

KAITSEVÄE PÕHIVARA ELUTSÜKLIKULUDE ARVESTAMISE ALUSED

Marek Mardo



ÜLEVAADE. Elutsüklikulude prognoosimine annab valikuotsuse langetajatele ülevaate kõikidest hangitava varaobjektiga kaasnevatest kuludest kasutusea jooksul ning aitab teha pakkumuse kogukulule tuginedes parima valiku. Enamasti on relvastuse ja relvasüsteemide hangetel osutunud määravaks madalaima hinnaga pakkumine. Alalhoidmisega kaasnevate rahavoogude mitteamvestamisel jõutakse olukorda, kus vastselt hangitu ülalpidamiseks napib eelarvevahendeid. Ilma korralise hoolduse ning remondita jääb hangitu kasutuskõlbmatult seisma. Artiklis antakse lühiülevaade elutsüklikulude prognoosimise kujunemislloost, tutvustatakse hangitava seadme elutsükli koostiselemente ning selgitatakse omamisega seotud kulude eritlemise meetodit.

Võtmesõnad: elutsüklikulu, elutsüklikulu prognoosimine, maksumusmudeli kulujaotuse skeem, kuluelement, tootepuu, ressursid, omanikukulu, omaniku kogukulu, kaud-, muutuv-, otse-, püsi- ja pöördumatud kulud

Keywords: life cycle costing, life cycle cost estimation, cost breakdown structure (CBS), cost element, product tree, resources, cost of ownership (COO), total ownership cost (TOC), indirect cost, variable cost, direct cost, fixed cost, sunk cost

1. Sissejuhatus

Kaitseotstarbeliste hangete valikuotsuse langetamisel keskendutakse pakkumiskonkursil osalenud relvatootjate süsteemide kasutusega arvestava kogumaksumuse võrdlemisel üha enam ainult madalaimale pakkumushinnale. Hankija vaatepunktist tekivad esimesed kulutused hankeetapis ja lõppevad siis, kui relvasüsteem on raamatupidamisbilansist välja arvatud. Samas kui kogumaksumus on võimalikult täpselt kalkuleeritud, on see üks parimaid kaitseotstarbeliste hangete kulutõhususe hindamise vahendeid¹. Kui jätta pikaajalised tuleviku rahavood prognoosimata või kalkuleerimata, jõutakse pärast vastselt hangitu lühiajalist kasutust tõdemusele, et eraldatud

¹ **RTO-TR-SAS-069.** 2009. Code of Practice for Life Cycle Costing. NATO Research and Technology Organisation (RTO) Publication, September, p. 1. [RTO-TR-SAS-069, 2009]

eelarvehendite mahust ei piisa. Relvasüsteemi suutlikkus hakkab järkjärgult halvenema ning mõne aja möödudes jääb süsteem kasutuskõlbmatult seisma.² Lühidalt öeldes on elutsüklikulude kalkulatsioonide koostamine tegevus, mille käigus püütakse leida põhivara käitamisega seotud kõikvõimalikud kulud kogu kasutusea vältel. Viimane võib küündida kuni 50 aastani. Näiteks Ameerika Ühendriikide õhujõudude strateegilise pommitaja B-52 Stratofortress esmalend oli 1952. aastal ja insener-tehnilised uuringud lubavad lennuki eluiga pikendada 2040. aastate keskpaigani³. Senise teenustekäigu jooksul on B-52 pommitajat järkjärgult moderniseeritud ja selle pardasüsteeme pidevalt ajakohastatud.

Tysseland väidab, et vähesed teadmised elutsüklikulude valdkonnas on üks paljudest probleemidest, mis avaldavad otseselt mõju kaitseinvesteeringute majandusliku kasumlikkuse hindamisele⁴. Miks on vaja arvestada elutsüklikulusid? Viidates NATO publikatsioonile „Code of Practice for Life Cycle Costing“⁵, on see üks parimaid võimalikke rahalise väärtuse mõõdikuid, millega hinnata finantsvõimet (ingl *affordability*), hallata eelarvet, kalkuleerida tulevasi rahavooge, võrrelda erinevaid pakkumusi parima alternatiivi või lahenduse leidmisel, täiustada äriprotsesse või analüüsida riigi kaitsevõimeprogramme.

Kui palju arvestatakse organisatsioonides tegelikult elutsüklikulusid? Eestis ei ole selliseid uuringuid tehtud, mistõttu tuleb tutvuda lähinaabrite uuringutega. Lindholm ja Suomala on oma uuringus resümeerinud, et Soome ettevõtetes arvestatakse küll teatavas mahus elutsüklikulusid, ent tulemusi kasutatakse eesmärgipäraselt üsna harva⁶. Samas on alust arvata, et elutsüklikulude kalkuleerimise tähtsus üha suureneb, kuna iga ettevõtja ja organisatsioon soovib hoida oma bilansis põhivara, mille käitamine ning alalhoidmine kogu kasutusea jooksul tekitab kõige väiksemat rahalist kulu. Elutsüklikulude

² **Murumets, J.** 2014. Tankidest ja tabelitest. – Rahvusvaheline Kaitseuuringute Keskus. Blogi, julgeoleku planeerimine. <https://icds.ee/et/tankidest-ja-tabelitest/> (14.12.2021).

³ Ajavahemikul 1952–1962 on ehitatud 744 lennukit kaheksas modifikatsioonis (A-st H-ni). Lennukit on korduvalt modifitseeritud ja selle H-modifikatsioonil täitus 50 aastat teenistust 26. oktoobril 2012. Vt **Boeing** 2021. <https://www.boeing.com/defense/b-52-bomber/> (20.08.2021).

⁴ **Tysseland, B. E.** 2008. Life cycle cost based procurement decisions: A case study of Norwegian Defence Procurement projects. – International Journal of Project Management, Vol. 26, Issue 4, p. 367. [**Tysseland** 2008]

⁵ **RTO-TR-SAS-069**, 2009.

⁶ **Lindholm, A.; Suomala, P.** 2005. Present and Future of Life Cycle Costing: Reflections from Finnish Companies. – Liiketaloudellinen aikakauskirja, Vol. 2, p. 288. [**Lindholm, Suomala** 2005]

kalkuleerimise päevakorda tõusmisest saadik on välja arendatud mudeleid varade kasutamise planeerimiseks ja nende ülalpidamiseks vajalike tuleviku rahavoogude arvestamiseks. Riigikontrolli aruandes juhitakse tähelepanu puudujääkidele kaitseotstarbeliste hangete kavandamises ja korraldamises⁷. See annab alust oletada, et Riigi Kaitseinvesteeringute Keskusel (RKIK) ja ka Kaitseväel ei ole veel välja töötatud ühtseid standardtoiminguid ega ajakohast varade elutsüklikulude mudelit, mis hõlmab vara kogu elutsükli kontseptsiooni väljatöötamisest (ingl *concept development*) utiliseerimiseni (ingl *disposal*). Eeldatavasti võetakse RKIK algatatud hangete korraldamise reformis arvesse Riigikontrolli 2020. aasta auditeerimisaruanDES kajastatud soovitusi.

Siinse artikli eesmärk on anda lugejale ülevaade elutsüklikulude arvestamise väljakujunemisloost ning tutvustada selle põhitõdesid. Lisaks eeltoodule esitleda maksumusmudeli esmast kulujaotust – kulujaotuse skeemi (ingl *cost breakdown structure*; CBS), millest lähtuksid edasised arutelud võimeplaneerijate, hankijate ja lõppkasutajatega.

2. Elutsüklikulude arvestamise ajalooline taust

Alljärgnevas peatükis antakse ajalooline lühiülevaade elutsüklikulude arvestamise kujunemisest arenenud tööstusriikides ning käsitletakse valdkonna mitut kitsaskohta Eestis. Tõenäoliselt varajasemad kirjalikud märkmed elutsüklikulude valdkonnast pärinevad 13. sajandi Inglismaalt. Tema Majesteedi ametisse määratud sadamate ja galeeride vardja oli ametnik, kelle tööülesanne oli ehitada kuningale uusi sõjalaevu ning mehitada, varustada ja hooldada neid⁸.

Elutsüklikulud tekitasid küsimusi Ameerika Ühendriikide vägedele ka Teise maailmasõja päevil. Probleem tõusis teravamalt päevakorda 1960. aastate keskpaigas, kui USA kaitseministeerium mõistis, et hankeotsuse langetamine pelgalt madalaima hinnaga pakkumusele tuginedes on ekslik⁹.

⁷ **Suuremahuliste kaitseotstarbeliste hangete kavandamine ja kulutõhusus (aruande kokkuvõte)** 2020. Riigikontrolli aruanne Riigikogule, 11. november. Tallinn: Riigikontroll, lk 2. <https://www.riigikontroll.ee/tabid/206/Audit/2515/Area/25/language/et-EE/Default.aspx> (27.03.2021). [**Suuremahuliste kaitseotstarbeliste hangete kavandamine ja kulutõhusus 2020**]

⁸ **Rodger, N. A. M.** 1997. *The Safeguard of the Sea: A Naval History of Britain*. Vol I: 660–1649. London: Penguin Books Ltd., p. 53.

⁹ **Eisenberger, I.; Lorden, G.** 1977. *Life-Cycle Costing: Practical Considerations*. – *The Deep Space Network Progress Report 42-40*, p. 102. http://ipnpr.jpl.nasa.gov/progress_report2/42-40/40M.PDF (20.08.2021).

