttö Venäjän ja Ukrainan välisessä sotilaallisessa konfliktissa on pelottava esimerkki. Näitä järjestelmiä ei vain käytetä siitä syystä, että ne luovat mahdollisia taktisia etuja, vaan niitä koulutetaan seuraavia sotia varten. Tuhannet ihmiset kuolevat Ukrainassa, kun samalla nämä järjestelmät oppivat edistyneemmiksi seuraaviin sotiin keräämällä koulutusaineistoa järjestelmien uudelleen koulutusta varten.

Tutkielmaa laatiessa opin, että näitä järjestelmiä on enemmän, mitä odotin. Joidenkin järjestelmien ominaisuudet yllättivät minut, ja niistä muodostuvat vaikutukset sodankäyntiin. Olisin halunnut tuoda joitakin eri esimerkkejä Ukrainasta, mutta niille ei ollut tieteellistä aineistoa tai todistusta, joten en halunnut siksi sisällyttää näitä tutkielmaan, vaikka ne olivat todistettu luotettavien sotilasasiantuntijoiden toimesta. Jatkossa etenkin seuraavaa tutkielmaa kirjoittaessa käytän enemmän aikaa lähteiden ja rakenteen suunnittelussa.

Lähdeluettelo

- [1] A. L. Weeks, ”In Operation Aphrodite, explosive-laden aircraft were to be flown against German targets”, eng, *World war II*, vol. 15, nro 1, s. 66–, 2000, ISSN: 0898-4204.
- [2] H. R. Everett ja M. Toscano, ”Unmanned Ground Vehicles”, eng, teoksessa *Unmanned Systems of World Wars I and II*, United States: MIT Press, 2015, ISBN: 0262029227.
- [3] S. D. Spiegeleire, M. Maas ja T. Sweijs, ”Artificial intelligence and the future of defence: strategic implications for small- and medium-sized force providers”, Hague Centre for Strategic Studies, tekninen raportti, 2017, s. 25–42. url: <http://www.jstor.org/stable/resrep12564.7> (viitattu 04.04.2023).
- [4] J. Petman, *Autonomous Weapons Systems and International Humanitarian Law: ‘Out of the Loop’?* (Research reports), English. Finland: The Eric Castrén Institute of International Law ja Human Rights, 2017, ISBN: 978-951-51-3963-4.
- [5] C. Andersson. ”Laykka-AMPGV:n inkrementaalinen kehitysprosessi runko-versio X.2:sta X.3:een sekä kehityksen seuranta kenttätesteillä ja -kokeella”. Accepted: 2022-08-08T13:44:18Z. (2022), url: <https://www.doria.fi/handle/10024/185591> (viitattu 29.03.2023).

- [6] D. Kunertova, "The war in Ukraine shows the game-changing effect of drones depends on the game", *Bulletin of the Atomic Scientists*, vol. 79, nro 2, s. 95–102, 2023. DOI: 10.1080/00963402.2023.2178180.
- [7] F.-S. Gady, "US Navy to Stand Up Unmanned Robot Ship Development Squadron", English, *The Diplomat*, 2019, Name - Defense Advanced Research Projects Agency; Defense News; Office of Naval Research; Department of the Navy; Copyright - Copyright 2019 - The Diplomat; distributed by Tribune Content Agency, LLC; Last updated - 2022-11-01. url: <https://www.proquest.com/magazines/us-navy-stand-up-unmanned-robot-ship-development/docview/2221107859/se-2>.
- [8] P. Kajanmaa, "Sotilasstrategia: Yksinkertainen, Vaikea sota", 2021, ISSN: 2343-5283. url: https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/181714/Kajanmaa_Sotilasstrategia_verkkoversio.pdf?s.
- [9] D. H. Freedman, "US Is Only Nation with Ethical Standards for AI Weapons. Should We Be Afraid? Artificial Intelligence technology is on the verge of transforming the nature of war and conflict, capable of deciding when and even whom to kill from afar", *Newsweek*, vol. 177, nro 10, 2021, Publisher: Newsweek LLC, ISSN: 0028-9604.
- [10] *Puolustusvoimille Hankitaan Uusi Ilmatorjunnan Korkeatorjuntaohjusjärjestelmä*, 2023. url: https://www.defmin.fi/ajankohtaista/tiedotteet_ja_uutiset/puolustusvoimille_hankitaan_uusi_ilmatorjunnan_korkea%5Ctorjuntaohjusjarjestelma.13505.news.
- [11] M. L. Cummings, H. M. Roff, K. Cukier, J. Parakilas ja H. Bryce, "Artificial Intelligence and International Affairs", *Chatham House Report*, s. 7–18, 2018.
- [12] L. Kilpeläinen, "Tekoälyavustettu Tilannejohtaminen", teoksessa *Katsaus tekoälyyn : tekoäly ja sen sovellutukset*, A. Mutanen, A. Rissanen ja K. Saasta-

- moinen, toim., sarja Julkaisusarja 2: Tutkimuselosteita nro 4, Helsinki: Maanpuolustuskorkeakoulu, Sotatekniikan laitos, 2023, s. 107–117, ISBN: 978-951-25-3333-6.
- [13] J. Johnson, ”The AI Commander Problem: Ethical, Political, and Psychological Dilemmas of Human-Machine Interactions in AI-enabled Warfare”, *Journal of military ethics*, vol. 21, nro 3, s. 246–271, 2022, Publisher: Routledge, ISSN: 1502-7570. DOI: 10.1080/15027570.2023.2175887.
- [14] S. Russell, ”AI weapons: Russia’s war in Ukraine shows why the world must enact a ban”, eng, *Nature (London)*, vol. 614, nro 7949, s. 620–, 2023, ISSN: 1476-4687.