

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Tarmo Voltein

EESTI PÕHI-, PAAK- JA TULEKUSTUTUSAUTODE
JOATORUDE VALIK

Lõputöö

Juhendaja:

Karmo Kuru

Kaasjuhendajad:

Aleksandr Frischer

Feliks Angelstok, PhD

Tallinn 2013

ANNOTATSIOON

SISEKAITSEAKADEEMIA

Kolledž Päästekolledž	Kuu ja aasta Juuni 2013
Töö pealkiri: EESTI PÕHI-, PAAK- JA TULEKUSTUTUSAUTODE JOATORUDE VALIK	
Töö autor: Tarmo Voltein	Olen nõus oma lõputöö kättesaadavaks tegemisega elektroonilises keskkonnas. Allkiri:
<p>Käesolev lõputöö on kirjutatud eesti keeles ning võõrkeelne kokkuvõte on vene keeles. Töö maht on koos lisadega 44 lehekülge. Töö vormistamisel on tuginetud Sisekaitseakadeemia rektori 06.01.2012. aastal käskkirjaga nr 6.1-5/1 kinnitatud üliõpilastööde koostamise ja vormistamise juhendile.</p> <p>Lõputöö koosneb kolmest peatükist, mis omakorda koosnevad alapeatükkidest. Lõputöö on kirjutatud kahes osas, kus töö teoreetiline osa on koostatud erinevatele kirjanduslikele allikatele tuginedes.</p> <p>Töö teoreetilise osa eesmärgiks on anda ülevaade joatorudega seonduvatest mõistetest, veejuga erinevustest ning kustutusmeetoditest. Samuti anda ülevaade joatorudest, mis on kasutusel, nende iseärasustest ja kasutamisevõimalustest. Lisaks annab autor ülevaate katsetest ning nende läbiviimiseks vajaminevast tehnikast ja varustusest.</p> <p>Lõputöö teine osa sisaldab nimetatud teema uurimuslikku osa, mille käigus autor kogus andmeid Eesti päästekomandodes kasutusel olevate joatorude kohta. Autor kirjutas lahti erinevad sündmused, kus joatorusid kasutatakse ja selgitas, millisele sündmusele milline joatoru sobib. Tuginedes allikatele selgitati, miks vastavaid vooluhulkasid on vaja.</p>	
Võtmesõnad: joatoru, kompaktjuga, joatoru rõhk, joatoru tootlikkus, pumbarõhk	
Ключевые слова: насадка, компактная струя, давление в насадке, пропускная способность насадки, давление насоса	
Säilitamise koht: Sisekaitseakadeemia raamatukogu	
Kaitsmisele lubatud:	
Kolledži direktor:	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele Juhendaja: Karmo Kuru	Allkiri:

SISUKORD

ANNOTATSIOON	2
SISUKORD	3
SISSEJUHATUS	5
1. MÕISTED, JOATORUD NING KUSTUTUSMEETODID	6
1.1. Mõisted	6
1.2. Joatorud	10
1.2.1. Lihtjoatoru	10
1.2.2. Kombineeritud joatoru	11
1.2.3. Kõrgsurvejoatoru	11
1.2.4. Kombineeritud automaatjoatoru	12
1.2.5. Lafettjoatoru	12
1.3. Kustutamise meetodid	13
1.3.1. Kaudne meetod	13
1.3.2. Kombineeritud meetod	14
1.3.3. Otsemeetod	14
2. PUMBARÕHU SEOS VOOLIKUTE, SÜNDMUSTE JA JOALIIGIGA NING JÄRELDUS	15
2.1. Joatorude valik põhiliinis kasutatavatele töölinidele	15
2.1.1. Pumba rõhu valik	15
2.1.2. Komandodes kasutusel olevad voolikud	15
2.2. Sündmuseliikide kaardistamine ning joa liigi valik	17
2.2.1. Hoone tulekahjud	17
2.2.2. Metsa- ja maastikutulekahju	19
2.2.3. Ohtlike ainete sündmused	19
2.3. Järeldus	20
3. PÄÄSTEMEESKONADE KASUTUSES OLEVAD JOATORUD, NENDE ANDMED NING KATSED	22
3.1. Joatorude kaardistamine	22
3.2. Joatorude andmete kaardistamine	23
3.2.1. Kombineeritud joatorude tabel	23
3.2.2. Lihtjoatorude tabel	24
3.2.3. Lafettide tabel	25
3.2.4. Kõrgsurve joatoru tabel	25
3.2.5. Automaat joatorude tabel	26
3.2.6. Puudulike andmetega joatorude tabel	26
3.3. Katsed	27
3.3.1. Katsetel olev varustus ja tehnika	27
3.3.2. Katsete tutvustus	27
3.3.3. Katsetatavate joatorude andmed	28
3.3.4. Katsed põhiliini hargnemisel 42 mm tööliniga	28
3.3.5. Katsed põhiliini hargnemisel 51 mm tööliniga	29

3.4. Katsete järeldused.....	30
3.4.1. Põhiliini hargnemisel 42 mm tööliniga:.....	30
3.4.2. Põhiliini hargnemisel 51 mm tööliniga:.....	31
KOKKUVÕTE.....	33
PE3IOME.....	34
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU.....	35
JOONISTE JA TABELITE LOETELU.....	37
LISAD.....	38
Lisa 1. Protek siledatüveline 15/16“ käsijoatoru.....	38
Lisa 2. Protek 366 käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud käsijoatoru.....	38
Lisa 3. Protek 324 kombineeritud automaat käsijoatoru.....	39
Lisa 4. Protek 368 käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud käsijoatoru.....	39
Lisa 5. Lafett PROTEK 600.....	40
Lisa 6. Hetkel Eestis kasutusel olevad joatorud.....	41
Lisa 7. POK joareaktsiooni tabel (kombineeritud joatoru).....	43
Lisa 8. POK joareaktsiooni tabel (siledatüveline joatoru).....	44

SISSEJUHATUS

Tuletõrjes, nagu sõjaväes, peab olema erinevate lahingute jaoks erinev relvastus. Loomulikult on olemas ka universaalsed joatorud, millel on suur kasutamise ulatus, aga praktika näitab, et universaalsed asjad on tavaliselt vähem efektiivsed.

Lõputöö teema valik tulenes arutelust Lääne Päästkeskuse spetsialistidega, kelle jutust peegeldus arvamus, et Eestis on hetkel kasutusel liiga palju erinevaid joatorusid. Erinevuste all mõtlen järgnevaid punkte: töörõhk, tootlikus, kasutus mugavus, opereerijate arv, liitmiku suurus.

Kuna hetkel on Eestis asuvates päästekomandodes kasutusel liiga palju erinevaid joatorusid, siis arvan, et seda peaks optimeerima ja kasutusele jätma ainult kõige efektiivsemad.

Lõputöö eesmärk on kaardistada Päästeameti hallatavate päästemeeskondade joatorud ja analüüsida nende sobivust kasutatavate taktikatega ning välja pakkuda parim võimalik lahendus, millised joatorud peaksid põhi-, paak ja tulekustutusautodel olema.

Antud lõputöö on koostatud Päästeameti nelja regiooni komandodest saadud andmete põhjal.