Hoolimata sellest, et toonases USA hankedokumentis „Armed Services Procurement Act of 1947“ oli klausel, mis soovitas arvestada hankeotsuse langetamisel hinna ja muude teguritega, sai otsustes ikka määravaks madalaima hinnaga pakkumine¹⁰. Woodwardi sõnul tuginesid nii era- kui ka avalik sektor veel 1970. aastatel hankeotsuse langetamisel parimale ostuhinnale¹¹.

Logistikahalduse Instituudile (Logistics Management Institute)¹² edastati korraldus töötada välja elutsüklikulude arvestamise meetodika ja põhitööd¹³. Terminit *elutsüklikulude arvestamine* (ingl *life cycle costing*) kasutati esimest korda Logistikahalduse Instituudi avaldatud riigikaitседokumentis. Selle all peeti silmas kaitsetstarbelise varustuse kogumaksumust valitsusele alates hetkest, mil programmi või projekti kontseptsiooniloomega kaasneb era- ja/või avaliku sektori personalikulu, kuni hangitu viimase varustuselemendi väljaarvamiseni kaitsevæe logistikasüsteemist¹⁴. USA kaitseministeerium avaldas elutsüklikulude arvestamise juhendid 1970. aastate esimesel poolel¹⁵. Sealt edasi toimus teadmiste ja kogemuste siire järgmistesse suurtesse tööstusriikidesse ning neid dokumente kasutati valdkonnapõhiste allikatena Suurbritannia ja Jaapani (riigi)vara haldamises ja õigusloomes.

Suurbritannias arenes 1970. aastate esimesel poolel välja terotehnoloogia (ingl *terotechnology*), mis leidis kohe rakendust. Terotehnoloogiaena võib kirjeldada moodust, kus kombineeritakse ja rakendatakse insener-tehnilisi, juhtimis- ning finantsteadmisi ja -kogemusi, et saada majanduslikul eesmärgil ülevaade seadmete, varustuse, taristu jms elutsüklikuludest¹⁶. Nii nagu USA, lisasid ka britid elutsüklikulude arvestusse väljaarendamise, konstrueerimise,

¹⁰ **Life cycle costing in industry** 1967. Task 67-21. Washington, D.C.: Logistics Management Institute, p. 1. <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD0660659.pdf> (02.10.2021). [**Life cycle costing in industry** 1967]

¹¹ **Woodward, D. G.** 1997. Life cycle costing – Theory, information acquisition and application. – International Journal of Project Management, Vol. 15, Issue 6, p. 335. [**Woodward** 1997]

¹² President John F. Kennedy administratsiooni korraldusel 3. oktoobril 1961 loodud poliitilistest ja kommertshuvidest sõltumatu riiklikke institutsioone (riigikaitse, julgeolek, tervis) nõustav organisatsioon. Vt **LMI** 2021. LMI History. <https://www.lmi.org/lmi-history> (02.10.2021).

¹³ **Life cycle costing in industry** 1967, p. 1.

¹⁴ **Okano, K.** 2001a. Life cycle costing – An approach to life cycle cost management: A consideration from historical development. – Asia Pacific Management Review, Vol. 6, Issue 3, p. 320. [**Okano** 2001a]

¹⁵ *Life Cycle Costing Procurement Guide (LCC-1), Life Cycle Costing in Equipment Procurement-Casebook (LCC-2), Life Cycle Costing Guide for System Acquisition (LCC-3)*. Vt **Okano** 2001a, pp. 320–321.

¹⁶ **Okano** 2001a, p. 325.

kasutusse võtmise, hooldamise ning uuenduste etapi, keskendudes pigem lõppkasutajale ning sellele, kuidas omanik saaks hallata seadme tootlikkust ja kasumlikkust¹⁷. Samal ajajärgul töötati Jaapanis välja kaks elutsüklikulusid haldavat süsteemi. Esimene neist, kõikehõlmava tulemusliku hoolduse (ingl *total productive maintenance*) strateegia, kujunes välja 1960. aastate teisel poolel ja seda rakendas 1971. aastal ettevõtte Nippondenso Co. Ltd. Selle eesmärk on maksimeerida seadme(te) tõhusust minimaalsete (kogu)-kuludega, mis hõlmavad etappidena (1) esmase investeeringu ja rakendusuuringud, (2) käituse, sh hoolduse, (3) alalhoidmise (varud ja väljaõpe) ning (4) utiliseerimise¹⁸. Kuna Jaapan oli üks Teise maailmasõja kaotajariike, oli kohalikul kaitseministeeriumil ja kaitsetööstusel lähedane koostöö USA kaitseministeeriumiga ning kaitsevaldkonnas võeti eeskujuks Ühendriikide elutsüklikulude käsitlus¹⁹. Saksamaa kui Mandri-Euroopa üks suurtest tööstusriikidest töötas välja elutsüklikulusid käsitlevad riiklikud standardid, õigusaktid ja toimingud (sks *Lebenszykluskostenrechnung*) ning publitseeris need 1980. aastal. Dokumentide koostamisel võeti eeskujuks USA, Suurbritannia ning Jaapani kogemused (vt lisa, joonis 1). Sáncheze sõnul on elutsüklikulude arvestamise ajaloolises kujunemisloos olulisel kohal 1987. aastal USA-s avaldatud elutsüklikulude prognoosimist standardiseeriv publikatsioon „Life-Cycle Costing Manual for the Federal Energy Management Program“ ning 2002. aastal avaldatud valdkonda puudutavad rahvusvahelised standardid ISO/IEC 15288²⁰.

Kuigi elutsüklikulude arvestamise ja mudeldamise vajadust tuuakse väga palju esile, kasutatakse Bengtssoni ja Kurdve sõnul selliseid mudeleid tööstusettevõtetes pigem harva²¹. Lindholm ja Suomala toovad uuringus välja, et Soome käitistes kasutatakse mõnel määral kulude arvestamist ja

¹⁷ **File, W. T.** 1993. Chapter 18: Terotechnology and Maintenance. – Koshal, D. (ed.). *Manufacturing Engineer's Reference Book*. Chapter 18.1. Butterworth-Heinemann, Elsevier Ltd.

¹⁸ **Okano** 2001a, pp. 327–328.

¹⁹ **Okano, K.** 2001b. Life Cycle Costing in Historical Perspective. – Matsuyama Daigaku Ronshu, Vol. 12, Issue 6, p. 69. <https://core.ac.uk/download/pdf/230502989.pdf> (20.08.2021).

²⁰ **Sánchez, P. J.** 2015. Life Cycle Cost Estimation Procedure for a Weapon System in Spain. – *Journal of the Spanish Institute for Strategic Studies*, No. 6, p. 5. <https://revista.ieee.es/article/view/262/941> (20.07.2021). [**Sánchez** 2015]

²¹ **Bengtsson, M.; Kurdve, M.** 2016. Machining Equipment Life Cycle Costing Model with Dynamic Maintenance Cost. 23rd CIRP (International Academy for Production Engineering) Conference on Life Cycle Engineering. – *Procedia CIRP*, Vol. 48, p. 102. [**Bengtsson, Kurdve** 2016]

mudeldamist²². Mõlemast uuringust ilmneb, et välja arendatud akadeemilised mudelid on lõppkasutajatele liiga keerulised või ei ole sisendandmed eelarveproгноoside mudeldamiseks asjakohased või on suisa kõlbmatud²³.

Eesti kaitse-eelarve suurus oli 2020. aastal ligikaudu 636 miljonit eurot, millest kulus hangetele umbes kolmandik²⁴. Kuna rahaliste vahendite tegelik vajadus on kaheprotsendilisest sisemajanduse koguproduktist suurem, siis on oluline, et iga riigikaitseesse investeeritud euro oleks tulemuslikult kasutatud ja tooks tagasi võimalikult palju kaitsevõimet²⁵.

Põhivara elutsüklikulude arvestamine ning käitusega kaasnevate tulevaste rahavoogude prognoosimine on osutunud Eestis probleemiks. Nimelt hindas Riigikontroll aastatel 2014–2019 tehtud 17 kaitsetstarbelise hanke käiku ja kulutõhusust. Auditist selgus, et mitme hanke puhul oli üheks hindamiskriteeriumiks esitatud ka elutsükli maksumus. Samas ei suudetud anda Riigikontrolli audiitoritele piisavalt selgitusi, kuidas on tagatud pakkumustes esitatud elutsüklikulude tegelikkusele vastavus (realistlikkus) ja kindlustunne, et hangitu kasutusajal need kulud ei suurene. Samuti ei selgunud, et prognoositud rahavoogude suurus oleks mõjutanud hankeotsust. Lisaks jäid elutsüklikulusid puudutavad punktid hankelepingutes paljudel puhkudel käsitlemata.²⁶ Auditi raportis on kirjas, et hanget korraldav institutsioon peab ajakohastama ja täpsustama hankes osalejate õigused, kohustused ja vastutusvaldkonnad, täiustama turu-uuringuid ning täiendama tehnilist dokumentatsiooni kõikides hankeetappides. Riigikontrolli juhiste järgi on vaja turu-uuringute käigus välja selgitada hangitava relvasüsteemi kogu elutsüklikulu (ideest eluea lõpuni), sh väljaõppe, varuosade ja kuluvahenditega seotud kaasnevad kulud.

