



# ***Puolustusvoimien tutkimusagenda 2015***





# Sisällysluettelo

---

Tavoite ja kohderyhmä .....	4
Toimintaympäristön ja kriisin kuvan muutos .....	5
Ihminen osana järjestelmiä ja joukkoja .....	6
Informaatio-operaatiot .....	8
Verkostoituminen .....	9
Toimintakyky sähkömagneettisessa spektrissä .....	11
Autonomisia piirteitä omaavat järjestelmät .....	12
Toimeenpano .....	14

## Tavoite ja kohderyhmä

Puolustusvoimien tutkimusagenda on toimintaympäristön nähtävissä olevaan muutokseen sekä Puolustusvoimiin kohdistuviin uusiin haasteisiin perustuva tutkimustarpeiden kuvaus. Tutkimusagenda ei ole suunnitelma, joka määrittää tutkimustehtäviä aikatauluineen ja resurssineen, vaan kuvaus niistä Puolustusvoimien tärkeimmistä tutkimusteemoista, joissa nähdään kansallisia ja kansainvälisiä yhteistyömahdollisuuksia ja joissa haetaan myös Puolustusvoimien ulkopuolisia innovaatioita. Kohderyhmänä on yhtäältä puolustusvoimien tutkimushenkilöstö, joka suunnittelee ja toteuttaa kansallista ja kansainvälistä tutkimusyhteistyötä ja toisaalta tiedeyhteisö ja teollisuus, jotka kykenevät tuottamaan Puolustusvoimien tehtäviin liittyvää osaamista ja innovaatioita agendassa kuvatuilla alueilla.

Agendasta voi olla hyötyä myös muille yhteiskunnan turvallisuuden tuottamiseen osallistuville viranomaisille.

Tutkimusagenda tukee innovatiivista kehittämistä auttamalla suuntaamaan huomiota puolustusvoimien pitkän aikavälin kehittämisen kannalta tärkeimmille alueille.

Agenda sisältää laajoja puolustusjärjestelmän kehittämisen kannalta tärkeitä teemoja. Teemoihin liittyy erilaisia tietotarpeita. Niiden täyttämiseksi tarvitaan tutkimus- ja kehittämistoimintaa kaikilla tieteen aloilla humanistisista tieteistä luonnontieteellisiin. Ilmiötä tarkastellaan kokonaisuuksina, jotka käsittävät henkilöstön, materiaalin, käyttö- ja toimintaperiaatteet, organisoinnin ja informaation. Agenda mahdollistaa tutkimusaiheiden asemoinnin osaksi kokonaisuutta ja auttaa näkemään niiden suhteen muihin tutkimuksiin.

Tutkimusagenda kuvaa 15 vuoden aikajänteellä tärkeimmiksi arvioidut ilmiöt. On selvää, että tässä ajassa myös toimintaympäristö muuttuu huomattavasti. Toimintaympäristön muutosten tutkiminen, tiedostaminen ja ennakointi mahdollistavat tietopohjaisen strategisen päätöksenteon. Tämä on erityisen tärkeätä tehtäessä suorituskykyjen kehittämiseen liittyviä päätöksiä.

### Keskeiset ilmiöt

- Toimintaympäristön ja kriisin kuvan muutos
- Ihminen osana järjestelmiä ja joukkoja
- Informaatio-operaatiot
- Verkostoituminen
- Toimintakyky sähkömagneettisessa spektrissä
- Autonomisia piirteitä omaavat järjestelmät

Tutkimusagendaan on valittu kuusi keskenään eritasoista ja erilaista ilmiötä, joilla arvioidaan olevan keskeinen merkitys Puolustusvoimille. Toimintaympäristön ja sodan kuvan muutos, ihminen osana järjestelmää ja joukkoa sekä informaatio-operaatiot ovat hyvin laajoja kokonaisuuksia. Verkostoituminen ja autonomia ovat jonkin verran rajallisempia. Toimintakyky sähkömagneettisessa spektrissä on selkeästi teknologiapainotteinen.





## Toimintaympäristön ja kriisin kuvan muutos

Globaalissa toimintaympäristössä tapahtuvat muutokset yhdessä kiihtyvän teknologisen kehityksen kanssa haastavat käsitystämme sodasta ja sodankäynnistä vaikuttaen samanaikaisesti siihen, miten ymmärrämme asevoimien tarkoituksen sekä toimintamallien ja käyttöperiaatteiden kehittämisen.

Nykyiselle toimintaympäristölle on tunnusomaista globaalien keskinäisriippuvuuksien kasvu ja niiden syventyminen sekä uudet toimijat. Informaatiovirrat sekä kaupan ja talouden verkostot sitovat toisiinsa maantieteelliset alueet, valtiot, ei-valtiolliset toimijat ja kansalaiset. Kansainvälisen järjestelmän muutoksessa ei-valtiolliset toimijat ovat globaaleja verkostoja hyödyntämällä haastaneet perinteisen valtiokeskeisen kansainvälisen järjestelmän ja sen perinteiset rakenteet.