1. MÕISTED, JOATORUD NING KUSTUTUSMEETODID

1.1. Mõisted

- **Juga** - Tuletõrjes nimetatakse joaks vett või mõnda muud ainet, mis väljub joatorust sihtmärgi poole, milleks on harilikult tuli. Tuletõrje juga on vajalik tule leviku peatamiseks ning kustutamiseks. Korralikult moodustatud ja sihitud veejuga on tulekustutamisel efektiivne. Efektiivse joa saavutamiseks on vajalikud nii päästja, meeskonnavanema kui ka pumbaoperaatori teadmised ja oskused. Korralikus joas on piisavalt suur vee vooluhulk, rõhk ja õige suund, mis tabab sihtmärki soovitud kujul. Päästjatele on oluline tunda jugasid ja kasutada neid erinevates olukordades. (Firefighter`s handbook 2000:267)
- **Joatorud** - Joatorud on vahendid, millega on võimalik lasta vett ning samuti mõnda teist kustutusainet. Joatoru on koonjas toru, mida kasutatakse vee ja teiste vedelike voolukiiruse suurendamiseks või suuna muutmiseks. Tähtsad faktorid joatoru valikul on joarõhk, vooluhulk, joapikkus, joa kuju ja joareaktsioon. (Firefighter`s handbook 2000:267)
- **Joarõhk** - Joarõhk on rõhk, mis on vajalik efektiivseks joatoru tööks, samuti määrab joarõhk vooluhulga ja joa pikkuse. Joatorud on disainitud kindlatel rõhkudel töötamiseks (Firefighter`s handbook 2000:268). Käesolevas töös mõõdetakse rõhkusid baarides (bar).
- **Joa reaktsioonijõud** - Joa reaktsioonijõud avaldub joatorust väljavoolava vedelikujoa suunale vastassuunas mõjuva jõuna. (Otsla jt 2007:24)

Üks päästja on võimeline töötama lühiajaliselt joatoruga, mille joa reaktsioonijõud ei ületa 200N; kaldkatustel, redelitel ja libedatel pindadel on üks päästja võimeline töötama joatoruga, mille joa reaktsioonijõud ei ületa 100 N (käsijoatorudel 350kPA juures). (Otsla jt 2007:27)

350kPA=3,5bar

Seda saab arvutada järgmiste valemiga (andmed saab tabelist (vt lisa 7)):

Kombineeritud joatorule: (POK Catalog 2006:116)

$$\text{reaktsiooni valem} = NR = 0.0505Q \sqrt{NP}$$

NR – joareaktsioon

NP – joatorurõhk (psi) 1 psi = 0,6894 bar

Q – vooluhulk (gpm) 1 gpm = 3,785 l/min

Siledatüvelisele joatorule: (POK Catalog 2006:117)

$$\text{reaktsiooni valem} = NR = 1,57D \sqrt{NP}$$

NR – joareaktsioon

NP – joatorurõhk (psi) 1 psi = 0,6894 bar

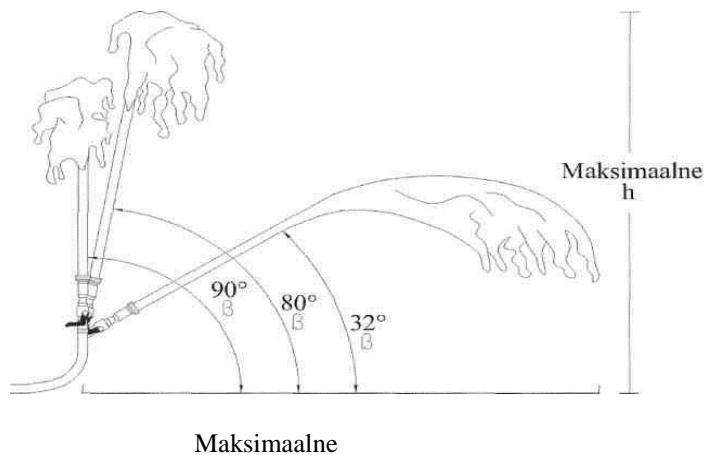
D – ava diameeter 1 inch = 25,4 mm

Suurema tootlikkusega (mille reaktsioonijõud on üle 200 N) kombineeritud joatoruga ei saa päästja enam üksinda hakkama, sellega optimeerimiseks on vaja kaks ja enam päästjat. Mõistlikum on kasutada mehitamata joatoru, ehk lafetti (monitori).

- **Vooluhulk** - Vooluhulk on vee hulk, mis väljub joatorust teatud survele. Vooluhulk on oluline, sest väljutatud veehulk määrab, millisel hulgal kuumust jahutatakse. Mõned joatorud on mõeldud töötamiseks kindla vooluhulgaga ning osadel joatorudel on võimalik seda reguleerida. (Firefighter`s handbook 2000:268) Lisaks kuumuse jahutamisele kustutatakse ka leegid. Eestis kasutatakse vooluhulga mõõtmiseks liitrit minutis (l/min) või liitrit sekundis (l/s).
- **Joapikkus** - Joapikkus on vahemaa, mille vesi läbib joatorust pärast väljumist. Suurem ulatus on oluline suurtes ruumides või välistulekahjudel. Joatorus tekkinud rõhk muutub joatorust väljumisel veejoa kiiruseks ning sellest sõltub ka joa pikkus. (Firefighter`s handbook 2000:268)
- **Kompakt juga** - Kompaktse joa puhul on tegemist joaga, kus saavutatakse joa küllaldane löögijõud ja maksimaalne lennukaugus, mis koosneb nii koonilisest kui ka silindrilisest osast. Koonilise osa ülesandeks on väljavoolukiiruse suurendamine. Silindrilise osa ülesanne on kujundada korrektne silindrijuga, mis omab suurt löögijõudu ja suurt lennu kaugust. Joatorust väljuv juga on algul kompaktne, suure kiirusega liikuvad

veeosakesed haaravad kaasa õhu ning juga küllastub õhuga ja laguneb lõpuks üksikuteks piiskadeks. Herterich'i printsiipide järgi saavutatakse suurim joa kõrgus 80° nurga all ja pikim joa pikkus 32° kaldenurga all (vt joonis 1 lk 8). Suurim joa kõrgus on ligikaudu 75% joa pikkusest. (Otsla jt 2007:19).

Mida vähem on juga lõhutud joatoru suudmest väljudes, seda kauem püsib ta kompaktsena.



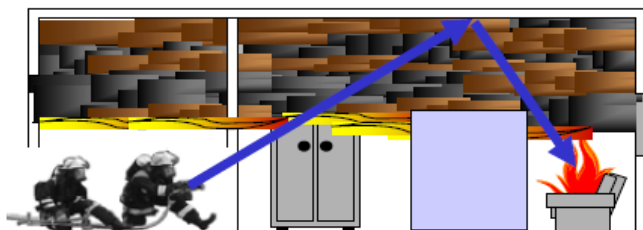
Joonis 1. Kompaktne juga(Otsla jt 2007:20)

Kompaktse joa pikkus ja kõrgus olenevad järgnevatest teguritest: (Otsla jt 2007:19)

- joa kaldenurgast horisontaali suhtes;
- tuule tugevusest ja suunast;
- joatoru otsiku kujust;
- joa rõhust.

Kompaktse joaga kustutamisel juhitakse vesi otse põlevale ainele, millega kokkupuutel laguneb osa veest piiskadeks ja aurustub. Selle tulemusena tulekoldesse juhitud vesi alandab põlevaine temperatuuri ja pidurdab sellega pürolüüsi ning aurustuv vesi aitab kaasa põlemisgaaside temperatuuri alanemisele. Kompaktse joa puuduseks tulekahjudel on see, et enamuse tulekustutusveest valgub maha ega võta seega kustutamisest osa. (Suurkivi jt 2000:57)

Kasutatakse ka laepõrkemeetodit, kus juga suunatakse vastu lage, seal ta laguneb piiskadeks ja alles siis põrkub põlevmaterjalile. Sellise meetodi puhul on võimalik kompaktse joaga efektiivsemalt põlemisgaase jahutada (mitte nii efektiivselt kui kombineeritud joatoruga).



Joonis 2. Laepõrkemeetod

Kompaktset juga kasutatakse: (Suurkivi jt 2000:58)

- välistulekahjudel;
- lahtistel sisetulekahjudel;
- tulekollete ja hõõgivate puupindade kustutamisel;
- olukordades, kus vajatakse suurt joa pikkust, kõrgust ja löögijõudu.

Kompaktset juga on ohtlik kasutada: (Suurkivi jt 2000:58)

- tolmustes ruumides (plahvatusoht);
- rasvade ja pigi põlengutel (ülekeemine);
- põlevvedelike põlengutel (pritsmed);
- kemikaalide põlengutel (eraldub ohtlikke gaase).