Elutsüklikulude arvestamise valdkond ei ole leidnud Eesti teadusajakirjades laialdast kajastamist. Aastatel 2015–2020 on koostatud vaid mõned Kaitseväe põhivara (relvasüsteemide) hankeid ja ülalpidamiskulusid lähemalt käsitlevad uurimused. 2018. aastal kaitses Tallinna Tehnikakõrgkooli üliõpilane Mario Evestus lõputöö teemal „Kaitseväe maismaasõidukite elutsükli

²² Lindholm, Suomala 2005, p. 288.

²³ Bengtsson, Kurdve 2016, p. 102. Vt ka Lindholm, Suomala 2005, p. 291.

²⁴ Suuremahuliste kaitsetstarbeliste hangete kavandamine ja kulutõhusus 2020, lk 1.

²⁵ Riigi Kaitseinvesteeringute Keskuse eesmärgid 2019–2023. Riigi Kaitseinvesteeringute Keskus. https://rkik.mil.intra/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/Lists/ekvDocLibrary/RKIK_eesm%C3%A4rgid.pdf&action=default (20.07.2021).

²⁶ Suuremahuliste kaitsetstarbeliste hangete kavandamine ja kulutõhusus 2020, lk 3–5.

kulumudel²⁷. Uurimus keskendus elutsüklikulude põhiprintsiipidele, sõidukite haldamisega seotud kulukohtade leidmisele ning näidiskulumudeli väljatöötamisele. 2017. aastal käivitas Kaitseväge Akadeemia projekti, et koostöös Tartu Ülikooli teadlaste ja mereväe esindajatega töötada välja kaks eksperimentaalmodelit. Üks neist on mõeldud olemasolevate sõjalaevade käituskulude analüüsimiseks ja planeerimiseks (eelarvestamiseks). Teine aga on vahend, mis aitab hinnata ja prognoosida kavandatavate laevahangetega kaasnevaid rahavooge tulevikus ning langetada parima valikuotsuse. Ehkki mudelid on lõppkasutajale üle antud, ei ole need leidnud aktiivset kasutust.

Lühidalt kokku võttes aitab elutsüklikulude eritlemine selgitada välja hangitavate seadmete ja süsteemide kõikvõimalikud kulukohad, toetab (relvastus)programmide planeerimist ja rahastamist, võimaldab hinnata organisatsioonil eelarvevahendite kasutamise tõhusust ja laseb otsustajatel pakkumisi võrrelda²⁸. TysseLandi sõnul langetab Norra kaitseministeerium alates 2004. aastast hankeotsused elutsüklikulude põhjal, hoolimata sellest, et mõnel juhul võib relvasüsteemi esmainvesteering osutada konkureerivatest pakkumistest märkimisväärselt kallimaks²⁹.

3. Elutsüklikulude arvestamise alused

Elutsüklikulude arvestamise eesmärk on prognoosida võimalikult täpselt hangitava (relva)süsteemiga kaasnevaid kulusid kogu kasutusea vältel, ilma et väheneks tootja kavandatud tootlikkus ja sooritusvõime³⁰. Elutsüklikulusid arvestatakse ka seetõttu, et hallata tootmisgraafikuid, saada ülevaade kaasnevatest kuludest toote väljaarendamisel ning toetada parima võimaliku valiku tegemist³¹. Langdon täpsustab, et elutsüklikulude mudeldamine ei keskendu ainult esmainvesteeringule, vaid hõlmab hangitava(te) vahendi(te) kasutamisel lisanduvaid kulusid. See tähendab, et arvestatakse seadme kogukulusid

²⁷ **Evestus, M.** 2018. Kaitseväge maismaasõidukite elutsükli kulumudel. Lõputöö. Tallinn: Tallinna Tehnikakõrgkool.

²⁸ **RTO-TR-SAS-069**, 2009, p. 24.

²⁹ **TysseLand** 2008, p. 367.

³⁰ **Spickova, M.; Myskova, R.** 2015. Costs Efficiency Evaluation Using Life Cycle Costing as Strategic Method. – *Procedia Economics and Finance*, Vol. 34, p. 337.

³¹ **ALP-10**. 2017. NATO Guidance on Integrated Logistics Support for Multinational Armament Programmes. NATO Standard. Edition C, Version 1, October, p. 7. [**ALP-10**, 2017]

(ingl *total cost*), et tõhustada rahaliste vahendite kasutamist.³² Määratluse järgi on elutsüklikulude arvestamine toiming, kus kogutakse ja analüüsitakse mitmesuguste vahendite ja tehnika abil andmeid, et prognoosida hangitava seadme jaoks kuluvaid rahalisi vahendeid igal elutsükli etapil³³. Özkili käsitluses aitab elutsüklikulude arvestamine hinnata kaugemas plaanis majanduslikku ja rahalist külge. Esimesel juhul hinnatakse kulu ja saadava tulu suhet riigi majanduse seisukohast, teisel vaadeldakse finantsvõime aspektist just tulevasi rahavooge, arvestades nende ümberjaotamise vajadust.³⁴ Elutsüklikulude prognoosimine ei ole täppisteadus, sel viisil ei ole võimalik selgitada välja kulude täpset suurust. See aitab eelkõige tuvastada peamised kulutegurid (ingl *cost factors*) ning kaasnevate kulude suurusjärgud, teha kindlaks valdkonnad, kus on võimalik viia ellu tehnilisi ja juhtimisuuendusi ning säästa eelarvevahendeid, ning aitab ühtlasi võrrelda sarnase sooritusvõimega valikuv variante.³⁵ Kasutatavad lähteandmed, hindamiseesmärk ja analüüsimiseks võimaldatud aeg on elutsüklikulude arvestamisel võtmetegurid.

Hangitava süsteemi elutsükkel hõlmab tegevusi, millega tähistatakse tervikprotsessi erinevaid etappe. Sõna *etapp* sünonüümidenä kasutatakse erialases kirjanduses veel sõnu *faas*, *osa*, *segment* või *lõik*. Kulused on jaotatud eri aegadel eri detailsusega. White'i ja Ostwaldi põhjal on Woodward jaotanud elutsüklikulude prognoosimise kulude tekke alusel kolme etappi: väljaarendamine ja konstrueerimine, tootmine ja kasutusse võtmine ning kasutus ehk käitus (vt joonis 2)³⁶. Elmakis ja Lisnianski toovad esile süsteemi teenistusest väljaarvamise (ingl *decommissioning*, *deactivating*) ja utiliseerimise kaasnevate kulude (ingl *disposal costs*) tähtsuse³⁷. Teenistusest välja arvatud relvasüsteemidega kaasnevad tavaliselt üsna märkimisväärsed kulud. Need relvasüsteemid on vaja ohutult ladustada ja demilitariseerida, samuti teisaldada enne lammutustöid ohtlikud ained (nt kütus, õlid, asbest)

³² Langdon, D. 2007. Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction: A common methodology. Final Report, May. Davis Langdon Management Consulting, p. 3.

³³ RTO-TR-SAS-069, 2009, p. 1.

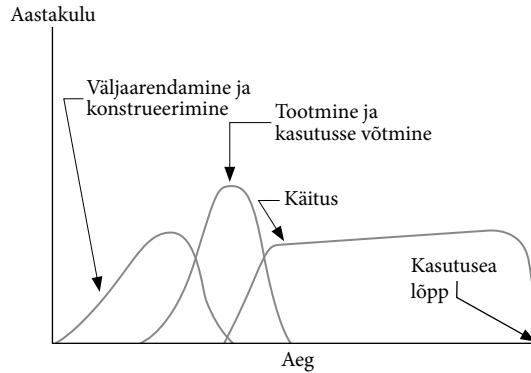
³⁴ Özkil, A. 2003. The Use of Life Cycle Cost and Nature of Decisions. – Cost Structure and Life Cycle Cost (LCC) for Military Systems. RTO-MP-096, AC/323(SAS-036)TP/27. NATO Research and Technology Organisation Meeting Proceedings, June. Papers presented at the RTO Studies, Analysis and Simulation Panel (SAS) Symposium held in Paris, France, 24–25 October 2001. NATO Research and Technology Organisation, pp. 3-1, 3-2. [Özkil 2003]

³⁵ RTO-TR-SAS-069, 2009, p. 2.

³⁶ White, G. E.; Ostwald, P. H. 1976. Life Cycle Costing. – Management Accounting (US), January, pp. 39–42. Viidatud Woodwardi 1997, lk 336 järgi. Vt Woodward 1997.

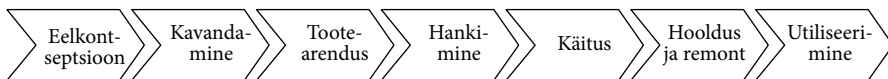
³⁷ Elmakis, D.; Lisnianski, A. 2006. Life cost analysis: Actual problem in industrial management. – Journal of Business Economics and Management, Vol. 7, No. 1, p. 6.

või neid sisaldavad komponendid. Mahakandmiskulude minimeerimiseks või koguni nendest vabanemiseks püüavad seadmete omanikud neid edasi müüa või annetada need kolmandatele riikidele.



Joonis 2. Kulujaotus etapisti³⁸

Sherif ja Kolarik ning Asiedu ja Gu on eritlenud elutsüklikulusid tunduvalt detailsemalt. Nende järgi jagunevad elutsüklikulud kuni seitsmeks etapiks: arendustegevus, tootearendus, konstrueerimine/hankimine, installeerimine (paigaldamine), kasutus (käitus), hooldus ja remont ning utiliseerimine.³⁹ NATO struktuuriüksustes on relvasüsteemide elutsükli etappide liigendamisel rakendatud ISO/IEC/IEEE 15288:2015 standardit „Süsteemi- ja tarkvaratehnika. Süsteemi elutsükli protsessid“⁴⁰, mis jagab hangitava vara elutsükli kuueks eristustunnustega osaks.



