

AUTONOOMSETE SÜSTEEMIDE KULUMÕJUD

Jaan Murumets



ÜLEVAADE. Mehhaniseerimine, automatiseerimine ja autonoomsete süsteemide kasutamine hästi läbi uuritud valdkondades (üldjuhul mittekriitiliste funktsioonide täitmiseks) võib anda märkimisväärse kulude kokkuhoiu ning suurendada tõhusust. Kuigi mõnel juhul võib olla autonoomsete süsteemide kasutamisel sooritusvõime parem kui tavalahenduse puhul, teevad laias vahemikus muutuvad operatsiooni-keskkonna parameetrid, nagu ilmastik või maastiku eripära, tavasüsteemil põhineva väevõime täieliku asendamise autonoomse süsteemiga keeruliseks. Senise uurimismaterjali põhjal on vähe alust oodata, et autonoomsete süsteemide laialdasest kasutuselevõtmisest saadav kulude kokkuhoid riigikaitstes oleks midagi muud kui kauge unistus. Autonoomsete süsteemide kasutuselevõtmisega võivad kulukohad DOTMLPFI loendis ümber paikneda, kuid sõjategevuse korral ei vähene üldine kulutase märkimisväärselt. Veel enam, esimese kindlat tüüpi autonoomse süsteemi relvastuses kasutuselevõtmine võib osutada riigile kulukamaks kui tavasüsteemiga jätkamine.

Artikkel tugineb NATO Teadus- ja Tehnoloogiaorganisatsiooni (STO) süsteemi-analüüsi paneeli uuringule „Understanding the Cost-Related Implications of Autonomy – A System of Systems Perspective“¹. Suurbritannia juhtimisel ning Rootsi ja Eesti osalusel tehtud uuringu lõpparuande on NATO avaldanud 2020. aasta detsembris juurdepääsupiiranguga „NATO Unclassified“, mis tähendab Eesti õigusruumis juurdepääsupiirangut „asutusesiseseks kasutamiseks“. Artikli sisu on lühendatud ja kohandatud, et seda oleks võimalik avaldada juurdepääsupiiranguta. Huvilised saavad tutvuda uuringuaruande täisversiooniga Kaitseväge Akadeemia rakendusuuringute osakonna vahendusel.

Võtmesõnad: autonoomsed süsteemid, kuluanalüüs, väevõime, võimearendus, riskid

Keywords: autonomous systems, cost analysis, military capability, capability development, risks

¹ **Understanding the Cost-Related Implications of Autonomy – A System of Systems Perspective** 2020. STO-TR-SAS-146. Technical Report RDP. NATO Science and Technology Organization. DOI: 10.14339/STO-TR-SAS-146.

1. Sissejuhatus

Uuringu eesmärk on välja töötada analüüsimeetod, mille abil saaksid riigid võrrelda olemasolevate väevõimelahenduste ning kavandatavate autonoomsete süsteemide maksumust ja mõjusust. Andmed ja eeldused erinevad riigiti ning võimearendajate ülesanne on otsustada, kuidas seda meetodit mingis olukorras kasutada.

1.1. Võimearendusotsused

Võimevajadusi rahuldava autonoomse süsteemi hankimisel on vaja mõista autonoomsete süsteemide maksumuse ja sooritusega seotud mõju. Hankeotsuse langetamisel on riikidele abiks kolm aspekti:

- 1) autonoomselt süsteemilt eeldatavate kulu- ja sooritusparameetrite esialgne kujundamine, et luua nende alusel tavalahendusega samaväärne või sellest parem autonoomne süsteem;
- 2) erinevate tehnoloogiliste ja insener-tehniliste lahenduste eeldatavate kulude ja tulude mõistmine, arvestades autonoomse võimelahendi sooritust ja elutsüklikulu;
- 3) ühe või mitme väljaarendatud autonoomse võimelahendi võrdlemine omavahel ja tavalahendusega, et langetada otsus, kas ja milline võimealahend hankida.

Esimene aspekt aitab autonoomset võimelahendit luua või hankida plaanivatel riikidel näha erinevate tehnoloogiliste ja insener-tehniliste lahenduste edasiarendus- ja lõimimisvõimalusi. Kui võimelahend ei ole tavalahendusest taskukohasem ja kulutõhusam, on selle kasutuselevõtt küsitava väärtusega. Selliste prototüüpidega katsetamine võib anda siiski tehnilist ja operatsioonilist lisateavet.

Teine aspekt aitab hinnata tehnoloogiliste või insener-tehniliste lahenduste valikuid autonoomse võimelahendi süsteemiarenduse või kohandamise etapis. Tehnoloogiale keskenduvad organisatsioonid võivad püüda lisada mingile insener-tehnilisele lahendusele funktsionaalsust, kuna see tundub olevat taskukohane. Uuringu käigus töötati välja meetod, millega hinnata, kas lisafunktsionaalsus teeb võimelahendi väärtuslikumaks või liiga keeruliseks, tekitades vaid lisakulu.

Kolmanda aspektiga on silmitsi kõik riigid, kuna võimeloomes ja hankeotsuste langetamisel on vaja teha valik täpselt kindlaks määratud alternatiivide vahel – olgu need autonoomsed või konventsionaalsed.

Autonoomse süsteemi arendamise või hankimise otsus hõlmab ka aspekte, mida ei saa mõõta arvudes. Pikaajaline võimearendus tähendab julgeolekukeskkonna arengusuundade ning nendega seotud julgeolekuohtude, -riskide ja -ülesannete määramist kogu planeerimisperioodil, aga ka olemasolevate ja loodavate väevõimete kõrvutamist samas ajaraamis, et tuvastada võimelüngad. See võimaldab ka välja selgitada uued võimevajadused muutuvate julgeolekuriskide maandamiseks. Võimearendus võib tähendada dialoogi ehk kaitseplaneerijate küsimust kaitsetööstusele: „Kas te saate luua süsteemi, mis teeks X?“, ning kaitsetööstuse küsimust kaitseplaneerijatele: „Meil on mõttes süsteem, mis teeb X. Kas te saate seda tulevikus kasutada?“.

Uuringus vaadeldakse autonoomsete süsteemide kulumõjusid sõjalises kontekstis. Uuringu eesmärk on luua otsustajaid abistav metoodika struktureeritud ja korratavateks analüüsideks, et hinnata, kas autonoomse süsteemi kasutuselevõtuga on võimalik vähendada kulusid.

Töö maht ja ulatus on märkimisväärne. Autorid – professor Martin Parr, Georgia Court ja Tim Jefferis Ühendkuningriigist, dr Martin Hagström Rootsist ning dr Jaan Murumets ja kolonelleitnant Sten Allik Eestist – ei ole püüdnud luua üldist ega tüübispetsiifilist kulumudelit, vaid on kirjeldanud standardiseeritud analüüsimeetodit, mis võimaldab riikidel luua oma vajadusi arvestavad andmekogud.