- **Pihustatud juga** - Pihustatud joa all mõistetakse veejuga, mis kujutab endast erinevate läbimõõtudega veepiiskade pilve ning piiskade suurused sõltuvad eelkõige joa rõhust. (Otsla jt 2007:21)

Selleks, et saavutada väikest, tulekahju tingimustes hästi aurustuvat veepiiska, on kombineeritud joatorude rõhk 5-7 bar-i.

Pihustatud juga kasutatakse põhiliselt sisetulekahjudel tekkivate põlemisgaaside jahutamiseks, kuna pihustatud juga mõjub kogu kustutatavale pinnale (üheaegselt ja ühtlaselt jahutatav pindala ja ruumala). Pihustatud joa veepiisad suurendavad vee ja kuumade põlemisgaaside vahelist kokkupuutepinda, mille tulemusel seotakse suur osa soojushulgast. Sellest tulenevalt tekkiv aur alandab vähesel määral ruumi hapnikusisaldust (lammatab tulekahju). Erinevalt kompaktse joa vee tuldkustutavast toimest leiavad pihustatud joa vee omadused tulekahjul täielikumat ärakasutamist. (Suurkivi jt 2000:58)

Aurustumise tulemusena paisub vesi 1700 korda, mis tekitab ülerõhu. On oht suruda põlemisgaasid kõrval asuvatesse ruumidesse.

Hoolimata välistest sarnasustest on erinevusi ka pihustatud jugadel. Seda pihustatud jugade poolt tekitavates õhuvooludes. Kõige paremini tulevad erinevused esile gaasipõlengute likvideerimistel. Kustutades gaasipõlengut Fogfighter joatoruga, liiguvad õhuvoolud nii, et gaasipilv põleb pihustatud joa „sees“ ning töötades Akron Turbojet joatoruga liiguvad õhuvoolud selliselt, et gaasipilv põleb pihustatud joa ees. Pihustatud joa puudusteks võib lugeda lühikest joa pikkust ning samuti sõltuvust ilmastiku tingimustest (nt tuulest). (Suurkivi jt 2000:59)

Pihustatud jugade kasutamisel on tähtis teada, millise joa nurga kasutamine tulekahjul on kõige efektiivsem ja ohutum: (Otsla jt 2007:23)

- kuni 30° välistulekahjud ja järelkustutamine;
- 40°-90° põlemisgaaside jahutamine;
- 80°-90° suitsutuulutus joatoruga akna kaudu;
- 100°-120° suitsutuulutus, gaasipõlengud ja soojuskiirguse kaitse.

Pihustatud juga kasutatakse: (Suurkivi jt 2000:59)

- sisetulekahjudel;
- põlevvedelike põlengutel;
- gaasipõlengutel;
- tolmuste ruumide põlengutel;
- autopõlengutel;
- ohtlike gaasipilvede kontrolli all hoidmisel;
- suitsutuulutusel;
- soojuskiirguse kaitsel.

1.2. Joatorud

Tulekahjude kustutamise tulemus sõltub tulekustutusvee vooluhulgast, joa kujust ning valitud tulekustutusmeetodist. Tavaliselt pürgitakse kustutamisel vett laskma selliselt, et võimalikult suur osa veehulgast aurustuks. Aurustuv vesi alandab temperatuuri ja lämmatab tulekahju. Selleks, et reguleerida vooluhulka, muuta lähtuvalt tulekustutusmeetodist joa kuju ja seega edukalt kustutada tulekahjusid, kasutatakse joatorusid. (Suurkivi jt 2000:51)

Lisaks mõjutab tulekahju kustutamise tulemust joa löögijõud.

Joatorude jaotus LePK-s

- Metsa- ja maastiku joatoru – kuni 200 l/min
- C joatoru - kuni 400-500 l/min
- B-joatoru - 500-800 l/min
- A-joatoru - 800-1000 l/min
- Lafett

1.2.1. Lihtjoatoru

Enamus lihtjoatorusid on varustatud erineva läbimõõduga otsikutega, mis keeratakse joatorusuudmele ning millega reguleeritakse joatootlikust. Näiteks kui suudme läbimõõt on 19 mm ning rõhk 3 atü, siis on joatootlikus 6,6 l/s, 22 mm läbimõõduga suudme puhul aga 10 l/s. (Šuvalov, 1977:92-93)

3 atü = 3, 03975 bar

Vaatamata lihtjoatorude üha väiksemale kasutusele, on neile olemas kindel koht ning ei ole karta väljatõrjumist kombineeritud joatorude poolt. Lahtist tulekahju kustutades tuleks kindlasti kasutada siledatüvelist lihtjoatoru, kuna saame madalamal survele suurema veehulga ning kuna surve on madal, siis on joareaktsioon madal, millega kulutame vähem päästja energiat. Kõige korrektsem kompaktne juga on lihtjoatorude puhul rõhuga 3,5 bar-i. Lihtjoatoru peamine kasutusala on lahtiste tulekahjude korral tulekahju ründamine.

1.2.2. Kombineeritud joatoru

Tänapäeval on enamkasutatavateks joatorudeks kujunenud kombineeritud joatorud ning nende eeliseks võib pidada väga laia kasutusala, näiteks: (Suurkivi jt 2000:52-53)

- kompaktjoa tootmine olukordades, milles vajame veejoa maksimaalset kõrgust, pikkust või löögivõimet;
- pihustatud joa tootmise võimalus sisetulekahjudel põlemisgaase jahutada;
- udujoa tootmine gaasipõlengute likvideerimisel;
- udujoa kasutamine kaitsesirmina;
- suitsutuulutus;
- vahutootmine.

Kombineeritud joatorude vooluhulgaks on tavaliselt 250-500 l/min. On ka selliseid kombineeritud joatorusid, mille vooluhulk küündib kuni 900 l/min. (Suurkivi jt 2000:52-53)

Tänapäeval on kombineeritud joatorude vooluhulk juba kuni 1000 l/min.

Kombineeritud joatoru tekitab niinimetatud lõhutud kompaktse joa, kuna joatorust väljub juga silindrija kujuna, mis on seest tühi ja alles hiljem suubub juga kokku kompaktseks joaks.

Selline lõhutud kompaktne juga hakkab võrreldes kompaktse joaga varem lagunema ja ei oma nii suurt löögijõudu.

Kombineeritud joatoru on kõige otstarbekam kasutada kinniste tulekahjude korral, kuna sellega on võimalik efektiivselt põlemisgaase jahutada. Lahtise tulekahju korral on vaja suuremat veehulka ja head kompaktset juga, et jõuda põlevmaterjalini ja see kustutada. Seetõttu on lahtistel tulekahjudel soovituslik kasutada suure tootlikkusega lihtjoatoru.

1.2.3. Kõrgsurvejoatoru

Kõrgsurvejoatorusid kasutatakse kõrge survega pihustatud või kompaktse joa tootmiseks, mille tootlikkus ulatub kuni 200 l/min. Tänu veetiljade väikesele läbimõõdule vähenevad liigest tulekustutusveest tingitud lisakahjustused. (Suurkivi jt 2000:53)

Üheks suuremaks ohuks kõrgsurvejoatorudel on kõrge surve, mis läbi joareaktsiooni ning hüdraulilise löögi võib ohustada tuletõrjuja-päästjat ja varustust. Tugeva joareaktsiooni ohjeldamiseks on kõrgsurvejoatorudel allapoole suunatud käepide, mis võimaldab joatoru suure surve korral kontrolli all hoida. Lisaks aitab veel tugevat joareaktsiooni vältida joatoru suudme väike läbimõõt ning vee liikumissuuna muutmine enne joatorusse sisenemist. Hüdraulilise löögi leevendamiseks on kõrgsurvejoatorud varustatud kraani kiiret sulgumist takistava seadmega. (Suurkivi jt 2000:53)

Tulekahju jahutamiseks või kustutamiseks on vaja suuremat vooluhulka (eluhoonel 500 l/min), seetõttu ei sobi need joatorud hoone tulekahjude kustutamiseks. Kasulik on neid kasutada väikestel maastikupõlengutel, kuna tarbivad vähe vett.