Joonis 3. Elutsüklikulu eritlemise etapid⁴¹

³⁸ Woodward 1997, p. 336.

³⁹ Sherif, Y. S.; Kolarik, W. J. 1981. Life Cycle Costing: Concept and Practice. – Omega. The International Journal of Management Science, Vol. 9, Issue 3, p. 288. Asiedu, Y.; Gu, P. 1998. Product life cycle cost analysis: State of the art review. – International Journal of Production Research, Vol. 36, No. 4, p. 885.

⁴⁰ Systems and software engineering – System life cycle processes 2015. ISO/IEC/IEEE 15288:2015. Geneva, Switzerland: The International Organization for Standardization.

⁴¹ RTO-TR-SAS-069, 2009, p. 23. AAP-48. 2013. NATO System Life Cycle Stages and Processes. NATO Publication. Edition B, Version 1, March, p. 1-3. Simões-Marques, M. J. 2015. Modeling and Simulation in System Life Cycle. 6th International Conference on Applied Human Forces and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences. – Procedia Manufacturing, Vol. 3, p. 787. [Simões-Marques 2015]

Igal seadme, toote või relvasüsteemi elutsüklikulude eritlemise etapil on kindel roll kogukulude prognoosimisel. Nii NATO standarddokument AAP-20⁴² kui ka Simões-Marques⁴³ tähtsustavad eelkontseptsiooni etappi, mis on lähtepunkt huvipakkuva süsteemi (ingl *system of interest*) elutsüklikulude prognoosimiseks (vt joonis 3). Esimeses etapis kogutakse võimalikult palju informatsiooni ning uurimuse käigus koostatakse ja visandatakse hankija esmased võimenõuded (ingl *initial capability requirement*). Materjali töötlemise tulemusena selgub, kas tehnoloogiline valmisolek võimaldab ette nähtud aja ja rahaga välja arendada nõuetekohase seadme või relvasüsteemi. Samal ajal tehakse kindlaks esmariskid ning töötatakse välja nende maandamiskavand⁴⁴. Toote kavandamise (ingl *concept phase*) etapis detailiseeritakse ja viiakse lõpuni eelmises etapis tehtud uurimused, mudeldamine ja katsetused. Kogu tegevuse eesmärk on esitada seadme-süsteemi võimenõuded (ingl *minimum military requirement*) ja töötada etapi lõpuks välja tootmise minev lahendus⁴⁵. Õzkili väidetele tuginedes on ebatõenäoline, et selles etapis on võimalik kõik kulukohad väga täpselt kindlaks teha⁴⁶. Pigem on need üldised ja viitavad kulujaotuse struktuurielementide maksumuse suurusjärgule. Tootearendus (ingl *research and development*) on kogu protsessi järgmine etapp ning selle käigus töötatakse välja tellija nõuetele vastav ja tuvastatud võimelünka täitev lahendus⁴⁷. Uurimustes on juhitud tähelepanu sellele, et 50–70% välditavatest kuludest on seotud tootearenduse etapiga⁴⁸. Sokri jt sõnul langetatakse selles etapis kõik olulised otsused, mis puudutavad arendatavat hangitavat objekti. Kui seade või relvasüsteem on turul olemas, järgneb hankeetapp, mis hõlmab põhi- ja alamsüsteemide soetust, tarnet, installeerimist (paigaldamist) ja integreerimist teiste süsteemidega⁴⁹. Teadupärast ei ole relvasüsteemid laiatarbekaubad ning see eeldab seadme või

⁴² AAP-20. 2015. NATO Programme Management Framework (NATO Life Cycle Model). NATO Standard. Edition C, Version 1, October, p. 27. [AAP-20, 2015]

⁴³ Simões-Marques 2015, p. 787.

⁴⁴ AAP-20, 2015, p. 27.

⁴⁵ Simões-Marques 2015, p. 790.

⁴⁶ Özkil 2003, p. 3-2.

⁴⁷ RTO-TR-SAS-069, 2009, p. 23.

⁴⁸ Newnes, L. B.; Mileham, A. R.; Cheung, W. M.; Marsh, R.; Lanham, J. D.; Saravi, M. E.; Bradbery, R. W. 2008. Predicting the whole-life cost of a product at the conceptual design stage. – Journal of Engineering Design, Vol. 19, No. 2, April, p. 100.

⁴⁹ Sokri, A.; Ghergari, V.; Wang, L. 2016. Development of Cost Breakdown Structure for Defence Acquisition Projects. Scientific Report, DRDC-RDDC-2016-R086, May. Defence Research and Development Canada, p. 4. [Sokri et al. 2016]

süsteemi (nt sõjalaev) ning samal ajal ka alam- ja toetavate süsteemide ehitustööde alustamist. Tootmisetappi peetakse hankeetapi üheks komponendiks. Enne hangitu tellijale üleandmist katsetatakse seda intensiivselt. Käitusaeg algab seadme või süsteemi teenistusse arvamise ja rakendamiseга sõjalises operatsioonis, arvestades selle suutlikkust ja kulutõhusust⁵⁰. Käitus hõlmab ka hooldus- ja remondietappi (võime alalhoidmine). Selle käigus kantakse kasutusea lõpuni hoold seadme või relvasüsteemi toetus- ja varustusteenuste (nt kütus, laskemoon) ja suutlikkuse (ajakohastamine, väljaõpe) eest. Seadme kasutusiga lõppeb teenistusest väljaarvamiseга ning sellele järgneb demilitariseerimine ja utiliseerimine. Teenistusest kõrvaldamiseга kaob samuti vajadus teenuste järele, mis aitavad hoida seadme või süsteemi suutlikkust⁵¹. Utiliseerimisel tuleb kinni pidada sõlmitud välislepingutest ning järgida juriidilisi ettekirjutusi.

4. Kulud ja kuluelemendid

Eelmises peatükis käsitleti süsteemi elutsükli kuut struktuuri elementi, alljärgnevalt vaadeldakse lähemalt iga elemendi kulujaotuse skeemi (ingl *cost breakdown structure*; CBS). Kulujaotuse abil saab tuvastada, liigitada ja siduda omavahel kõikvõimalikud kuluelemendid seadme või relvasüsteemi eluea jooksul.

Elutsüklikulude prognoosimine on andmete juhitud protsess, kus kasutatakse suurel hulgal erineva kvaliteedi ja täpsusastmega andmevooge ning rakendatakse erinevaid analüüsimeetodeid, mistõttu ei saa tulemus olla täpne. See aitab pigem prognoosida kulude suurusjärku ning teha kindlaks võimalikud kokkuhoiukohad, toetab valikuvariantide võrdlemist ja parandab organisatsiooni rahavoogude juhtimist⁵².

Elutsüklikulude kogumaksumuse analüüsimisel tuleb esimese etapina alustada kulujaotuse skeemi koostamisest, seejärel määrata kindlaks kulud ja viimases järgus teha kuluprognosis. Kulujaotuse abil eritletakse ja reastatakse kõik relvasüsteemi elutsükli etappide sisemised kuluelemendid⁵³. Moodustatav kulujaotuse skeem peab olema:

⁵⁰ RTO-TR-SAS-069, 2009, p. 33.

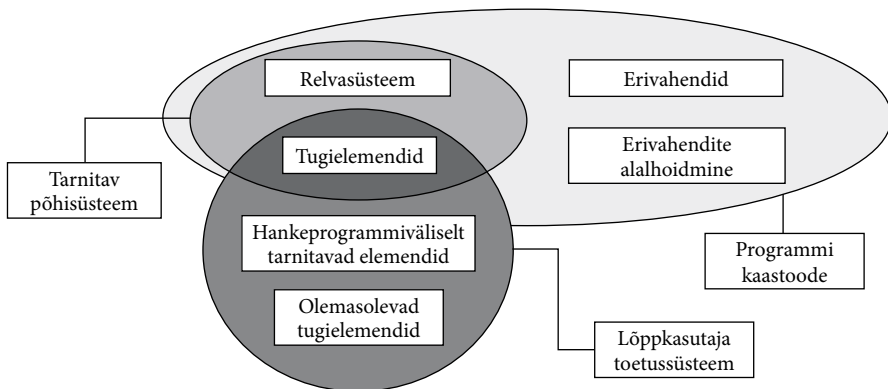
⁵¹ AAP-20, 2015, p. 46.

⁵² RTO-TR-SAS-069, 2009, p. 11.

⁵³ RTO-MP-096. 2003. Cost Structure and Life Cycle Cost (LCC) for Military Systems. AC/323(SAS-036)TP/27. – NATO Research and Technology Organisation Meeting Proceedings 96, June, p. vii.

- paindlik (lihtsakoeline), et seda oleks hõlbus koostada, kasutada, uuendada ja kohandada teiste (sarnaste) süsteemidega;
- võrreldav teiste jaotusskeemidega;
- kõikehõlmav, kaasates asjaomased tegevused ja kuluartiklid;
- hierarhiline, st hästi struktureeritud ja kindlate tunnustega, et toetada juhtimist;
- üheselt mõistetav, st ühtse terminoloogia ja definitsioonidega⁵⁴.

