

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Andrei Minejev

**PÄÄSTETÖÖDE LOGISTILINE TOETUS VOOLIKUTE
KORDUVKASUTAMISEL MAHUKATEL SÜNDMUSTEL**

Lõputöö

Juhendaja:

Triin Melnik, MSc

Kaasjuhendaja:

Ivar Frantsuzov, BA

Tallinn 2021

SISEKAITSEAKADEEMIA LÕPUTÖÖ ANNOTATSIOON

Päästekolledž	Juuni 2021
Töö pealkiri eesti keeles: Päästetööde logistiline toetus voolikute korduvkasutamisel mahukatel sündmustel	
Töö pealkiri võõrkeeles: Logistic Support for Rescue Works Re-use of Hoses at Large Events	
<p>Lühikokkuvõte: Töö on kirjutatud eest keeles, eesti- ja inglisekeelse kokkuvõttega. Töö koos lisadega on 58 leheküljel, millest 36 lehekülge moodustab töö põhiosa. Töös on kasutatud kokku 38 eesti-, inglise allikat, sealhulgas 10 teadusallikat. Töös on 14 joonist, 14 tabelit ja 5 lisa. Lõputöö eesmärk on välja uurida võimalused, kuidas mahukate tulekahjude ajal voolikuressursse korduvalt kasutada, et tõsta päästetööde efektiivsust ja vähendada päästjate kurnatust.</p> <p>Lõputöö koosneb kahest peatükist. Esimeses peatükis selgitab autor, kuidas käib voolikuliinide käsitlemine ja haldamine mahukatel sündmustel. Teooria keskendub rohkem voolikute korduvkasutamisele ja voolikute kerimisega seotud traumadele päästjatel. Töö teises peatükis esitatakse uurimismetoodikat, analüüsitakse läbiviidud katsete ja ankeetküsitluse tulemusi ning tehakse järeldused ja ettepanekud vastava valdkonna arendamise vajalikkusele. Lõputöö uurimisprobleemiks on leida logistilised erilahendused, mis aitavad kaasa voolikute ressursi efektiivseks kasutamiseks. Uurimisülesanded olid: Analüüsida teooriat, et välja tuua probleemid, mis tulevad ette mahukatel sündmustel voolikute kasutamises. Leida lahendused voolikute kerimiseks sündmuskohal, et vähendada inimressursi väsimust, kasutades eritehnikat. Selgitada välja praktiliste katsetuste abil, kui efektiivne on voolikukerimine sündmuskohal käsitsi või kasutades eritehnikat. Sünteesida teooriat ja uuringu tulemusi ning teha järeldusi ja ettepanekuid tehtud katsete tulemuste põhjal. Lõputöö käigus tehtud uurimuse tulemusena tehakse Päästeametile ettepanekud, mida võiks edasi uurida. Ettepanekud on aktuaalsed ja vajalikud tulenevalt uuringu tulemustest.</p>	
Võtmesõnad: toetus, logistika, voolikukerija, haldamine, korduvkasutamine, koormus	
Võõrkeelsed võtmesõnad: support, logistics, fire hose roller, management, re-use, load	
Säilitamise koht: Sisekaitseakadeemia raamatukogu	
<p>Töö autor: Andrei Minejev</p> <p>Olen koostanud lõputöö iseseisvalt. Kõik lõputöö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, seisukohad, kirjallikest allikatest ja mujal allikates saadud info on nõuetekohaselt viidatud. Olen nõus oma lõputöö avaldamisega elektroonilises keskkonnas.</p>	
Allkiri:	Kommentaar (soovi korral)
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja: Triin Melnik	Allkiri:
Kaasjuhendaja: Ivar Frantsuzov	Allkiri:
Kaitsmisele lubatud	
Kolledži direktor: Häli Allas	Allkiri:

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDITE JA MÕISTETE LOETELU	4
SISSEJUHATUS	5
1.PÄÄSTEAMETI VOOLIKUTE KÄSITLEMINE MAHUKATEL SÜNDMUSTEL	8
1.1 Voolikuliinide käsitlemine ja haldamine sündmuskohal.....	11
1.2 Päästjate füüsiline koormamine voolikukerimisel mahukatel sündmustel.....	13
2. EFEKTIIVNE VOOLIKURESSURSSIDE KASUTAMINE MAHUKATEL TULEKAHJUDEL	18
2.1 Metoodika ja valim.....	18
2.2 Ankeetküsitluse tulemused	19
2.3 Voolikukerimise katsete metoodika ning tulemused.....	27
2.4 Uuringu järeldused ja ettepanekud	31
KOKKUVÕTE	35
SUMMARY	37
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU	37
TABELITE JA JOONISTE LOETELU	42
LISA 1. ANKEETKÜSITLUSE VORM	44
LISA 2. KATSETE PROTOKOLL.....	47
LISA 3. VOOLIKUKERIJA PROTOTÜÜB	49
LISA 4. VEE TRANSPORDI JA METSATULEKAHJU KUSTUTUSTÖÖ TEENUSED ...	52
LISA 5. KATSETE PULSSIDE ARVUTAMISE TABELID	56

KASUTATUD LÜHENDITE JA MÕISTETE LOETELU

HFS – (*Hytrans Fire System*) ehk mobiilne veetranspordisüsteem, mis koosneb erinevatest kokku sobivatest osadest, mis võimaldab modulaarse veetranspordisüsteemi väga kiiresti üles ehitada. (Päästeamet, 2007)

Korduvkasutamine – (*Re-use*) millegi korduv kasutamine samaks otstarbeks.

Mahukas sündmus – sündmus, mis on nii inim- kui ka tehnika ressursi nõudev.

MaxSLS – maksimaalne südamelöögisagedus ehk maksimaalne lubatud koormus meie organismile ja tervisele.

NFPA (*National Fire Protection Association*) – Riiklik tulekaitse ühing

PPV – Päästeameti päästevahendite varu

PTJ – Päästetööde juht

PVK – Päästeameti vastutav korrapidaja

PäA – Päästeamet

RVK – Regiooni vastutav korrapidaja

TJ – Tagalajuht

UTV – (*Utility terrain vehicle*) funktsionaalne igatüüpi maastikusõiduk, mille juhtimiseks kasutatakse juhtrauda või rooli ja meeskonnaliikmed saavad istuda kõrvuti.

SISSEJUHATUS

Tulenevalt Päästeseaduse § 5 lg-st 1 ja 4 on Päästeameti (edaspidi PääA) ülesanneteks päästetöö tegemine maismaal ja siseveekogudel ning päästesündmuste ennetamine (Päästeseadus, 2010). Käesolev lõputöö annab teoreetilise ülevaate logistilisest toetusest voolikute kerimisel päästetöö toimumisel, mis hõlmab endas probleeme ressursside õige ja otstarbelise kasutamisega sündmuskohal.

Töö **aktuaalsus** tuleneb PääA strateegiast aastani 2025, kus on välja toodud, et päästetöö teenuste kvaliteedi veel paremale tasemele viimiseks on oluline osata kaasata tehnoloogiaid, mis võimaldaksid vähendada nii kannatanuteni jõudmise aega kui ka õnnetustega kaasnevaid kahjusid (Päästeamet, 2016). Sellest tulenevalt on logistilised lahendused sündmuskohal väga infomahukad ja keerulised protsessid, kus tuleb kaasata informatsiooni ning ressursi nii, et säiliks töö efektiivsus ja kvaliteet (Päästeamet, 2016). Ühtlasi on lõputöö **aktuaalne**, kuna päästevõimekuse tagamises mängib suurt rolli ka tehnika ja varustuse õigeaegne olemasolu. Tehnika ja varustuse transport sündmuskohale on seotud väga suurte kuludega ning ressursside optimeerimiseks selgitab autor välja logistilised erilahendused (Siseministeerium, 2020).

Lõputöö **uudsus** tuleneb sellest, et praegu puuduvad erilahendused, kuid vajadus neid uurida on suur. Sarnasel teemal koostatud lõputööd räägivad pigem PääA logistikast ja eritehnika kasutamisest, kuid voolikukerimisest pole varasemalt lõputööd kirjutatud, mis rõhutab taas teema aktuaalsust. Näiteks käsitles Meelis Hints oma lõputöös maastikul juhtunud õnnetuste lahendamist PääA-s kasutusel olevate maastikusõidukitega (Hints, 2017). Samal aastal käsitles Sten Lauriste oma lõputöös kustutusvee transportimist HFS-150 voolikuressursiga (Lauriste, 2017). Kumbki nendest töödest ei käsitlenud voolikute kerimise ja ümberpaigutamise võimalikkust eritehnika kasutamisel sündmuskohapõhiselt, mis omakorda rõhutab selle teema uudsust.

Uuringu läbiviimise vajadust rõhutab ka 2018. aastal toimunud Vikipalu metsatulekahju, kus oli probleemiks, et maha pandud voolikuressurssi ei suudetud kohe kasutada, mis tingis olukorra, kus kasutusele võeti uued ressursid ja tekkis üleriigiline voolikupuudus. Selles

olukorras puudusid lahendused, mis oleksid taganud ressursi kiire ümberpaigutamise. (Frantsuzov, 2021)

Sellest tulenevalt tõstatub ka töö **uurimisprobleem** – millised logistilised erilahendused aitavad kaasa voolikute ressursi efektiivseks kasutamiseks?

Tulenevalt uurimisprobleemist püstitab autor kolm **uurimisküsimust**:

1. Millised on lahendused vooliku kerimiseks sündmuskohal, et vähendada inimressursi väsimust ja tõsta edasise päästetöö efektiivsust?
2. Kuidas erinevad katsetulemused, kui voolikud keritakse sündmuskohal käsitsi või eritehnikat kasutades?
3. Millised on võimalused mahukate tulekahjude ajal voolikute korduvkasutamiseks?

Lõputöö **eesmärgiks** on välja uurida võimalused, kuidas kasutada korduvalt mahukate tulekahjude ajal voolikuressursse, tõstmaks päästetööde efektiivsust ja vähendamaks päästjate kurnatust.

Lõputöö **eesmärgi** saavutamiseks on püstitatud järgmised uurimisülesanded:

1. Analüüsida teooriat ja tuua välja probleemid, mis tulevad ette mahukatel sündmustel voolikute kasutamisel.
2. Leida lahendused sündmuskohal voolikute kerimiseks eritehnikat kasutades, et vähendada inimressursi väsimust.
3. Selgitada praktiliste katsetuste abil välja, kui efektiivne on voolikute kerimine sündmuskohal käsitsi või eritehnikat kasutades.
4. Sünteesida teooriat ja uuringu tulemusi ning teha järeldusi ja ettepanekuid tehtud katsete tulemuste põhjal.

Lõputöö eesmärgi täitmiseks viib autor läbi kvantitatiivse eksperimendi ja ankeetküsitluse (Õunapuu, 2014, lk 160). Küsimustik on suunatud kõikide Eesti päästekomandode meeskonnavanematele/rühmapealikele ja operatiivkorrapidajatele, kellelt autor küsis, milliseid erinevaid voolikukerimise meetmeid nemad suurtel sündmustel kasutavad. Küsimustik sisaldab suletud, poolavatud ning avatud küsimusi (Õunapuu, 2014, lk 52). Andmete analüüsimisel suletud vastuste kohta tehakse kvantitatiivne andmeanalüüs ning avatud vastuste puhul viiakse läbi kvalitatiivne sisuanalüüs (Õunapuu, 2014, lk 51). Samuti teeb autor maastikul loomuliku

eksperimenti, kus hindab voolikukerimise võimalusi käsitsi ja eritehnikat kasutades ning teeb tulemuste põhjal järeldused (Õunapuu, 2014, lk 59).

Lõputöö koosneb kahest peatükist. Esimeses peatükis selgitab autor, kuidas käib voolikuliinide käsitlemine ja haldamine mahukatel sündmustel. Teooria keskendub voolikute korduvkasutamisele ja voolikute kerimisega tekkinud traumadele, mis päästjatel tekivad. Teises peatükis esitletakse uurimismetoodikat, analüüsitakse läbiviidud katsete ja ankeetküsitluse tulemusi ning tehakse järeldused ja ettepanekud vastava valdkonna arendamise vajalikkusele.

1. PÄÄSTEAMETI VOOLIKUTE KÄSITSEMINE MAHUKATEL SÜNDMUSTEL

Kogu inimkonna ajaloo jooksul on sageli olnud juhtumeid, kus inimestele vajalikku kaupa ei toodetud neile vajalikus kohas (Tonndorf, 1998). Tänapäeva ühiskonnas on logistikal oluline roll transportida kaup kõige kiirema meetodiga ühest kohast teise (Tonndorf, 1998). Mall Villemi käsitluses on logistika ressursside ajaline positsioonimine või kogu tarneahela strateegiline juhtimine (Villemi, 2008). Oma raamatus püstitas ta logistika eesmärgiks kauba haldamise **õigeks** ajaks, **õigesse** kohta, **õige** hinnaga, **õiges** koguses ja **õige** kvaliteediga (Villemi, 2008). Tarneahela tegevus on jada üksteisele järgnevaid tegevusi, mille eesmärgiks on kliendi rahuldamine. See võib hõlmata hankeid, tootmist, jaotust ja jäätmekäsitlust koos nendega kaasneva transpordi, ladustamise ning infotehnoloogiaga. (Kiisler, 2011, lk 16)

Logistikat saab jagada kolmeks suhteliselt iseseisvaks valdkonnaks. Hankelogistika (*sourcing/procurement*) eesmärgiks on tooraine ja pooltoodete laia valiku omandamine ning toimetamine tootmis- või töötlemispaika õiges koguses, õigel ajal ja vastuvõetava hinna eest. Materjalilogistika (*materials management*) ülesandeks on tooraine- ja pooltootevoogude haldamine tootmis- ja töötlemisprotsessi käigus. Jaotuslogistika (*physical distribution*) eesmärgiks on toimetada valmistoodet klientideni neile sobival moel ja ajal. (Kiisler, 2011, lk 18) Sellest võib järeldada, et PÄA-s on kasutusel jaotuslogistika, kuna PÄA ei tegele otseselt asjade tootmisega, vaid asjade hankimisega ja valmistoodete laiali jagamisega (Kiisler, 2011).

PÄA-s võib logistikat vaadelda kahel tasandil, milleks on sündmuskohatasand ja Kose logistikatalituse ladu (Päästeamet, 2021a). Kui võtta arvesse sündmuskoha juhtimist, siis on kogu ressursi haldamine, varustuse tellimine ja inimeste jaotamine seotud logistilise tööga. Sündmuskoha juhtimisel peaks päästetööde juht (edaspidi PTJ) oma tegevusvaldkondi teadma ja silmas pidama juba sündmuskohale sõites. Sündmuse eelkäiku tuleb osata planeerida kaks sammu ette, et ülesannete jagamine ja täitmine oleksid läbimõeldud ning täidaksid püstitatud eesmärgi. Sündmuse algfaasis vastutab PTJ isiklikult kõikide tegevusvaldkondade ülesannete täitmise eest, kuid ta peab meeles pidama, et on ka teised ametkonnad ja meeskonnavanemad,

kellega võiks toimuva sündmuse lihtsamaks lahendamiseks koostööd teha. (Tammik & Mumma, 2017, lk 7) Seepärast on tähtis mõista sündmuse mastaapi, et jagada ennetavalt tööülesanded, näiteks määrata tagalajuht (edaspidi TJ), kes hakkab vastutama sündmuse algfaasi logistilise toe eest: ressursi haldamine, veeressursi tagamine sündmuskohale ning vastavalt PTJ-i otsusele erinevate tuge teellimine (juhtimisbuss, konteinerid jne). Logistilised tegevused sündmuskohal on vajalikud, tagamaks kogu päästesündmuse lahendamise jätkusuutlikkus. (Tammik & Mumma, 2017, lk 9) Mahuka sündmuse puhul, mis nõuab inimressurssi, varustust ja tehnikat, peaks logistiline tugi olema hästi planeeritud, et ära hoida olukorda, kus kogu regioonis võib tekkida logistiliste varude puudus (Tammik & Mumma, 2017).