Maantieteellisen ja fyysisen etäisyyden menettäessä merkitystään toimintaympäristöstä nousevat turvallisuusuhat ovat laajentuneet ja moninaistuneet. Keskinäisriippuvassa globaalissa toimintaympäristössä ilmenevillä häiriöillä voi olla ennakoimattomia seurauksia, jotka heijastuvat alueelliselle ja paikalliselle tasolle vaikuttaen myös Suomen turvallisuuteen.

Uusista toimijoista ja turvallisuusympäristössä tapahtuneista muutoksista huolimatta sotilaallinen voimankäyttö on säilyttänyt

asemansa eräänä määrävänä tekijänä kansainvälisessä järjestelmässä. Toimintaympäristössä tapahtuneet muutokset yhdessä teknologian kiihtyvän kehityksen kanssa kuitenkin haastavat käsitystämme sodasta ja sodankäynnistä.

Konfliktien monimutkaistuminen sekä uudet toimijat ja keinovalikoimat ovat hämärtäneet sodan ja rauhan välistä rajaa. Viimeaikaisessa kehityksessä on korostunut sotilaallisen voiman käytön yhdistyminen taloudellisten, poliittisten ja informaatiovaikuttamisen keinoihin sekä näiden keinojen aiempaa hallitumpi ja koordinoitumpi käyttö taistelutilassa. Laajentuva kineettistä ja eikineettistä vaikuttamista hyödyntävä keinovalikoima on mahdollistanut kokonaisvaltaisen vaikuttamisen yhteiskuntaan, kansalaisyhteiskuntaan ja asevoimiin.

Operaatioissa käytetään kasvavassa määrin korkean teknologian asejärjestelmiä, jotka mahdollistavat täsmävaikuttamisen hakeutuvien ampukeväkivien kaukaakin varsinaiselta operaatioalueelta. Asevoimien käyttö tapahtuu enenevässä määrin koordinoitusti yhteisoperaatioina kattaen maa-, meri-, ilma-, avaruus- ja informaatioympäristöt. Kansalliset asevoimat toimivat useimmiten osana monikansallista joukkoa ja niiden on kyettävä toimimaan niin korkean intensiteetin operaatioissa kuin humanitaarisissa kriisinhallintaoperaatioissakin, myös kaukana oman alueen ulkopuolella.

Operaatioille on luonteenomaista korkea operaatiotempo ja vastustajan käyttämät epäsymmetriset taktiikat, jotka kaikki asettavat uusia vaatimuksia niin sotilaan kuin sotilasryhmän toiminnallekin. Taistelija on kiinteä osa tätä järjestelmien ja verkostojen muodostamaa taistelutilaa, jossa nopea tilanteeseen adaptoituminen, päätöksentekokyky ja taktisen ajattelun luova soveltaminen ovat keskeisiä menestystekijöitä. Sodankuvan ja sodankäynnin uudet muodot ja taistelutilan uudet vaatimukset asettavat uusia vaatimuksia sotilaan fyysiselle ja psyykkiselle toimintakyvylle; nämä on huomioitava niin koulutuksessa kuin valintamenetelmissäkin.

Puolustusvoimien toimintaympäristö kehittyi kaikilla tasoilla edellyttäen sodan ja taistelun kuvan tutkimusta strategisella, taktisella ja taisteluteknisellä tasolla. Tulevaisuuden toimintaympäristössä ennakoinnilla, trendien tunnistamisella ja innovaatioilla on kriittinen asema puolustuskyvyn ja suorituskykyjen kehittämisessä. Kehitystä ei voi ymmärtää eikä hyödyntää ellei sitä tarkastele laaja-alaisesti ja poikkitieteellisesti. Puolustusvoimien tutkimustoiminnassa on tarvetta entistä laajemmalle kansalliselle ja kansainväliselle verkostoitumiselle yliopistojen, tutkimuslaitosten, teollisuuden ja muun valtionhallinnon kanssa.



## Ihminen osana järjestelmiä ja joukkoja

Tulevaisuuden taistelija toimii yhä monimutkaisemmassa, sekasortoisessa ympäristössä, joka on sekä fyysisesti että psyykkisesti hyvin kuormittava. Operaatioissa on kyettävä toimimaan vuorovaikutuksessa eri kulttuuritaustaisten ihmisten kanssa. Kriisin kuvan muuttumisen johdosta sotaa ei käydä vain toista osapuolta vastaan, vaan yhä kasvavassa määrin myös mielikuvatasolla ja mediapaineen alla.

Tämän monialaisen tutkimuskokonaisuuden keskiössä ovat ihmisen toimintakyky koko laajuudessaan, ihmisen ja koneen välinen rajapinta sekä oppiminen.

Taistelijalta vaaditaan kykyä toimia vastuullisesti muuttuvissa, monimutkaisissa, kuormittavissa ja ennalta arvaamattomissa tilanteissa ja ympäristöissä. Tätä kutsutaan toimintakyvyksi. Toimintakyvyn kokonaisuus koostuu fyysisestä, psyykkisestä, eettisestä ja sosiaalisesta osa-alueesta. Siihen voidaan vaikuttaa koulutuksella, harjoituksilla, ohjauksella, lääkintähuollon toimenpiteillä ja uusien teknologioiden avulla. Tavoitteena on - lähtötasosta riippuen - korjata ja palauttaa, säilyttää ja ylläpitää tai parantaa ja tehostaa toimintakykyä.