1.2.4. Kombineeritud automaatjoatoru

Automaatjoatorud töötati välja 1969. aastal ideega, kus tulekahjul, eriti selle kustutamise algstaadiumis, mil veevarustuse vooluhulk kogu aeg kõigub (samast veeallikast pannakse tööle täiendavaid liine ja joatorusid, avatakse ja suletakse kraane), oli vaja sellist joatoru, mis ise pidevalt reageeriks nende veevarustuse kõikumistele ja annaks välja kogu aeg perfektse veejao ideaalse pikkusega. Võrreldes kombineeritud (paika pandud vooluhulgaga ja käsitsi reguleeritavate) joatorudega on automaatjoatorudel järgmised eelised: (Automaatjoatoru...03.01.13)

- pidevalt tugevalt löövad joad (pikk juga);
- optimaalne veesurve joatoru sees ükskõik millise vooluhulga korral;
- võimalus anda esmasel rünnakul supervooluhulka.

Praktika näitab, et kui soovitakse suurt vooluhulka siis vajatakse ka väga suurt rõhku (näiteks 7 bar) ja sellega kaasneb suur joareaktsioon. Kui mehel on raske töötada, siis on tulekahju kustutamiseks õige tootlikkus.

Automaat- ja kombineeritud joatoru peamine vahe on see, et kui langetada jao töö rõhku, siis automaatjoatoru säilitab jao pikkuse, aga tavaline kombineeritud joatoru ei säilita. Automaatjoatoru miinuseks on, et kunagi ei tea kui palju vett joatorust väljub.

1.2.5. Lafettjoatoru

Lafettjoatoru kasutatakse objektidel, kus tulekahju tekkimise korral vajatakse tuldkustutava aine pealeandmise suurt intensiivsust ning tulekahju kustutamisel esineb oht isikkoosseisule tulekahju suure soojuskiirguse tõttu. Lafettjoatoru võimaldab tänu oma ehitusele ning otsikute vahetamise võimalustele suunata tuldkustutavat ainet (vesi või raske vaht) suurtes kogustes nii kompaktse

kui ka pihustatud joana. Peale selle suudetakse lafetiga kustutamisel tagada ka suurem ohutus isikkoosseisule, kuna kustutamine toimub suurematelt distantidelt põlevast objektist kui käsijoatorude kasutamise korral. (Lafettjoatoru...03.01.13)

Lafettjoatoru kasutatakse ka muudel sündmuseliikidel, näiteks gaasipilve sidumisel pihustuva veega ohtlike ainetega juhtunud sündmustel.

Lafettjoatoru suure vooluhulga ja löögijõuga on seotud ka mõningad piirangud. Kindlasti tuleb vältida joa suunamist inimestele ja kergesti purunevatele ehituskonstruktsioonidele. Lafettjoatorusid on kahte tüüpi: statsionaarsed ja teisaldatavad. Statsionaarsed lafettjoatorud on paigaldatud tavaliselt autode katustele ja toite saavad otse paagist läbi pumba ning teisaldatavad lafettjoatorud on võimalik paigutada vastavalt vajadustele. (Suurkivi jt 2000:56)

Lisaks võivad lafettjoatorud olla paigaldatud ka tehno rajatiste külge (näiteks Viru Keemia Grupp), millele tagatakse toide trassidest.

1.3. Kustutamise meetodid

On olemas kolm erinevat kustutamise meetodit: kaudne, otsene ja kombineeritud.

1.3.1. Kaudne meetod

Meetod on väljatöötatud II Maailmasõja ajal võitluseks nafta ja kütuste tulekahjudega laevade masinaruumides. Alles hiljem võeti meetod kasutusele ka linna tuletõrjeteenistuses. Kaudse meetodi põhimõte on väga lihtne: udujuga suunatakse akna kaudu lakke. Aurustumisel vesi paisub umbes 1700 korda, paisunud veeaur tõrjub hapniku välja ning sellega summutab tulekahju. Selliselt kustuvad ka need tulekolded, mis asuvad joa rakendamise punktist eemal.

Selleks, et meetod töötaks efektiivselt peab jälgima järgmisi tingimusi: (Joatorud ja...17.01.2013)

- veejuga peab olema pihustatud;
- temperatuur lae all peab olema vähemalt 500°C;
- udujoad peavad olema tulekahju koldesse sisseviidud distantilt, joajuht peab asuma väljaspool tulekahju, kuna on suur oht saada põletushaavu;
- tulekahju peab olema piisavalt kaugemale arenenud;
- aknad ja ukSED peavad olema kinni ja ventilatsiooniga peaks viivitama.

See meetod omab piiratud kasutamise ulatust ja meetodit peab kasutama ettevaatlikult.

1.3.2. Kombineeritud meetod

Kombineeritud meetodit hakati kasutama siis, kui tuletõrjuja kaitsevarustus oli hästi välja arenenud. See meetod nõuab joajuhtidelt 40-90° udujoa kasutamist, mis on ülesse suunatud kindla nurga all ja kustutamine toimub intensiivsete ringikujuliste liigutustega, tõrjudes tulekahju keskkonnast välja soojuse ning sidudes seda kustutusainega. Mingil määral toimub ka otsene põlevmaterjali jahutamine (nõrk). (Joatorud ja ...17.01.2013)

Kombineeritud meetod eeldab päästja sisenemist kuumakeskkonda.

Kombineeritud meetodiga kaasnevad: (Joatorud ja ...17.01.2013)

- suur auru kogus
- null nähtavus (kuna on rikunud termotasakaal)
- põlevate gaaside, suitsu ja leekide väljapressimise oht teistesse hoone ruumidesse, kuhu tulekahju pole veel levinud (on tulekahju poolt puutumatud).

1.3.3. Otsemeetod

Otsemeetod seisneb vee kasutamises otse põlevmaterjali peale selleks, et jahutada materjal alla tema süttimistemperatuuri ja peatada põlemisgaaside eraldumine. Kui on tegemist suurte tulekahjudega, mis on juba täispõlengu faasis, võib olla otse põlevmaterjali peale veejoa suunamine võimatu või ohtlik, suure kuumuse tõttu üle lae veerevate põlemisgaaside või ehituskonstruksioonide pärast, mis segavad veejuga otse lasta. Antud juhul peab juga olema alguses suunatud lae alla ja pörkama laest või seintelt nii kaua kui joajuhid saavad liikuda tulekoldele piisavalt ligidale, et saaks otse põlevmaterjali jahutada. Antud joa 70° nurga all lae alla suunamise eesmärk ei ole põlemisgaaside jahutamine (nagu seda on otse või kombineeritud meetodis, kus vesi jahutab põlemisgaase ja hakkavad eralduma suured veeaurude kogused), vaid laepõrkega veetilgad, mis tungivad termilistesse vooludesse, alustades materjali otsest jahutamist. See kõik toimub nii kaua kuni joajuhid tegutsevad ohutust kaugusest. Kohe kui leekide front saab tagasi tõrjutud, saavad joajuhid tulekoldele ligi ja lõpetavad tulekustutamise protsessi. (Joatorud ja ...17.01.2013)

2. PUMBARÕHU SEOS VOOLIKUTE, SÜNDMUSTE JA JOALIIGIGA NING JÄRELDUS

2.1. Joatorude valik põhiliinis kasutatavatele töölinidele

2.1.1. Pumba rõhu valik

Joatorude soetamiseks peab analüüsima voolikuliini ja joatoru sobivust omavahel. Selleks, et seda analüüsida peab eelnevalt kokku leppima teatud tingimused. Nimelt tuleb paika panna optimaalne pumbarõhk, tüviliini- ja töölinivoolikute läbimõõt. Lisaks tuleb teada, et Eesti päästesüsteemis kasutatav põhiliin koosneb ühest 77 mm tüviliinivoolikust ja kahest töölinivoolikust, mis võivad olla kas 42 mm või 51 mm läbimõõduga.