Edasi selgitab autor, kuidas käib logistikatalituse laost kauba väljastamine. PÄA põhiladu asub Kosel, kust toimub varude jagamine Eestis olevatesse komandodesse ja keskustesse. Päästeameti päästevahendite varu (edaspidi PPV) taotletakse kasutuselevõtuks pärast päästkeskuse oma varude kasutusele võtmist. Varude rakendamiseks esitab päästkeskuse regiooni vastutav korrapidaja (edaspidi RVK) vastava taotluse Päästeameti vastutavale korrapidajale (edaspidi PVK). PVK otsustab PPV väljastamise, määrab selle mahu ja transpordi ning informeerib sellest RVK-d. Kui PVK lubab PPV-d kasutada, edastab PVK vastava teate logistikakeskusesse. Kiireloomulise sündmuse korral saab PPV-d taotleda telefoni teel, kuid esimesel võimalusel tuleb edastada ka kirjalik taotlus. (Päästeamet, 2021b)

Eelnevale tuginedes saab väita, et sündmuskoha tasandil on tegemist jaotuslogistikaga, kus valmistooted toimetatakse sündmuskohale päästjatele sobival moel ja ajal (Kiisler, 2011, lk 8). Seda on oluline mõista, kuna logistiline töö on keeruline ning nõuab aega, mistõttu peaks asjade toimetamise ning ümberpaigutamisega tegelema juba varakult. Autori arvates on neid asjaolusid arvestades oluline anda täpsem ülevaade voolikuressurssidest ja nende haldamisest PÄA-s.

2018. aasta juunis toimunud Vikipalu metsatulekahju on olnud viimase 13 aasta üks suurimaid (Delfi, 2018). 11 päeva kestnud sündmusele kaasati kokku 43 ühikut Päästeameti päästetehnikat, 11 konteinerit ja 28 ühikut vabatahtlike päästetehnikat (Päästeamet, 2018a). Vikipalu metsatulekahju kustutamisel kasutati nii liikurvahendite kui ka voolikuliinidega kustutustaktikat. Sündmuse teisel päeval arenes tulekahju tugeva tuule tõttu kiirelt edasi ja

voolikuliinide seadmine positsioonidele (tuleleviku vastu) oli prioriteet. (Käit, 2021) Samal ajal toimus liikurvahenditega tulekollete likvideerimine kohtades, kuhu voolikuliinidega ligi ei saanud, kuid peamiselt töötati tööloikudes just voolikuliinidega. (Sarapuu, 2021) Koostöös logistikajuhiga saadeti P3 sündmusele Kose logistikakeskuse voolikute varu, samuti teiste keskuste reservid (Käit, 2021). Kokku oli Kose logistikakeskusest sündmusele tellitud 120 B-voolikut ja 100 C-voolikut, sest arvestati, et metsas paiknev ressursid oli voolikutest tühi (Käba, 2021). Kasutuses olnud voolikuliinide kokku korjamine ja algfaasis ümberpaigutamine olid puuduva tööjõu tõttu probleemsed, kuna algfaasis oli päästeressurss jagatud prioriteetsetesse kohtadesse tule leviku piiramiseks (Käit, 2021). Hiljem kasutati samal sündmusel tööloikudes, kus tulekahju oli kustutatud, vabatahtlikke, kes korjasid mitteaktiivsest lõigust voolikuid kokku ja toimetasid need liikuvtehnikaga uude tööloiku (Sarapuu, 2021). Voolikuliinide positsioneerimine maastikul oli märgistatud staabikeskkonnas (Käit, 2021). Samuti oli ülevaade tööloikudest, mille koostasid sündmuskoha juhid ja andsid üle eelmised vahetused. Küll aga puudus terviklik pilt voolikuliinidest, mis olid metsas maha jäänud, ning aeg-ajalt avastati metsas uusi kasutuseta liine (Sarapuu, 2021).

Mahukad tulekahjud nagu Vikipalu vajavad sündmuskohale suuremat inimressurssi (Käit, 2021). Sündmuse ülevaate saamiseks kasutati Google My Maps programmi, kus kaardistati pidevalt uusi liine ning tulefrondi suunda. Programmile oli juurdepääs ka lõigujuhtidel enda töötelefonides, mis andis võimaluse näha sündmuse terviklikku pilti maastikul. (Sarapuu, 2021)

Sarapuu sõnul oleks pidanud Google My Maps rakendust kasutama kohe alguses, sest siis oleks säilinud pilt sündmuse esimesest päevast. Nii oleks sündmuse juhtidel, kes jätkasid tööd viimastel päevadel, olnud veel parem ülevaade. (Sarapuu, 2021) Sarapuu sõnul on voolikute puudus ja kaos ulatuslike ning kiiresti arenevate sündmuste paratamatu osa. Põhjus on selles, et sündmuse aktiivses faasis läheb inimressurss otse eesliinile ja lõigud moodustuvad sündmuse arenemise järgi ning on pidevas muutuses. On olukordi, kus tuul pöördub ja põleng hakkab arenema hoopis teises suunas ning kogu siiani tehtud lõigumajandus tuleb koos liinidega uuesti ümber korraldada. See on paratamatu, et on liine, mida ei jõuta maast kokku korjata, sest selleks puudub inimressurss.

Sündmuskoha juhid pakkusid lahenduseks, et taolistel mahukatel sündmustel võiks moodustada vabatahtlikest omaette tööloigu, kus ülesandeks on kasutuseta voolikuliinide kokku korjamine

ja uutesse lõikudesse toimetamine. (Sarapuu, 2021) Samuti toodi välja, et rohkem inimesi tuleb kaasata logistikagruppi, kus hakatakse tegelema varustuse, tehnika ja inimressursi haldamisega (Käit, 2021).

1.1 Voolikuliinide käsitlemine ja haldamine sündmuskohal

Tulekustutustöödel on voolikud ühed põhilised töövahendid, mida kasutatakse vee transpordiks (Päästeamet, 2020b). Voolikud jagunevad omakorda kaheks:

- survevoolik – vee transport sündmuskohal,
- imivoolik – vee imemiseks veevõtukohal.

Voolikuliinid keritakse tavaliselt kokku sündmuse lõppfaasis (vt joonis 5), kui tulekustutustööd on lõppenud ning varustust hakatakse kokku korjama. Voolikud keritakse kas lao- või voolikurulli, olenevalt voolikute puhtusest ja seisukorrast. Voolikurullis on survevoolikud kahekordselt rulli keritud selliselt, et liitmikud on kohakuti. Voolikurulli kasutades on voolikut tulekahju korral kiire ja lihtne lahti visata.

Laorullis on voolik ühekordselt kokku keritud selliselt, et üks liitmik on rulli südames ning teine rulli peal. Voolikud keritakse laorulli, kui need saadetakse voolikubaasile puhastamiseks. Enne vooliku kerimist on tarvis see üle vaadata, et märgistada purunenud voolikud. Purunenud voolikute üks ots keeratakse märgistamiseks sõlme, vältimaks sündmusel selle kasutamist. Tavaliselt keritakse C-voolikut (42 mm ja 51 mm) üksi ja B-voolikut (77 mm) kahekesi, aga kui inimressurssi ei jagu, keritakse ka B-voolikut üksi. Enne kerimist tuleb need alati veest tühjendada. (Päästeamet, 2020b)

Mahukate tulekahjude puhul on tegemist suure tehnika ning inimressursiga, mida tuleks efektiivselt kasutada. Selleks, et vältida ressursipuudust, tuleb sündmuse käiku hästi planeerida, et vajalik ressurss varakult sündmuskohale tellida. (Heikkilä, et al., 2007) Ulatuslikud metsatulekahjud kestavad tavaliselt mitu päeva ja üheks raskuseks võib olla, et tehnikaga ei pääseta maastikule ligi. Tehnikaga raskesti ligipääsetavates kohtades moodustatakse tulefrondi piiramiseks pikad voolikuliinid. (Heikkilä, et al., 2007) Suurte tööstushoonete tulekahjudel kasutatakse samuti väga palju voolikuliine, sest sündmuse aktiivses faasis on kustutusrünnaku suundi mitu ja see vajab ressursi kiiret kättesaadavust. Andres Mumma ja Andre Tammik

(2017, lk 12) rõhutavad oma raamatus, et sündmuse algfaasis on informatsioon, ressursid ja aeg piiratud, ning mainivad, et otsuste tegemine on seotud riskidega, mistõttu tuleb seda teha kaalutletult.

Liinid korjatakse tavaliselt kokku sündmuse lõppfaasis, kui tulekustutustööd on lõppenud ning alustatakse varustuse kokku korjamist (vt joonis 5). Voolikud keritakse laorulli, kuna need nõuavad pärast sündmust puhastamist, mida ei tehta sündmuskohal, vaid selleks on olemas voolikubaasid (Päästeamet, 2020b). Pirita voolikubaasi tehnik Pavel Pahhutši räägib, et baasis voolikud puhastatakse, kuivatatakse, survestatakse ning keritakse voolikurulli, et need pärast vastavalt komandode voolikuvarudele laiali jagada. Katkised voolikud, mis olid sõlme keeratud, parandatakse. Kui neid ei ole võimalik parandada, asendatakse need varuga. Pahhutši tõi ka välja, et katkised voolikud on pärast suurt tulekahju paratamatus, kuna sündmuskohal voolik hõõrub, mille tõttu selle kaitsekiht kulub. Samuti võib voolik minna mõne terava asja vastu, mis soodustab purunemist. (Pahhutši, 2021) Lisaks selgus, et voolikutesse satub mustust ja seda on raske kätte saada, mistõttu läheb aega, et need puhtaks pesta (Pahhutši, 2021). Samuti Pahhutši tõi välja, et voolikubaasi töö lihtsustamiseks oleks mõistlik need joaga üle lasta, et suuremast mustusest lahti saada (Pahhutši, 2021). See on oluline, kuna üle Eesti on neli voolikubaasi (Tallinnas, Raplas, Jõhvis ja Tartus) ning suurte sündmuste puhul on nende koormus tohutu suur. Kui päästjad suudaksid voolikuid hooldada juba sündmuskohal, lihtsustaks see voolikubaaside tööd. (Pahhutši, 2021) Ta tõi ka välja, et voolikute andmebaasis tekkinud vea tõttu ei ole praegu võimalik voolikute üldarvust ülevaadet teha (Pahhutši, 2021).

Päästevarustuse veoks ja ladustamiseks kasutab PääA enda kohandatud konteinerite süsteemi, mis tagab varustuse mitmekülgsema ladustamise ja kasutusvõimaluse (Päästeamet, 2015). Süsteem koosneb eri suuruses konteineritest, mida kutsutakse n-ö taarasüsteemiks (Päästeamet, 2015). Need jagunevad omakorda suurteks, keskmisteks ja väikesteks taarasüsteemideks. Suureks taaraks nimetatakse konteinerit, mille täismass on kuni 14 tonni ning kuhu mahub vähemalt kolm keskmist taarat. Keskmise taara täismass on kuni 1,4 tonni ning see mahutab kuni neli väikest taarat. Väike taara on konteineri osa, mille täismass kuni 400 kg. Uued konteinerid on tehtud moodulsüsteemiga, mis aitab sündmuskohal varustust kiirelt käsitseda. Mooduleid on võimalik kiiresti sündmuskohale transportida selleks ette nähtud konteineriautoga või spetsiaalseid tõstukeid kasutades. (Päästeamet, 2015) Voolikuressursside sündmuskohale transportimiseks on üle Eesti 19 konteinerit (Päästeamet, 2015). Voolikukonteinerit, kust saab

võtta tüviliini voolikuid, on Eestis kokku kolm, ja need asuvad Kose, Elva ning Paide komandodes. Nende võimekus on suunatud just voolikuliinide moodustamiseks sündmuskohal (vt lisa 4). Metsa kustutamiseks suunatud konteinerid on varustuse mõistes rikkamad. Lisaks voolikutele on võimalik kasutada ka erinevaid pumpasid, käsitööriistu ja basseine (vt lisa 4).

Logistika peaspetsialist Jakob Käba sõnul on igas päästekomandos ette nähtud voolikute reserv, mida kasutatakse, kui päästeauto voolikuvaru vajab pärast tulekahju täitmist. Voolikute reserv koosneb tavaliselt B-voolikutest (77 mm) ja C-voolikutest (42 mm ja 51 mm). Komandode voolikute reserv peaks olema umbes kümme 77 mm voolikut, kümme 42 mm voolikut ja kaheksa 51 mm voolikut. (Käba, 2021) Tuginedes juba varasemalt mainitule, peavad päästkeskused enne PPV-de kasutuselevõtmist oma varud ära kasutama. Alles siis võivad nad Kose lao reservist varusid juurde tellida. (Päästeamet, 2021b)

Igas komandos on ette nähtud kriitiline valvekoosseis, millega tagatakse komando väiksema isikkoosseisuga valmisolek. Sellest allapoole langedes katkeb osaliselt või täielikult päästetöö teenuste osutamine. (Päästeamet, 2020a) Autor toob näitena Lasnamäe päästekomando konteinerauto, mis on valmis reageerima üle Eesti. (Päästeamet, 2019) Selle auto mehitamiseks on vaja üht päästjat, kellel on C-kategooria juhiluba. Tavaliselt on selleks valvevahetuse üks kahest autojuhist. Tema vastutab kõikide Lasnamäe päästekomando päästesõidukite eest, välja arvatud põhiauto LAS11 ja maastikusõiduki LAS-UTV eest. (Päästeamet, 2019) Seega peab autojuht-päästja olema pädev opereerima järgnevate masinatega: korvtõstuk Bronto Skylift, vahu võimekust omav paakauto ja staabibuss. Kuna isik mehitab üksi kõiki nimetatud masinaid ning konteinerautot, võib juhtuda olukord, kus autojuht on näiteks paakautoga juba välja sõitnud ja selle tõttu puudub vajadusel võimalus alarmeerida konteinerauto, mida on vaja, et varustus sündmuskohale jõuaks. (Päästeamet, 2020a)

1.2 Päästjate füüsiline koormus voolikukerimisel mahukatel sündmustel

Eestis peab iga päästeteenistuse töötaja läbima kord aastas ette nähtud füüsilised katsed, mis on reguleeritud päästeteenistuse seaduse § 7 lg-s 4, aastal 2011 vastu võetud määruses nr 2 „Päästeteenistujate kutsesobivuse nõuded, sealhulgas füüsilise ettevalmistuse, haridus- ja tervisenõuded“ § 10 lg-s 1 (Päästeteenistuse seadus, 2008). Füüsiliste katsete sooritamiseks tuleb läbida järgmised ülesanded: 2700 m jooks või 3000 m sõudeergomeetril, istesetõus,

küikid kangiga ja rinnalt surumine 45 kg kangiga. Katsete sooritamise tulemus sõltub vanuserühmast. (Päästeteenistuse seadus, 2008)

2020. aastal juhtus Eestis 14 881 päästesündmustega seotud väljakutset. Päästesündmus on ootamatu olukord, mis ohustab vahetult füüsiliste või keemiliste protsesside kaudu inimese elu, tervist, vara või keskkonda. (Päästeseadus, 2010) Päästjate töö on seotud suurte koormustega, alustades komandos reageerimisega, kus päästjad peavad olema kogu aeg valmis väljasõiduks, lõpetades sündmuskohal töö tegemisega, kus tuleb oma füüsiline jõud proovile panna.