Fyysiseen toimintakykyyn liittyvät muun muassa ravinto, lepo, ympäristöterveys ja kunnon optimointi sekä palvelusturvallisuus sisältäen myös kannettavan ja puettavan varustuksen.

Psyykkisen toimintakyvyn osa-alueelle kuuluvat kognitiivisten kykyjen kehittäminen ja soveltuvuusarviointien huomioiminen henkilö-sijoituksissa sekä pystyvyyden tunteen, motivaation ja maanpuolustustahdon kehittäminen. Toimintakykyä edistetään parantamalla joukon taistelukestävyttä ja yksilön paineensietokykyä. Viime kädessä toimintakykyä palautetaan, säilytetään ja parannetaan lääkinnällisin toimin. Tarkasteltaessa ammattisotilaiden ja reserviläisten psyykkistä toimintakykyä on huomioitava yhteiskunnan muutokset. Tulevaisuuden sotilaan on pärjättävä henkisesti myös vastustajan hallussa olevalla alueella tai muutoin sen vaikutuspiirissä.

Fyysistä ja psyykkistä toimintakykyä tukevat mm. terveysvaarojen selvittäminen ja ehkäiseminen, sotilaslääketieteen hoito- ja terveyttä ylläpitävä toiminta sekä potilasevakuoinnit ja kenttälääkintä. Teknologian kehittyminen tuo uusia mahdollisuuksia näillekin osa-alueille, esimerkiksi etä- ja täsmälääkintään ja ihmisen tilan seuraamiseen.

Päätöksenteko muuttuvassa toimintaympäristössä yhä kiihtyvällä operaatiotempolla edellyttää hyvää eettistä toimintakykyä. Eettisesti toimintakykyinen taistelija tuntee kulttuurien, uskontojen ja sopimusten merkityksen sekä osaa hyödyntää sotilaspeda-

gogiikkaa. Kulttuurien tuntemus sivuaa myös sosiaalista toimintakykyä, jonka osa-alueita ovat mm. vuorovaikutuskäyttäytyminen, ryhmäkiinteys, sosiokulttuuriset normit sekä arvot ja asenteet.

Koneiden toiminnallisuuden ja älykkyyden kehittymisen myötä korostuu ihmisen ja koneen kyky tukea toisiaan. Inhimillisten tekijöiden huomioiminen sekä koneen että ihmisen osalta on avaintekijä toimivalle järjestelmälle. Ihminen-kone -rajapinnassa tärkeitä ovat ergonomia, sulautettu tietotekniikka, puettava elektroniikka ja älykkäät vaatteet, lisätty tai laajennettu todellisuus, ihmisen tilan seuraaminen ja siihen reagointi sekä koneen ja ihmisen välinen vuorovaikutussuhde.

Tulevien sukupolvien oppimistottumukset, käytännöt sekä asennoituminen opetukseen ja oppimiseen voivat olla hyvin erilaisia nykyiseen nähden. Tämä edellyttää sekä asian tutkimista että koulutuksen rakenteiden, menetelmien ja välineiden kehittämistä. Koulutusjärjestelmän tulee kyetä mukautumaan yhteiskunnallisiin muutoksiin ja pystyä edelleen tarjoamaan motivoiva ja tehokas oppimiskokemus reserviläisarmeijan suorituskyvyn ja maanpuolustustahdon perustaksi.

Tutkimuskokonaisuuden keskeisiä teemoja ovat ihmisen toimintakyky, ihmisen ja koneen rajapinta sekä oppiminen. Tavoitteena on näihin teemoihin liittyen luoda tietopohjaa ja osaamista sekä etsiä ja tuottaa uusia ratkaisuja.





## Informaatio-operaatiot

Informaatio-operaatiot ovat valtion yhteiskunnalliseen ja sotilaalliseen päätöksentekoon ja toimintakykyyn sekä kansalaisten mielipiteisiin vaikuttamista ja tältä suojautumista. Informaatio-operaatioita käydään yhteiskunnallisin, poliittisin, psykologisin, sosiaalisin, taloudellisin ja sotilaallisin keinoin strategisella, operatiivisella tai taktisella tasolla. Informaation merkitys toiminnan kohteena korostuu. Vaikuttamiseen pyritään estämällä vastapuolta muodostamasta oikeaa käsitystä tilanteesta tai ohjaamaan tämä tekemään väärä päätös. Jos tässä ei onnistuta, pyritään estämään päätöksen toimeenpano. Psykologisin keinoin käytetään mediaoperaatioita, uhkailua ja painostusta. Fyysisinä keinoina käytetään tietoverkko-operaatioita ja elektronista vaikuttamista sekä fyysistä vaikuttamista niihin kohteisiin, joihin ei voida vaikuttaa muilla keinoin.