1.2. Võimelahendid

Võimelünga lahendamiseks on võimalik luua erinevaid süsteemi tasandi lahendusi. Näiteks visuaalse info hankimiseks võib luua süsteemi, mis kasutab väikeseid ja seetõttu suhteliselt odavaid mehitamata õhukeid. Need on kasutatavad kas ühe korra või korduvalt, kuid ei ole remonditavad. Sel viisil on võimalik vähendada logistilise toetuse kulu, kuna vigastatud õhukeid ei ole tarvis saata tagalasse parandamiseks ning pole vaja ka ülal pidada kvalifitseeritud remondimeeskondi, nende töövahendeid ja varuosade laovarude. Alternatiivina võib luua süsteemi, mis tugineb suurematele ja remonditavatele õhukitele. Sellise süsteemi sooritusvõime võib olla suurem, kuid see tähendab suuremat käituskulu². Veel üks võimalus oleks kasutada mehitatud platvorme. Iga

² See, kas suurte ja parandatavate õhukite elutsüklikulu on suurem või väiksem väiksemate, ühekordse kasutusega õhukite elutsüklikulust, sõltub nende kavandatud kasutamisest lahingulukorras, aga ka muudest asjaoludest.

lahendi puhul on sooritustase erinev, nagu ka kapitali- ja elutsüklikulu. Siinne uuring keskendub erinevusele tavasüsteemide ning erineva autonoomsusastmega süsteemide soorituse ja kulude vahel.

Võimelahendi hindamisel tuleb iga võimekandja puhul vaadelda nii sisendeid kui ka väljundeid. Võimekandja sisendeid saab kirjeldada DOTMLPFI³ või mõne muu riigis kasutatava sisendite loendi alusel. Nende parameetrite sisu sõltub üksuse struktuurist ja põhirollist. Võimekandja väljundite kirjeldamiseks tugines uuring seitsmele põhilisele operatsioonivõimele: teave, juhtimine, side, logistiline toetus, rakendamine, eendatavus/liikuvus ja hukukindlus/väekaitse⁴. Analüüsi eesmärk on välja selgitada DOTMLPFI loetelus sisendite ressursivajadus, mida on vaja põhiliste operatsioonivõimete loetelus kirjeldatud sooritusteks ja alalhoiuks. Välja tuleb selgitada ka vanalt süsteemilt uuele ülemineku kulu.

Kulude vaatepunktist loob võimeväljundid üldjuhul isikkoosseis (ingl *personnel*), kes kasutab vahendeid (*materiel*) ja taristut (*facilities*). Selle jaoks määratletakse ka ülejäänud sisendi parameetrid: doktriin, organisatsioon, väljaõpe, eestvedamine ja koostegutsemisvõime (*doctrine, organisation, training, leadership and interoperability*). Seega saab uue relvasüsteemi kasutuselevõtuga kaasnev kulude kokkuhoid tekkida kas süsteemi käitamiseks vajaliku isikkoosseisu, vahendite ja taristu või üleminekukulude kokkuhoiust.

Autonoomsete süsteemide kasutuselevõtuga võivad kaasneda ka tulemused, mis ei vähenda otseselt võimelahendi maksumust (nt eluohtrikku olukorda satub vähem inimesi), kuid mille saavutamiseks võivad otsustajad olla valmis kandma lisakulusid. Uuringus arvestatakse selliste tulemustega, see-eest otsuse inimelu arvestusliku rahalise väärtuse kohta peab langetama iga riik ise.

1.3. Uuringu ulatus ja eeldused

Analüüsimisel on tarvis terviklikku ja asjakohast eelduste kogumit. Selle uuringu analüüsimudel on piisavalt võimas, et katta autonoomsete süsteemide relvajõududes kasutamise võimalikult lai eelduste spekter. Üks põhi-eeldusi on järgmine: autonoomseid ja tavasüsteeme on võimalik kirjeldada eraldiseisvatena, et saaks välja selgitada nende kulud ja võrrelda neid. Kui see

³ *Doctrine, Organisation, Training, Materiel, Leadership, Personnel, Facilities, Interoperability* – doktriin, organisatsioon, väljaõpe, vahendid, eestvedamine, isikkoosseis, taristu, koostegutsemisvõime.

⁴ **Towards the New Strategic Concept: A selection of background documents** 2010. NATO Corporate Author. NATO Public Diplomacy Division. https://www.nato.int/nato_static/assets/pdf/pdf_publications/20120412_Towards_the_new_strategic_concept-eng.pdf (06.10.2021).

ei ole võimalik, tuleb meetodikat kohandada, et tulemusi saaks võrrelda ning välistada oletuslikkus.

Väljaspool kuluanalüüsi on oluline vaadeldava süsteemi sobivus lahingu-tegevuses ning logistiline ja finantsiline toetatavus eeldatud ressursside piires. Selles kontekstis võetakse aluseks kaks eelduste kogumit.

Esimene puudutab eelkõige seda, kuidas süsteemi kasutada. Need eeldused on seotud vastase jõudude suuruse ja ülesehitusega, lahinguülesande täitmise tingimustega ehk operatsioonikeskkonna sõjaliste ja füüsiliste parameetrite ja valitud tegevusvariandiga ning sõjalise tegevuse iseloomu, intensiivsuse ja kestusega. Nende eelduste alusel määratakse kindlaks vaadeldava autonoomse süsteemi sooritusnõuded. Parameetritena võib näiteks tuua kasutuskestuse (*endurance*), koormatustmäära (*payload*) või kaitstustaseme (*degree of protection*).

Teine osa eeldusi on seotud eeldatavasti kasutada olevate ressurssidega. Selgitades välja süsteemi käitamiseks ja logistiliseks toetamiseks vajalikud ressursid, on võimalik määrata kindlaks, kui suur ja millise ülesehitusega peaks olema üksus, mis suudaks süsteemi mõjusalt käitada.

Tähtis on meeles pidada, et mis tahes järeldused autonoomse süsteemi sobivuse või logistilise ja finantsilise toetatavuse kohta sõltuvad analüüsi aluseks olnud eeldustest. Kui muuta ühte või mitut eeldust, võivad järeldused olla erinevad. Süsteem, mille sooritusvõime ei ole vaenulikus keskkonnas (*opposed environment*) piisav, võib osutuda sobivaks väheintensiivses konfliktis. Samuti võib süsteem, mida hinnatakse pataljoni suuruse üksuse jaoks üle jõu käivalt kulukaks, osutuda diviisisuuruse üksuse puhul sobivaks.