Mõned päästesündmused lõppevad päästjate jaoks vigastustega. Päästeameti töökeskkonna peaspetsialisti Lauri Kivimaa sõnul juhtus mullu Eestis päästjatega 32 tööõnnetust. Neist 28 olid kerged ja neli rasked. (Kivimaa, 2020) Peamised tööõnnetuste põhjused olid ettevaatamatus, kiirustamine, ettenägematu olukord päästesündmusel, ohuolukorra vale hindamine, teenistuja ohutusnõuete eiramine ja päästetehnika vale kasutamine. 32 õnnetusest 13 juhtusid sündmuskohal, kui päästjad täitsid tööülesandeid ning said vigastada. Vigastuste hulka kuulusid põlvevigastused, kukkumised, esemete kukkumised päästjate peale, selja traumeerimine, käe ja jala väänamised. (Kivimaa, 2020) Henri Lai lõputööst saab välja tuua, et mida pikem on sündmus, seda suurem on tõenäosus, et päästeteenistuja satub tööõnnetusse. Tööõnnetuse sagedus hüppab mitmekordselt üles iga tunniga. Võib ka öelda, et iga tund, mis möödub pärast esimest sündmusele reageerimist, muudab tööõnnetuse viis kuni kuus korda tõenäolisemaks. (Lai, 2018)

2020. aastal tõi USA riiklik tulekaitse ühing NFPA (*National Fire Protection Association*) oma kokkuvõttes välja päästjate kõige levinumad töötraumad 2019. aastal. Tuletõrjeosakonna esitatud andmete põhjal leiti, et 2019. aastal juhtus ametikohustuste täitmisel õnnetusi 60 825 tuletõrjajaga. Esikohal olid sündmuskohal juhtunud õnnetused (*at fireground*), millest kõige levinumad olid lihaskrambid, venitused, kukkumised ja ülekoormus. (Campbell & Evarts, 2020)

Ann-Sofie Lindberg tõi oma doktoritöös välja, et metsa- ja maastikutulekahjudele reageerinud päästjate tüüpilised vigastused on venitused, kukkumised, lihaskrambid jms (Lindberg, 2014). Doktoritöö eesmärgiks oli hinnata päästjate füüsilisi töövõimeid, arvestades praeguseid Soomes kehtivaid füüsilisi katseid, ja simuleerida päästetööd maastikul. Kuna päästjate töö on niivõrd

mitmekesine, kavatses ta teha harjutusi nagu voolikute tassimine ja liigutamine maastikul, koos voolikukorviga redeli peale ronimine, auto lõikamine, kannatanute päästmine jms. Päästjatel, kes katsed läbisid, võeti füüsilised andmed nagu hapnikuvajadus, lihaste töö jms. (Lindberg, 2014, lk 31) Kokkuvõtvalt hindasid päästjad trepist ronimist, voolikukorvide kandmist, inimeste päästmist, voolikute tõmbamist ja tassimist maastikul ning auto lõikamist väga raskeks. Päästjate sõnul töid just eelpool nimetatud tegevused kehale kõige suurema füüsilise pingutuse. (Lindberg, 2014, lk 32)

Mahukatel sündmustel, kus päästjate töö venib mitmetunniseks, tekib vajadus kaotatud energia tagasi saada. Pikkadel sündmustel, mis kestavad üle nelja tunni, on Päästeamet kohustatud tagama sündmuskohal tasuta toitlustuse ja joogivee olemasolu, mis on sätestatud Päästeseaduse §-s 47. (Päästeseadus, 2010) Inimese normaalne ööpäevane energiavajadus on umbes 2500 kcal päevas (Pitsi, et al., 2017). Päästetöödel on energiavajadus suurem, arvestuslikult umbes 3500 kcal, mis peaks tagama nii energiakulu taastamise kui ka kehakaalu säilivuse sündmuse vältel (Päästeamet, 2021c). Selleks, et teha tööd efektiivselt ning tervisele võimalikult väheste kahjustustega, tuleks arendada oma vastupidavust. Näiteks maastikul kustutustööd tehes kasutab keha kõikvõimalikke energiatootmise mehhanisme, mis toimuvad kas aeroobsel või anaeroobsel teel. Aeroobne töö tähendab, et töö jooksul kulutatav ja saadav hapnik on tasakaalus, mis ei väsita lihaseid väga kiiresti, taastumisaeg on lühem ning stressikoormus väiksem. Anaeroobne töö on vastupidise toimega ehk töö käigus vajamineva hapniku hulk ületab saadaval oleva hapniku hulka, mis toob kaasa lihaste väsimuse, pikema taastumisaja ning kõrgema stressikoormuse. Eeldatakse, et anaeroobne töö võib kesta lühikest aega. Tehes tööd anaeroobselt, koormab see südame-veresoonkonda ja võib teatud patoloogiate olemasolul olla tervisele ning elule ohtlik. (Sharkey & Gaskill, 2009)

Päästjad peaksid oma füüsilise vormi arendamisel pöörama rohkem tähelepanu sellele, kuidas ja millise koormusega nad trenni teevad. Nad peaksid pidevalt jälgima oma pulssi ning kulutama energiat nii, et nad oma piiri ei ületaks. Spordis on olemas mõiste maksimaalne südame löögisagedus (edaspidi maxSLS) ehk maksimaalne lubatud koormus meie organismile ja tervisele.

Selleks, et aru saada, kas töö tegemine on inimese jaoks lihtne või raske, on maxSLS jagatud raskusastmeteks, kus on kolm põhilist klassi: kerge, keskmine ja raske töökoormus. Kergeks

töökoormuseks on soovitatav tsoon 50–60% oma maxSLS-st, keskmine töökoormus on 61–70% oma maxSLS-st ning raskeks töökoormuseks peetakse seda, kui töö muutub anaeroobseks ehk saadavast hapnikust ei piisa organismile. Selle tsoon on 71–90% oma maxSLS-st. Selleks, et oma maxSLS-i teada, tuleb kasutada järgmist valemit (Sharkey & Gaskill, 2009, lk 11–14):

$$220 - \text{vanus} = \text{maxSLS}$$

Kus 220 on keskmise mehe näidik

Tabel 1. Treeningu tugevuse näitajad 32-aastase inimese kohta. (Weineck & Krein, 2008, lk 37; autori koostatud)

Treeningu tugevus	Füüsilised näitajad		
	Ainevahetus	Südame löögisagedus	Treeningu tsoon maxSLS-ist
Kerge	Aeroobne	94–113 lööki/min	50–60%
Keskmine	Aeroobne	114–132 lööki/min	61–70%
Raske	Anaeroobne	133–169 lööki/min	71–90%

Nende näitajate (vt tabel 1) ja arvutustega tahtis autor selgitada, kuidas on võimalik teada päästja füüsilist koormust töö tegemisel, teades tema pulssi ja MaxSLS-i. Sellist koormuse arvutamise meetodit tahab autor rakendada oma eksperimendis, kus see annab ülevaate katsete raskusest. Näidud võeti katsealuste keskmise vanuse järgi. Selleks, et teada katsealuste vanuse aritmeetilist keskmist, kasutas autor järgmist valemit (Aru, et al., 2014):

$$\bar{a} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

Kus \bar{a} on aritmeetiline keskmine; a_1, \dots on keskmistatavad suurused ja n on keskmistatavate suuruste arv.

Päästjate füüsilise töö võib jagada neljaks raskusastmeks: kerge, keskmine, raske ja väga raske (Weineck & Krein, 2008). **Kergeks füüsiliseks tööks** võib nimetada hingamisaparaadi hooldust, kõndimist kõval tasapinnal kiirusega kuni 4 km/h koos alla 15 kg raskusega ning

südame löögisagedusega kuni 113 lööki/min. Sii hulka kuuluvad ka vahendite panemine autodesse ning valmistumine tööks. **Keskmise raskusastmega füüsiliseks tööks** võib nimetada ilma lisaraskuseta maastikul kõndimist kiirusega kuni 4 km/h ehk tavalise kiirusega, kõndimist kõval tasapinnal kiirusega kuni 5,6 km/h koos alla 25 kg raskusega ning südame löögisagedusega 114–132 lööki/min. Sii hulka kuuluvad eeltegevused päästetöödeks või tehniliste päästetööde tegemine ja voolikuliini lahti viskamine. **Raskeks füüsiliseks tööks** võib nimetada kõndimist kõval tasapinnal kiirusega 5,6 km/h koos üle 18 kg raskusega ning südame löögisagedusega üle 133 löögi/min, samuti võib siii liigitada tegevused nagu maastikul kõndimine kiirusega 4 km/h koos raskusega, töö tegemine kõrgel temperatuuril, kustutustööde tegemine hapnikuvaeses keskkonnas, järeltööd sündmuskohal, sh varustuse säätimine, voolikute kerimine ja autosse tassimine. **Väga raske füüsilise töö** puhul lisandub eluohtlik keskkond nagu kõrge temperatuur, hingamiskõlbmatu või muu ohtlik keskkond, mis nõuab päästjalt riskide kaalutlemist ja oma töö ettevaatlikult tegemist. (Päästeamet, 2021c)

2. EFEKTIIVNE VOOLIKURESSURSSIDE KASUTAMINE MAHUKATE TULEKAHJUDE PUHUL

2.1 Metoodika ja valim

Lõputöö eesmärgi täitmiseks viis autor läbi kvantitatiivse eksperimendi ja ankeetküsitluse (Õunapuu, 2014, lk 160). Küsimustik oli suunatud kõikide Eesti päästekomandode meeskonnavanematele/rühmapealikele ja operatiivkorrapidajatele, kellelt küsiti erinevate voolikukerimise meetmete kohta, mida nemad suurtel sündmustel kasutavad. Küsitluse läbiviimiseks kasutas autor Google Forms'i veebipõhist keskkonda, kuna kogu küsitlusele vastamine toimus veebipõhiselt ja tulemused laekusid automaatselt andmebaasi. Veebipõhiselt toimunud küsitlus on suure valimi jaoks praktiliselt hea, kuid samas tuleb arvestada, et need, kellel puudus ligipääs oma töökontole või arvutile, ei pruukinud küsimustikku täita. (Check & Schutt, 2012, lk 327–330)

Ankeetküsitluse läbiviimisel rakendatakse kriteeriumipõhist valimit ehk *criterion sampling*'ut, mille puhul kaasatakse valimisse kõik objektid, kes vastavad kindlaksmääratud kriteeriumile, mille alusel nad kuuluvad uuritavasse rühma või klassi (Cohen, *et al.*, 2018, lk 209–210). Seega kaasati küsitlusse Põhja, Lõuna, Lääne ja Ida päästkeskuse meeskonnavanemad ning rühmapealikud (kokku 399 teenistujat) ja operatiivkorrapidajad (56 teenistujat). Valimi suurus koosnes 455 päästeteenistujast. Ankeetküsitlus saadeti läbi päästkeskuste valmisolekubüroode juhatajate edasi päästekomandode meeskonnavanematele/rühmapealikele ja operatiivkorrapidajatele. Küsitlus koosnes 11 küsimusest, mõnele küsimusele (3, 5, 6, 9 ja 10) oli võimalik panna mitu vastusevarianti, mistõttu põhineb nende küsimuste analüüs vastuste arvust, mitte vastajate üldarvust. Lõpptulemusena tahtis autor saada ülevaate, kuidas päästejuhid praegu suurtel sündmustel voolikuid kasutavad. Küsimustik sisaldab poolavatud ning avatud küsimusi (Õunapuu, 2014, lk 52). Andmete analüüsimisel viiakse avatud vastuste puhul läbi kvalitatiivne sisuanalüüs (Õunapuu, 2014, lk 51).

Samuti teeb autor loomuliku eksperimendi maastikul, kus hindab voolikukerimise võimalusi käsitsi ja eritehnikat kasutades ning teeb tulemuste põhjal järeldused ja ettepanekud (Õunapuu,

2014, lk 59). Eksperimendi läbiviimiseks kasutab autor mugavusvalimit ehk liikmed kaasatakse n-ö mugavalt, uurijale kergesti kättesaadavate huvialuste hulgast. Lähtudes eksperimendis rakendatud valimist, keskendub autor esialgsete uurimisandmete saamisele ehk eksperimenti kasutatakse pilootuuringuks. (Õunapuu, 2014, lk 59) Valim koosneb Lasnamäe komando seitsmest päästjast, kellest üks on meeskonnavanem ja teised päästjad. Katsed koosnevad kolmest osast, kus päästjad: 1) kerivad liini kokku käsitsi ja ilma eritehnikata; 2) kerivad liini kokku käsitsi, kasutades eritehnikat (UTV-d); 3) kerivad liini kokku, kasutades eritehnikat ja vooliku kerimisseadet. Autor paneb katsete tulemused kirja ning teeb tabeli päästjate alg- ja lõpp-pulsside kohta. Tabelis näidatakse, kuidas autor sai pulsside keskmise (vt lisa 5). Selleks, et katsed oleksid dokumenteeritud, tehakse protokoll, kus autor püstitab eksperimendi eesmärgi ning katsete etappide ülesanded (vt lisa 2). Autor hindab päästjate kalorikulu, tööaega ja pulsisageduse ning koosseisu efektiivsust iga etapi vältel.

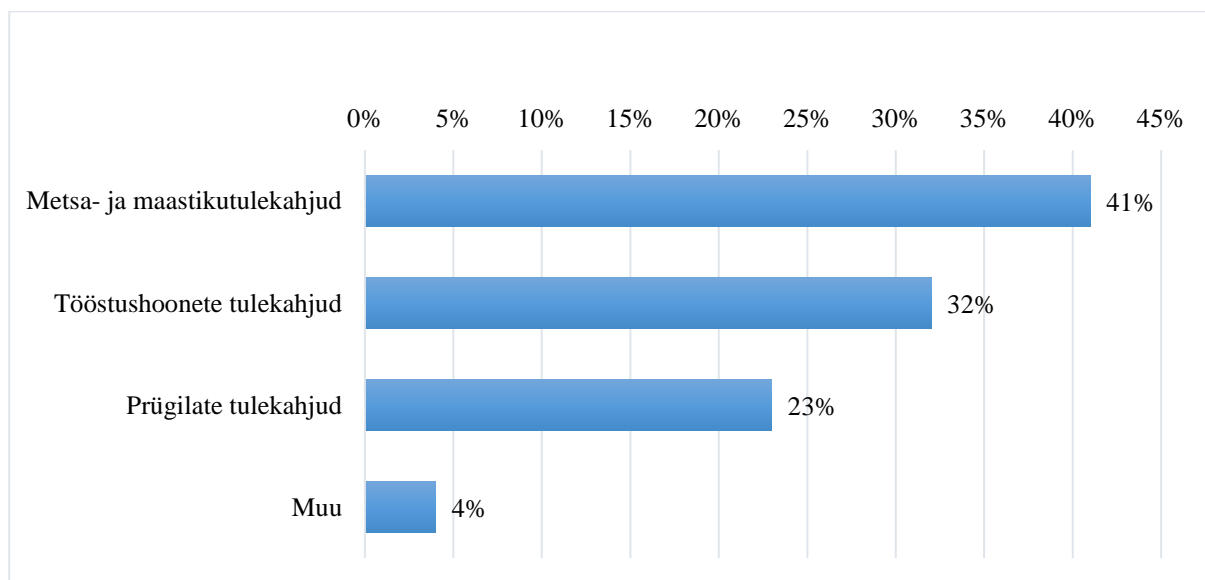
2.2 Ankeetküsitluse tulemused

Ankeetküsitlusega tahtis autor I ja II juhtimistasandi teenistujatelt teada hetkeolukorda mahukatel sündmustel voolikute korduvkasutamise kohta. Sihtgrupiks valiti meeskonnavanemad, rühmapealikud ja operatiivkorrapidajad üle Eesti. 455 teenistujast koosneva valimi puhul oluks 95% usaldusnivoole 5% veapiiri saavutamiseks vajalik 209 vastaja olemasolu. Autor sai küsitlusele kokku 102 vastust, mis on vajalikust valimi eesmärgist poole vähem. Seega ei ole sellise veapiiri juures küsitluse tulemused üldistatavad kõikidele päästeenistujatele.