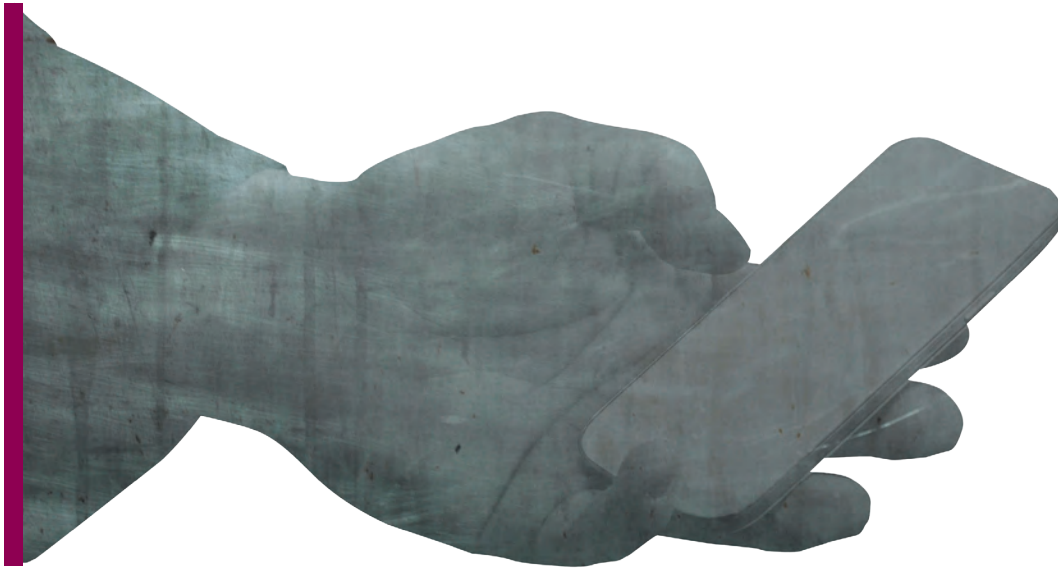
Informaatio-operaatioissa puolustusvoimat on yksi toimija muiden tahojen kanssa: valtion kyky toimeenpanna informaatio-operaatioita ja suojautua niiden vaikutuksilta edellyttää tehokasta yhteistyötä viranomaisten ja yhteiskunnan infrastruktuurista vastaavien tahojen kesken sekä mielipideympäristöön vaikuttavan median ja muun viestinnän kanssa.

Informaatio-operaatioiden keinovalikoimaan kuuluvat mm. tietoverkoissa tapahtuva tiedustelu, valvonta ja vaikuttaminen, sähkömagneettisen spektrin kautta tapahtuva elektroninen tiedustelu, valvonta, sekä elektroninen häirintä ja elektronian lamauttaminen, psykologinen vaikuttaminen sekä fyysinen vaikuttaminen erityisesti vastustajan tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmiin. Omaa toimintaa pyritään suojaamaan tiedustelulta ja valvonnalta ylläpitämällä operaatioturvallisuutta ja harhauttamalla vastustajaa.

Tavoitteena on saavuttaa informaatioylivoima, eli vastustajaan nähden ajantasaisempi ja luotettavampi tilannekuva. Se saavutetaan tukemalla omaa informaation keräämistä, analysointia ja jakamista sekä heikentämällä vastustajan informaatioprosesseja.

Tutkimuksen tavoitteena on luoda osaamista ja tietopohjaa koko informaatio-operaatioiden kokonaisuuteen tutkimalla sekä informaatiota ja ihmistä sen kohteena, tuottajana ja käsitteijänä että keinoja informaatioon vaikuttamiseen ja vaikutuksilta suojautumiseen.





## Verkostoituminen

Informaatioteknologian kehittyminen on mahdollistanut erilaisten palveluiden tuottamisen muualla kuin missä niitä käytetään. Tämä mahdollistaa toimintojen hajauttamisen ja niiden käyttämisen tietoverkkojen välityksellä. Samalla verkon kautta voi käyttää lähes mitä tahansa palveluja, jopa sellaisia joiden olemassaolosta ei edes ollut tietoinen. Verkostoitumiskehityksellä on suuri merkitys niin siviilimaailman liiketoimintamalleihin kuin puolustusjärjestelmien rakentamiseen ja suorituskykyjen käyttämiseen.

Sensori-, ase- ja johtamisjärjestelmien verkostoituminen mahdollistaa kattavan tilannekuvan muodostamisen ja monipuolistaa voimankäytön mahdollisuuksia. Yhteiskäyttöisillä sensori- ja asejärjestelmillä voidaan toteuttaa puolustushaarojen voimavarat yhdistäviä, keskitetysti koordinoituja operaatioita, joita voidaan johtaa mistä tahansa johtokeskuksesta. Tilannekuvan muodostaminen, päätöksenteko ja voimankäyttö eivät ole paikkaan sidottuja.

Verkoston luoma entistä tarkempi ja ajantasaisempi tilannekuva mahdollistaa tehtävätaktiikan soveltamisen. Toisaalta kattavampi ja tarkempi tilannekuva, joka vielä ajantasaisuusvaatimuksen

myötä muuttuu entistä nopeammin, aiheuttaa uudenlaisia vaatimuksia henkisille kyvyille. Verkostoitumisen täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää sen mahdollistamien kyvykkyyksien hyväksikäyttöä sekä taktiikassa ja johtamisessa että järjestelmien ja joukkojen organisoinnissa ja käytössä. Tällä voi olla vaikutusta myös puolustushaarojen sekä aselajien tehtäviin ja rakenteisiin.