1.4. Põhjendamatu ootuste mõju

Autonoomsete süsteemide kasutuselevõtuks on palju põhjusi. Paranenud soorituse (nt suurem tabamistäpsus, lühem reageerimisaeg) kõrval on laialt levinud argument elutsüklikulude oodatav vähenemine. Stabiilne sooritus ja kulude kokkuhoid on ajendanud võtma tööstuses kasutusele roboteid ning sageli oodatakse samaväärseid tulemusi ka muude valdkondade automatiseerimisest. Samas on automatiseeritud süsteemide kasutamine hästi struktureeritud ja ennustatavates keskkondades, nagu tööstusettevõtte, väga erinev sõjalisest kasutusest. Sõjandusvaldkonna rakendused võivad ulatuda hästi struktureeritud ülesannetest tagalabaasi suurlaos lahingutegevuseni, mis on juba olemuslikult ennustamatu. Mida ennustamatum on keskkond, seda suurem peab olema reaktsioonide variatiivsus.

Kulude kokkuhoidu on mainitud paljudes dokumentides, kuid tavaliselt ilma tõendusmaterjalita. Ühes USA maaväe 2016. aasta dokumendis on kulude vähenemist mainitud kolmel korral kui robootiliste ja autonoomsete süsteemide (*robotic and autonomous systems*; RAS) kasutuselevõtu tulemust, esitamata põhjuslikku seost süsteemi kasutuselevõtu ja kulude vähenemise vahel⁵. Aruandest USA Kongressile leiab mõned kuludega seotud viited. Ühes lauses mainitakse, et kulusid on võimalik kokku hoida:

*RAS ja tehisintellekt võivad leida üksuste ja juhtide väljaõppes laialdast kasutamist, mis lisaks suuremale tõhususele võib aidata vähendada ka kulusid ning vabastada varem väljaõppeülesannetega seotud isikkoosseisu muude ülesannete täitmiseks.*⁶

Samast dokumendist võime leida tähelepaneku mehitamata õhukitega seotud vajaduse kohta suurendada isikkoosseisu:

*/.../ isikkoosseisu vajaduse vähenemine ühes valdkonnas võib kaasa tuua selle suurenemise teises. Mõned vaatlejad on täheldanud, et mehitamata õhukite ulatuslikum kasutamine on kaasa toonud vajaduse suurendada isikkoosseisu, mitte vähendanud seda vajadust.*⁷

USA kaitseministeerium, kellel on eri autonoomsusastmega süsteemide kasutamise pikim kogemus, näitas juba eelmise kümnendi algul, et autonoomsete süsteemide kasutuselevõtuga seotud kulude vähenemise ootused on eba-realistlikult suured. Kongressi eelarvebüroo on hoiatanud, et kulude kokkuhoidu ei pruugi tulla:

*Mehitamata süsteemid on tavaliselt vähem kulukad kui mehitatud. Algse kontseptsiooni järgi oleks õhusõidukid pidanud olema väga odavad, üks kord kasutatavad. 2011. aastal ei olnud aga selge, kas kulusid suudetakse märkimisväärselt kokku hoida. Kuigi pilooti ei pruugi pardal olla, on mehitamata õhukite täppissensorika ülimalt kallis ning seda ei saa käsitleda kulumaterjalina. /.../ Veel enam, õhukite suurearvulised kaotused võivad teha hinnaeelise olematuks, sundides väeliike hankima suurel arvul õhukeid kaotatute asendamiseks.*⁸

⁵ **U.S. Army Robotic and Autonomous Systems Strategy** 2016. Defense Science Board Summer Study on Autonomy, August.

⁶ **U.S. Ground Forces Robotics and Autonomous Systems (RAS) and Artificial Intelligence (AI): Considerations for Congress** 2018. Congressional Research Service R45392, November, p. 10. <https://fas.org/sgp/crs/weapons/R45392.pdf> (25.10.2021).

⁷ *Ibid.*, p. 27.

⁸ **Policy Options for Unmanned Aircraft Systems** 2011. Publication No. 4083. The Congress of the United States, Congressional Budget Office, Washington, D.C., June, p. 31. <https://www.cbo.gov/sites/default/files/112th-congress-2011-2012/reports/06-08-uas.pdf> (26.10.2021).

2. Metoodika

Nagu eespool öeldud, tuleb autonoomsete süsteemide kulumõjude mõistmiseks kasutuse kontekstis silmas pidada kahte aspekti. Esimene neist käsitleb ühe või mitme autonoomse süsteemi omamise, käitamise ja käibest kõrvaldamise mõjusid kaitse-eelarvele (st süsteemi või võime elutsüklikulud), teine aga osa- või tervikvõimet kandva autonoomse või tavasüsteemi tehnilist sooritust ja mõjusust.

2.1. Kulu- ja eelarvemõjud

Kõige enam kasutatavat kulukogumit võib nimetada süsteemi baashinnaks, kuivõrd see sarnaneb näiteks sõiduauto hinnaga, sisaldades kogu vajalikku riistvara ja kasutusjuhendeid, kuid mitte sõiduõppe või mehaanikukoolituse sõjalist vastet. Lõplik hind kujuneb mitme teguri koostoimel ning võib oma- toote puhul sisaldada tootmiskulude kõrval ka projekteerimis- ja arenduskulusid.

Süsteemidel on ka perioodilised käitus- ehk püsikulud (sõiduauto näitel kindlustus, maksud ja hooldus) ning tegevuse intensiivsusest sõltuvad käitus- ehk muutuvkulud (sõiduauto näitel kütus ja vahetusrehvid). Militaarsüsteemide puhul lisanduvad perioodilistele ja tegevuse intensiivsusest sõltuvatele kuludele veel süsteemi käitamise ja haldamisega seotud personalikulud ning kaugemas vaates ka süsteemi parendamise ja kasutusest kõrvaldamise kulud. Mingi süsteemi omamise ja kasutamisega otseselt seotud ressursivajadus kajastub joonisel 1 kastis „Süsteem või platvorm“. See ei sõltu spetsiifilisest kasutusviisist ja on kergesti tuletatav (nt kütusekulu seos töötundidega).

Uue süsteemi kasutuselevõtt nõuab aga sageli ressursse, mille mahtu ei määra otseselt süsteemi omamine ja kasutus. Osa sellisest vajadusest on üsna lihtne tuvastada, näiteks vajadust kindlat tüüpi mõõteriistade järele, et süsteemi oleks võimalik hooldada. Teist osa vajadusest on aga keerulisem täpselt hinnata, näiteks vajadust uue taristu, erivarustuse või lõppkasutajaid välja õpetavate kvalifitseeritud instruktorite järele. Lisaks võib tekkida vajadus täiendada või muuta lõppkasutaja organisatsioonilist ülesehitust ja tema rakendatavaid toiminguid, et uus, autonoomne süsteem oleks võimalik lõimida ja mõjusalt kasutusele võtta. Selliste ressursside vajadust kirjeldab joonisel 1 kast „Teise järgu kulud“, kuivõrd need sõltuvad otseselt uue süsteemi kasutuselevõttust, olemata samas süsteemi osa. Nagu joonisel näha, on teise järgu vajadused seotud eelkõige uue süsteemi lõimimisega olemasolevasse organisatsiooni ning seda puudutavaid kuluridu võib lisanduda märkimisväärselt.