Tabel 2. Valimi kirjeldus (autori koostatud)

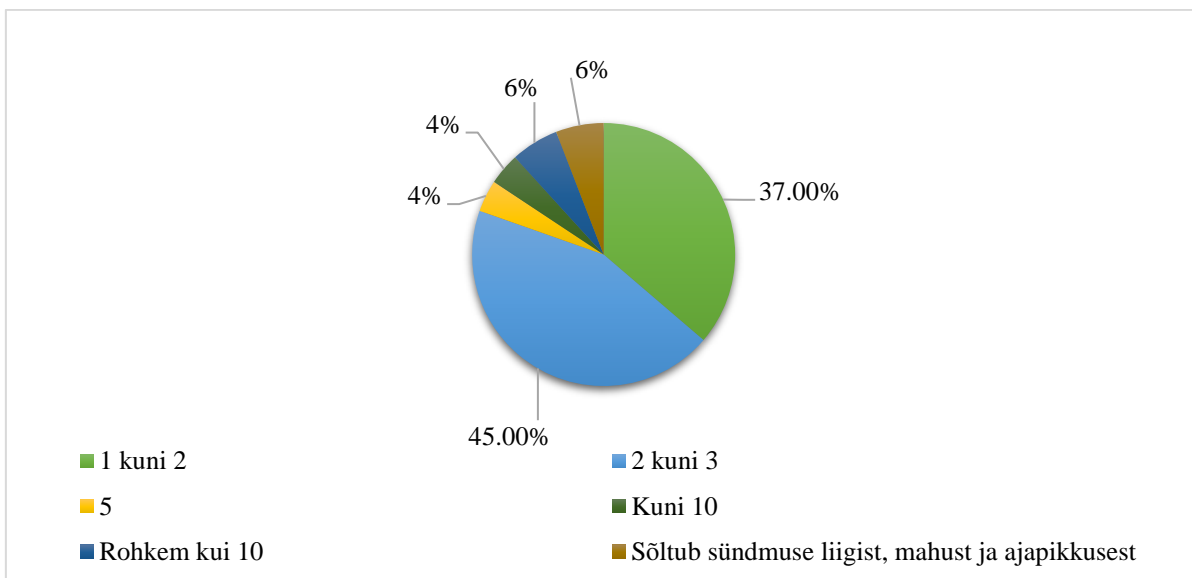
Sihtgrupp	Valim	Vastanud	Vastamismäär (%)
Põhja päästekeskus	101	24	23,7
Lõuna päästekeskus	138	24	17,3
Ida päästekeskus	80	33	41
Lääne päästekeskus	136	21	15,4
Meeskonnavanem/rühmapealik	399	75	18,7
Operatiivkorrapidaja	56	27	48,2

Ankeetküsitluse tulemustest (vt tabel 2) nähtub, et päästekeskuste vahel on ilmunud märkimisväärne vahe. Vastajate arvu analüüsisel selgus, et kõige rohkem vastajaid oli Ida päästekeskuses, mis on peaaegu kolm korda suurem kui kõige väiksema vastajaarvuga Lääne päästekeskus. Ametikohtade lõikes on operatiivkorrapidajate vastamismäär kõrgem kui meeskonnavanematel ja rühmapealikel.



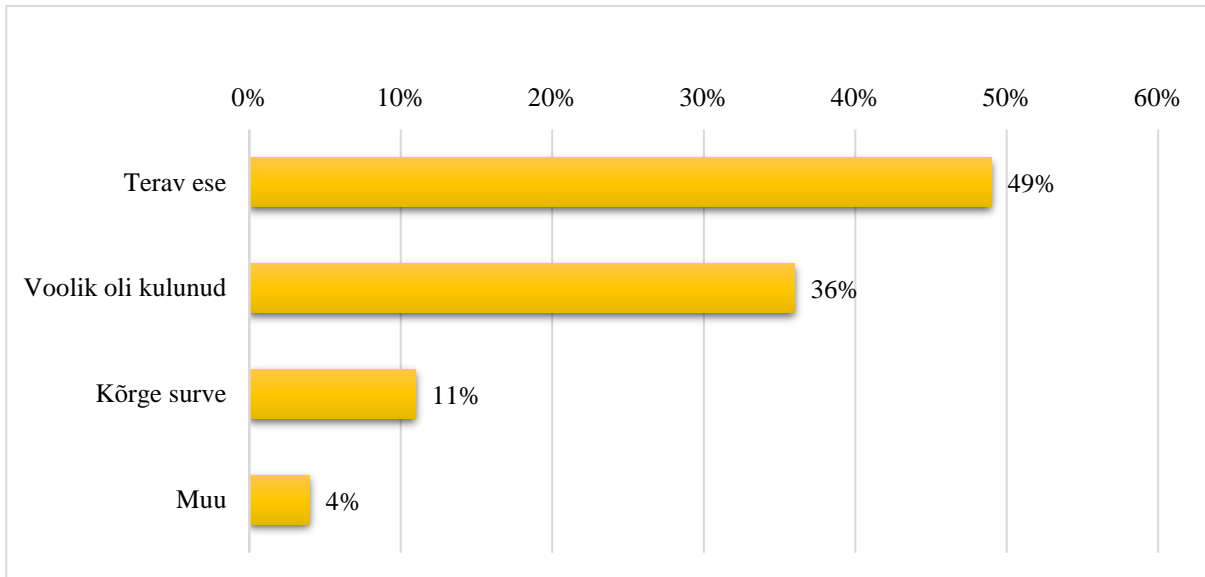
Joonis 1. Voolikute purunemise põhjused vastavalt sündmuse liigile (autori koostatud)

Küsimus „Millised on need sündmused, kus Teie arvates purunevad voolikud tihedamini?“ sai kokku 167 vastust. Kõige rohkem vastuseid said metsa- ja maastikutulekahjud (41%), edasi tööstushoonete tulekahjud (32%) ning prügilate tulekahjud (23%). Esines ka üksikuid vastuseid (4%), mille pakkusid teenistujad ise. Mõned neist tõid näitena, et voolikud purunevad hoonete tulekahjudel (2%). Samuti toodi välja, et vooliku purunemine sõltub selle vanusest ja tootmiskvaliteedist (1%). Lisaks mainiti, et voolikute purunemise kohta pole tehtud vastavat statistikat, mis võiks seda numbriliselt illustreerida (1%).



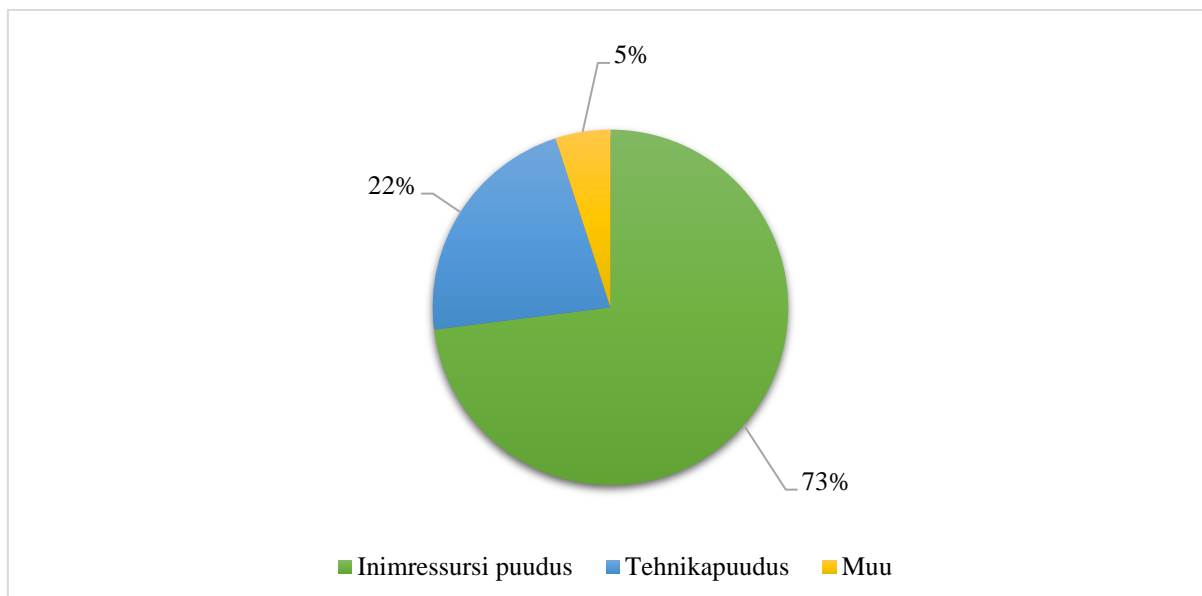
Joonis 2. Voolikute purunemisarv mahuka tulekahju ajal (autori koostatud)

Autor uuris samuti, mitu voolikut vastanute kogemuste põhjal mahuka tulekahju ajal üldiselt puruneb. Populaarseimad olid kaks vastust: 45% vastas kaks kuni kolm ja 37% üks kuni kaks purunenud voolikut. Siin on tekkinud olukord, kus osa vastajatest kirjutas purunenud voolikute arvu oma kogemuse põhjal. Analüüsisides vastuseid ning arvutades kuldse keskmise, saab välja tuua, et neli teenistujat ehk 4% on vastuseks pannud kuni viis voolikut. Neli teenistujat ehk 4% on vastuseks valinud kuni kümme purunenud voolikut sündmuse jooksul. Kuus teenistujat ehk 6% on sündmustel kogenud olukordi, kus purunes üle kümne vooliku. Veel kuus teenistujat ehk 6% tõid välja, et voolikute purunemise arv sõltub sündmuse liigist, mahust ja kestvuses



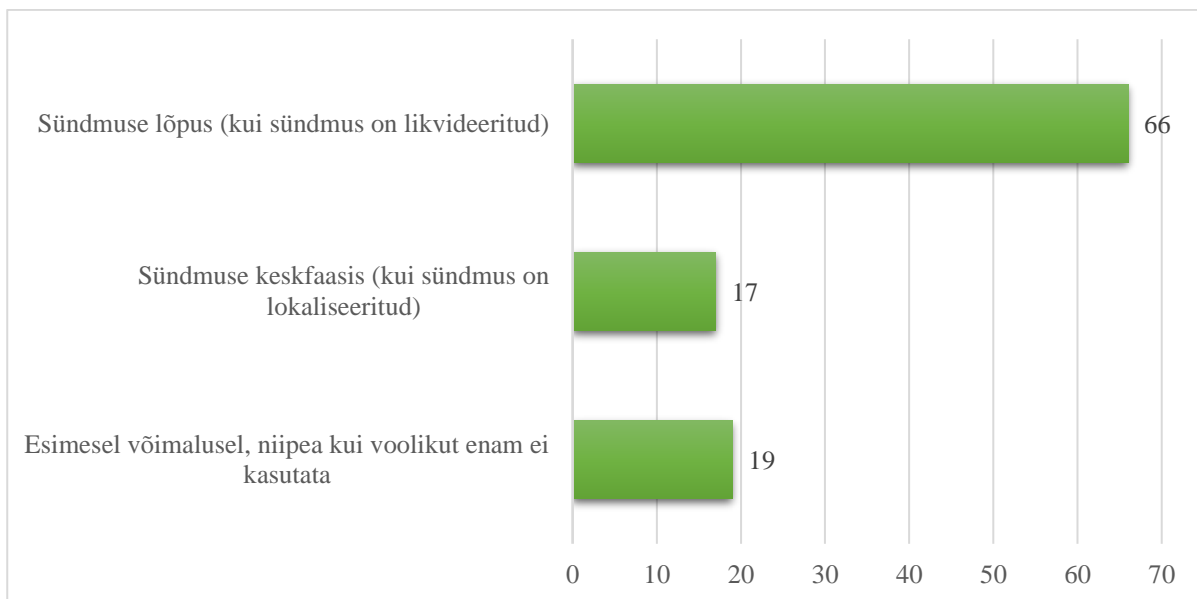
Joonis 3. Voolikute purunemise põhjused sündmuskohal (autori koostatud)

Küsimus „Milles võib olla Teie arvates peamine põhjus voolikute purunemisel?“ sai kokku 168 vastust (vt joonis 3). Peamiseks põhjuseks võib tuua vooliku kokkupuute terava esemega sündmuskohal, mida ütlesid 49% vastanutest. 36% vastajaid ütles, et voolik on purunenud, sest see oli juba väga kulunud. Mõnikord juhtub, et päästjatele ei piisa kustutamisel vee survest, mis tähendab, et survet tuleks tõsta, kuid voolik ei talu seda. Kõrge surve voolikuliinil sai kokku 11% vastustest. Esinesid ka teenistujate pakutud voolikute purunemise põhjused, mis said kokku 4% vastustest. Välja toodi ka (1%), et tulega kokkupuutel või liigse temperatuuri tõttu läheb voolik puruks. Üks pakkumine (1%) lähtus sellest, et vooliku purunemise põhjusest on raske aru saada. Samuti öeldi, et voolikute kehv kvaliteet soodustab kiiret kulumist (1%). Viimaseks pakkumiseks oli, et möödasõitjad võivad voolikust üle sõita, mis võib tekitada ülesõidukohas kahjustusi (1%).



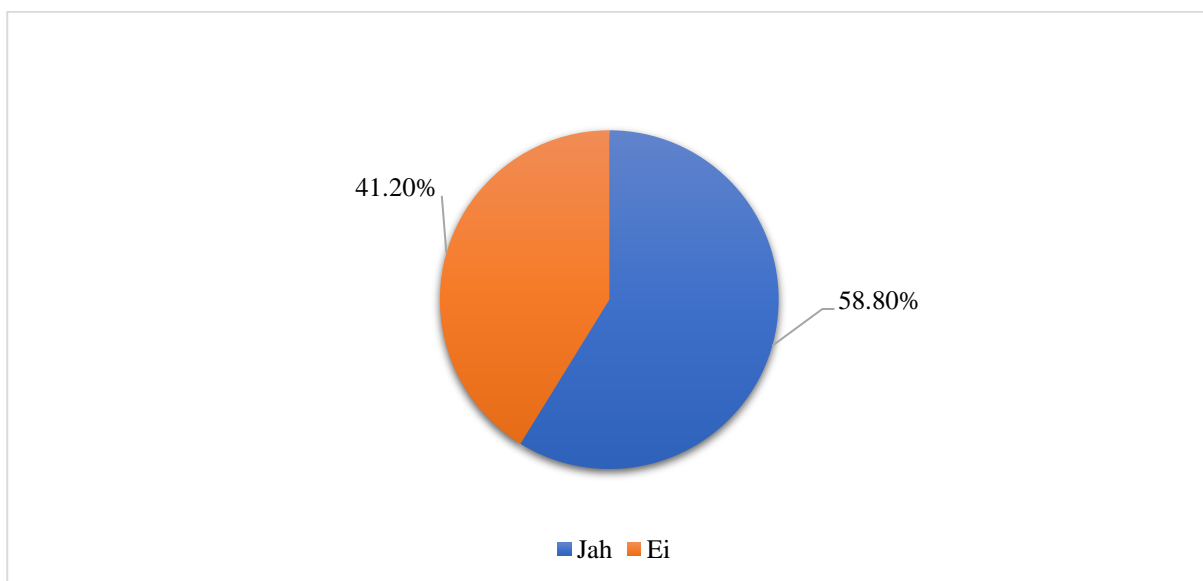
Joonis 4. Voolikute korduvkasutamise probleemid mahukate tulekahjude puhul (autori koostatud)

Küsimus „Millised võiksid olla probleemid voolikute korduvkasutamisel mahukate tulekahjude puhul?“ sai kokku 123 vastust (vt joonis 4). Kõige enam (73%) toodi välja, et voolikute korduvkasutamise probleemiks mahukate tulekahjude puhul on inimressursi puudus. Tehnikapuudust mainis 22% teenistujatest. Esines ka üksikvastuseid (5%), mis olid teenistujate pakutud probleemid. Näiteks mainis üks teenistuja, et voolikute korduvkasutamise probleemiks võib olla see, kui voolikud on purunenud, kuid need pole vastavalt märgistatud. Nii võib nende korduvkasutamisel tekkida tõrkeid vesivarustuses, mis võib muutuda kriitiliseks, kui tulekahju ei ole veel lokaliseeritud. Mõni tõi välja, et voolikute korduvkasutamine võtab väga palju aega, lisaks oli ka variant, et ei tea, milles probleem võib olla.