Nii Eesti kui ka maailma päästesüsteemide praktika näitab, et kõige optimaalsem pumbarõhk on 10 bar-i. Seda seetõttu, et 10 bar-i tagab ohutuse voolikute purunemise korral. Voolikutele on tootjad andnud töö rõhuks 15 bar-i, kuid reaalsus näitab, et tihtipeale voolikud purunevad ikkagi madalamate rõhkude korral, olgu siis põhjuseks mehaaniliste vigastuste või hüdrauliliste löökide mõju. Sellest tulenevalt ongi optimaalne pumbarõhk 10 bar-i. Kui erandkorras kasutatakse pikemat põhiliini, siis võib alati natuke rõhku tõsta (nt 2 bar-i).

2.1.2. Komandodes kasutusel olevad voolikud

Tabel 1. Voolikute tehnilised andmed

LÄBIMÕÕT	KAAL	TÖÖRÕHK	PURUNEMISRÕHK	Vooliku kaal, koos veega
38 mm; 42 mm; 51 mm;	≈0,2-0,25 kg/m	15 bar	50 bar	7,7 kg; 9,5 kg; 13,3 kg
77 mm	≈0,52 kg/m	15 bar	45 bar	30,7 kg

(Tuletõrjevoolikud...05.04.2013)

Tabel 2. Voolikute parameetrid, klassid ja kasutus

SISELÄBIMÕÕT	KLASS	PIKKUS	KASUTUS (üldjuhul)
38 mm	C	20 m	Tööliin (metsas)
42 mm	C	20 m	Tööliin

51 mm	C	20 m	Tööliin
77 mm	B	20 m	Tüviliin

(Tuletõrjevoolikud...05.04.2013)

2.2. Sündmuseliikide kaardistamine ning joa liigi valik

On mitmeid sündmuse liike, kus joatorusid kasutatakse.

- Hoone tulekahjud
 - Eluhoone tulekahjud
 - Suured kaubanduskeskused
 - Tööstushooned
 - Kõrghooned
- Metsa- ja maastikutulekahjud
- Ohtlike ainetega sündmused

Esimene ja kõige rohkem esinev hoonetulekahju liik on eluhoone tulekahju. Peale eluhoone võivad kustutamist vajada ka kaubandushooned, mis on oma mahult eluhoonetest kordi suuremad ja kus on suur põlemiskoormus. Kaubandushoonetest veel suuremad ja keerulisemad võivad olla tööstus- ning kõrghooned. Viimase põlengupindala ei pruugi olla suur, kuid nende kustutamine on raskendatud hoone kõrgusest tingitult. Lisaks on joatorusid vaja veel ka metsatulekahjudel ning ohtlike ainetega sündmustel.

2.2.1. Hoone tulekahjud

Eluhoonetes võib tulekahju hõlmata 20 m² või kogu elamut, mis võib olla kuni 100 m² või isegi rohkem. (Model SOP 04.04.2013)

Eluhoone tulekahjud vajavad põlemisgaaside jahutamiseks 500 l/min kustutusvett. (Model SOP 04.04.2013)

Seega eluhooned kuni 100 m² vajavad joatoru, mille tootlikkus on 500 l/min ja mis peab suutma kinnise põlengu korral tekitada pihustatud joa, et vajadusel jahutada põlemisgaase. Kui eluhoone on lahtise põlengu faasis, siis on mõistlik kasutada suure tootlikkusega lihtjoatoru.

Elumajade tulekahjude kustutamiseks on vaja põhiautodele panna kombineeritud C joatoru ja liht B joatoru. Kuna kombineeritud C joatoruga on võimalik töötada üksi, siis on võimalik põhiauto meeskonnaga rakendada töösse kaks juga, seetõttu peab põhiautol neid olema kaks.

Suurtes kaubanduskeskustes võib vooluhulk 500 l/min muutuda ebapiisavaks. Seal peab esmane rünnakjoatoru olema 750 l/min tootlikkusega.

Põhi vooluhulga valem $PINDALA \times 6$, mis sätestab, et iga ruutmeetri tule kustutamiseks peab tagama 6 L/s.

(Model SOP 04.04.2013)

Eesti päästesüsteemis on enamuse põhiautosid komplekteeritud 1 + 3 meeskonnaga. Meeskonnast üks liige on meeskonnavanem, teine autojuht ja kolmas ning neljas on päästjad, kelle peamiseks töövahendiks on joatoru. Kuna joatoruga on sellisel juhul võimalik töötama panna vaid kaks päästjat, siis tuleb arvestada, millist joareaktsiooni nad taluda suudavad. 750 l/min nõuab joareaktsiooni 45 kg, mis on kahele päästjale liiga suur koormus, seetõttu peame oma põhiautodele valima väiksema tootlikkusega joatorud, mille joareaktsioon ei ületaks 40 kg. Võimalus on kasutada paralleelselt käsijoatorudega ka lafettjoatoru.

Suurte kaubanduspindade ja sellesarnaste tulekahjude kustutamiseks on vaja põhiautodele suure tootlikkusega liht B joatorusid. Kui kasutada antud joatoru 42 mm voolikuga, saavutatakse tootlikkus 10 l/s ja joa taltsutamine nõuab kahte päästjat, kui aga joatoru kasutada 51 mm voolikuga, siis saavutatakse tootlikkus 12,5 l/s ja joa taltsutamine nõuab vähemalt kolme päästjat.

Tööstushoonete pindala võib ulatuda üle 10000 m². Maailma päästesüsteemide tulekustutamise praktika näitab, et need tulekahjud on kiiresti arenevad ja nende maht kahekordistub iga 30 sekundi järel.

Suuremahulise ehitise tulekahjul ei tohi püüda siseneda ebapiisava voolutugevusega. Tööstushoonete kustutamisel kehtib sama vooluhulga reegel, mis kaubanduskeskuste korral. (Model SOP 04.04.2013)

Sellistes ülisuutes hoonetes on mõistlik kasutada lafettjoatorusid, kuna vajame kustutamiseks suurt veehulka.

Kõrghoone tulekahjud ei toimu üldjuhul suurel pindalal ega nõua suuri veehulkasid, kuid on otstarbekas kasutada suuri vooluhulkasid, kuna väga oluline on tulekahju kiiresti kontrolli alla saada. Lisaks on kõrghoone tulekahjud üldjuhul kinnised tulekahjud, mis nõuavad pihustatud joa olemasolu, kuid kõrghoonete puhul on väga keeruline saada kombineeritud joatorule vajaminevat rõhku. Seetõttu on otstarbekas kasutada suure tootlikkusega lihtjoatorusid, mis nõuavad tööle hakkamiseks väga väikest rõhku. Samuti on otstarbekas kasutada võimalikult suurt tööliini, et vähendada rõhukadusid tööliinis. (Model SOP 04.04.2013)

Kiiresti arenevad avatud planeeringuga kõrghoone kontori tulekahjud nõuavad 950 l/min kustutusvett. (Model SOP 04.04.2013)

Kõrghoonete tuletõrjevoolikusüsteemidele on paigaldatud tuletõrjepumbad, mis transpordivad kustutusvee kõrgetele korrustele. Tuletõrjevoolikusüsteemide kraanidest on nõutud dünaamiline väljundrõhk 7 bar.

Kõrghoonete kustutamiseks on vaja põhiautodele paigaldada suure tootlikkusega joatoru.