Verkostoituneen toimintatavan keskeinen piirre on palvelun tuottajan fyysisen läsnäolon muuttuminen virtuaaliseksi. Esimerkiksi tilannekuvaa tuottava sensori toimii etäällä eikä ole omin silmin tarkasteltavissa. Samoin taistelua tukeva ase ei välttämättä ole näköpiirissä. Sen toiminnallisuutta hyödynnetään verkoston kautta pyytämällä. Johtaja ei ole itse läsnä, vaan antaa tehtävät verkoston välityksellä. Myös haavoittuneita tutkiva ja hoitava lääkäri saattaa olla paikalla vain virtuaalisesti. Tämä kaikki asettaa erityisiä vaatimuksia verkoston luotettavuudelle sekä luottamuksen luomiselle. Käyttäjän on ymmärrettävä käsin kosketeltavan päätelaitteen lisäksi koko verkoston toimintaperiaate ja luotettava siihen. On selvää, että verkostomaisessa toimintaympäristössä myös taistelijoiden ja johtajien psyykkisille vaatimuksille tulee uusia piirteitä.

Kuluttajille tarkoitetun informaatioteknologian nopea kehitys on synnyttänyt uudenlaisia verkostoitumisen liiketoimintoja. Se on myös muuttanut ihmisten toimintatapoja, kuten sosiaalisen median räjähdysmäinen kasvu osoittaa. Verkostoitumisen todellinen ydin onkin sen mahdollistama täysin uudenlainen toimintatapa ja suorituskykyjen rakentamisen logiikka.

Verkostoituminen perustuu kahteen teknologiseen ilmiöön: toimintojen siirtymiseen ohjelmistollisiksi ja tiedonsiirtoteknologian kehittymiseen. Ohjelmistollisuus mahdollistaa erilaisten laitteiden havaintojen, mittaustulosten ja muiden seikkojen välittämisen sähköisesti mihin tahansa. Se myös mahdollistaa laitteiden kauko-ohjaamisen informaation avulla. Tiedonsiirtoteknologia on liima, joka liittää verkoston eri osat yhteen.

Järjestelmien suorituskyky perustuu koko ajan suuremmassa määrin ohjelmistoihin. Ohjelmistollisuuden laajentumisen myötä yhä useammat järjestelmät tulevat haavoittuviksi tietoverkkojen kautta tapahtuville hyökkäyksille. Verkkoihin liitettyjen laitteiden määrän lisääntyessä esiin nousee täysin uudenlaisia mahdollisuuksia ja uhkia. Yhtenä esimerkkinä tästä on avoimen lähteen tiedustelun

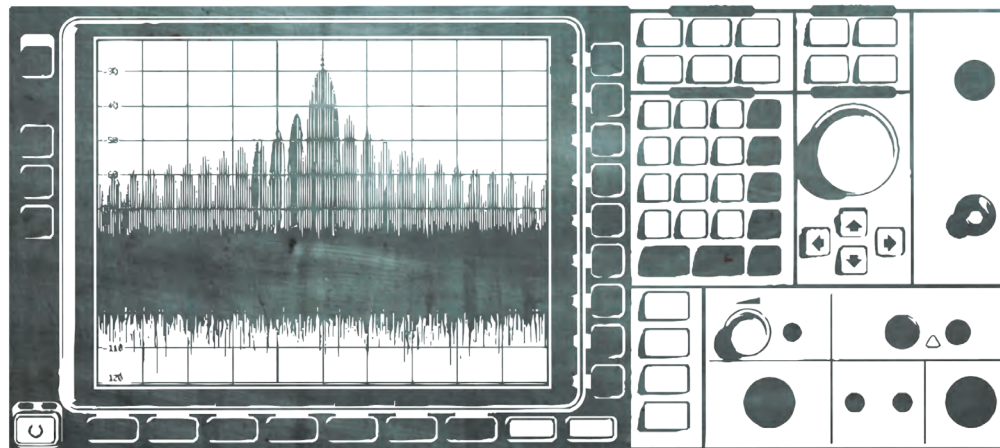
mahdollisuuksien merkittävä lisääntyminen ja vastaavasti oman operaatioturvallisuuden varmistamisen vaikeutuminen.

Vaikka siviiliteknologia johtaa alan teknistä kehitystä, on selvää, etteivät kaikki sen sovellukset sovi sellaisenaan tai lainkaan sotilaskäyttöön. Siviiliteknologian soveltamista rajoittavat useat tekijät, kuten kannettavien laitteiden sähkötehon tuottaminen, operaatioturvallisuuden ylläpitäminen ja tiedon luottamuksellisuuden, eheyden ja saatavuuden varmistaminen. Sotilasympäristössä on aina huomioitava tahattomien keskinäishäiriöiden lisäksi tahallinen häirintä, vastustajan tiedustelu ja sen ohjaamat fyysiset ja elektroniset hyökkäykset järjestelmiä vastaan.

Verkostoituminen tuo kaiken tiedon saataville. Automatisoitu mas- samainen tiedon hallinta ja louhinta (big data) mahdollistaa entistä paremman tilanneymmärryksen sekä tilanteiden ennakoinnin.

Siviilisektorin toimiessa kehityksen veturina puolustussektorin tulee kehittää ennen kaikkea kykyään tutkia, ymmärtää ja soveltaa erilaisia uusia teknologioita. Tällöin on otettava huomioon myös teknologian vaikutus käyttöperiaatteisiin ja yksilön toimintaan.