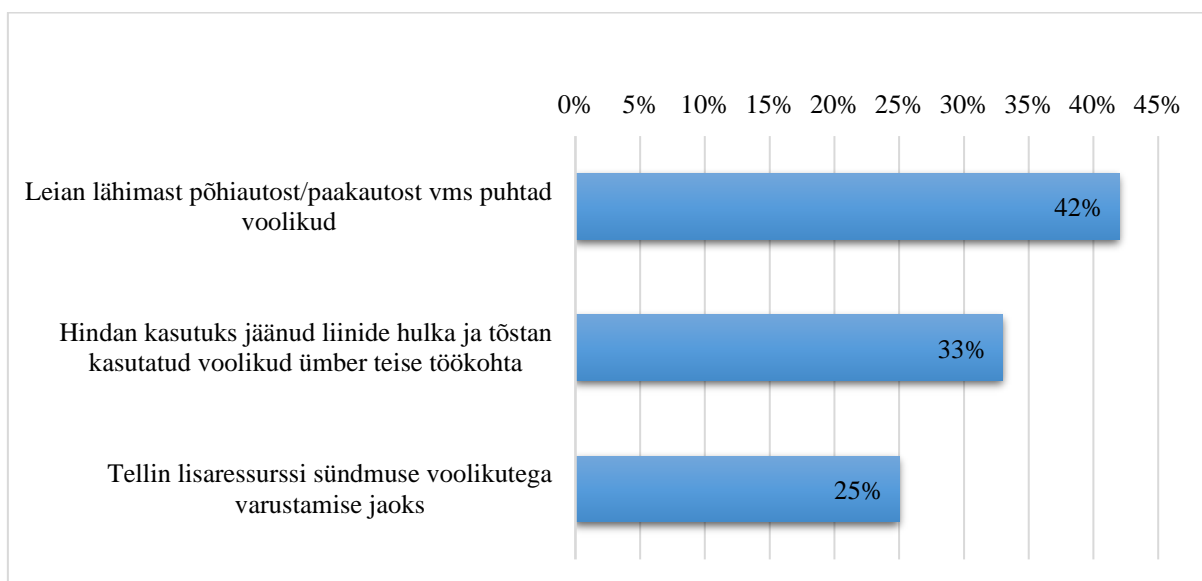
Joonis 5. Voolikute kokku kerimine sündmuskohal (autori koostatud)

Analüüsisides (vt joonis 5) vastuseid, saab välja tuua, et üle poole ehk 66% vastajatest eelistaksid kasutatud voolikuliini kokku kerida sündmuse lõpus, kui tulekahju on juba likvideeritud. Peaaegu sama vastajate arvuga moodustasid kaks gruppi ehk need, kes arvavad, et voolikuliini on mõistlik kerida niipea, kui voolikuid enam ei kasutata (19%), ja need, kelle arvates on mõistlikum kerida kasutatud voolikuliini sündmuse keskfaasis, kui sündmus on lokaliseeritud (17%).



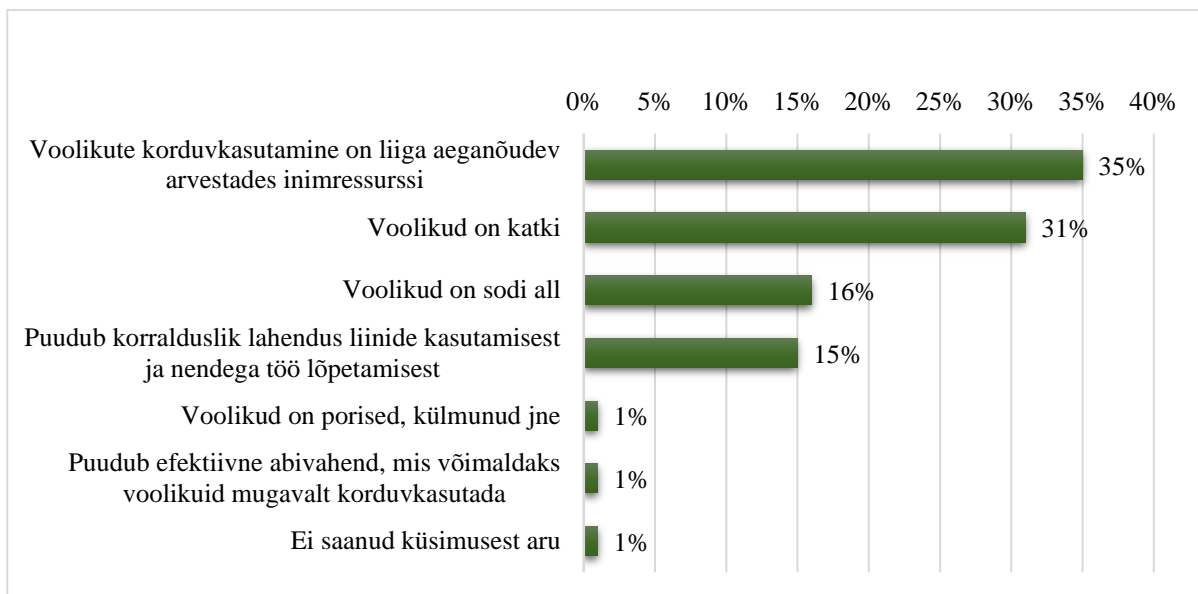
Joonis 6. Voolikuressursi käsitlemine sündmuskohal (autori koostatud)

Selle küsimusega tahtis autor teada, kas vastanud on olnud olukorras, kus sündmuskohal olevatel tehnikatel on voolikud otsa saanud, mille tõttu nende püstitatud eesmärk oli ebaefektiivne. Analüüsisides tulemusi (vt joonis 6), saab välja tuua, et üle poole ehk 58,8% ei ole varasemalt mainitud olukorraga kokku puutunud ning 41,2% vastajatest on olnud olukorras, kus sündmuspaigal olnud tehnikal on voolikud otsa saanud, mille tõttu oli nende püstitatud eesmärk ebaefektiivne.



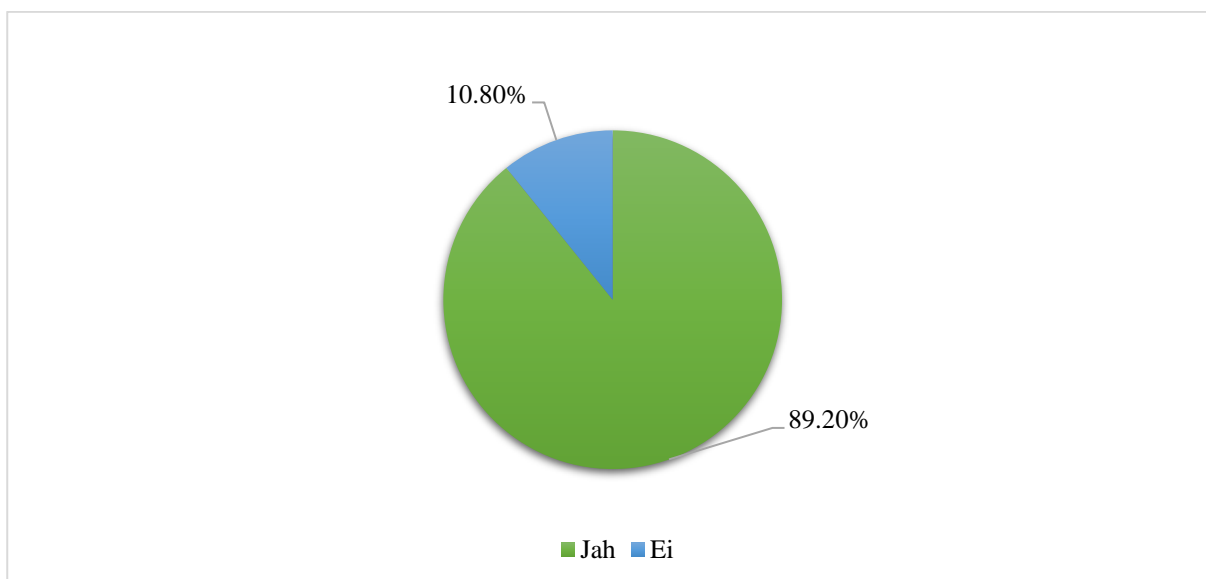
Joonis 7. Lisa-voolikuressursi haldamine (autori koostatud)

Küsimus „Kuidas olete lahendanud voolikute puuduse korral lisavoolikute saamise sündmusele?“ sai kokku 174 vastust (vt joonis 7). Peamiseks lahenduseks (42%) tuli välja, et puhtad voolikud leitakse lähimast põhiautost või paakautost. 33% vastanutest viitasid lahendusele, kus võiks võtta kasutuks jäänud liinid ja tõsta kasutatud voolikud ümber teise töökohta. Mõned vastajad (25%) mainisid ka, et lisa-voolikuressursi saamiseks tellitakse lisaressurssi juurde.



Joonis 8. Voolikute korduvkasutamise põhjused (autori koostatud)

Küsimus „Mis võiks olla põhjuseks, et voolikuid ei korduvkasutata samal sündmusel?“ sai kokku 191 vastust (vt joonis 8). Peamiste probleemidena võib välja tuua, et voolikute korduvkasutamine on liiga aeganõudev (35%) ja katkiseid voolikuid on raske kasutada (31%). Peaaegu võrdselt toodi välja probleeme, et voolik on sodine (16%) ja liinide korduvkasutamiseks puudub korralduslik lahendus (15%). Teenistujad pakkusid välja ka enda variante (3%). 1% tõi välja, et puudub efektiivne abivahend, mis võimaldaks voolikuid mugavalt korduvkasutada. Samuti mainiti (1%), et voolikute korduvkasutamise raskus seisneb selles, et need on porised, külmunud vms. Üks teenistuja (1%) ei saanud küsimusest aru.



Joonis 9. Voolikute korduvkasutamise lihtsustamine sündmuskohal (autori koostatud)

Selle küsimusega tahtis autor teada, kui suur protsent vastajatest oleks nõus kasutama korduvkasutamise taktikat enda juhitud sündmusel juhul, kui voolikute korduvkasutamine oleks lihtsustatud. Korduvkasutamise taktika all mõeldi olukorda, kus sündmuskohal on võimalik kasutada voolikukerimise seadet, mis lihtsustaks voolikute kerimist ja korduvkasutamist teistes lõikudes. Analüüsidest tulemusi (vt joonis 9), saab välja tuua, et suurem osa vastajatest (89,2%) on nõus voolikuid korduvkasutama, kui see oleks lihtsustatud ja kiirendatud. 10,8 % vastajatest voolikute korduvkasutamise taktikat enda juhitud sündmusel pigem ei kasutaks.

2.3 Voolikukerimise katsete metoodika ning tulemused

Katsed toimusid kahel valvevahetuse päeval, 15.02.2020 kell 12–17 ja 19.02.2020 kell 14–17 Eestis, Harju maakonnas, Osmussaare teel asuvas Lasnamäe päästekomandos. Õhutemperatuur oli Riigi Ilmateenistuse andemetel -5 °C ja -10 °C vahemikus. Ilm oli pilves selginemistega ja sademeteta, tuulevaikne.

Katsed viisid läbi Ivar Frantsuzov, Päästeameti päästetöö osakonna ekspert, ja Andrei Minejev, töö autor.

Katsed viidi läbi kõvakattega teel, mis andsid läbiviijate hinnangul osalejatele võrdsed füüsilised tulemused. Katsete läbiviimise õigsust kontrollis sõltumatu isik, kelleks oli Lasnamäe päästekomando meeskonnavanem Martin Kreek.

Katsetel osalesid viis Lasnamäe päästekomando päästjat ning üks vabatahtlik päästja: Stanislav Dmitriev (31 a), Oliver Aberut (29 a), Janar Safronov (30 a), Andrei Doronin (24 a) ja Kristo Puustusmaa (45 a). Katsetel osalejatel olid seljas tulekustutusriided ning peas kiiver. Varustusest kasutati UTV-d John Deere, 77 mm voolikuid, jagajat ning voolikukerimise seadet.

Katse läbiviimise instruktaaz

Katse alguses viidi läbi instruktaaz, kus selgitati katse eesmärki ning osalejate ülesandeid. Voolikuliin oli juba varasemalt vastavale distantsile lahti visatud, mis simuleeris olukorda, kus kasutuseta voolikuliin on sündmuskohale jäetud. Eesmärgiks oli voolikuliin kerida voolikurulli

nii käsitsi kui ka vastavat kerimisseadet kasutades. Läbiviijate hinnangul võimaldab voolikurull voolikute kiiret korduvkasutamist.

Päästjate paarid moodustati kohapeal ning paaridele anti kindel distants, mille nad pidid kolme erineva meetodiga läbima. Meetodid on kirjeldatud iga katset sissejuhatavas lõigus (vt lisa 2).

Päästjate pulssi mõõdeti katse alguses ja lõpus, kasutades pulsikella ning käsitsi mõõtmise meetodit. Käsitsi pulsi mõõtmine tähendab, et pulssi tuleb mõõta 10 sekundi jooksul randmelt või kaelalt ning saadud tulemus korrutada kuuega. Lahutades algpulsi lõpp-pulsist, saame mõõta erinevate tegevuste füüsilise koormuse suurust (vt lisa 5). Päästjapaari randmetele pandi Apple watch 4 kellad, mille abil mõõdeti põletatud kaloreid, läbitud distantsi, keskmist pulssi ning keskmist tempot.

METOODIKA

Kokku tehti kolm erinevat katset, kõik erinevate voolikukerimise võtetega. Iga katse koosnes kolmest katselõigust. Katselõiguks nimetab autor kindlat distantsi, millel katse toimus. Katselõigud olid 100 m, 200 m ja 300 m.

Igal katsel mõõdeti päästjate katsele kulunud aega, kalorite kulu, läbitud distantsi, alg- ja lõpp-pulssi ning keskmist liikumise kiirust. Keskmine tempo, mida tabelites mainitakse, arvutati Apple watch 4 kelladega. Keskmine tempo tähendab tempot, millega läbiti harjutuse jooksul üks kilomeeter.

Katse 1. Voolikute kerimine ja rullide transportimine käsitsi

Ülesanne

Päästjapaar on algasendis seismas voolikuliini alguses. Liin on survestatud. Mõlemal katsealusel mõõdetakse alg- ja lõpp-pulss käsitsi ning pulsikellaga. Päästjad alustavad tegevust algpunktist. Ülesandeks on voolikuliin veest tühjendada, voolikurulli kerida ning voolikurullid algpunkti tuua. Abivahendeid kasutamiseks ei olnud. Tulemuste arvutuskäikude etapid on selgitatud lisades (vt lisa 5).

Tabel 3. Esimese katse tulemused (autori koostatud)

KATSE 1	AEG	KALORID	DISTANTS	ALG PULSS	LÕPP PULSS	PULLSIDE TÕUS		KESK.TEMPO
100 m								
Janar	10:47	101 kcal	0,97 km	82 l/m	128 l/m	56 %	46 l/m	15 min 11 s/km
Stanislav	10:47	113 kcal	0,97 km	90 l/m	140 l/m	56 %	50 l/m	15 min 11 s/km
200 m								
Andrei	21:58	232 kcal	1,6 km	77 l/m	138 l/m	79 %	61 l/m	19 min 13 s/km
Oliver	21:58	254 kcal	1,6 km	77 l/m	133 l/m	73 %	56 l/m	19 min 13 s/km
300 m								
Andrei	42:45	370 kcal	2,82 km	79 l/m	155 l/m	96 %	76 l/m	15 min 11 s/km
Kristo	42:45	370 kcal	2,82 km	97 l/m	135 l/m	39 %	38 l/m	15 min 11 s/km

Katse 2. Voolikute kerimine käsitsi, kasutades voolikurullide transpordiks UTV-d

Ülesanne

Päästjapaari ülesandeks on voolikuliin käsitsi tööruuli kokku kerida, aga voolikute transportimiseks kasutada UTV-d. Eeldatud tegevuseks peetakse seda, kui päästjad sõidavad UTV-ga vooliku juurde, ühendavad voolikud lahti, tühjendavad need ja keeravad vooliku tööruuli. Voolikuid ei ole vaja alguspunkti viia, sest voolikute transportimiseks on UTV käru. Aeg pannakse seisma siis, kui päästjad on koos UTV-ga alguspunktis ning voolikuliin on tööruulide kaupa kärusse paigaldatud. Päästjate pulssi mõõdetakse kellaga ja käsitsi ning saadud andmed pannakse kirja.