Lõpuks, teise järgu vajaduste rahuldamine võib kaasa tuua ka kolmanda järgu vajadusi. Näiteks kui uus süsteem vajab erioskustega operaatoreid või mehaanikuid, võib selle nõude rahuldamine isikkoosseisu ümberpaigutamisega põhjustada olukorra, kus kasutuses olevaid süsteeme käitavad ja hooldavad vähem kvalifitseeritud inimesed. See omakorda võib suurendada nende süsteemide ülalpidamiskulusid. Või kui uue süsteemi varuosad, kütus või lahingumoon nõuavad teistsugust logistilist lahendust, võib see mõjutada ülejäänud süsteemide logistilist toetust.

Seejuures tuleb rõhutada, et kuigi eelnevad tekstilõigud keskendusid uue süsteemi omamis- ja käituskuludele, toob uue, autonoomse väevõime kasutuselevõtt endaga sageli kaasa vajaduse sõjapidamisdoktriini läbi- ja ümbermõtestamiseks ning doktriini, taktika, tehnika ja toimimisreeglite muutmiseks. Niisuguse tegevusega seotud kulu ei saa enamasti mõõta rahas, kuivõrd doktriiniarendus on osa tavapärasest staabitööst. Samas on kasutatav inim- ja ajaressursid piiratud, mis omakorda mõjutab uue süsteemi lõimimise kiirust või aeglustab muude projektide elluviimist. Aega ja ressursse, mida läheb tarvis uue väevõime edukaks kasutuselevõtuks, ei tohi alahinnata. See võib tähendada eksperimenteerimist, sõjamänge ja välikatseid, nagu ka tunde tavapärasest staabitööst.

<p>Süsteem või platvorm Otsekulud</p> <ul style="list-style-type: none"> • arendus (sh sooritusnõuded) • projekteerimine • tootmine • kasutuselevõtt • kasutamine ja käigus hoidmine • käibest kõrvaldamine 	<p><u>Teise järgu kulud</u> Seotud kulud</p> <ul style="list-style-type: none"> • muudatused doktriinis • uute erialade loomine • instruktorite väljaõpe • operaatorite ja hooldajate väljaõpe • muudatused taristus • kõrgema liini toetamine • muudatused hooldustaristus • muudatused varustus-süsteemis 	<p><u>Kolmanda järgu kulud</u> Kaudkulud</p> <ul style="list-style-type: none"> • kulude liikumine kuliikide vahel • muudatused varuosades - koosseis - kogused - kättesaadavusnõuded
--	--	---

Joonis 1. Kulumõjude hierarhia [kululiigid on näitlikud, loetelu ei ole ammendav]

Suutlikkus hinnata autonoomse süsteemi kogukulu on vaid osa vajaminevast. Nagu eespool öeldud, tugineb otsus, millise väevõime tarvis milline süsteem või süsteemide kombinatsioon hankida, muude valikuvariantide, sealhulgas olemasolevate ja arendatavate inimkesksete süsteemide suhtelise kulu ja suhtelise soorituse analüüsile ning võrdlusele.

2.2. Kuluanalüüs

Kuigi joonisel 1 esitatud kulude hierarhia illustreerib uue süsteemi omanise ja käitamise seotud kulumõjude ulatust, ei sobi see süsteemi elutsüklikulu erinevate kuluelementide tegelikuks tuvastamiseks ja hindamiseks. Selleks ots-tarbeks on soovitatav luua kõigi võimalike kuluelementide struktureeritud, pii-savalt detailne loetelu, et vajaduse korral saaks mittevajalikud kuluelemendid välja jätta või hoopis mingite kuluelementide detailsusastet suurendada.

Süünes uuringus osutus erinevate võimevalikute kuluanalüüsi jaoks vaja-likuks iga väevõime osa pakkuva süsteemi kogukulu kirjeldamine nii, et nende summeerimisel oleks võimalik leida tervikväevõime kogukulu.

Alljärgnevas tabelis 1 on esitatud kuluanalüüsi näidis, mille abil saab kirjeldada militaarsüsteemi kuluelemente ja mis võimaldab koondada kulu-vaateid kõrgema juhtimistasandi otsuste toetamiseks. Kõik juba kantud kulud loetakse pöördumatuks kuluks ja jäetakse edaspidisest analüüsist välja.

Tabel 1. Kuluanalüüs

Jrk	Nimetus	Kirjeldus
1	Süsteemi ühekordsed kulud	uurimis- ja arendustegevus, tehnoloogia esitlemine, riistvaraarendus, süsteemi lõimimine, katsetamine ja hindamine, lõimimine olemasoleva väestruktuuriga (väkkelõimimine)
2	Terviksüsteemi riistvara tootmiskulud	ühekordsed, iga-aastased (perioodilised), süsteemi kohta
3	Teenistusse arvamise kulud	varuosad ja kulumaterjalid, esialgne personalikulu, taristu jm
4	Süsteemi käituskulud	süsteemi aastased püsikulud, süsteemi tegevuspõhised kulud (muutuvkulud), personalikulu, taristu hooldus- ja uuendamiskulud
5	Süsteemi kasutusest kõrvaldamise kulud	demilitariseerimine, deklassifitseerimine, ohutustamine, kasutusest kõrvaldamine või taaskasutus

2.3. Mõjususe analüüs

Otsus, kas lõimida autonoomne süsteem olemasoleva väestruktuuriga (ja kui on valida, siis milline süsteem?), sõltub esmajärjekorras kahest para-meetrist: süsteemi piirkulu (*marginal cost*) ja piirsooritus (*marginal performance*) võrreldes teiste võimelahendite piirkulu ja -sooritusega. Seega on

vaja kõikehõlmavat mudelit, mis võimaldaks analüüsida süsteemi sobivust ja sooritust ning logistilist toetatavust, samuti võrrelda neid parameetreid alternatiivsete võimelahendite omadega. Mudel peab sisaldama eeldatud kasutuse mõõdikuid ning võimaldama hinnata nii süsteemi funktsionaalsust kui ka sooritusvõimet.

Kasutamise kaalutlused

Autonoomsete süsteemide kasutatavus sõltub tugevalt kontekstist. Esimese riigina võttis mehitamata õhukid kasutusele USA Kagu-Asias 1960. aastatel. Need lendasid programmeeritud marsruudil, tehes aerofotosid varem kindlaks määratud teekonnapunktides ning maandudes teekonna lõpul langevarju abil. Kuigi hulk seesuguseid droone kaotati vastase tegevuse tõttu, oli võime koguda luureandmeid ilma meeskondi ohtu seadmata kõrgelt hinnatud. Iisrael alustas mehitamata õhukite kasutamist vaatluseks ja muul eesmärgil 1980. aastatel ning USA võttis Predator-süsteemi relvastusse 1990. aastatel.