Sokri jt sõnul luuakse kuluelement hetkel, kui mingi tegevuse käigus kasutatakse (finants)ressurssi, mis on seotud kindla seadme või süsteemiga⁵⁵. Elutsükli kuue etapi liigendamine alamtegevusteks hõlbustab varaobjekti kogukulu eritlemist (vt lisa, tabel 2). Järgmise etapina tuleb siduda tootepuu (ingl *product tree*) tegevustega. Tootepuu koosneb kolmest omavahel seotud elemendist: põhissüsteem, toetussüsteem ja erivahendid. Joonis 4 illustreerib, kuidas tootepuu elemendid on omavahel seotud. Sõjalaeva näitel on laev tervikuna põhissüsteem ning toetussüsteem hõlmab varuosasid, spetsiaalseid katseseadmeid ja tööriistu, väljaõppematerjale, publikatsioone, lõppkasutaja olemasolevat taristut jm. Erivahendite alla liigitub kogu taristu, seadmestik, mille arendab välja tootja ja mida kasutatakse hankeprogrammi käigus, ent mida ei tarnita tavaliselt lõppkasutajale (nt seadmete testimistaristu).



Joonis 4. Hangitava seadme tootepuu⁵⁶

⁵⁴ RTO-TR-SAS-069, 2009, pp. 13–14. Sokri *et al.* 2016, pp. 7–8.

⁵⁵ Sokri *et al.* 2016, p. 8.

⁵⁶ RTO-TR-SAS-058. 2003. Cost Structure and Life Cycle Costs for Military Systems. NATO Research and Technology Organisation Technical Report, September, p. 6-1. [RTO-TR-SAS-058, 2003]

Alles pärast seda, kui on loodud varaobjektiga seotud tegevuste kataloog ja tootepuu, saab kuluobjektid nendega siduda (vt lisa, tabel 3). Kuna varaobjekti käitamiseks vajalikud ressursid võivad erineda tugielementide ja erivahendite omadest, on väga oluline analüüsida ressursieraldisi. Alljärgnevalt on esitatud varaobjektiga seotud ressursside näidisloetelu⁵⁷:

- personal – käitamiseks, hooldamiseks ja toetamiseks;
- varustus – hooldamiseks, remontimiseks ja toetamiseks;
- kuluvahendid – käitamiseks (nt kütus, õli ja määrdeained) ning väljaõppeks;
- taristu – ajutine või alaline (kogu elutsükli kestel);
- teenused – lepingulised partnerid;
- informatsioon – autoriõigusega kaitstud.

Sokri jt sõnul on iga kuluelement seotud põhivaraobjekti elutsükli etappide, põhi- ja/või alamtegevuste, ressursside ning toote kui lõpp-produktiga⁵⁸. Oluline on eristada varaobjekti hankekulu ja ülalpidamisega seotud tuleviku rahavood. Juba tehtud rahaliste kulutuste andmed on vaja talletada andmebaasi, et:

- täiendada neid kantud kulude edasiseks analüüsiks;
- teha kindlaks kõikvõimalikud kulukohad;
- võrrelda kuluprognose ja tegelikke kulusid;
- suunata juhtkonna otsuseid⁵⁹.

Varaobjekti kasutusea telge ajahetkel t kujutab joonis 5. Ajateljel on näidatud kahte tüüpi kulusid: väljaminekud (kantud kulusid) ja tulevikus tehtavad kulutused. Väljaminekutele viidatakse valdavalt kui pöördumatutele kulusidele. Mereste⁶⁰ ja RTO-TR-SAS-058⁶¹ järgi on pöördumatud kulusid määratletud rahaliste väljaminekutena, mis on juba tehtud. Neid ei saa tagasi nõuda, vältida ega vähendada (nt vara soetamiseks tehtud väljamaksed) ning need ei mõjuta valikuotsuse langetamist. Mereste sõnul ei saa tulevased otsused ja neist lähtuvad sündmused mõjutada juba kantud kulusid, ent tulevikuga

⁵⁷ RTO-TR-SAS-058, 2003, p. 7-1.

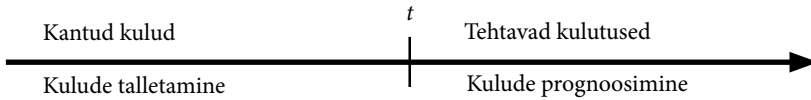
⁵⁸ Sokri *et al.* 2016, p. 8.

⁵⁹ Özkil 2003, p. 3-6.

⁶⁰ Mereste, U. 2003. Majandusleksikon I–II. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus, II, lk 144. [Mereste 2003]

⁶¹ RTO-TR-SAS-058, 2003, G-3.

seotud otsused sõltuvad suuresti minevikus tehtud kulude suurusest ja jaotusest⁶². Tulevikku planeeritud kulutuste suurusjärku (otse-, kaud-, püsi- ja muutuvkulud) on veel võimalik korrigeerida⁶³.



Joonis 5. Ajatelg ja tegurid⁶⁴

Relvasüsteemid on arendatud välja kindla eesmärgiga. Enamasti ei ole need masstoodang, üldjuhul on relvasüsteemid komplekseeritud, sisaldavad kõrg-tehnoloogilisi komponente ning vajavad sagedasti ajakohastamist⁶⁵. Seda kõike arvestades on relvasüsteemide elutsüklikulude prognoosimine keeruline ja töömahukas ülesanne. Kuna sõjalaevade ja -lennukite kasutamisega jääb enamasti kahekümne ja viiekümne aasta vahele, on Newnes ja Valerdi lisanud probleemide nimistusse elektroonikakomponentide iganemise ning see teeb elutsüklikulude ennustamise veelgi keerulisemaks ja ebamäärasemaks⁶⁶. Elutsüklikulude prognoosimine kätkeb omajagu riske ja määramatust. Ka Kirkpatrick ning von Deimling jt on väitnud, et relvasüsteemi kasutusea tegelikku hinda (ingl *actual cost*) on võimatu täpselt välja selgitada. Samas on valikuotsuse langetamisel põhiroll kogukulude prognoosil, mis aga tugineb eeldusele, et kõik varaobjekti elutsükli kuluelemendid on tolle ajahetke andmete ja teadmiste najal kindlaks tehtud ja hinnastatud.⁶⁷ Hoolimata sellest, et USA kaitseministeerium on keskendunud põhivara omaniku kogukulule (ingl *total ownership cost*; TOC) seirele ja vähendamisele, on neil

⁶² Mereste 2003, lk 144.

⁶³ RTO-TR-SAS-058, 2003, p. 10-3.

⁶⁴ *Ibid.*

⁶⁵ Sánchez, P. J. 2015, p. 2.

⁶⁶ Newnes, L. B.; Valerdi, R. 2012. Special issue on Through Life Cost estimating. – International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 25, No. 4–5, p. 297.

⁶⁷ Kirkpatrick, D. L. I. 2000. Life cycle costs for decision support: A study of the various life cycle costs used at different levels of defence policy and management. – Defence and Peace Economics, Vol. 11, No. 2, p. 336. Deimling, C. A. von; Essig, M.; Schaupp, M.; Amann, M.; Vafai, S. 2016. Life-Cycle-Cost-Management as an Instrument for Strategic Public Procurement: State of the Art and Perspectives. Working Paper, p. 3. https://www.researchgate.net/publication/299393462_Life-Cycle-Cost-Management_as_an_Instrument_for_Strategic_Public_Procurement_State_of_the_Art_and_Perspectives (25.03.2021).

siiani probleeme vara käitus- ja alalhoidmiskulude prognooside võrdlemisel tegelike kuludega⁶⁸.

Alates 1960. aastate teisest poolest, kui hakati uurima elutsükkikulude valdkonda, on arenenud valdkondlik ingliskeelne sõnavara. Erinevates publikatsioonides on elutsükkikulu hõlmavaid termineid tõlgendatud tihti väärtalt ja kasutatud sünonüümidenä. Xu *et al.*⁶⁹ on kasutanud oma artiklis terminit *whole life cost* (WLC, eesti keeles *võimekulu*) ja *through life cost* (TLC, eesti keeles *elutsükli tervikkulu*) ning alliansi publikatsioonides⁷⁰ võib leida termineid *cost of ownership* (COO, eesti keeles *omanikukulu*) ja *total ownership cost* (TOC, eesti keeles *omaniku kogukulu*). Oluline on teada, et need ei ole samatähenduslikud, vaid elutsükkikulu komponendid, millel on erinev definitsioon ja kasutus⁷¹.

Elutsükkikulud sisaldavad kõiki otseseid ja kaudseid kulusid, mis on seotud relvasüsteemi hankimise, käitamise, logistilise toetamise ja utiliseerimisega (vt tabel 1). Mereste⁷² määratleb otsekulusid (otsesed kulud) kui toote valmistamiseks vahetult kuluva tööjõu ja materjali maksumust (ingl *direct cost, running cost*). Otsekulud on seotud vahetu kuluobjektiga, seevastu kaudkulusid (kaudsed või üldkulud) ei saa seostada kindla kuluobjektiga⁷³. Need kulud omistatakse tinglikult ja jaotatakse mitme kuluobjekti (nt süsteem, alusplatvorm) vahel⁷⁴. Otse- ja kaudkulud võivad jaguneda omakorda püsi- või muutuvkuludeks. Mereste on määratlenud muutuv- või muutkuludena kulud, mis kasvavad või kahanevad toodangu mahu suurenemisel või vähenemisel⁷⁵. Püsikulud (püsivkulud, püsivad kulud) on kulud, mis ei sõltu otseselt

⁶⁸ Ryan, E.; Jacques, D.; Colombi, J.; Schubert, C. 2012. A Proposed Methodology to Characterize the Accuracy of Life Cycle Cost Estimates for DoD Programs. – *Procedia Computer Science*, Vol. 8. New Challenges in Systems Engineering and Architecting Conference on Systems Engineering Research (CSER), p. 363.