Tabel 4. Teise katse tulemused, kus voolikute transportimiseks kaasati UTV (autori koostatud)

KATSE 2	AEG	KALORID	DISTANTS	ALG PULSS	LÕPP PULSS	PULLSIDE TÕUS		KESK.TEMP
100 m								
Janar	11:50	101 kcal	0,83 km	80 l/m	109 l/m	36 %	29 l/m	14 min 10 s/km
Stanislav	11:50	95 kcal	0,83 km	94 l/m	117 l/m	24 %	23 l/m	14 min 10 s/km
200 m								
Andrei	18:45	212 kcal	1,3 km	83 l/m	131 l/m	58 %	48 l/m	18 min 6 s/km
Oliver	18:45	232 kcal	1,3 km	83 l/m	130 l/m	57 %	47 l/m	18 min 6 s/km
300 m								
Andrei	24:10	208 kcal	1,57 km	79 l/m	122 l/m	54 %	43 l/m	15 min 9 s/km
Kristo	24:10	213 kcal	1,57 km	78 l/m	98 l/m	26 %	20 l/m	15 min 9 s/km

Katse 3. Voolikute kerimine, kasutades voolikukerimise seadet ja UTV-d voolikurullide transpordiks

Ülesanne

Kuna tegemist on voolikukerimise seadmega, mis on praegu prototüüp, tuleb seda ettevaatlikult kasutada. Ennetavalt tehakse seadme käsitlemise kiirkoolitus.

Päästjapaaril tuleb kerida voolikuliin tööruuli, kasutades UTV-d ja voolikukerimise seadet (mis asetseb kärus). Eeldatud tegevuseks peetakse seda, kui päästjad sõidavad UTV-ga voolikuliini juurde, ühendavad liinid lahti, tühjendavad liini ning seejärel kerivad voolikukerimise seadmega liini kokku. Töörulle ei pea alguspunkti viima, need paigaldatakse UTV kärusse. Aeg pannakse seisma siis, kui päästjad jõuavad UTV-ga alguspunkti. Samamoodi mõõdetakse päästjate pulssi kellaga ja käsitsi ning pannakse tulemused kirja.

Tabel 5. Kolmanda katse tulemused, kus voolikurullide transportimiseks rakendati voolikukerijat ja UTV-d (autori koosatud)

KATSE 3	AEG	KALORID	DISTANTS	ALG PULSS	LÕPP PULSS	PULSSIDE TÕUS		KESK.TEMP
100 m								
Janar	14:15	87 kcal	0,63 km	89 l/m	104 l/m	17 %	15 l/m	22 min 31 s/km
Stanislav	14:15	90 kcal	0,63 km	93 l/m	113 l/m	22 %	20 l/m	22 min 31 s/km
200 m								
Andrei	20:58	159 kcal	1,1 km	80 l/m	98 l/m	23 %	18 l/m	22 min 8 s/km
Oliver	22:58	142 kcal	1,1 km	80 l/m	102 l/m	28 %	22 l/m	22 min 8 s/km
300 m								
Andrei	26:11	196 kcal	1,16 km	87 l/m	96 l/m	10 %	9 l/m	21 min 5 s/km
Kristo	26:11	184 kcal	1,16 km	84 l/m	89 l/m	6 %	5 l/m	21 min 5 s/km

2.4 Uuringu järeldused ja ettepanekud

Lõputöös selgitati välja võimalused, kuidas kasutada mahukate päästesündmuste ajal voolikuressursse korduvalt nii, et tõuseks päästetööde efektiivsus ja väheneks päästjate kurnatus. Läbiviidud uuringus tahtis autor välja selgitada võimalused, kuidas saaks voolikuliine kokku kerida nii, et päästjate koormus sündmuskohal väheneks. Uurimismeetodina kasutati 11 küsimusest koosnenud ankeetküsitlust, mis oli suunatud operatiivkorrapidajatele ja meeskonnavanematele. Lisaks viidi läbi eksperiment, kus autor katsetas voolikuliinide kokku kerimiseks kolme varianti, kaasates sellesse ka voolikukerija prototüübi.

Esmalt andis autor teoreetilises teemakäsitluses ülevaate Päästeameti voolikute käsitlemisest mahukatel sündmustel. Keskenduti rohkem voolikuressursi tellimisele, voolikute käsitlemisele ja voolikukerimistega tekkinud võimalikele traumadele.

Töös tõstatatud probleem oli suunatud erilahenduste leidmisele, mis aitaks voolikute ressursi efektiivselt kasutada. Töö eesmärkide saavutamiseks viis autor läbi ankeetküsitluse ja praktilise eksperimendi.

Ankeetküsitluse eesmärgiks oli välja selgitada, millised võimalused on mahukatel päästesündmustel voolikuressursi korduvkasutamiseks ning millised kitsaskohad võivad sealjuures esineda. Ankeetküsitluse valim koosnes 455 teenistujast ning vastavalt sellele pidi autor saama 209 vastust, et teha üldistatavaid järeldusi kõikide päästeteenistujate suhtes. Autor sai küsitlusele 102 vastust, mis on poole vähem vajalikust valimi eesmärgist, seega ei saanud autor kõikide päästeteenistujate suhtes tulemusi üldistada.

Tulemustest selgus, et mahukas tulekahjus on voolikute korduvkasutamise probleem enamasti seotud inimressursi puudusega. Vikipalu metsatulekahju näitel, kus oli samuti inimressursist puudu, kaasati sündmuskohale vabatahtlikke ja enamus inimressursist oli jagatud eesliinile (vt lk 9–11). Vikipalu näitel saab järeldada, et mahukal päästesündmusel võiks logistikagrupperi kaasata rohkem inimesi, kes hakkaksid haldama nii töös kui ka reservis olevat varustust (vt lk 10–11). Samuti selgus teoreetilisest analüüsist, et praegu puudub korralik ülevaade voolikute ressursist alates sündmusest kuni voolikubaasini. Kui sündmuse algusest kasutataks rakendust Google My Maps, aitaks see säilitada ülevaadet ressursist, mida sündmusel kasutati (vt lk 10–11).

Samuti tahtis autor välja selgitada, millised on need sündmused, kus päästjate meelest voolikud kõige tihedamini purunevad. Küsitlusest selgus, et enamik voolikuid purunevad metsa- ja maastikutulekahjudes (41%) ja tööstushoonete tulekahjudes (32%). Vastustest saab järeldada, et üks kuni kolm purunenud voolikut sündmuse jooksul ei ole suur probleem ja mahukate sündmuste puhul on see paratamatu (vt lk 12).

Lisaks uuris autor, kas sündmuskoha juhid on olnud olukorras, kus on olnud probleem, et voolikute ressursist on puudu, mille tõttu oli nende püstitatud ülesanne sündmuse lahendamisel ebaefektiivne. Küsitlusest selgus, et rohkem kui pooled ehk 58,8% vastajatest ei olnud selle probleemiga kokku puutunud. Samas uuris autor, milliseid lahendusi kasutavad sündmuskoha juhid voolikute puudumisel ja lisavoolikute saamiseks. Vastused näitasid, et 42% vastajatest võtavad voolikuid juurde teistest autodest, 25% tellivad ressursi juurde ning ainult 33% vastajatest üritavad voolikuid korduvalt kasutada, tõstes neid ümber teise töökohta või -lõiku. See näitab, et voolikute korduvkasutamise taktikat kasutatakse sündmusel harva. Probleem seisneb selles, et voolikute korduvkasutamine nõuab liiga palju aega ja inimressursi. Vikipalu metsatulekahju puhul oli samuti näha, et inimressursi jaotamine peaks olema kaalutletud, kuna

tähtsal hetkel võib tekkida inimestepuudus (vt lk 10–11). Suur osa vastajatest (89,2%) olid aga nõus voolikute korduvkasutamise taktikat mahuka sündmuse ajal kasutama, kui see oleks lihtsam ja kiirem.

Uuringu praktilises osas viis autor läbi eksperimendi, mille eesmärgiks oli leida kõige efektiivsem lahendus voolikuliini kerimiseks maastikul. Eksperimendis katsetas autor kolme võimalust voolikuliini kerimiseks: **käsitsi; käsitsi, kasutades UTV-d; ja voolikukerija kombineeritud UTV-ga**. Uuringust selgus, et kõige efektiivsem lahendus voolikute korduvkasutamiseks on kasutada voolikukerijat, mis oleks UTV-ga koos.

Esimene katse, kus päästjad pidid voolikuid kerima käsitsi, näitas, et see variant on treeningu tugevuse mõttes energiamahukam ja füüsiliselt koormavam kui teine ja kolmas variant. Samuti selgus, et käsitsi kerimisel jäävad kõigil kolmel distantsil pulsid suuremas osas raske tegevustsooni sisse, kus neljal päästjal oli tegevus anaeroobne. See tähendab, et töö oli tervisele kahjulik, mis toob omakorda pikema taastumisaja ja suurema väsimuse. Kui töötada pikalt anaeroobses tsoonis, toob see tervisele halvad tagajärjed (vt lk 15–17). Ainult ühe päästja tegevus jäi keskmise tegevustsooni sisse ning tema tegevus oli aeroobne, mis tähendab, et tehtud töö ei väsita teda liiga kiiresti ja taastumisaeg on lühem. Lühikesel vahemaal oli tegevus kiirem, võrreldes sama distantsi teiste katsetega, kuid distantsi pikenemisel oli aeg suurem võrreldes samal distantsil UTV kaasamisel (vt lk 29).

Teine katse, kus päästjad kerisid voolikuliini käsitsi, kaasates voolikurullide transportimiseks UTV, näitas, et võrreldes esimese katsega oli lühikesel vahemaal aeg üks minut pikem, aga koormus väiksem, mis jäi kerge ja keskmise tegevustsooni sisse (vt lk 30). Tuli välja, et UTV kaasamisel jäävad pulsid kõigil kolmel distantsil kerge ja keskmise tegevustsooni sisse. Kõik kolme distantsi tegevused olid aeroobsed, mis tähendab, et lihased ei väsi kiiresti, taastumisaeg on kiirem ja stressikoormus väiksem (vt lk 15–17). Samuti oli UTV-ga läbitud distants lühem ja aeg oli pikemal distantsil kaks korda väiksem, võrreldes käsitsi kerimisega.

Kolmas katse, kus kaasati voolikukerija ja UTV, näitas, et võrreldes esimese katse lühikese vahemaaga oli aeg neli minutit pikem, aga päästjate koormus ja kulutatud energia oli väiksem. Kõigil kolmel distantsil jäi füüsiline koormus kerge tegevustsooni sisse. Kõik distantsid näitasid, et kolmanda katse käigus saadud koormus oli kõige väiksem (vt lk 31). Voolikukerija katse näitas, et pikal distantsil on koormus üheksa korda ja energiakulu kaks korda väiksem,

võrreldes sama distantsi käsitsi kerimisel. Pikemal distantsil oli aeg samuti kaks korda kiirem kui sama meetodit käsitsi tehes, kuigi saavutatud aeg on väljaõppe küsimus.

Eeltoodust tulenevalt esitab autor üldised ettepanekud Päästeametile:

- **Kaaluda voolikukerija soetamist komandodesse, kus kasutuses on maastikusõidukid.** Katsetes oli näha, et voolikukerija kasutamine on kasulik ning seda oleks tarvis kasutada mahukate tulekahjude puhul päästjate koormuse vähendamiseks (vt lk 29–31).
- **Pidevalt kaardistada sündmuse algusest kaasatud varustust, kasutades näiteks Google My Mapsi või sarnast rakendust,** mis aitaks sündmuskoha juhtidel saada paremat ülevaadet sündmusele rakendatud varustusest (vt lk 10).
- **Kaasata mahukatel sündmustel rohkem vabatahtlikke, kellest võiks moodustada omaette tööloigu.** Nende tööks võiks olla UTV mehitamine koos voolikukerijaga ja mahajäetud voolikute kokku korjamine ning sündmuskohale pideva voolikureservi tagamine (vt lk 11).
- **Katsetada voolikukerijat erinevatel maastikel ning ilmastikutingimustel,** et saada parem ülevaade voolikukerija kasulikkusest päästjate füüsiliste tulemuste põhjal. Katsed näitasid, et voolikukerijaga on vaja teha veel katseid, mis oleksid korraldatud erinevatel maastikel ja ilmatikutingimustel ning pikematel vahemaadel (vt lk 27–31).

KOKKUVÕTE

Käesolevas lõputöös otsiti vastust **uurimisprobleemile**, millised logistilised erilahendused aitavad kaasa voolikute ressursi efektiivseks kasutamiseks. Lõputöö **eesmärgiks** oli välja selgitada võimalused, kuidas mahukate tulekahjude ajal voolikuressursse korduvalt kasutada, tõstmaks päästetööde efektiivsust ja vähendamaks päästjate kurnatust. Lõputöös püstitatud eesmärk sai läbi uurimisülesannete tervikuna täidetud.

Teoreetilise analüüsi ja empiirilise uuringu tulemusel leidis töö autor vastused püstitatud **uurimisküsimustele**:

1. Millised on lahendused vooliku kerimiseks sündmuskohal, et vähendada inimressursi väsimust ja tõsta edasise päästetöö efektiivsust?
2. Kuidas erinevad katsetulemused, kui voolikud keritakse sündmuskohal käsitsi või eritehnikat kasutades?
3. Millised on võimalused mahukate tulekahjude ajal voolikute korduvkasutamiseks?

Lõputöö eesmärgi saavutamiseks ning uurimisküsimustele vastuse leidmiseks püstitas autor kolm uurimisülesannet. **Esimese uurimisülesandena** analüüsiti teooriat, et välja tuua probleemid, mis tulevad ette voolikute kasutamisel mahukate sündmuste puhul. Analüüsist selgus, et põhiliseks probleemiks on inimressursi puudus. Sündmuse aktiivses faasis läheb inimressurss otse eesliinile ja lõigud moodustuvad sündmuse arenemise järgi ning on pidevas muutumises. Nii võib aga juhtuda, et tagalätöö ülesannete täitmiseks pole piisavalt inimressurssi. **Teise uurimisülesandena** andis autor ülevaate voolikute kerimisest sündmuskohal. Teoreetiline teemakäsitlus andis ülevaate voolikute kerimisest sündmuskohal, kus autor kirjutas, milliste meetoditega õpetatakse päästjatele voolikute kerimist. Samuti katsetas autor oma uuringu osas voolikukerijat, mida võib samuti voolikuliinide kerimiseks edukalt kasutada. **Kolmanda uurimisülesande** puhul viis autor läbi praktilised katsed maastikul, et välja selgitada, milline voolikukerimise viis on parem, kas käsitsi või eritehnikat kasutades. Katsete tulemustest selgus, voolikute käsitsi kerimine on efektiivne lühematel distantidel, (kuni 100 m).

Teoreetiliste teemakäsitluste ning empiirilise uuringuga kogutud andmete analüüsi tulemusel jõudis autor alljärgnevate **järeldusteni**:

1. Voolikukerijat saab efektiivselt kasutada mahukatel sündmustel.
2. Voolikute varustus vajab paremat ülevaadet alates sündmuse algusest kuni voolikubaasi saabumiseni.
3. Rohkem inimesi tuleks kaasata logistikagruppi, kus hakatakse haldama nii töös kui ka reservis olevat varustust.

Lähtuvalt uuringu tulemustest koostas autor **ettepanekud** Päästeametile, mis hõlmasid endas **(1)** kaaluda voolikukerija soetamist komandodesse, kus on kasutuses UTV, et lihtsustada ja teha efektiivsemaks voolikute korduvkasutamist sündmuskohal. Samuti selgus teoreetilises osas Vikipalu metsatulekahju sündmuse kirjelduses vajadus parandada sündmusel kasutatud voolikute ülevaadet, mis formuleerus **ettepanekuks (2)** kaardistada sündmuse algusest kaasatud varustus (voolikud, joad jne), kasutades näiteks Google My Mapsi või sarnast rakendust, mis aitaks sündmuskoha juhtidel saada paremat ülevaadet sündmusel kasutatud varustusest. Nii kaob probleem, et varustus võib kaotsi minna. Sellest tulenevalt tegi autor **ettepaneku**, mis on samuti tulnud sündmuse kirjeldusest, **(3)** kaasata rohkem vabatahtlikke, kellest võiks moodustada omaette tööloigu. Nende tööks võiks olla UTV mehitamine koos voolikukerijaga ja mahajäetud voolikute kokku korjamine ja sündmuskohale pidev voolikureservi tagamine. Samuti tegi autor, lähtudes uuringu tulemustest, **ettepaneku (4)** katsetada rohkem voolikukerijat erinevatel maastiku- ning ilmastikutingimustel, et saada parem ülevaade voolikukerija kasulikkusest päästjate jaoks. Lõputöö autor peab õigeks, et voolikukerija potentsiaali tuleks testida eri pinnastel ja olukordades.