Suuremad mehitamata õhukid, nagu Predator ja Global Hawk, mis panustavad luure-, seire- ja sihitamisvõimesse (ISTAR) või kannavad brigaadi- ja diviisitaseme operatsioonidel kineetilisi relvasüsteeme, ei ole projekteeritud tegutsema vaenulikus keskkonnas. Suhteliselt kõrge ühikuhinna tõttu on nende kaotamine majanduslikult kahjulik. Väiksemad mehitamata õhukid suudavad seevastu kanda niisuguses keskkonnas väiksema, kuid enamikul juhtudel piisava eraldusvõimega sensoreid. Võib väita, et mehitamata õhukid on tõestanud oma mõjusust, kuid nende kaotused vaenulikus õhuruumis vajavad siiski kasutusotsuse langetamisel põhjalikumat ressursianalüüsi.

Kuna maismaa operatsioonikeskkond on tunduvalt komplekssem ja muutuvam kui õhukeskkond, ei ole mehitamata maismaasõidukid operatsioonidel kasutamiseks veel piisavalt valmis. Väikesi, sageli kaugjuhitavaid maismaaroboteid on kasutatud pikemat aega ohtlike ülesannete täitmisel, nagu demineerimine, lõhkekehade kahjutustamine ning luure ja vaatlus hoonete siseruumides või koobastes, aga ka vastase võimaliku varitsuse ohu korral. Selliste süsteemide autonoomsus on üldjuhul väike, kuid areneb kiiresti. Autonoomsed robotsüsteemid töötavad juba struktureeritud ja kontrollitud keskkondades, nagu laod ja sadamad, kuid probleemiks jääb nende liikuvus ja navigeerimisvõime struktureerimata ja potentsiaalselt vaenulikus keskkonnas, näiteks metsas või lahingutegevuse käigus purustatud asulates. Maismaarobotite kasutamine niisuguses keskkonnas vajab seega märgatavat edasiarendamist ja kaasnevate piirangute senisest paremat mõistmist. On põhjust eeldada, et autonoomsed maismaasüsteemid leiavad kasutust nii mõneski olukorras. Siiski ei ole veel selge, kuidas neid parimal viisil olemasolevasse väkke lõimida.

Merenduses võeti mehitamata relvasüsteemid kasutusele juba 1860. aastatel, kui teerajajaks oli Whiteheadi iseliikuv torpeedo. 20. sajandi keskpaigani polnud enamik torpeedosid juhitavad, vaid programmeeritud ja seejärel vastase suunas välja lastud. See-eest tänapäeva torpeedosid saab juhtida kaabli abil ning mõnel süsteemil on ka isesihtumisvõime. Kaugjuhitavaid allveevahendeid kasutatakse tänapäeval allveedemineerimiseks ja teatava autonoomiaga ka miinide leidmisel. Allveekeskfond on keeruline eelkõige navigatsiooni, juhtimise ja sensorika vaatepunktist ning võib eeldada, et just sellel, mitte vastase aktiivsel vastutegevusel, lasub arendustöö põhiraskus.

Nagu esimesi torpeedosid, nii demonstreeriti ka esimesi mehitamata, kaugjuhitavaid pealveesüsteeme juba 19. sajandil, kui Tesla tõi välja raadio teel juhitava paadi. Vaatamata varajasele algusele on tänapäeval relvastuses üsna vähe märkimisväärse autonoomiaga mehitamata pealveesõidukeid. Neid kasutatakse niširakendusena okeanograafias, kus need on ilmavaatluspoidest suurema funktsionaalsusega ning kasutuskulud on väiksemad kui mehitatud uurimislaeval. Sõjalisel otstarbel leiavad mehitamata pealveesõidukid rakendust peamiselt miinijahtimisel ja muudes ohtlikes rollides, et vähendada riske mehitatud alusele.

Ohutu ja töökindla autonoomse süsteemi projekteerimise põhiraskus on hallata nii süsteemi sisemist kompleksust, süsteemi ja operatsioonikeskkonna vastasmõjusid kui ka ette näha kõikvõimalikke tekkida võivaid olukordi, et süsteem saaks adekvaatselt reageerida. Igal autonoomsel süsteemil on sisse ehitatud mudel enesest ja keskkonnast, milles ta on projekteeritud toimima. Kui süsteem satub olukorda, mis jääb väljapoole seda mudelit, ei ole see suuteline enam sensorite sisendeid tõlgendama ning hakkab käituma ennustamatult või isegi soovimatult. Näiteks lennuki autopiloodil on sisse ehitatud mudel, mis kirjeldab õhukeskkonnast lähtuvate füüsikaliste jõudude mõju lennukile ning seda, kuidas liigutada tüüre ja klappe, et püsida etteantud kursil ja lennukõrgusel. Täiuslikult tüüne ilmaga on see üsna lihtne, kuid mõista ja ette näha tuleb ka tuule, üksikute puhangute ja muude ilmastikunähtuste mõju. Kui avaldub ilma või muude välistegurite mõju, mida mudel ette ei näe, või kui tekib mõne sensori rike, nagu juhtus Boeing 737 MAX-iga, võivad tulemused olla saatuslikud.

Üldjuhul on automatiseerimine seda keerulisem, mida ennustamatum on keskkond, milles süsteem peab toimima. Seepärast on automatiseerimine olnud edukas kontrollitud ja struktureeritud keskkondades, nagu tööstustootmises, kaevandustes või sadamates, samuti õhukite lennutamisel. Seal on see toonud märkimisväärset kasu kulude vähenemise ja ohutuse suurenemisega, sellal kui autonoomsete rakenduste loomine kasutamiseks muutub

ja ennustamatus keskkonnas, näiteks tugevalt liigendatud maastikul, on siiani keeruline ülesanne.

Funktsionaalsed kaalutlused

Autonoomselt süsteemilt oodatav funktsionaalsus sõltub ülesandest või ülesannetest, mida soovitakse automatiseerida. Oluline on seegi, milliste ülesannete puhul on võimalik ja vajalik ette näha inimese sekkumist või seda, et inimene kinnitab automatiseeritud süsteemi soovitusel. Iga niisugune arutluskäik oleneb kontekstist ja võib riigiti erineda. Seetõttu ei ole katsel kasutada süsteemimärgendeid, nagu pool- või täisautonoomne, samuti katsel iseloomustada inimese osalust otsustusprotsessi sees (*in the loop*), juures (*on the loop*) või väljas (*out of the loop*) olevana tõenäoliselt tulemust.

Süsteem võib pakkuda lisandväärtust, isegi kui kõik selle funktsioonid ei ole automatiseeritud. Nii on see sageli ka olemasolevate autonoomsete süsteemidega, mis üldjuhul täidavad või on neil lubatud täita vaid piiratud hulka ülesandeid ilma inimese sekkumiseta.