⁶⁹ Xu, Y.; Elgh, F.; Erkoyuncu, J. A.; Bankole, O.; Goh, Y.; Cheung, W. M.; Baguley, P.; Wang, Q.; Arundachawat, P.; Shehab, E.; Newnes, L.; Roy, R. 2012. Cost Engineering for Manufacturing: Current and Future Research. – *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 25, Issue 4–5, p. 302.

⁷⁰ RTO-TR-SAS-058, 2003.

⁷¹ Sokri *et al.* 2016, p. 5. ANEP-41. 2006. Ship Costing. Allied Naval Engineering Publication. 4th ed. NATO International Staff Defence Investment (DI). NATO Standardization Agency, p. 2-1. [ANEP-41, 2006]

⁷² Mereste 2003, II, lk 57.

⁷³ Mereste 2003, I, lk 348.

⁷⁴ ALP-10, 2017, A-2.

⁷⁵ Mereste 2003, I, lk 632.

kulukäiturist⁷⁶. Need kulud on seotud seadme või süsteemi omamisega (ametipalgad, intressid) ega sõltu käitamismahu suurenemisest või vähenemisest⁷⁷. Sellised püsikulud saab liigitada püsivate omamiskulude hulka ning kulusid, mis on seotud juhtkonna korraliselt langetatavate juhtimisotsustega (nt koolitus-, arenduskulud), saab käsitleda püsivate suvakuludena⁷⁸.

Üldkulusid, mida vaadeldav relvasüsteem ei mõjuta, ei peeta tavapraktikas elutsüklikulude osaks. Raamatupidamislikult määratletakse üldkuludena need kulud, mida ei saa otseselt siduda ettevõtte toodetud, ostetud või müüdüd kaupadega⁷⁹. Elutsüklikulude prognoosi tulem on minimaalne kogukulu komponent, mida kasutatakse valikuvariantide võrdlemisel. Viimasel ajal on hakatud seda kasutama ka majandusanalüüsid⁸⁰. Omaniku kogukulu (TOC) alla liigitatakse need kulud, mis kaasnevad relvasüsteemi omamisega. Lisaks elutsüklikulule (ingl *life cycle costing*; LCC) kuuluvad sinna veel kaud-, otse- ja seotud kulud⁸¹. Omanikukulu (COO) on kaasatud eelarvestamisel ja finantsanalüüsid. Võimekulu (WLC) hõlmab kõiki kulutusi, mida organisatsioonil tuleb kanda kindla relvasüsteemi omamisel. Võrdluses omanikukuluga omistatakse sellele mitteseotud kulud.

Tabel 1. Elutsüklikulude variatsioonide seosed kuludega⁸²

Kulu tüüp	LCC	TOC	WLC
Seotud otsesed püsikulud (ingl <i>direct fixed linked costs</i>)	×	×	×
Seotud otsesed muutuvkulud (<i>direct variable linked costs</i>)	×	×	×
Seotud kaudsed püsikulud (<i>indirect fixed linked costs</i>)		×	×
Seotud kaudsed muutuvkulud (<i>indirect variable linked costs</i>)		×	×
Mitteseotud kulud (<i>non-linked costs</i>)			×

Elutsüklikulu, omaniku kogukulu ning võimekulu on tegelikult osa komponentidest relvasüsteemi kulujaotuse mudelis. Kui minna veel detailsemaks, saab jagada elutsüklikulu omakorda komponentideks: esmane ehituskulu (ingl *sail-away cost*), (programmi) hankekulu, (programmi) elutsüklikulu,

⁷⁶ Mereste 2003, II, lk 147.

⁷⁷ RTO-TR-SAS-058, 2003, G-2.

⁷⁸ Mereste 2003, II, lk 147.

⁷⁹ *Ibid.*, lk 592.

⁸⁰ RTO-TR-SAS-058, 2003, p. 11-2.

⁸¹ Sokri *et al.* 2016, p. 6.

⁸² ANEP-41, 2006, p. 4-2. Sokri *et al.* 2016, p. 6.

elutsükli kogukulu (ingl *total life cycle cost*; TLCC). Näiteks sõjalaeva esmase ehituskulu määravad laeva korpus, jõu- ja sõuseadmed, elektroonika-komponendid, laevatehase programmijuhtimise elemendid, laevasüsteemide katsetused ja valideerimine, ehitusprojekti muudatused, garantiid, maksud jms. Hankimise, käitamise, ülalpidamise, taristu ja isikkoosseisuga seotud kulukomponentide lisamisel esmasele ehituskulule saadakse kindla laeva elutsükli kogukulu.⁸³

Analüüsimise hõlbustamiseks saab kulusid liigitada mitmel moel:

- ajaliselt (kuu, aasta, elutsükli etapp);
- kulude tüübi järgi (otse-, kaud-, püsikulud);
- toodete järgi (süsteem, alamsüsteem);
- tegevuste või protsessi järgi (juhtimine, hooldus ja remont);
- ressursside järgi (tööjõud, varustus);
- organisatsiooni liigendatuse järgi (allüksused, väeliigid)⁸⁴.

Organisatsiooni elutsüklikulude prognoosimise tõhusust võivad pärssida sisemised ja välised tegurid. Need võivad olla organisatsioonides ja NATO liikmesriikides erinevad. Välismõjuriteks võivad olla nt otsustajate (nt valitsus) ajasurve, hankes osalevate organisatsioonide hulk või välised ressursid ning ajastus, mida on vaja arvestada elutsüklikulude prognoosimisel. Võimenõuete valmidusaste, analüüsimiseks kasutatavad ressursid ning saadav andmestik ja informatsioon on tavaliselt sisemised takistavad tegurid.⁸⁵ Andmete poolest ajakohane ja küllaldane andmebaas on elutsüklikulude prognoosimisel võtmetegur. USA kaitseministeerium tegi kuluandmete kogumise ja talletamisega algust 1942. aastal, kui alustati suuremahulisi varustus-hankeid riigi kaitsetööstuselt. Aastani 1950 keskenduti lennuki- ja raketitootjatele.⁸⁶ Robinsoni sõnul ei olnud andmete kogumine toona järjekindel ega vastanud alati standarditele. Seetõttu oli edasine andmetöötlus äärmiselt komplitseeritud, ent sellest hoolimata jätkus andmekogude täiendamine ja

⁸³ ANEP-41, 2006, p. 2-1.

⁸⁴ RTO-TR-SAS-069, 2009, p. 14. Sokri *et al.* 2016, pp. 7–8.

⁸⁵ RTO-TR-SAS-069, 2009, p. 1.

⁸⁶ **Robinson, D. M.** 2003. Innovations and Improvements in Cost Information Management. – Cost Structure and Life Cycle Cost (LCC) for Military Systems. RTO-MP-096, AC/323(SAS-036) TP/27. NATO Research and Technology Organisation Meeting Proceedings 96, June. Papers presented at the RTO Studies, Analysis and Simulation Panel (SAS) Symposium held in Paris, France, 24–25 October 2001. NATO Research and Technology Organisation, p. 7-1. [**Robinson** 2003]

kogumisprotseduuride täiustamine, mis päädis 1970. aastal standardiseeritud ning ühtse kaitsekulude andmebaasiga (ingl *contractor cost data report*)⁸⁷. Andmebaasist on saanud USA kaitseministeeriumi analüütikute elutsüklikulude prognoosimise üks tugitalasid.

Elutsüklikulude prognoosimisel ei saa lähtuda ainuüksi rahanduslikest lähtekohtadest, vaid tuleb arvestada riigikaitse vajaduste (võime nõuded), sõjaliste operatsioonide iseärasuste ja tempoga ning keskkonnakaitse ja sotsiaalsete aspektidega. Tehnoloogiline progress ja uue tehnoloogia kasutuselevõtt saab üha määravamaks, muutes elutsüklikulude prognoosimise veelgi keerulisemaks. Mõned mehitamata süsteemide vallas tehtud uurimused näitavad kulude suurenemist remondi- ja hooldustöödes.

5. Kokkuvõte

Artikli eesmärk on anda lugejale ülevaade elutsüklikulude prognoosimise põhitõdedest ja komponentidest. Oluline on teada valdkonna ajaloolist tausta ja teoreetilist arenemislugu, et tähtsustada hüvesid, mida organisatsioon võib saada elutsüklikulude prognoosimisest.

Kaitseotstarbelise varustuse elutsüklikulude teema tõusis teravamalt päevakorda 1960. aastate USA-s, kui hankeotsuse langetamisel arvestati peasjalikult pakkumuse parimat hinda. See põhjustas olukorra, kus olemasoleva varustuse ülalpidamiseks vajalik puudujääk tuli katta uute varustuselementide hankeks kavandatud eraldistest. Elutsüklikulude arvestamisele kui distsipliinile pani aluse president John F. Kennedy administratsioon ning USA teadmised ja kogemused leidsid kasutust teistes suuremates tööstusriikides. Kuigi elutsüklikulusid on võimalik käsitleda interdistsiplinaarselt, kuuluvad need majandusarvestuse valdkonda. Eesti teaduskirjanduses on elutsüklikulude teema leidnud vähest kajastamist, see annab alust tihedamaks uurimistöök riigikaitsevaldkonnas.