Edaspidi näeb autor vajadust uurida käsitletud teemat edasi kvantitatiivsel meetodil, kus põhjalikumalt struktureeritud eksperiment oleks korraldatud eri maastikel ja ilmatikutingimustel. Sellise eksperimendi tulemus annaks parema ülevaate nii voolikukerija vajadusest kui ka päästjate füüsilistest näitajatest. Kuna lõputöö eksperiment näitas, et voolikukerija vajadus tekib juba 300 m voolikuliini kerimisel, näeb autor vajadust katsetada voolikukerijat pikematel distantsidel.

SUMMARY

The work is written in Estonian, with a summary in Estonian and English. The work including appendices is 58 pages, of which 36 pages form the main part of the work. A total of 38 Estonian and English sources have been used in the work, including 10 scientific sources. There are 14 figures, 14 tables and 5 appendices.

The aim of the dissertation is to find out how to reuse hose resources during large-scale fires in order to increase the efficiency of rescue work and reduce the levels of exhaustion of rescuers.

The thesis consists of two chapters. In the first chapter, the author explains how to handle and manage hose lines at large events. The theory focuses more on hose reuse and hose winding trauma in rescuers. The second chapter presents the research methodology, analyzes the results of the conducted tests and questionnaires, and draws conclusions and proposals for the need to develop the respective field.

The research problem of the dissertation is to find special logistical solutions that contribute to the efficient use of hose resources. The research tasks were:

To analyze the theory in order to point out the problems that arise in the use of hoses at large events.

To find solutions for winding hoses on-site in order to reduce human-resource fatigue using special techniques.

To use practical tests to determine the effectiveness of hose bending at the scene by hand or using special techniques.

To synthesize the theory and research results and make conclusions and suggestions based on the results of experiments.

As a result of the research carried out during the dissertation, proposals will be made to the Rescue Board that could be further investigated. The proposals are topical and necessary depending on the results of the study.

As a result of the analysis of the theoretical approaches to the topic and the data collected by the empirical study, the following conclusions were drawn:

1. The hose reel can be used effectively for large events.
2. The equipment of the hoses needs a better overview from the beginning of the event until the arrival of the hose maintenance base.
3. It is necessary to involve more people in the logistics group, where both operational and reserve equipment will be managed.

Based on the results of the survey, the author prepared proposals for the Rescue Board, which included: (1) Consider the acquisition of a hose reel for commanders using UTV in order to simplify and make more efficient reuse of hoses at the scene. The theoretical part of the Wikipalu forest fire event description also revealed the need to improve the overview of hoses used at the event, which was formulated as a proposal, (2) to continuously map the equipment (hoses, jets, etc.) from the beginning of the event, using Google Maps or a similar application, which eliminates the problem that the equipment may be lost somewhere. Consequently, the author made a proposal, which has also originated from the description of the event, (3) to involve more volunteers, who could form a separate working part. Their job could be to manage the UTV with a hose reel and collect abandoned hoses and ensure a constant supply of hoses to the scene. Moreover, based on the results of the study, the author proposed, (4) to test more hose reels in different landscape and weather conditions in order to gain a better overview of the benefits of hose reels for rescuers. The author of the dissertation considers it appropriate that the potential of the hose reel should be tested in more soils and situations.

In the future, the author sees the need to study the topic in more detail, including with a quantitative method, where a more structured experiment would be organized in different landscapes and meteorological conditions. The results from such an experiment would provide a better overview of both the need for a hose reel and the physical characteristics of the rescuers. In addition, considering that the dissertation experiment has shown that the need for a hose reel

already arises when winding a 300 m hose line, the author sees a need to test the hose reel over longer distances.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

- Aru, J., Korjus, K. & Saar, E., 2014. *Matemaatika õhtuõpik*. viies, parandatud trükk toim. Tartu: Hea lugu.
- Campbell, R. & Evarts, B., 2020. *NFPA's "United States Firefighter Injuries in 2019"*, s.l.: National fire protection association.
- Check, J. & Schutt, R. K., 2012. *Research Methods in Education*. Chapter 12 toim. Boston: SAGE Publications.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K., 2018. *Research Methods in Education*. 8th edition toim. New York, London: Routledge.
- Delfi, 2018. *Vikipalu metsatulekahju on viimase 10 aasta suurim. Kohalikud aitasid kustutada tuld, et päästa oma kodu.* [Võrgumaterjal]
Available at: <https://www.delfi.ee/artikkel/82622131/delfi-video-vikipalu-metsatulekahju-on-viimase-10-aasta-suurim-kohalikud-aitasid-kustutada-tuld-et-paasta-oma-kodu?>
[Kasutatud 19 Märts 2021].
- Frantsuzov, I., 2021. *Voolikuliinide käsitlemine Vikipalu metsatulekahjul [E-kiri]* (12 Jaanuar 2021).
- Heikkilä, T. V., Grönqvist, R. & Jurvélius, M., 2007. *Wildland fire management handbook for trainers*. 1 toim. Helsinki: Kirjapaino Topnova Oy.
- Hints, M., 2017. *Maastikul juhtunud õnnetuste lahendamine päästeametis kasutusel olevate maastikusõidukitega*, Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Käba, J., 2021. *Vikipalu voolikud ja voolikute arv üle Eesti [E-kiri]* (4 Märts 2021).
- Käit, M., 2021. *Vikipalu metsatulekahju sündmuse juht [E-kiri]* (24 Märts 2021).
- Kiisler, A., 2011. *Logistika ja tarneahela juhtimine*. Tallinn: TTÜ kirjastus.
- Kivimaa, L., 2020. *Päästeameti tööõnnetuste statistika 2020 [E-kiri]* (9 Veebruar 2020).
- Lai, H., 2018. *Tööõnnetuste seos päästemeeskonna suuruse ja sündmuse pikkusega*, Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Lauriste, S., 2017. *Standardtegevuste juhiste väljatöötamine kustutusvee transpordil hfs 150 mm toiteliini näitel*, Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Lindberg, A.-S., 2014. *Firefighters' physical work capacity*, Sweden: Umeå University.
- Õunapuu, L., 2014. *Teadusmetodoloogia*. Tartu: Tartu Ülikool.

- Päästeamet, 2007. *HFS 150 kasutusjuhend*. [Võrgumaterjal].
- Päästeamet, 2015. *Konteinerite infolehed*. [Võrgumaterjal].
- Päästeamet, 2016. *Päästeameti strateegia aastani 2025*. [Võrgumaterjal].
- Päästeamet, 2018a. *Päästetöö juhi arvamus Vikipalu metsatulekahjust*. [Võrgumaterjal].
- Päästeamet, 2018b. *Vee transpordi teenuskaart*. [Võrgumaterjal].
- Päästeamet, 2019. *Päästeameti päästekomandode töökorralduse juhend*. [Võrgumaterjal].
- Päästeamet, 2020a. *Päästkeskuste päästekomandode valmisoleku tagamise kord*. [Võrgumaterjal].
- Päästeamet, 2020b. *Tuletõrjevoolikud*. [Võrgumaterjal].
- Päästeamet, 2021a. *Logistika Standardtegevusjuhised - varustuse logistik*. [Võrgumaterjal].
- Päästeamet, 2021b. *Logistikatalituse laost kauba väljastamise juhised*. [Võrgumaterjal].
- Päästeamet, 2021c. *Toitlustus päästetööl*. [Võrgumaterjal].
- Päästeseadus* (2010).
- Päästeteenistuse seadus* (2008).
- Pahhutši, P., 2021. *Voolikubaasi töökorraldus [E-kiri]* (18 Märts 2021).
- Pitsi, T. et al., 2017. *Eesti toitumis- ja liikumissoovitused*. Puffet Invest toim. Tallinn: Tervise Arengu Instituut.
- Sarapuu, J.-A., 2021. *Vikipalu metsatulekahju sünnimuse juht [E-kiri]* (23 Märts 2021).
- Sharkey, B. J. & Gaskill, S. E., 2009. *Fitness and Work Capacity*. 2009 edition toim. s.l.:National Wildfire Coordinating Group.
- Siseministerium, 2020. *Siseturvalisuse arengukava 2015-2020*. [Võrgumaterjal].
- Tammik, A. & Mumma, A., 2017. *Päästetöö juhtimise taktikalised alused I ja II juhtimistasandile*. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Tonndorf, H., 1998. *Kaubanduse ja tööstuse logistika. Kulude vähendamine ja parema teenindamise strateegiad*. Tallinn: Külim.
- Villemi, M., 2008. *Logistika alused*. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool.
- Weineck, J. & Krein, J., 2008. *Kehalised võimed ja organism*. Medisport: Eesti Olümpiakomitee.

TABELITE JA JOONISTE LOETELU

Tabel 1. Treenigu tugevuse näitajad 32aastase inimese kohta. (Weineck & Krein, 2008, lk 37; autori koostatud)	16
Tabel 2. Valimi kirjeldus (autori koostatud).....	19
Tabel 3. Esimese katse tulemused (autori koostatud).....	29
Tabel 4. Teise katse tulemused, kus voolikute transportimiseks kaasati UTV (autori koostatud)	30
Tabel 5. Kolmanda katse tulemused, kus voolikurullide transportimiseks rakendati voolikukerijat ja UTV-d (autori koostatud)	31
Tabel 6. Esimese katse pulsside arvutused distant sil 100 meetrit. (autori koostatud).....	56
Tabel 7. Esimese katse pulsside arvutused distant sil 200 meetrit. (autori koostatud).....	56
Tabel 8. Esimese katse pulsside arvutused distant sil 300 meetrit. (autori koostatud).....	57
Tabel 9. Teise katse pulsside arvutused distant sil 100 meetrit. (autori koostatud).....	57
Tabel 10. Teise katse pulsside arvutused distant sil 200 meetrit. (autori koostatud).....	57
Tabel 11. Teise katse pulsside arvutused distant sil 300 meetrit. (autori koostatud).....	57
Tabel 12. Kolmanda katse pulsside arvutused distant sil 100 meetrit. (autori koostatud).....	58
Tabel 13. Kolmanda katse pulsside arvutused distant sil 200 meetrit. (autori koostatud).....	58
Tabel 14. Kolmanda katse pulsside arvutused distant sil 300 meetrit. (autori koostatud).....	58
Joonis 1. Voolikute purunemise põhjused vastavalt sündmuse liigile (autori koostatud)	20
Joonis 2. Voolikute purunemisarv mahuka tulekahju ajal (autori koostatud).....	21
Joonis 3. Voolikute purunemise põhjused sündmuskohal (autori koostatud).....	22
Joonis 4. Voolikute korduvkasutamise probleemid mahukate tulekahjude puhul (autori koostatud).....	23
Joonis 5. Voolikute kokku kerimine sündmuskohal (autori koostatud).....	24
Joonis 6. Voolikuressursi käsitlemine sündmuskohal (autori koostatud).....	24
Joonis 7. Lisa-voolikuressursi haldamine (autori koostatud).....	25
Joonis 8. Voolikute korduvkasutamise põhjused (autori koostatud)	26
Joonis 9. Voolikute korduvkasutamise lihtsustamine sündmuskohal (autori koostatud)	26
Joonis 10. Vooliku kerija külg vaade (autori koostatud)	49

Joonis 11. Vooliku kerijaga 77 mm vooliku kerimine voolikurulli (autori koostatud).....	49
Joonis 12. 77 mm vooliku kerimine voolikurulli külj vaade (autori koostatud)	50
Joonis 13. Voolikurulli kerimine ühe päästjaga (autori koostatud).....	50
Joonis 14. Voolikurulli eemaldamine (autori koostatud)	51

LISA 1. ANKEETKÜSITLUSE VORM

Efektiivne voolikuressursside kasutamine mahukatel tulekahjudel

Mahuka sündmuse all autor arvab, et sündmus on palju tehnikat ja inimressurssi nõudev. Näiteks suurem metsatulekahju, prügimäe- või tööstushoone tulekahju. Sündmusele kaasatakse erinevat päästetehnikat ning veetransport on moodustatud 77 mm voolikutest või juba magistraalliniist.

1) Mis päästekeskuses te töötate?*

- Põhja päästekeskus
- Lõuna päästekeskus
- Lääne päästekeskus
- Ida päästekeskus

2) Mis ametikohal töötate?*

- Meeskonnavanem/rühmapealik
- Operatiivkorrapidaja

3) Millised on need sündmused, kus Teie arust voolikud purunevad tihedamini?*

- Metsa- ja maastikutulekahjud
- Prügilate tulekahjud
- Tööstushoonete tulekahjud
- Muu:

4) Kui palju Teie kogemusest puruneb voolikuid sündmusel ühe mahuka tulekahju ajal?*

- 1-2
- 2-3
- Muu:

- 5) Milles võib olla Teie arust peamine põhjus voolikute purunemisel?*
- Terav ese
 - Kõrge surve
 - Voolik oli kulunud
 - Muu:
- 6) Millised võiks olla probleemid voolikute korduvkasutamisel mahukatel tulekahjudel? (Korduvkasutamise all pean silmas samal sündmusel juba varasemalt kasutatud voolikute ümberpaigutamist mõne teise liini jaoks või tööloiku)*
- Inimressurssi puudus
 - Tehnika puudus
 - Muu:
- 7) Millal Teie eelistaksite kasutatud vooliku kokku kerimist?*
- Esimesel võimalusel, niipea kui voolikut enam ei kasutata
 - Sündmuse keskfaasis (kui sündmus on lokaliseeritud)
 - Sündmuse lõpus (kui sündmus on likvideeritud)
- 8) Kas olete olnud olukorras, kus sündmusele olevatel tehnikatel (autodel) on voolikud otsa saanud ning Teie seatud eesmärk on selle tõttu ebaefektiivne?*
- Jah
 - Ei
- 9) Kuidas olete lahendanud voolikute puuduse korral lisavoolikute saamise sündmusele?*
- Leian lähimast põhiautost/paakautost vms puhtad voolikud
 - Tellin lisaressurssi sündmuse voolikutega varustamise jaoks
 - Hindan kasutuks jäänud liinide hulka ja tõstan kasutatud voolikud ümber teise töökohta

10) Mis võiks olla probleemiks, et juba kasutatud voolikuid ei korduvkasutata samal sündmusel? (Korduvkasutamise all autor arvab, et voolikuid saab kasutada samal sündmusel edasi.)*

- Voolikud on katki
- Voolikud on sodi all
- Voolikute korduvkasutamine on liiga aeganõudev arvestades inimressurssi
- Puudub korralduslik lahendus liinide kasutamisest ja nendega töö lõpetamisest
- Muu:

11) Kui voolikute korduvkasutamine oleks lihtsam, kas kasutaksite voolikute korduvkasutamise taktikat enda juhitud lõigus/sündmusel? (arvestades seda, et väike ajakulu sellegipoolest tekib kuid see on 4 korda kiirem ja energiasäästlikum kui seda teha käsitsi.)*

- Jah
- Ei

LISA 2. KATSETE PROTOKOLL

15.02.2020 – 12.00 kuni kell 17.00 / 19.02.2020 – 14.00 kuni kell 17.00

Asukoht: Eesti, Harju maakond, Osmussaare tee 2, Lasnamäe päästekomando

Ilmastik: Õhu temperatuur oli Riigi Ilmateenistuse andemetel -5 °C ja -10°C vahemikus. Ilm oli pilves selginemistega ja sademeteta, tuulevaikne.

Katsed viisid läbi Päästeameti päästetöö osakonna ekspert Ivar Frantsuzov ja õppur Andrei Minejev. Katsete läbiviimise õigsust kontrollis sõltumatu isik, kelleks oli Martin Kreek, Lasnamäe päästekomando meeskonnavanem.