Autonoomse süsteemi võimalik sobivus kanda mingit väevõimet või panustada sellesse on tugevalt seotud automatiseeritavate tegevuste ja operatsioonikeskkonna kompleksusega ning ennustamatu või sobimatu käitumise võimaliku mõjuga. Nii leidub näiteid autonoomsete süsteemide edukast kasutamisest lahinguolukorras, aga ka läbikukkumisest administratiivsete või toetavate ülesannete täitmisel. Neid kogemusi tuleb arvestada, et saada realistlik ettekujutus pingutusest ja kulust, mis kaasneb autonoomse süsteemi kasutuselevõtuga, eriti kui sellele peab eelnema arendustegevus.

Eraldi väljakutse on valdkonnad, kus soovitud mõju lahinguruumis ei ole saavutatav inimkesksete süsteemidega. Näiteks nõuab aktiivkaitse kaudtule vastu mitme tegevuse automatiseerimist, kuivõrd otsustusaeg on inimesele reageerimiseks liiga lühike. Leidub ka selliseid relvasüsteeme, nagu USA laevakaitse süsteem Phalanx (maaväe versioonis tuntud kui Centurion), Iisareli raketitõrjesüsteem Iron Dome ja USA maismaa-õhutõrjesüsteem Patriot. Neil kõigil on automatiseeritud funktsioone. Ometi on autonoomsed süsteemid niivõrd kompleksed, et lõppkasutajale ei ole alati selge, kuidas süsteem võib mingile olukorrale reageerida. Dokumenteeritud on piisavalt juhtumeid, kus nii Phalanxi kui ka Patriotsi süsteemid on ootamatult avanud automaatrežiimis tule ning põhjustanud inimkaotusi.

Need juhtumid on kinnitanud vajadust kontrollida senisest enam kasutus-konteksti, tõhustada isikkoosseisu väljaõpet ning määrata kindlaks reeglid, millisel juhul on automaatne tulerežiim lubatud. Mõistagi võivad vigu teha ka

inimestest operaatorid, eriti kui ohutase on kõrge ja otsused tuleb langetada ülimalt piiratud aja jooksul.

Sooritusega seotud kaalutlused

Üks tööriistu, mille abil hinnata autonoomse süsteemi soorituse sobivust, on võimeprofiil. Üldkujul koondab autonoomse süsteemi võimeprofiil endas süsteemi põhiülesanded, mis on soovitatavalt tuletatud ülesannete loendist, ning ülesannete täitmistingimused koos sooritusnõuetega, mida on kirjeldatud peamiste võimevaldkondade kaupa. Kõikjal, kus võimalik, tuleb sooritusparameetrid esitada mõõdetavana, kasutades operatsioonianalüüsisist saadud objektiivseid parameetreid. Ühe sellise lahenduse on pakkunud Charles Kelley koos kolleegidega RAND Corporationi uuringus⁹.

Sooritusstandardi näiteks võib tuua järgmised parameetrid: täpsus, ulatus, tabamistõenäosus, tulekiirus, sihitamisaeg ja kandevõime. Sisestades võimeprofiili olemasoleva võimekandja kohta samaliigilised andmed, saame hinnata autonoomse süsteemi sooritust võrreldes mõne muu süsteemiga.

Et langetada kaalutletud otsus, kas lõimida väestruktuuriga autonoomne või tavavõimekandja, ei piisa vaid finantsandmetest. Otsustajatel peab olema ülevaade teiste võimekandjate sooritusvõimest. Riikidel on enamasti olemas operatsiooniplaanid, mille põhjal saab tuletada sooritusnõuded ning võrrelda eri lahendite sooritust. Sellised plaanid on riigiti erinevad ja ajatundlikud ning see piirab nende kasutamist analüüsis. Teine võimalus võrrelda võimalike võimekandjate sooritust on kasutada NATO võimekoode ja -kirjeldusi.

Iga tuvastatud võimenõude täitmiseks on võimalik valida tava- ja autonoomsete süsteemide vahel, juhul kui viimased on olemas. Selline lähenemine annab piiratud valiku võimekirjeldusi, mida kasutada kogu väestruktuuri autonoomsete süsteemide rakendatavuse uurimisel.

3. Kuluanalüüs

Analüüsimeetod

Uurides autonoomsete süsteemide kulumõju riigikaitstes, tuleb arvestada, kuidas autonoomse süsteemiga panustada väevõime arendamisse. Selleks on mitu võimalust:

⁹ Kelley, C.; Davis, P.; Bennett, B.; Harris, E.; Hundley, R.; Larson, E.; Mesic, R.; Miller, M. 2003. Metrics for the Quadrennial Defense Review's Operational Goals. Santa Monica [etc.]: RAND's National Defense Research Institute.

- 1) uue väevõime loomine;
- 2) olemasoleva väevõime parendamine;
- 3) olemasoleva väevõime osaline asendamine;
- 4) olemasoleva väevõime täielik asendamine.

Võimevaliku kulud arvutatakse alljärgnevalt.

Uus väevõime

Väevõime kulu arvutatakse kui uue väevõime loomise kogukulu, mis sisaldab ka lisapersonali värbamise ja väljaõppega seotud piirkulu. Eeldatakse, et väevõime toimimiseks vajalik taristu on olemas, kuid tuleb välja selgitada uue taristu rajamise kulu.

Väevõime parendamine

Väevõime kulu arvutatakse kui väevõime loomise kogukulu ning olemasoleva väevõime kogukulu. Sellega kaasneb lisapersonali värbamise ja väljaõppega seotud piirkulu. Eeldatakse, et väevõime toimimiseks vajalik taristu on olemas, kuid tuleb välja selgitada uue taristu rajamise kulu.

Väevõime osaline asendamine

Väevõime kulu arvutatakse olemasoleva väevõime kogukulu ja asendava väevõime loomise kogukulu summana, millest lahutatakse olemasoleva väevõime vähendamise saavutatav kulude kokkuhoid (piirsääst). Sellega kaasneb lisapersonali värbamise ja väljaõppega seotud piirkulu ulatuses, milles olemasoleva väevõime vähendamine ei võimalda vabanevat isikkoosseisu uue süsteemiga kohandada. Eeldatakse, et väevõime toimimiseks vajalik taristu on olemas, kuid tuleb välja selgitada uue taristu rajamise kulu.

Väevõime täielik asendamine

Väevõime kulu arvutatakse kui uue väevõime loomise kogukulu, mis sisaldab ka lisapersonali värbamise ja väljaõppega seotud piirkulu, millest lahutatakse olemasoleva väevõime likvideerimisega saavutatav kokkuhoid (piirsääst). Eeldatakse, et väevõime toimimiseks vajalik taristu on olemas, kuid tuleb välja selgitada uue taristu rajamise kulu.

Eeldused

Eeldatakse, et autonoomset süsteemi käitatakse osana olemasolevast väestruktuurist ning isikkoosseisu suurus jääb enam-vähem samaks. Seega võib eeldada, et lisapersonali värbamiseks ja väljaõppeks ei ole tarvis olemasolevat

taristut laiendada. Samuti eeldatakse, et isikkoosseisu alusväljaõpe ehk süsteemiga mitte seotud väljaõpe annab uue süsteemi kasutuselevõtuks piisavad alusoskused ning lisaväljaõpe on seotud ainult süsteemiga.