2.2.2. Metsa- ja maastikutulekahju

Metsatulekahju, nimetatud ka metsa põlemiseks või metsapõlenguks, on tulekahju, mis tekib ja levib taimestiku, selle jäänuste ning maapinnal lasuva turba- või kõdukihi põlemise teel metsas, rabas või metsata metsamaal. (Henn Alton; Ain David Kiil 2003:6)

Sügavalt põlevat turvast kustutatakse kompaktselt joaga. Maasse tunginud tule kustutamist takistavad nimelt turbas leiduvad bituumenid. Tules kuumenenult võivad need veega kokkupuutumisel koos tuhaga moodustada 2..3 sentimeetri paksuse vett halvasti läbilaskva kooriku. Taoline kiht tuleb purustada, milleks piisab mootorpumbast antava veejoa survest. (Henn Alton; Ain David Kiil 2003:173)

Meie rabad ning muud turbamaad ei kuiva ka põuaga nii sügavalt läbi, et tulekolleetele tavalisest joatorust antava surveveega ligi ei pääse. (Henn Alton; Ain David Kiil 2003:174)

Metsatulekahjul antakse vesi võimalikult väikese survega. Et sellest hoolimata vajalikult pikka juga saada, võiks metsatulekahjusid kustutavate komandode varustuse hulgas olla joatorusid, mille ava läbimõõt on kõigest 5...10 mm. Põlevate taimede kustutamiseks piisab sealt väljasurutavast veest. (Henn Alton; Ain David Kiil 2003:152)

Siit järeldus: metsatulekahjudel ei ole vaja suure tootlikkusega joatorusid. Kõige paremini sobivad metsatulekahjule 10 mm suudmega lihtjoatorud, mille tootlikkus 3,5 bar-i juures on 2 l/s. Eesti päästesüsteemi põhiautode meeskonna suurus on ideaalis 1 + 3. Seega saab esimene päästemeeskond rakendada töösse kaks väikese tootlikkusega (2 l/s) lihtjoatoru (metsajoatoru) ja järgmine meeskond kolm joatoru lisaks. Seega peab põhiautodel olema kolm väikese tootlikkusega lihtjoatoru (metsajoatoru).

2.2.3. Ohtlike ainetega sündmused

Ohtlike ainetega sündmustel vajame joatoru, millega gaasipilve veeldada, et selle levikut peatada ning ka tsisternide jahutamiseks.

Kuna ohtlikud ained on inimese elule ja tervisele ohtlikud ja gaasipilvede veeldamine ja tsisternide jahutamine nõuab suuri vooluhulkasid, siis on mõistlik kasutada mehitamata lafettjoatorusid, mis peavad suutma anda nii kompaktset (tsisternide jahutamine), kui ka pihustatud juga (gaaside veeldamine).

2.3. Järeldus

Eluhoonete tulekahjude kustutamiseks tuleb kasutada kinnise tulekahju korral kombineeritud C joatoru ja lahtiste tulekahjude korral liht B joatoru. Mõlemad joatorud töötavad 42 mm voolikuga ja 10 bar-sel pumbarõhul.

Kaubanduskeskuste ja sellelaadsete tulekahjude kustutamiseks, kui on kasutada kaks päästjat, tuleb kasutada liht B joatoru 42 mm tööliiniga 10 bar-sel pumbarõhul, kolme päästja korral võib kasutada 51 mm voolikut.

Tööstushoonete korral tuleb käituda samamoodi nagu kaubanduskeskuste tulekahjudel, kuid rakendada peab suuremaid vooluhulkasid.

Põhiliini hargnemisel C-kombineeritud joatoruga väikesel pindalal kinnistel põlengutel kasutame tööliiniks 42 mm voolikuliini, kuna sellega liikumine ja manööverdamine on mugavam kui 51 mm tööliiniga. Ja seda kuni 9-nda korruseni. Sellise rünnakumeeskonna suurus on 1-2 päästjat.

Põhiliini hargnemisel lahtisele tulekahjule hargneme B-joaga ning 42 mm voolikut võime kasutada kuni 5nda korruseni.

Tööstushoonete lahtiste tulekahjude kustutamisel, kus ei ole vajadust joaga manööverdada, kasutame lafett joatoru, tänu millele me ei pea oma päästjaid saatma ohtlikku keskkonda. Lafette kasutatakse ka mahutite jahutamisel. Voolikuliiniks kasutame 77 mm voolikut. Rünnakumeeskonna suurus ei pea olema suur, piisab 0 - 1 päästjast.

Kokkuvõtvalt saab öelda, et joatorust sõltub tööliini valik ning vajame nelja eri tüüpi joatorusid: metsa- ja maastiku joatoru – kuni 200 l/min, C-joatoru - kuni 500 l/min, B-joatoru - 500-800 l/min ning lisaks lafett joatoru. Kui meie autode peal selline valik paika panna, siis ei ole päästjal väga keeruline endale meelde jätta, milline joatoru millisele sündmusele mõeldud on.

Kui võrrelda vooluhulkasid, mida vajame erinevate sündmuste likvideerimiseks, siis kindlasti ei vasta kõik teenistuses olevad joatorud nendele nõudmistele. Näiteks eluhoone tulekahjule, mis vajab vooluhulka 500 l/min ei sobi Fogfighter joatoru, mille tootlikus on ainult 100-300 l/min.

Fogfighter vajab suurt pumbarõhku, sest hakkab efektiivsel töötama alles 6 bar-i juures. On veel hulk joatorusid, mis samuti ei vasta nendele nõudmistele.

3. PÄÄSTEMEESKONADE KASUTUSES OLEVAD JOATORUD, NENDE ANDMED NING KATSED

3.1. Joatorude kaardistamine

Kaardistasin Eesti nelja Päästkeskuse joatorud. Lõputöös kaardistasin ainult põhi-, paak-, ja tulekustutusautodel igapäevaselt kasutuses olevad joatorud. Andmeid kogusin nii komandopealike kui valmisolekubüroo peaspetsialistide käest.

Kasutatakse kombineeritud joatorusid, siledatüvelisi lihtjoatorusid, automaat joatorusid, kõrgsurve joatorusid ja ka suure tootlikkusega lafette.

Eesti päästjate kasutuses on ca kümne erineva tootja joatorud: Fogfighter; TFT (Task Force Tips); Rosenbauer; Protek; POK; Akron; Unifire; AWG; Ruberg; CFS; Multifire ja vene päritolu joatorud.

Uuringust selgus, et Eestis on hetkel kasutusel ca 50 erinevat joatoru (lisa 5). Leian, et see ei ole otstarbekas ja nii suur erinevate joatorude arv ei tõsta meie kustutamise kvaliteeti, kuna nii suure valiku hulgast on raske sündmustel leida kiiresti kõige efektiivsemat joatoru.

Joatorude tootlikkused algavad 100 l/min ja lõppevad kuni 1000 l/min. Lisaks veel lafetid, millede tootlikkus on kuni 5000 l/min.

Joatorude tööõhukid algavad 2-st bar-st ja lõppevad 10 bar-ga.

Väga palju on kasutusel joatorusid, millede kohta ei oska kasutajad andmeid öelda.

Joatorude küljes olevad liitmikud on 38-77 mm, kuid neile kõikidele vastavaid voolikuid teenistuses enam ei kasutata.

3.2. Joatorude andmete kaardistamine

Kaardistatud joatorud jagasin kuueks tabeliks, millest esimesed viis on erinevad joatoru liigid ning kuueandas tabelis asetsevad puudulike andmetega joatorud.