Katsete osalejad: Stanislav Dmitriev, Oliver Aberut, Janar Safronov, Andrei Doronin ja Kristo Puustusmaa.

Kasutati alljärgnevat varustust: UTV John Deere, 77 mm voolikud, jagaja, voolikukerimise seade.

Katse 1. Voolikute kerimine ja rullide transportimine käsitsi

100m: Janar – alguses 82 l/m; lõppus 128 l/m [10:47]

Stanislav – alguses 90 l/m; lõppus 140 l/m

200m: Oliver – alguses 77 l/m; lõppus 133 l/m [21:58]

Andrei – alguses 77 l/m; lõppus 138 l/m

300m: Kristo – alguses 97 l/m; lõppus 135 l/m [42:45]

Andrei – alguses 79 l/m; lõppus 155 l/m

Katse 2. Voolikute kerimine käsitsi, kasutades UTV-d voolikurullide transpordiks

100m: Janar – alguses 80 l/m; lõppus 109 l/m [10:50]

Stanislav – alguses 94 l/m; lõppus 117 l/m

200m: Oliver – alguses 83 l/m; lõppus 130 l/m [18:45]

Andrei – alguses 83 l/m; lõppus 131 l/m

300m: Kristo – alguses 78 l/m; lõppus 122 l/m [**24:10**]

Andrei – alguses 79 l/m; lõppus 93 l/m

Katse 3. Voolikute kerimine kasutades voolikukerimise seadet ja UTV-d voolirullide transpordiks

100m: Janar – alguses 89 l/m; lõppus 104 l/m [**14:15**]

Stanislav – alguses 93 l/m; lõppus 113 l/m

200m: Oliver – alguses 80 l/m; lõppus 102 l/m [**22:58**]

Andrei – alguses 80 l/m; lõppus 98 l/m

300m: Kristo – alguses 84 l/m; lõppus 89 l/m [**26:11**]

Andrei – alguses 87 l/m; lõppus 96 l/m

Andrei Minejev
protokollitaja

LISA 3. VOOLIKUKERIJA PROTOTÜÜB



Joonis 10. Vooliku kerija külj vaade (autori koostatud)



Joonis 11. Vooliku kerijaga 77 mm vooliku kerimine voolikurulli (autori koostatud)



Joonis 12. 77 mm vooliku kerimine voolikurulli külj vaade (autori koostatud)



Joonis 13. Voolikurulli kerimine ühe päästjaga (autori koostatud)



Joonis 14. Voolikurulli eemaldamine (autori koostatud)

LISA 4. VEE TRANSPORDI JA METSATULEKAHJU KUSTUTUSTÖÖ TEENUSED

Vee transpordi teenus

HFS 150 pumbajaam

Päästeametis on kasutusel kokku 5 HFS150 pumbajaama. HFS ehk Hytrans Fire Systems on mobiilne pumbajaama süsteem, mis kasutatakse üleujutustel või sündmuskohal vee tagamisel. Igas päästekeskuses on üks pumbajaam, väljaarvatud Ida Päästekeskus, kus on kaks HFS pumbajaama. Igas konteineris on ette nähtud 2 km 150 mm voolikuid. (Päästeamet, 2015) HFS 150 pumbajaam tagab vee transpordi teenuse tegevusvõime 4, mis tähendab, et päästemeeskond, kasutades 150 mm kuni 250 mm voolikuliine ja selle armatuuri, transpordib vett pikkade vahemaade taha. Tegevusvõime 4 tagatakse üle Eesti kokku 13 riiklikus päästekomandos. 150 mm 12 bar maksimaalse rõhuga voolikuid on Eestis kokku 19 km. Samas tagatakse 3 km magistraalliini voolikuliine transporti üle Eesti 2 tunni jooksul. (Päästeamet, 2018b)

HFS 450 pumbajaam

Eestis on ainulaadne HFS 450 pumbajaam, mis on kasutusel Muuga päästekomandos. Kuna Muuga asub sadamas, kus asub suures hulgas erinevad kütused ja suured mahutid, siis nende mahutite kustutamiseks on vaja tagada suurtes kogustes veehulka, millega just aitab HFS 450, kuna tema tootlikus on 15300 l/min. (VIIDE) Pumbajaama vajalikud abivahendid on haagis koos armatuuriga ja HFS 250 2 km voolikud. Samamoodi HFS450 tagab vee transpordi tegevusvõime 4, mis tähendab et, Päästemeeskond, kasutades 250 mm voolikuliine ja selle armatuuri, transpordib vett pikkade vahemaade taha. 250 mm voolikuliine, mis töötavad 12 bar maksimaalse rõhu peal on Eestis 2 km. HFS 450 konteiner nõuab meeskonnalt kvaliteetset väljaõpet, mis peaks tagama meeskonna hea teadlikkuse konteineri käsitluses. Pumbajaama peaksid oskama käsitleda ka Muugale lähimad komandod ehk Lasnamäe ja Pirita

päästekomandod, kuna erinevate armatuuride, voolikute ja lafettide paigutamisel ei aita ainult ühe põhiauto meeskond, vaid selleks tuleb abiks teiste komandode liikmed.

HFS 150 voolikukonteiner

Päästeametis on kasutuses kokku 4 HFS 150 vooliku konteinerit, mis asuvad igas päästekeskuses (Põhja päästekeskus - Lasnamäe PK; Ida päästekeskus - Iisaku PK; Lääne päästekeskus - Rapla Pk ja Lõuna päästekeskus - Elva PK). Voolikukonteineri kasutusotstarbeks on suurtes kogustes veehulga transportimine pikale vahemaale. Voolikukonteinerit saab jagada neljaks sektsiooniks, kus ühes asuvad tuletõrjearmatuur (hargmikud, voolikusillad jne.), teises ja kolmandas sektsioonis on voolikumoodul, kus igäühes on 1 km 150mm voolikuid. Mõnedel konteineritel neljanda sektsiooniga on olemas voolikute üleskorjeseade, mis aitab päästjatele voolikud korjata sündmusel. Voolikute üleskorjeseade ei esine igas konteineris, kuna keskus on teostanud moodulite vahetust suurel taaral, mis töö välja erinevused konteineritel. (Päästeamet, 2015) Samuti nagu HFS 150 ja HFS 450 on voolikukonteineril vee transpordi teenus tegevusvõime 4. (Päästeamet, 2018b)

HFS 250 voolikukonteiner

Eestis on ainulaadne selline HFS 250 konteiner, kuna 250 mm voolikud kasutatakse HFS 450 pumbajaamaga. Konteineri kasutusotstarve on kuni 2 km pikkuse magistraalliini moodustamine sündmuskohal. Magistraalliini mahapanekul peaks arvestama kiirusega kuni 20 km/h ning liini korjamisel kuni 3 km/h. Juba varasemalt autor mainis, et HFS 450 vajab kvaliteetse väljaõppega meeskonda, kes oskab seda kasutada, samamoodi on 250 mm voolikutega, ilma väljaõpet saamata on võimatu tagada voolikute efektiivne kasutamine sündmuskohal. Kuna tegemist on suurte raskustega, siis päästjad peaksid arvestama, et 250 mm voolikute tõstmine on vaja teha õiges asendis, et vältida lihaste vigastusi, mis võib tuua edaspidise päästja mitte funktsionaalsust. Samuti konteiner tagab vee transpordi teenuse tegevusvõime 4. (Päästeamet, 2018b)

Voolikukonteinerid

Samuti on võimalik kaasata sündmusele lisa voolikute ressursi. Hetkel on päästekeskustes kasutuses kolm voolikukonteinerit, mille eesmärgiks on tagada vajalik vooliku ressurss koos

armatuuriga sündmuskohal. Konteinerid paiknevad Kose, Paide ja Valga päästekomandos, mis tagavad veetransporditeenuse ülesanded. (Päästeamet, 2015) Kose ja Paide päästekomandos paiknevad voolikukonteinerid on ettenähtud magistraalliini moodustamiseks. Konteinerid on tehtud suurtaara süsteemiga. Seal on kasutuses 4400 m 150 mm magistraalliini voolikud. Voolikud on omakorda paigutatud kuude väiketaara moodulisse, mis lihtsustab nende kättesaamist sündmuskohal. Selle konteineri ettevalmistamiseks ja töös hoidmiseks võib vabalt arvestada 1+1 meeskonnaga. (Päästeamet, 2015) Valga päästekomandos paiknev voolikukonteiner on samamoodi ettenähtud magistraalliini moodustamiseks, kuid aga maksimaalseks voolikuliini pikkuseks, millega saab arvestada, on 900 m. Voolikud on komplekteeritud nii öelda lapatud kujul, et neid oleks võimalik efektiivselt kasutada. Selle konteineri töö tagamiseks oleks vaja 1+1 meeskonda, kellest üks on autojuht. (Päästeamet, 2015)

Metsatulekahju kustutustöö teenus

Metsakustutuseks on võimalik kasutada PääA olevate metsa varustuse konteineritega, mille eesmärk on tagada metsakustutuseks vajalik varustus sündmuskohale nii öelda ühetükki meetodiga. Selliseid konteinerid on Eestis kokku 12, neist neli asuvad Ida päästkeskuses (Iisaku, Jõhvi, Kohtla-Järve, Rakvere), kolm asuvad Lõuna päästkeskuses (kõik kolm Elva päästekomandos), kaks asuvad Lääne päästkeskuses (Pärnu-Jaagupi, Rapla) ja kolm viimast konteineri asuvad Põhja päästkeskuses, neist kaks Kose päästekomandos ja üks Lasnamäe päästekomandos. Edaspidi autor teeb ülevaade päästkeskustes paiknevate metsa varustuse konteinerite vee transpordiks ja vee andmiseks mõeldud varustusest. (Päästeamet, 2015)

Vee transportimiseks ja vee andmiseks saavad keskused kasutada:

Ida päästkeskus: 15580 m tüviliine, 10060 m tööliine ja 270 m magistraalliine, kaheksa OTTER pumpa vee andmiseks ja kolm NIAGAARA pumba veevõttekohal vee imemiseks.

Lõuna päästkeskus: 9600 m tüviliine ja 10400 m tööliine, neli OTTER pumpa veeandmiseks ja veevarude kogumiseks on üks basseini 10000 l.

Lääne päästkeskus : 9800 m tüviliine ja 3600 m tööliine, üks FOX mootorpump veeandmiseks ja veevarude kogumiseks on samuti basseini 10000 l.

Põhja päästkeskus: 4600 m tüviliine, 3600 m tööliine ja 800 m magistraalliine kokku. Vee edasi andmiseks on ettenähtud seitse Otter pumpa ja vee imemiseks veevõttekohal üks

NIAGAARA pump ja kaks AQUAFast pumba. Veevarude kogumiseks on olemas veebassein 10000 l. (Päästeamet, 2015)

LISA 5. KATSETE PULSSIDE ARVUTAMISE TABELID

Pulsside keskmise väärtuse arvutamiseks kasutas autor järgmist valemit (Aru, et al., 2014):

- 1) $a + b + \dots = \text{summa}$
- 2) *Jagame* summa liidetavate arvuga
- 3) Saame arvude *aritmeetilise keskmise*

Pulsside tõusude arvutamiseks kasutas autor valemit, mille abil on võimalik leida, mitu protsenti on arv **a** suurem kui arv **b**. Selleks autor kasutab järgmise lahendamise võimalust (Aru, et al., 2014):

$$(b - a) : a \cdot 100\% = \%$$

Kus **b** on lõppväärtus ja **a** on algväärtus.

Esimene katse

Tabel 6. Esimese katse pulsside arvutused distantsil 100 meetrit. (autori koostatud)

KATSE 1			KATSE 1				
ALG PULSS			LÕPP PULSS				
100 m	Stanislav	Janar	100 m	Stanislav	Janar	PULSSI TÕUS %	
KÄSITSI	90	78	KÄSITSI	136	125	Stanislav	Janar
KELLAGA	90	85	KELLAGA	144	131	56%	56%
						KESKMINE	
KESKMINE	90	82	KESKMINE	140	128	56%	

Tabel 7. Esimese katse pulsside arvutused distantsil 200 meetrit. (autori koostatud)

KATSE 1			KATSE 1				
ALG PULSS			LÕPP PULSS				
200 m	Andrei	Oliver	200 m	Andrei	Oliver	PULSSI TÕUS %	
KÄSITSI	78	78	KÄSITSI	135	135	Andrei	Oliver
KELLAGA	75	76	KELLAGA	140	130	79%	73%
						KESKMINE	
KESKMINE	77	77	KESKMINE	138	133	76%	

Tabel 8. Esimese katse pulsside arvutused distantsil 300 meetrit. (autori koostatud)

KATSE 1			KATSE 1				
ALG PULSS			LÕPP PULSS				
300 m	Andrei	Kristo	300 m	Andrei	Kristo	PULSSI TÕUS %	
KÄSITSI	78	96	KÄSITSI	150	150	Andrei	Kristo
KELLAGA	80	98	KELLAGA	160	120	96%	39%
						KESKMINE	
KESKMINE	79	97	KESKMINE	155	135	68%	

Teine katse

Tabel 9. Teise katse pulsside arvutused distantsil 100 meetrit. (autori koostatud)

KATSE 2			KATSE 2				
ALG PULSS			LÕPP PULSS				
100 m	Stanislav	Janar	100 m	Stanislav	Janar	PULSSI TÕUS %	
KÄSITSI	90	84	KÄSITSI	114	108	Stanislav	Janar
KELLAGA	97	75	KELLAGA	120	110	24%	36%
						KESKMINE	
KESKMINE	94	80	KESKMINE	117	109	30%	

Tabel 10. Teise katse pulsside arvutused distantsil 200 meetrit. (autori koostatud)

KATSE 2			KATSE 2				
ALG PULSS			LÕPP PULSS				
200 m	Andrei	Oliver	200 m	Andrei	Oliver	PULSSI TÕUS %	
KÄSITSI	86	86	KÄSITSI	126	126	Andrei	Oliver
KELLAGA	80	79	KELLAGA	135	133	58%	57%
						KESKMINE	
KESKMINE	83	83	KESKMINE	131	130	58%	

Tabel 11. Teise katse pulsside arvutused distantsil 300 meetrit. (autori koostatud)

KATSE 2			KATSE 2				
ALG PULSS			LÕPP PULSS				
300 m	Andrei	Kristo	300 m	Andrei	Kristo	PULSSI TÕUS %	
KÄSITSI	78	78	KÄSITSI	114	95	Andrei	Kristo
KELLAGA	80	78	KELLAGA	130	101	54%	26%
						KESKMINE	
KESKMINE	79	78	KESKMINE	122	98	40%	

Kolmas katse

Tabel 12. Kolmanda katse pulsside arvutused distant sil 100 meetrit. (autori koostatud)

KATSE 3			KATSE 3				
ALG PULSS			LÕPP PULSS				
100 m	Stanislav	Janar	100 m	Stanislav	Janar	PULSSI TÕUS %	
KÄSITSI	90	90	KÄSITSI	108	105	Stanislav	Janar
KELLAGA	96	87	KELLAGA	118	102	22%	17%
						KESKMINE	
KESKMINE	93	89	KESKMINE	113	104	20%	

Tabel 13. Kolmanda katse pulsside arvutused distant sil 200 meetrit. (autori koostatud)

KATSE 3			KATSE 3				
ALG PULSS			LÕPP PULSS				
200 m	Andrei	Oliver	200 m	Andrei	Oliver	PULSSI TÕUS %	
KÄSITSI	79	84	KÄSITSI	99	102	Andrei	Oliver
KELLAGA	80	75	KELLAGA	97	101	23%	28%
						KESKMINE	
KESKMINE	80	80	KESKMINE	98	102	26%	

Tabel 14. Kolmanda katse pulsside arvutused distant sil 300 meetrit. (autori koostatud)

KATSE 3			KATSE 3				
ALG PULSS			LÕPP PULSS				
300 m	Andrei	Kristo	300 m	Andrei	Kristo	PULSSI TÕUS %	
KÄSITSI	84	84	KÄSITSI	91	88	Andrei	Kristo
KELLAGA	90	84	KELLAGA	100	90	10%	6%
						KESKMINE	
KESKMINE	87	84	KESKMINE	96	89	8%	