4. Autonoomse süsteemi hankimise ja käitamisega seotud riskid

Autonoomsete süsteemide uurimiseks loodavas analüüsimudelil ei saa jätta riske käsitlemata. Riskide maandamine ja realiseerunud riskide tagajärgede kõrvaldamine on sageli väga kulukas. Üldiselt tuleb arvestada kolme liiki riskidega: sooritusriskid, ajariskid ja finantsriskid. Sageli kaasnevad riski realiseerumisega ühes kategoorias probleemid ka ühes või mõlemas ülejäänud kategoorias.

4.1. Sooritusriskid

Kõige enesestmõistetavam sooritusriskidest on süsteemi suutmatust saavutada nõutud sooritust. Kuigi juba välja arendatud tehnoloogia puhul peaks olema võimalik eeldada, millises valdkonnas võib alasoorituse oht olla kõige tõenäolisem, ning kohandada insener-tehniline lahendus riski maandama, on tehnoloogiliselt nõudlikel projektidel kalduvus alasoorituseks. Näiteks lennuki või mehitamata õhuki puhul tuleb teha valikuid süsteemi töökindluse ja sooritusvõime vahel. Platvormi töökindlust ja vastupidavust suurendavad lahendused lisavad sellele kaalu, ent nõutava kiiruse, kandejõu ja lennuulatuse saavutamiseks peaks platvormi kaalu hoopis vähendama.

Laiemast, süsteemide süsteemi vaatepunktist võib juhtuda, et autonoomsete ja tavasüsteemide koostegevuse sooritus jääb alla puhtalt tavasüsteemi parendamisega saavutatavale sooritusele. Teisisõnu, isegi kui autonoomse süsteemi abil on võimalik saavutada nõutav sooritus, ei pruugi terviklik lõimitud võimelahendus anda soovitud tulemust. Sellisel juhul on võimalik, et kitsas-koht õnnestub põhjaliku analüüsi käigus tuvastada ja kõrvaldada. Siiski on võimalik seegi, et ebapiisav arusaam süsteemide süsteemi kui terviku funktsioneerimisest on tekitanud õigustamatud ootused, mida ei olegi võimalik täita.

Teine vaade sooritusriskidele seostub automatiseerimise võimalikkuse või isegi vajalikkusega. Sõjalise tegevuse puhul ei pea kõiki funktsioone ja protsesse automatiseerima, isegi kui sobivat autonoomset süsteemi oleks kontseptuaalselt võimalik luua või see ongi juba olemas. See vaade seostub operatsioonide planeerimise ja tegevusvariantide valikuga. Sobiv näide on ülesooritus: mingite protsesside kiirendamine või loodava teabe hulga

mitmekordistumine võib hoopis takistada soovitud tulemuse saavutamist lahinguruumis.

Ning lõpuks, Kaitseministeeriumi ja peastaabi vaatepunktist on risk automatiseerimise potentsiaali üle hinnata. Autonoomsete süsteemide väkkelõimimine ja nende kasutamise kogemus on alles lapsekingades. Enne kui langetada kaugelt ulatuvaid otsuseid, mis välistavad mingi väearenduse suuna või seovad märkimisväärsed rahavood tulevasteks aastakümneteks, on vaja senisest palju enam katsetamist ja lahingukogemusi.

Riskide maandamisel tuleb kaaluda ka automatiseerimise ulatust. Tõhususe ja automatiseerituse vahel tuleb leida sobiv tasakaal. Internetipood on näide sellest, et mõne tegevuse automatiseerimine tavalises laohoones võib anda väikese kulude kokkuhoiu, terve laomajanduse ümberehitamine automatiseeritud süsteemiks aga märkimisväärselt säästu. Samas loob selline otsus uued sooritusriskid, eriti olukorras, kus autonoomne süsteem lakkab mingil põhjusel töötamast ning seda ei ole enam võimalik inimesega asendada.

4.2. Ajariskid

Ajariske autonoomsete süsteemide kasutamisel tuleb käsitleda kolmel tasandil: lõppkasutaja tasand, suurema üksuse tasand ja riigikaitsevaldkonna kui terviku tasand.

Lõppkasutaja tasandil võib olla kaht liiki ajariske: tehnilised ja tegevuslikud. Tehnilisest vaatepunktist seostuvad küsimused süsteemi kasutuskestuse, operatsiooni välba ja esimese liini hooldusega. Lahinguolukorras on esmatähtis, kuidas automatiseerimine mõjutab üksuse lahingurütmi. Seni kuni lahingutegevus toimub füüsilises ruumis, kulub vältimatult aega ühest ruumipunktist teise liikumisele, liikumise planeerimisele ja selleks valmistumisele ning vajadusel ka puhkepausidele. Lahingurütm on kavandatud jätkma aega liikumiseks ja taastumiseks. Autonoomsete süsteemide kasutamine võimaldab küll otsustusprotsesse ja mõnda sõjalist tegevust kiirendada, kuid võib samas halvata lahingurütmi, sealhulgas ohtlikult lühendada inimeste ja tehnika liikumiseks ning taastumiseks jäävat aega.

Diviisisuuruste ja suuremate üksuste autonoomsete süsteemide kasutamisega seotud ajariske on kahesuguseid. Osa riskidest seostub järelevo ja teise liini hooldusega. Autonoomsete süsteemide kasutamine võib tõsta operatsioonitempo tasemele, kus tavapärase järelevo- ja hooldussüsteemi abil ei ole enam võimalik toimetada kasutajale õigeaks ajaks vajalikus koguses kulumaterjale ja varuosi või teha teise liini hooldust nõuetekohaselt. Teine riskikategooria sellel tasandil on lahingurütmi halvamine.

Riigikaitsevaldkonna tasandil seostuvad ajariskid varustus- ja hooldus-süsteemi kui kogu riiki hõlmava terviku, sealhulgas kaitsetööstuse suutlikkusega toota kaotatute ja kahjustatute asendamiseks vajalikus koguses relvasüsteeme ja -platvorme, toota ja toimetada kasutajale õigel ajal vajalikus koguses komponente ja varuosi, samuti suutlikkusega teha kõrgema liini hooldust. Sellel tasandil esineb ka hangetega seotud risk, et tehnoloogiliselt nõudlike projektide elluviimine jääb venima.

4.3. Finantsriskid

Autonoomsete süsteemide kasutamisega seotud finantsriskide analüüs keerleb peamiselt ühe küsimuse ümber: kas kulude kokkuhoid on võimalik ning kui, siis millisel tasandil. Siit tuleneb vajadus käsitleda finantsriske mitmel tasandil: süsteemi vaade, (lõpp)kasutajaüksuse vaade, väeülene vaade ja riigi tervikvaade.