3.2.1. Kombineeritud joatorude tabel

Tabelis (Tabel 3) on:

- Joatoru nimi (tootja, koos mudeli nimega)
- Joatoru tootlikkus (l/min)
- Joatoru liitmik (mm)
- Töörõhk (bar)
- Joareaktsioon (kg)
- Joaliik (Kompakt / pihustatud)
- Kustutusmeetod (kaudne / kombineeritud / otse)
- Opereerija arv (tk)

Tabel 3. Kombineeritud joatorude tabel

Nimi	Tootlikus	Liitmik	Töörõhk	Joareaktsioon	Joaliik	Kustutusmeetod	Opereerija
Fogfighter	100-300	51	6	18	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	1
TFT - Mid-Force	750	<i>Teadmata</i>	7	46	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	3
TFT – FTS200	200 - 750	51	5	33	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	2
Rosenbauer 101	115 - 475	51	7	28	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	2
Rosenbauer 102	360-750	63	7	46	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	3
Protek 368	360 – 950	77	5	42	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	3
Protek 366	115 - 475	51	5	20	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	1
Protek 333	900	<i>Teadmata</i>	5	38	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	2
POK	350– 1000	51	5	43	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	3
POK	150 – 500	51	5	20	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	1
Akron 1720	115-475	63	5	20	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	1
Akron Turbojet 1733	475 – 950	<i>Teadmata</i>	7	57	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	3
TFT - Bubble cup	360	<i>Teadmata</i>	7	22	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	2
TFT - Jetmatic 6	360-900	<i>Teadmata</i>	6	43	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	3
Unifire V-12 max	134-400	<i>Teadmata</i>	5	16	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	1
AWG 235	60-235	<i>Teadmata</i>	6	11	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/ otse	1

3.2.2. Lihtjoatorude tabel

Tabelis (Tabel 4) on:

- Joatoru nimi (tootja, koos mudeli nimega)
- Joatoru tootlikus (l/min)
- Joatoru liitmik (mm)
- Töörõhk (bar)
- Joareaktsioon (kg)
- Joaliik (Kompakt / pihustatud)
- Opereerijate arv (tk)

Tabel 4. Lihtjoatorude tabel

Joatoru nimi	Joatoru tootlikus	Liitmik	Töö-rõhk	Joa-reaktsioon	Joaliik	Opereerija
CFS 7 (mets)	250	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
CFS 69 (mets)	250	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
AWG	<i>Teadmata</i>	38	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
AWG	<i>Teadmata</i>	51	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
AWG	<i>Teadmata</i>	63	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
AWG Gafs	<i>Teadmata</i>	77	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
Multifire	<i>Teadmata</i>	51	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
Protek	<i>Teadmata</i>	51	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
POK	60	19	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
POK	210	32	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
POK (Vahujoatoru)	200	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
POK Control	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
"Metsakustutus" GOST 75	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
"Metsakustutus" GOST 52	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
Protek	690	<i>Teadmata</i>	3,5	32	Kompakt	2
Akron	1000	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
Vindicator	700	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
<i>Metsajoatoru</i>	250	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
AHA 462	100-250	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
ABA 59	100-250	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>
Bogdanov 77 mm (vene)	500	51	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	Kompakt	<i>Teadmata</i>

3.2.3. Lafettide tabel

Tabelis (Tabel 5) on:

- Joatoru nimi (tootja, koos mudeli nimega)
- Joatoru tootlikus (l/min)
- Töörõhk (bar)

Tabel 5. Lafettide tabel

Joatoru nimi	Joatoru tootlikus	Töörõhk
Akron (Decmaster Monitor Style 3440)	5000	<i>Teadmata</i>
Protek 600	1900	10
Protek	1400	<i>Teadmata</i>
Protek	3300	<i>Teadmata</i>
Akron Mercury	1900	<i>Teadmata</i>
Akron – Apollo	4800	<i>Teadmata</i>
Acronmatic	950 – 4800	7
Vene P20	1800	<i>Teadmata</i>
Ruberg	1800	10
AWG	3300	<i>Teadmata</i>

3.2.4. Kõrgsurve joatoru tabel

Tabelis (Tabel 6) on:

- Joatoru liik
- Joatoru nimi (tootja, koos mudeli nimega)
- Joatoru tootlikus (l/min)
- Töörõhk (bar)

Tabel 6. Kõrgsurve joatorude tabel

Nimi	Tootlikus	Töörõhk
Rosenbauer – NePiRo	200	40

3.2.5. Automaat joatorude tabel

Tabelis (Tabel 7) on:

- Joatoru nimi (tootja, koos mudeli nimega)
- Joatoru tootlikkus (l/min)
- Töörõhk (bar)
- Joareaktsioon (kg)
- Joaliik (Kompakt / pihustatud)
- Kustutusmeetod (kaudne / kombineeritud / otse)
- Opereeriija arv (tk)

Tabel 7. Automaat joatorude tabel

Joatoru nimi	Joatoru tootlikus	Töörõhk	Joareaktsioon	Joaliik	Kustutusmeetod	Opereeriija
TFT - Dual Force	360 – 1150	7	69	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/otse	4
TFT - Jetmatic 6	360 – 900	6	44	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/otse	3
TFT - Mid-Force	265 – 760	7	46	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/otse	3
TFT - Mid-Dual	265 – 946	7	57	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/otse	3
TFT - DuoJet M	190 – 1300	6	68	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/otse	4
TFT väike	400 – 450	6	23	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/otse	2
Protek 324	190 – 1325	5	58	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/otse	3
Protek 322	40 – 475	7	28	Kompakt/ pihustatud	Kaudne/ komb/otse	2

3.2.6. Puudulike andmetega joatorude tabel

Tabel 8. Puudulike andmetega joatorude tabel

ANDMED PUUDULIKUD	Joatoru nimi	Joatoru tootlikus	Liitmik	Töörõhk
Kombineeritud	TFT	<i>Teadmata</i>	77 mm	<i>Teadmata</i>
Kombineeritud	Akron	900 - 1900	77 mm	<i>Teadmata</i>
Kombineeritud	Pok GALAXIE	125 - 500	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>
Kombineeritud	Multifire	<i>Teadmata</i>	38 mm	<i>Teadmata</i>
Veemonitor	FOG SS	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>
Kombineeritud	POK	<i>Teadmata</i>	38 mm	<i>Teadmata</i>
Lihtjoatoru	Unifire	<i>Teadmata</i>	38 mm	<i>Teadmata</i>
Lihtjoatoru	Unifire	<i>Teadmata</i>	38 mm	<i>Teadmata</i>
Lihtjoatoru	Unifire	<i>Teadmata</i>	51 mm	<i>Teadmata</i>
Lihtjoatoru	Unifire	<i>Teadmata</i>	63 mm	<i>Teadmata</i>
Lihtjoatoru	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	77 mm	<i>Teadmata</i>
Lihtjoatoru	<i>Teadmata</i>	<i>Teadmata</i>	51 mm	<i>Teadmata</i>

Kindlasti ei saa öelda, et kõik meie joatorud ei vasta nõuetele, seda näitab järgnev tabel (Tabel 9), kus lahterdasin joatorud tootlikkuse järgi lahtritesse (puudulike andmetega joatorud on puudu):

Tabel 9. Joatorud tootlikkuse järgi

Metsa- ja maastiku joatoru – kuni 200 l/min	C - joatoru - kuni 400-500 l/min	B-joatoru - 500-800 l/min	A-joatoru - 800-1000 l/min	Lafett	Muu
Unifire V-12 max (natuke suur tööõhk)	Protek 366	TFT - Mid-Force	Protek 368	Akron Decmaster Monitor Style 3440	Fogfighter
Rosenbauer - NePiRo	Akron 1720	TFT - FTS200LBS	Protek 333	Protek 600	AWG 235
CFS 7	TFT väike	Rosenbauer 102	TFT - Dual Force	Protek 3300 l/min	AWG Gafs
CFS 69	Bogdanov 77 mm (vene)	TFT - Jetmatic 6	TFT - DuoJet M	Akron Mercury	Multifire
POK 60 l/min	POK 500 l/min	TFT - Mid- Force	Protek 324	Akron - Apollo	Unifire
POK 210 l/min	Protek 322	TFT - Mid-Dual	Akron 1000 l/min	Acronmatic	TFT - Bubble cup
Unifire		Siledatüveline Protek 690 l/min	POK 1000 l/min	Vene P20	Rosenbauer RB 101
GOST 75		Vindicator	Akron Turbojet 1733	Ruberg	
GOST 52			TFT - Jetmatic 6	AWG	
AHA 462					
ABA 59					
metsajoatoru 250 l/min					

3.3. Katsed

3.3.1. Katsetel olev varustus ja tehnika

Katsete läbiviimiseks kasutasin Lääne Päästkeskuse Häädemeeste päästekomandos olevat põhiautot (Häädemeeste 1-1) Scania P-94 valves olevat isikkoosseisu. Katsete mõte: katsetada realselt, mitmekesi tuleb komandos kasutusel olevate joatorudega töötada ning võrrelda katsetel saadud tulemusi arvutustega.