## Toimintakyky sähkömagneettisessa spektrissä

Liikesodankäynnissä informaation kerääminen ja siirtäminen perustuu sähkömagneettisen spektrin käyttöön ulottuen radio- ja taajuuksilta näkyvän valon ja ultraviolettisäteilyn aallonpituuksille. Sodankäynnin keinovalikoimien laajentuminen perinteisestä maa-, meri- ja ilmaympäristöstä myös avaruuteen ja tietoverkkoihin tuo sekä haasteita että keinoja sähkömagneettisen spektrin hallintaan. Avaruus tarjoaa mahdollisuuden näkymättömään valvontaan ja tiedonvälitykseen tavalla, jolla voi olla sekä teknologisia että psykologisia vaikutuksia. Lisäksi tietoverkkoihin voidaan vaikuttaa sähkömagneettisen säteilyn keinoin. Liikkuvan taistelutavan ja verkostotoiminnan vaatimusten täyttäminen edellyttää uudenlaista kykyä hallita taajuuksia ruuhkaisessa spektrissä.

Kuvantavan tutkateknologian pienentyminen ja tarkkuuden kasvaminen sekä laser- ja moni- sekä hyperspektritekniikat edellyttävät joukkojen häiveteknisen suojan parantamista. Vastasensoritekniologioita kehittämällä sekä uusien materiaali- ja rakenneteknologioiden käyttöön ottamisella pyritään osaltaan vastaamaan sensoritekniologioiden kehittyvään uhkaan.

Sähkömagneettisen spektrin hallintaan kuuluu elektronisen vaikuttamisen, suojautumisen ja tuen lisäksi taajuushallinta. Tulevaisuuden

kansainvälisissä operaatioissa, joissa pyritään koalitiopohjaiseen toimintaan, lainsäädäntö ja eri määräykset rajaavat taajuushallinnan mahdollisuuksia. Taajuushallinta edellyttää laajaa viranomaisyhteistoimintaa niin kotimaassa kuin kansainvälisissä ympäristöissä.

Sähkömagneettinen säteily voi vaikuttaa ihmiseen niin fysiologisesti kuin psykologisesti. Välittömät fysiologiset vaikutukset tunnetaan suunnatun energian aseiden pohjalta, mutta pitempivaikutteiset ilmiöt vaativat lisätietoa. Psykologiset vaikutukset ovat haasteellisia, sillä näkymätön uhka esimerkiksi avaruudesta tai vaaravien aseiden osalta on vaikeasti hallittava kokonaisuus, joka kuitenkin vaikuttaa joukkojen toimintaan.

Sodankäynnin verkottuminen ja monimutkaistuminen takaavat sen, että jatkossa sähkömagneettisen spektrin käyttömahdollisuuksia ja käytöstä aiheutuvia uhkia ei voi arvioida vain yksittäisten teknisten järjestelmien kautta. Järjestelmäominaisuuksien lisäksi on arvioitava myös ihmisen toimintaa, joukon käyttämissä periaatteita ja verkottuneen taistelulentän kokonaisuutta maaston, kasvillisuuden, rakennusten ja muiden kohteiden muodostama herätetausta mukaan lukien.



## Autonomisia piirteitä omaavat järjestelmät

Tietojenkäsittely-, sensori- ja elektroniikkateknologioiden kehittymisen myötä koneiden älykkyys ja tietoisuus ympäristöstään kasvavat merkittävästi. Eläinmaailman ja ihmisen rakenteiden ja toimintojen syvällisempi ymmärtäminen mahdollistaa nykyisten ajoneuvopohjaisten miehittämättömien järjestelmien valikoiman täydentämisen uudentyypisillä hajautetuilla ratkaisuilla. On huomattava, että koneiden kehittymisen ohessa myös ympäristön älykkyys kehittyy. Ympäristö kykenee havaitsemaan autonomisen järjestelmän ja tarjoamaan sille tietoa ja palveluita. Tällaisella autonomisista toimijoista ja älykkästä infrastruktuurista muodostuvalla verkostolla voi olla täysin uudenlaisia sovelluskohteita.

Ihminen pyritään korvaamaan koneella erityisesti riskialttiissa tehtävissä, kuten tiedustelussa ja vastustajan vaikutuspiirissä operoimisessa. Koneiden väsymättömyyden johdosta ne ovat omiaan myös pitkäkestoisin valvontatehtäviin. On huomattava, että autonomisia piirteitä omaavia järjestelmiä on kaikissa toimintaympäristöissä: maalla, merellä, ilmassa ja tietoavaruudessa. Käsite ei siten rajaudu vain fyysiseen maailmaan.

Ihmisen siirtäminen koneessa istuvasta käyttäjästä sen ulkopuolelle mahdollistaa koneen pienentämisen ja keventämisen, toiminta-ajan ja toimintasäteen pidentämisen sekä sallii uudenlaisia ominaisuuksia, joita ihminen ei kestä. Ihmisen toimintakykyisenä

pitämiseen tarvittavien järjestelmien poistaminen tuo kustannussäästöä ja mahdollistaa entistä keveämmät, nopeammat ja toimintakykyisemmät ratkaisut.