Relvasüsteemid ei ole enamasti masstoodang. Need on tehniliselt komplitseeritud ning sisaldavad kõrgtehnoloogilisi elektroonikakomponente, mistõttu tuleb neid sageli kohandada ja moderniseerida. See kõik viitab omakorda sellele, et elutsüklikulude prognoosimine on keeruline ja ebamäärane tegevus, mis nõuab palju analüüsimist. Elutsüklikulude prognoosimise eesmärk on teha kindlaks hangitava relvasüsteemi kulutegurid kogu käitusaja jooksul ning hinnata kasutuskulude suurusjärku. Kogukulused tuleb arvestada

⁸⁷ Robinson 2003, p. 7-1.

igas elutsükli etapis – kontseptsioonist utiliseerimiseni. Elutsüklikulude kogumaksumuse analüüsimisel tuleb esmalt luua elutsükli etappide sisetiste kuluelementide jaotusmudel, seejärel selgitada välja kulud ja teha kuluprognoos. Kulujaotusmudel peab olema lihtne, kõikehõlmav, hästi struktureeritud, võrreldav teiste sarnaste mudelitega ning terminoloogiliselt üheselt mõistetav.

Elutsüklikulude mudeldamise ja eritlemise tulemus annab võimaluse võrrelda omavahel sarnase sooritusvõimega süsteeme, säästa eelarvahendeid ning teha kindlaks valdkonnad, kus saab rakendada tehnilist või juhtimisinnovatsiooni. Elutsüklikulude arvestamine võimaldab hinnata kaugemas plaanis kulu ja saadava tulu suhet riigi majanduses ja rahanduses ning analüüsida tulevasti rahavooge ja nende riigisest ümberjaotamise vajadust.

Riigikontrolli 2020. aasta aruande siseturvalisuse ja riigikaitse kokkuvõttes „Suuremahuliste kaitseotstarbeliste hangete kavandamine ja kulutõhusus“ esile toodud probleemide valguses tuleb analüüsida Kaitseministeeriumi haldusalas hangete korraldamisega seotud ülesandeid ja vastutusvaldkondi. Tarvis on välja töötada universaalne maa-, mere- ja õhuväe elutsüklikulusid käsitlev mudel, mis hõlmaks hangitava(te) relvasüsteemi(de) kõiki kulukohti kasutusea jooksul. Elutsüklikulude analüüsimisel saadud hinnanguliste tulevaste rahavoogude vajaduste põhjal on valikuotsuse langetajatel võimalik teha pakkumuste hulgast Kaitseväele sobivaim valik.

Kirjandus

- AAP-20.** 2015. NATO Programme Management Framework (NATO Life Cycle Model). NATO Standard. Edition C, Version 1, October.
- AAP-48.** 2013. NATO System Life Cycle Stages and Processes. NATO Publication. Edition B, Version 1, March.
- ALP-10.** 2017. NATO Guidance on Integrated Logistics Support for Multinational Armament Programmes. NATO Standard. Edition C, Version 1, October.
- ANEP-41.** 2006. Ship Costing. Allied Naval Engineering Publication. 4th ed. NATO International Staff Defence Investment (DI). NATO Standardization Agency.
- Asiedu, Y.; Gu, P.** 1998. Product life cycle cost analysis: State of the art review. – International Journal of Production Research, Vol. 36, No. 4, pp. 883–908.
- Bengtsson, M.; Kurdve, M.** 2016. Machining Equipment Life Cycle Costing Model with Dynamic Maintenance Cost. 23rd CIRP (International Academy for Production Engineering) Conference on Life Cycle Engineering. – Procedia CIRP, Vol. 48, pp. 102–107.

Boeing 2021.

<https://www.boeing.com/defense/b-52-bomber/> (20.08.2021).

Deimling, C. A. von; Essig, M.; Schaupp, M.; Amann, M.; Vafai, S. 2016. Life-Cycle-Cost-Management as an Instrument for Strategic Public Procurement: State of the Art and Perspectives. Working Paper.

https://www.researchgate.net/publication/299393462_Life-Cycle-Cost-Management_as_an_Instrument_for_Strategic_Public_Procurement_State_of_the_Art_and_Perspectives (25.03.2021).

Eisenberger, I.; Lorden, G. 1977. Life-Cycle Costing: Practical Considerations. – The Deep Space Network Progress Report 42-40.

http://ipnpr.jpl.nasa.gov/progress_report2/42-40/40M.PDF (20.08.2021).

Elmakis, D.; Lisnianski, A. 2006. Life cost analysis: Actual problem in industrial management. – Journal of Business Economics and Management, Vol. 7, No. 1, pp. 5–8.

Evestus, M. 2018. Kaitseväe maismaasõidukite elutsükli kulumudel. Lõputöö. Tallinn: Tallinna Tehnikakõrgkool.

File, W. T. 1993. Chapter 18: Terotechnology and Maintenance. – Koshal, D. (ed.). Manufacturing Engineer's Reference Book. Butterworth-Heinemann, Elsevier Ltd.

Kirkpatrick, D. L. I. 2000. Life cycle costs for decision support: A study of the various life cycle costs used at different levels of defence policy and management. – Defence and Peace Economics, Vol. 11, No. 2, pp. 333–368.

Langdon, D. 2007. Life cycle costing (LCC) as a contribution to sustainable construction: A common methodology. Final Report, May. Davis Langdon Management Consulting.

Life cycle costing in industry 1967. Task 67-21. Washington, D.C.: Logistics Management Institute.

<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD0660659.pdf> (02.10.2021).

Lindholm, A.; Suomala, P. 2005. Present and Future of Life Cycle Costing: Reflections from Finnish Companies. – Liiketaloudellinen aikakauskirja, Vol. 2, pp. 282–292.

LMI 2021. LMI History.

<https://www.lmi.org/lmi-history> (02.10.2021).

Mereste, U. 2003. Majandusleksikon I–II. Tallinn: Eesti Entsüklopeediakirjastus.

Murumets, J. 2014. Tankidest ja tabelitest. – Rahvusvaheline Kaitseuringute Keskus. Blogi, julgeoleku planeerimine.

<https://icds.ee/et/tankidest-ja-tabelitest/> (14.12.2021).

Newnes, L. B.; Mileham, A. R.; Cheung, W. M.; Marsh, R.; Lanham, J. D.; Saravi, M. E.; Bradbery, R. W. 2008. Predicting the whole-life cost of a product at the conceptual design stage. – Journal of Engineering Design, Vol. 19, No. 2, April, pp. 99–112.

Newnes, L. B.; Valerdi, R. 2012. Special issue on Through Life Cost estimating. – International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 25, No. 4–5, pp. 297–299.