Süsteemi vaates kannavad finantsrisiki tegelikud tegevus- ja hoolduskulud, mis võivad osutada oodatust tunduvalt suuremaks. Kasutajaüksuse vaates on risk personali- ja tegevuskulu suurenemine, kuivõrd autonoomse süsteemi käitamiseks tuleb üksuse koosseisu- ja varustustabelisse lisada vajalikud operaatorid ja tehnikud, süsteemielemendid ja toetavad varustusühikud ning lisavaruosad ja -kulumaterjalid.

Väeüleses vaates seostuvad finantsriskid uue süsteemi hankimisega (sh võimalik projekteerimis- ja arendustegevus), süsteemi elutsükli haldamise ja käigushoiuga, samuti võimaliku vajadusega investeerida väeülestesse väljaõppe- ja logistikaorganisatsioonidesse, et uut autonoomset süsteemi oleks võimalik jätkusuutlikult kasutada.

Riigi tervikvaates võivad finantsriskid ilmneda vajaduses investeerida riigikaitsevälistes sektoritesse, et võimaldada või toetada autonoomse süsteemi väljaarendamist ja tootmist, kuivõrd riigi piiratud ressursse tuleb jagada eri ametkondade vahel.

Lõpetuseks tuleb pöörata kindlasti tähelepanu muutustele operatsioonitempos kui kulukäituri. Nii mõnegi funktsiooni automatiseerimine suurendab tegevuskiirust ja/või -mahtu, mistõttu kasvab ka vajadus lisavaruosade ja -kulumaterjalide järele ning seda varem kui tavalahenduse puhul. Need lisakulud ja muutused rahavoos tuleb välja selgitada ja arvesse võtta õigel ajal.

5. Tulemused ja järeldused

Analüüsist nähtub, et mehhaniseerimine, automatiseerimine ja autonoomsete süsteemide kasutamine hästi läbi uuritud valdkondades (üldjuhul mitte-kriitiliste funktsioonide täitmiseks) võib anda märkimisväärse kulude kokkuhoiu ning suurendada tõhusust.

Samuti selgub uurimismaterjali põhjal, et mõnel juhul võib olla autonoomsete süsteemide kasutamisel sooritusvõime parem kui tavalahenduse puhul. Kui keskenduda vaid isikkoosseisu ja vajaminevate tehniliste ühikute vähendamisele, teevad laias vahemikus muutuvad operatsioonikeskkonna parameetrid, nagu ilmastik või maastiku eripära, tavasüsteemil põhineva väe-võime täieliku asendamise autonoomse süsteemiga keeruliseks. Seega on vara oodata, et autonoomsed süsteemid võimaldaksid saavutada sõjalises tegevuses ressursside kokkuhoiu. Tehnoloogia üha areneb ja valdkonnaga tuleb kursis olla. Nii mõnigi rakendus võib vähendada inimkaotusi ja päästa elusid, nagu nn viimane miil rindeüksuste kulumaterjalidega varustamisel. Tähtis on, et autonoomsete süsteemide arendamine selles valdkonnas jätkuks.

Siinse uuringu käigus loodud metoodika võimaldab võrrelda tava-süsteeme autonoomsete süsteemidega. Töögrupp soovib võtta liikmesriikidel metoodika kasutusele tava- ja autonoomsete süsteemide võrdluse standardina, täiendada seda vajalike andmetega ning kus võimalik, jagada tulemusi liitlaste ja partneritega. Nii on võimalik saavutada aja jooksul märgatavalt parem arusaamine autonoomsete süsteemide kulumõjudest.

Kuigi näiteid autonoomsete süsteemide edukast kasutamisest on vähe, on juba selgunud, et autonoomsete süsteemide kasutamine piiratud ulatuses ja mahus võib aidata kulusid kokku hoida ja suurendada tõhusust. Tõenäoliselt võidaks enamik riike autonoomsete süsteemide samasugusest piiratud kasutuselevõtust. Siiski on senise uurimismaterjali põhjal vähe alust oodata, et autonoomsete süsteemide laialdasest kasutuselevõtust saadav kulude kokkuhoid riigikaitstes oleks midagi muud kui kauge unistus. Ilmselt on vaja märkimisväärset tehnoloogilist läbimurret, et autonoomsed süsteemid suudaksid praegusest vähem piiratud keskkondades tõhusalt toimida.

Autonoomsete süsteemide kasutuselevõtuga võivad kulukohad DOTMLPFI loendis ümber paikneda, kuid sõjategevuse korral ei vähene üldine kulutase märkimisväärselt. Veel enam, esimese kindlat tüüpi autonoomse süsteemi relvastuses kasutuselevõtmine võib osutada riigile kulukamaks kui tavasüsteemiga jätkamine, kuigi tavasüsteem ei paku kaugemas perspektiivis võimalust kvalitatiivseks arenguks ja varem kättesaamatute väe-võimete loomiseks.

Kirjandus

- Kelley, C.; Davis, P.; Bennett, B.; Harris, E.; Hundley, R.; Larson, E.; Mesic, R.; Miller, M.** 2003. Metrics for the Quadrennial Defense Review's Operational Goals. Santa Monica [etc.]: RAND's National Defense Research Institute.
- Policy Options for Unmanned Aircraft Systems** 2011. Publication No. 4083. The Congress of the United States, Congressional Budget Office, Washington, D.C., June.
<https://www.cbo.gov/sites/default/files/112th-congress-2011-2012/reports/06-08-uas.pdf> (26.10.2021).
- Towards the New Strategic Concept: A selection of background documents** 2010. NATO Corporate Author. NATO Public Diplomacy Division.
https://www.nato.int/nato_static/assets/pdf/pdf_publications/20120412_Towards_the_new_strategic_concept-eng.pdf (06.10.2021).
- Understanding the Cost-Related Implications of Autonomy – A System of Systems Perspective** 2020. STO-TR-SAS-146. Technical Report RDP. NATO Science and Technology Organization.
<https://www.sto.nato.int/publications/STO%20Technical%20Reports/Forms/Technical%20Report%20Document%20Set/docsethomepage.aspx?ID=4645&FolderCTID=0x0120D5200078F9E87043356C409A0D30823AFA16F6010066D541ED10A62C40B2AB0FE9841A61&List=92d5819c-e6ec-4241-aa4e-57bf918681b1&RootFolder=%2Fpublications%2FSTO%20Technical%20Reports%2FSTO%20DTR%20DSAS%20D146> (04.10.2021).
- U.S. Army Robotic and Autonomous Systems Strategy** 2016. Defense Science Board Summer Study on Autonomy, August.
- U.S. Ground Forces Robotics and Autonomous Systems (RAS) and Artificial Intelligence (AI): Considerations for Congress** 2018. Congressional Research Service R45392, November.
<https://fas.org/sgp/crs/weapons/R45392.pdf> (25.10.2021).

JAAN MURUMETS, PhD

Kaitseväe Akadeemia rakendusuringute osakonna ressursihaldusgrupi juhataja, SAS-146 töögrupi liige