Ei ole nähtävissä että koneet kykenisivät toimimaan täysin autonomisesti. Myös kansainvälisen oikeuden periaatteet, asevalvontasopimukset ja humanitaarisoikeudelliset valtiosopimukset edellyttävät ihmistä jossakin päätöksenteon vaiheessa. Tämä voi rajoittaa koneiden suorituskyvyn käyttämistä ainakin niiden maiden kohdalla, jotka noudattavat kansainvälistä oikeutta.

Ihminen on aina mukana määrittämässä koneelle tehtävää, valvomassa ja tarvittaessa ohjaamassa sen suoritusta, varustamassa konetta tehtävää varten sekä huoltamassa ja korjaamassa sitä. Ihmisen roolissa tapahtuu kuitenkin merkittävä muutos. Aluksi ihminen siirtyy koneen osien, esimerkiksi lentopintojen tai pyörien suunnan, säätämisestä reitin määrittämiseen. Kone toteuttaa reitin mahdollisesti väistellen uhkia ja esteitä ihmisen keskittyessä havainnoimaan ympäristöä. Koneiden kognitiivisten kykyjen kehittyessä niille annetaan enemmän tilannekohtaista päätöksentekovastuuta ja ihminen siirtyy korkeamman tason suunnitteluun. Koneelle voidaan esimerkiksi käskä tehtäväksi etsiä jokin tietty asia, minkä jälkeen se päättää itse, mistä kohteen voisi löytää ja miten sitä kannattaa etsiä.

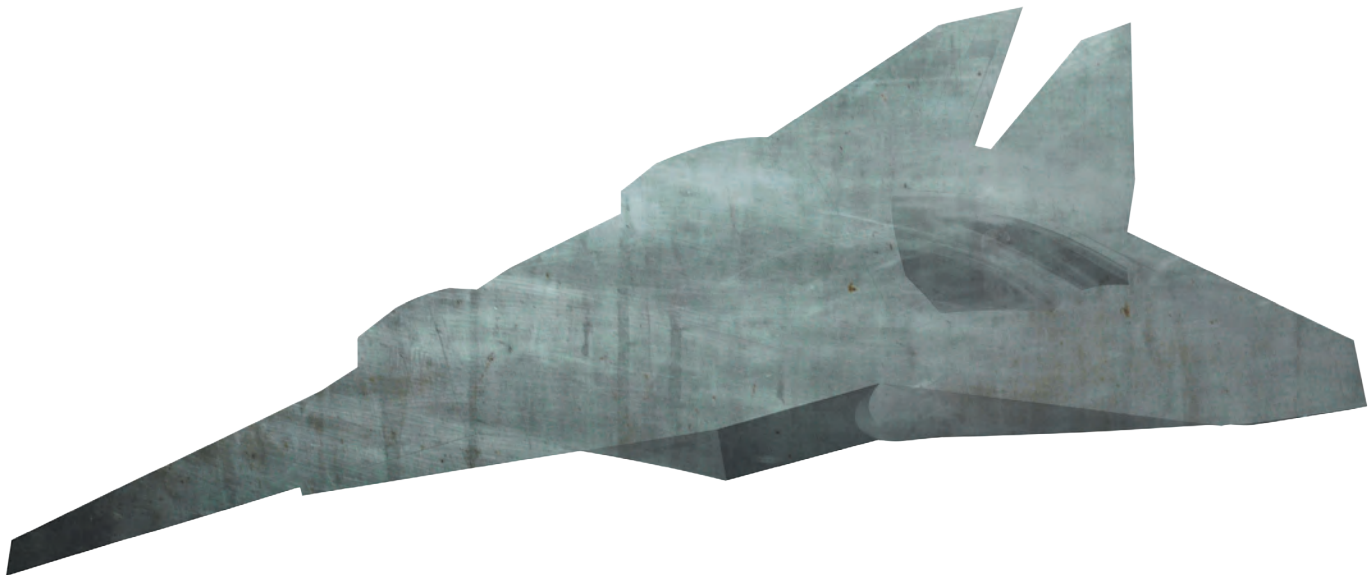
Koneet kykenevät kommunikoimaan sekä ihmisten että toistensa kanssa. Ihminen on tällöin enemmänkin ihmis- ja konejoukon johtaja kuin koneenkäyttäjä. Koneet kykenevät myös yhteiseen päätöksentekoon. Se mahdollistaa parveilutaktiikan, jossa konejoukko esimerkiksi sopii keskenään havaitsemansa uhkan perusteella, miten se ryhmittyy puolustamaan suojattavaa kohdetta.