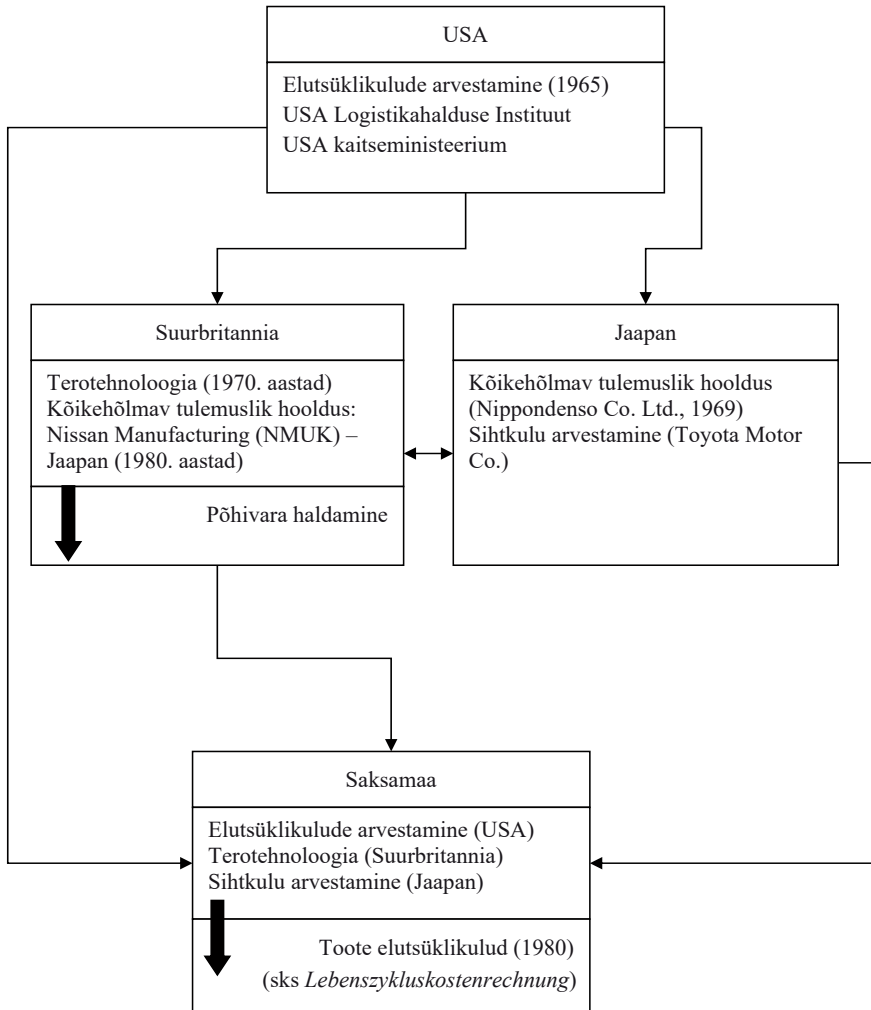
- Okano, K.** 2001a. Life cycle costing – An approach to life cycle cost management: A consideration from historical development. – *Asia Pacific Management Review*, Vol. 6, Issue 3, pp. 317–341.
- Okano, K.** 2001b. Life Cycle Costing in Historical Perspective. – *Matsuyama Daigaku Ronshu*, Vol. 12, Issue 6, pp. 55–81.
<https://core.ac.uk/download/pdf/230502989.pdf> (20.08.2021).
- Riigi Kaitseinvesteeringute Keskuse eesmärgid 2019–2023.** Riigi Kaitseinvesteeringute Keskus.
https://rkik.mil.intra/_layouts/15/WopiFrame.aspx?sourcedoc=/Lists/ekvDocLibrary/RKIK_eesm%C3%A4rgid.pdf&action=default (20.07.2021).
- Robinson, D. M.** 2003. Innovations and Improvements in Cost Information Management. – *Cost Structure and Life Cycle Cost (LCC) for Military Systems*. RTO-MP-096, AC/323(SAS-036)TP/27. NATO Research and Technology Organisation Meeting Proceedings 96, June. Papers presented at the RTO Studies, Analysis and Simulation Panel (SAS) Symposium held in Paris, France, 24–25 October 2001. NATO Research and Technology Organisation.
- Rodger, N. A. M.** 1997. *The Safeguard of the Sea: A Naval History of Britain*. Vol I: 660–1649. London: Penguin Books Ltd.
- RTO-MP-096.** 2003. *Cost Structure and Life Cycle Cost (LCC) for Military Systems*. AC/323(SAS-036)TP/27. – NATO Research and Technology Organisation Meeting Proceedings 96, June.
- RTO-TR-SAS-058.** 2003. *Cost Structure and Life Cycle Costs for Military Systems*. NATO Research and Technology Organisation Technical Report, September.
- RTO-TR-SAS-069.** 2009. *Code of Practice for Life Cycle Costing*. NATO Research and Technology Organisation (RTO) Publication, September.
- Ryan, E.; Jacques, D.; Colombi, J.; Schubert, C.** 2012. A Proposed Methodology to Characterize the Accuracy of Life Cycle Cost Estimates for DoD Programs. – *Procedia Computer Science*, Vol. 8. *New Challenges in Systems Engineering and Architecting Conference on Systems Engineering Research (CSER)*, pp. 361–369.
- Sánchez, P. J.** 2015. Life Cycle Cost Estimation Procedure for a Weapon System in Spain. – *Journal of the Spanish Institute for Strategic Studies*, No. 6.
<https://revista.ieee.es/article/view/262/941> (20.07.2021).
- Sherif, Y. S.; Kolarik, W. J.** 1981. Life Cycle Costing: Concept and Practice. – *Omega*. *The International Journal of Management Science*, Vol. 9, Issue 3, pp. 287–296.
- Simões-Marques, M. J.** 2015. Modeling and Simulation in System Life Cycle. 6th International Conference on Applied Human Forces and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences. – *Procedia Manufacturing*, Vol. 3, pp. 785–792.
- Sokri, A.; Ghergari, V.; Wang, L.** 2016. Development of Cost Breakdown Structure for Defence Acquisition Projects. Scientific Report, DRDC-RDDC-2016-R086, May. Defence Research and Development Canada.
- Spickova, M.; Myskova, R.** 2015. Costs Efficiency Evaluation Using Life Cycle Costing as Strategic Method. – *Procedia Economics and Finance*, Vol. 34, pp. 337–343.

- Suuremahuliste kaitseotstarbeliste hangete kavandamine ja kulutõhusus (aruande kokkuvõte)** 2020. Riigikontrolli aruanne Riigikogule, 11. november. Tallinn: Riigikontroll.
<https://www.riigikontroll.ee/tabid/206/Audit/2515/Area/25/language/et-EE/Default.aspx> (27.03.2021).
- Systems and software engineering – System life cycle processes** 2015. ISO/IEC/IEEE 15288:2015. Geneva, Switzerland: The International Organization for Standardization.
- Tysseland, B. E.** 2008. Life cycle cost based procurement decisions: A case study of Norwegian Defence Procurement projects. – *International Journal of Project Management*, Vol. 26, Issue 4, pp. 366–375.
- Özkil, A.** 2003. The Use of Life Cycle Cost and Nature of Decisions. – *Cost Structure and Life Cycle Cost (LCC) for Military Systems*. RTO-MP-096, AC/323(SAS-036) TP/27. NATO Research and Technology Organisation Meeting Proceedings 96, June. Papers presented at the RTO Studies, Analysis and Simulation Panel (SAS) Symposium held in Paris, France, 24–25 October 2001. NATO Research and Technology Organisation.
- Woodward, D. G.** 1997. Life cycle costing – Theory, information acquisition and application. – *International Journal of Project Management*, Vol. 15, Issue 6, pp. 335–344. Joonealuse viite nr 36 originaal: **White, G. E.; Ostwald, P. H.** 1976. Life Cycle Costing. – *Management Accounting (US)*, January, pp. 39–42.
- Xu, Y.; Elgh, F.; Erkoyuncu, J. A.; Bankole, O.; Goh, Y.; Cheung, W. M.; Baguley, P.; Wang, Q.; Arundachawat, P.; Shehab, E.; Newnes, L.; Roy, R.** 2012. Cost Engineering for Manufacturing: Current and Future Research. – *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Vol. 25, Issue 4–5, pp. 300–314.

Kaptenmajor **MAREK MARDO**, MSc

Kaitseväe Akadeemia rakendusuringute osakonna ressursihaldusgrupi
nooremteadur

Lisad



Joonis 1. Elutsüklikulude arvestamise teadmiste ja kogemuste siire⁸⁸

⁸⁸ Okano 2001a, p. 336.

Tabel 2. Elutsüklikulude jaotus, seadme elutsükli etapid ja tegevused⁸⁹

1. aste: etapid	2. aste: tegevused
Eelkontseptsiooni (kontseptsiooni-loome) kulud	<ul style="list-style-type: none"> - programmi-, projektijuhtimine - uuringud, analüüsid, mudeldamine, matke
Kavandamiskulud	<ul style="list-style-type: none"> - projektijuhtimine - uuringud, analüüsid, mudeldamine, matke - muu
Tootearenduskulud	<ul style="list-style-type: none"> - projektijuhtimine - uuringud, analüüsid, mudeldamine, matke - projekteerimine - juriidilised teenused ja lepinguhaldus - arendustegevus - hange - muu
Investeeringis- ja hankekulud	<ul style="list-style-type: none"> - projektijuhtimine - uuringud, analüüsid, mudeldamine, matke - projekteerimine ja tootmine - hange - süsteemi integreerimine (alamtegevused, nt olemasolevate relvasüsteemide liidestamine hangitavaga) - seadme või süsteemi katsetamine, valideerimine, esitlus, hindamine - juurutamine (ingl <i>deployment</i>) - investeeringud taristusse - muu
Käituskulud	<ul style="list-style-type: none"> - personalikulu (vahetu isikkoosseis) - kütus, õli, määrdeained; väljaõppematerjal, toiduained jms - käitamisega vahetult seotud teenused ja toetustegevus
Remondi- ja hooldustööde maksumus	<ul style="list-style-type: none"> - seadme (relvasüsteemi) hooldus (tasemed 1–4) - varuosade, kuluvahendite jms tagamine - väljaõpe - toetustegevus (süsteemi alalhoidmine) - pakkimine, käitlemine, ladustamine ja transport - kaudne toetustegevus
Moderniseerimis- ja kohandamiskulud	<ul style="list-style-type: none"> - seadmete ja süsteemide kohandamine ja moderniseerimine

⁸⁹ Sokri *et al.* 2016, pp. 13–17. Simões-Marques 2015, p. 787. RTO-TR-SAS-069, 2009.

Tabel 3 Süsteemi käitamise kulukohad⁹⁰

Etapp	Tegevus	Tootepuu		Tugiteenused	Eri-süsteemid	Ressurs	Kulukoht (viide kulukontoale: 4. tasand)
		Põhisüsteemi lõppkasutaja		Tugiteenused	Eri-süsteemid		
Käitamine 1	Relvasüsteemi isikkoosseis	Sõjalaeva meeskond		Kaldaüksuse relvatehnik	-	Personal	Töötasu (5003), lisatasu (5003)
	Süsteemi käitamise otsekulu	Sõjalaev				Kuluvahendid	Kütus (5513) Vesi (5511) Produktid (5521)
Käitamine 2	Süsteemi käitamise otsekulu	Iseliikuv suurtükk		Transpordi- ja toetusteenus	Kesk-poliigoon	Relvasüsteemi personal Polügooni personal Kuluvahendid (kütus, laskemoon jms) Teenused	Töö- ja lisatasud (5003) Kütus (5513), laskemoon (5531), transporditeenus lepingupartnerilt (5540)

⁹⁰ Sokri *et al.* 2016, p. 19. RTO-TR-SAS-058, 2003.