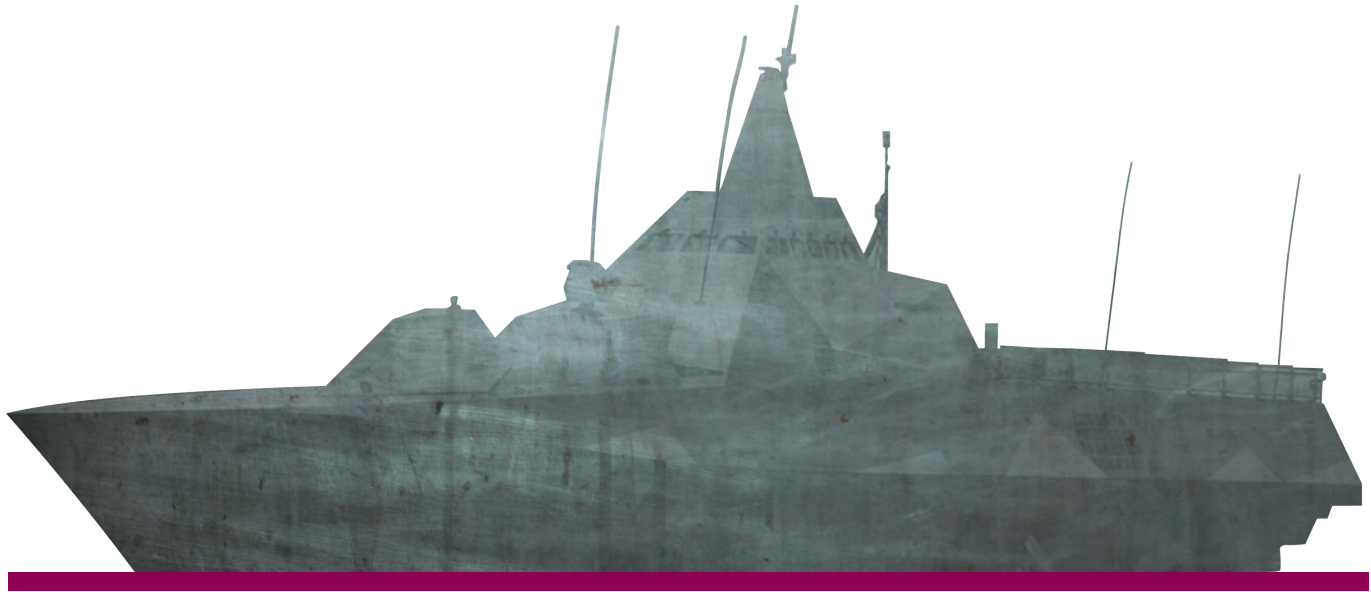
Tulevaisuudessa ihminen ei varsinaisesti käytä konetta vaan tekee työtä sen kanssa. Koneiden ja ihmisten roolien muutoksilla voi olla merkittäviä vaikutuksia ryhmädynamiikkaan ja joukon koheesioon. Luottamus koneeseen edellyttää sekä ihmisen ymmärtämistä että koneen ominaisuuksista varmistumista ja sen kommunikointikyvyn kehittämistä.

Teknologian pienentymisen ja halpenemisen myötä täsmävaihtuskyky leviää uusiin järjestelmiin. Vaanivat aseet, parveilevat maaliinsa joukkona hakeutuvat itsensä uhraavat robotit, pienet kaikkialla läsnä olevat sensorit, tulivaikutuksen alla toimivat järjestelmät ja muut teknisen kehityksen mukanaan tuomat sovel-

lukset mahdollistavat uusia tapoja toteuttaa tilan valvontaa, maalin paikannusta, tulenkäyttöä, suojautumista ja logistiikkaa. Toisaalta vastustajan käytössä ne tuovat mukanaan myös uusia uhkia, joilta suojautumiseen ja joiden torjuntaan on myös kehitettävä keinoja.

Useimmat sodankäyntiin liittyvät turvallisuusasiat, kuten kelpuutukset ja turvallisuusmääräykset, perustuvat oletukseen, että niiden kohteena on ihminen ja ihmisten muodostama joukko. Miehittämättömien järjestelmien käyttöönotto edellyttää lukuisien määräysten kehittämistä. Autonomisten järjestelmien yleistymisen myötä on ratkaistava sallittu autonomian aste myös maa-, meri-, ilma- ja informaatioympäristöissä. Tähän liittyy kansallisen ja kansainvälisen lainsäädännön lisäksi useita näkökulmia, kuten turvallisuus, toimivaltuudet ja sotajoukon toimintakyky. On määritettävä, mikä on koneen suunnittelijan, valmistajan, ohjelmoijan, tehtävään evästävän ja käyttäjän juridinen vastuu. Myös moraaliset ja eettiset kysymykset on ratkaistava.





## Toimeenpano

Tutkimusagendaa toimeenpannaan mm. puolustusvoimien tutkimusohjelmina, erillistutkimuksina sekä kansallisena ja kansainvälisenä tutkimusyhteistyönä. Puolustusvoimien tutkimusohjelmat (PVTO) ovat monivuotisia pääosin tilausvaltuusvaroin toteutettavia tavoitteellisia tutkimuskokonaisuuksia, joissa tutkimus ja kehittäminen toteutetaan pääosin puolustusvoimien ulkopuolella. Erillistutkimukset ovat tyypillisesti kertaluontoisia ja tarkasti rajattuja tutkimustehtäviä.

Tutkimusagenda kuvaa 15 vuoden aikajänteellä tärkeäksi arvioit tutkimusteemat. Tutkimusagendaa ylläpidetään strategisen suunnittelun aikataulussa katselmoimalla ja tarvittaessa päivittämällä neljän vuoden välein.





**Puolustusvoimat**  
puolustusvoimat.fi