3.3.2. Katsete tutvustus

Lõputöö katsetes katsetasin põhiliini hargnemist ühe tööliiniga, kus tööliini läbimõõt on 42 mm ning 51 mm (põhiauto pump + 1 x 77 mm + hargmik + 2 x 42 mm või 51 mm + katsetatav joatoru).

3.3.3. Katsetatavate joatorude andmed

1. Protek siledatüveline 15/16'' joatoru (lisa 2) (diam 24 mm) on kompakt joatoru, tootlikkus jääb vahemikku 480 kuni 700 l/min ning töö rõhuks 1,5-3,5 bar'i. (Shutoffs...05.03.13)
2. Protek 366 (lisa 3) on käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud joatoru. Protek joatoru tootlikkus vastavalt, kas 115-475 l/min, optimaalne joarõhk 5 bar'i. (Selectable...05.03.13)
3. Protek 324 (lisa 4) on kombineeritud automaat käsijoatoru, mis reguleerib ennast vastavalt tootlikkusele ning mille tootlikkus jääb vahemikku 190 – 1325 l/min. Joatoruga töötamiseks vajav rõhk on 5 bar'i. (Automatic...03.01.13)
4. Protek 368 (lisa 5) on käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud joatoru. Protek joatoru tootlikkus vastavalt 360-950 l/min, optimaalne joarõhk 5 bar'i. (Selectable...05.03.13)

3.3.4. Katsed põhiliini hargnemisel 42 mm tööliiniga

Tabel 10. Protek siledatüveline 15/16'' joatoru

Pumbarõhk (bar)	Joatoruga Töötamine
6	Üksi
10	Üksi
12	Üksi

Allikas: autori poolt koostatud 04.03.2013 Lääne Päästkeskuses, Häädemeestel läbiviidud katsed

Tabel 11. Protek 324 automaatjoatoru

Pumbarõhk (bar)	Joatoruga Töötamine
8	Üksi
10	Kahekesi
12	Kahekesi

Allikas: autori poolt koostatud 04.03.2013 Lääne Päästkeskuses, Häädemeestel läbiviidud katsed

Tabel 12. Protek 366 käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud joatoru

Pumbarõhk (bar)	Joatoruga Töötamine
10	Üksi

Allikas: autori poolt koostatud 04.03.2013 Lääne Päästkeskuses, Häädemeestel läbiviidud katsed

Tabel 13. Protek 368 käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud joatoru

Pumbarõhk (bar)	Joatoruga Töötamine
10	Kolmekesi

Allikas: autori poolt koostatud 04.03.2013 Lääne Päästkeskuses, Häädemeestel läbiviidud katsed

3.3.5. Katsed põhiliini hargnemisel 51 mm tööliniga

Tabel 14. Protek 366 käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud joatoru

Pumbarõhk (bar)	Joatoruga Töötamine
8	Üksi
9	Kahekesi
10	Kahekesi

Allikas: autori poolt koostatud 04.03.2013 Lääne Päästkeskuses, Häädemeestel läbiviidud katsed

Tabel 15. Protek 368 käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud joatoru

Pumbarõhk (bar)	Joatoruga Töötamine
8	Kolmekesi
9	Kolmekesi
10	Kolmekesi

Allikas: autori poolt koostatud 04.03.2013 Lääne Päästkeskuses, Häädemeestel läbiviidud katsed

Tabel 16. Protek 324 automaatjoatoru

Pumbarõhk (bar)	Joatoruga Töötamine
8	Kolmekesi
10	Kolm ja enam

Allikas: autori poolt koostatud 04.03.2013 Lääne Päästkeskuses, Häädemeestel läbiviidud katsed

Tabel 17. Protek siledatüveline 15/16“ joatoru

Pumbarõhk (bar)	Joatoruga Töötamine
9	Kahekesi

Allikas: autori poolt koostatud 04.03.2013 Lääne Päästkeskuses, Häädemeestel läbiviidud katsed

Joatoru ei ole mõtet kasutada 51 mm tööliiniga, kuna võrreldes 42 mm tööliiniga on raske manööverdada, töötada tuleb kahekesi ning joatoru on saavutanud oma maksimaalse tootlikkuse.

3.4. Katsete järeldused

3.4.1. Põhiliini hargnemisel 42 mm tööliiniga:

Tabel 18. Koondtabel põhiliini hargnemisel 42 mm tööliiniga

Joatorud	Pumba rõhk (bar)	Joatoruga Töötamine
Protek siledatüveline 15/16“	6	Üksi
	10	Üksi
	12	Üksi
Protek 324 Automaat	8	Üksi
	10	Kahekesi
	12	Kahekesi
Protek 366 käsitsi reg.	10	Üksi
Protek 368 käsitsi reg.	10	Kolmekesi

Siledatüveline joatoru Protek 15/16“ 42 mm tööliniga katsetest selgus, et 12 bar'i pumbarõhu juures saab joatoruga päästja üksi töötada. Joatoru on efektiivne kasutamiseks eluhoonete lahtistel tulekahjudel pumbarõhul kuni 12 bar-i.

Protek 324 automaatjoatoruga üksinda töötamine on raskendatud. Üksi saab töötada ainult madalatel survetel, kuid siis ei saavuta joatoru oma efektiivsust.

Protek 366 käsitsi reguleeritava joatoruga saab edukalt üksi töötada ja see sobib meie sisetulekahjudele hästi.

Protek 368 käsitsi reguleeritava joatoruga töötamisel läheb vaja kahte-kolme päästjat. Sisetulekahjul ebaotstarbekas, samas kui on vaja suuri veehulkasid ja meeskonnasuurus on piisav, siis on kustutamiseks hea töövahend.

Tehtud katsete tulemuste analüüsist saab järeldada, et kõige otstarbekam on, arvestades hetke olukorda ning komandode ning piirkondade iseärasusi, kasutada eluhoonete lahtistel tulekahjudel põhiliini hargnemist tööliniga 42 mm ning Protek 15/16” käsijoatoru. Seda saab eeldada sellest, et eelpool mainitud käsijoatoruga töötamiseks ning opereerimiseks on vaja ühte inimest, kes saab joa juhtimisega väga edukalt hakkama.

3.4.2. Põhiliini hargnemisel 51 mm tööliniga:

Tabel 19. Koondtabel põhiliini hargnemisel 51 mm tööliniga

Joatorud	Pumba rõhk (bar)	Joatoruga Töötamine
Protek 366 käsitsi reg.	8	Üksi
	9	Kahekesi
	10	Kahekesi
Protek 368 käsitsi reg.	8	Kolmekesi
	9	Kolmekesi
	10	Kolmekesi
Protek 324 Automaat.	8	Kolmekesi
	10	Kolm ja enam
Protek siledatüveline 15/16“.	9	Kahekesi

Protek 366 on käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud joatoru. Miinusena saab siinkohal välja tuua suure joareaktsiooni, millest tingituna on joaga töötamiseks vaja kahte või enamat päästjat.

Protek 368 käsitsi reguleeritava joatoruga pidi igal katsel töötama vähemalt kolm päästjat. Manööverdamine raske ja ebamugav.

Protek 324 automaatjoatoru ei anna 51 mm tööliiniga töötamisel soovitud tulemusi, kuna pumbarõhul 10 bar pole võimalik alla kolme või enama päästja liikuda ega opereerida.

Tehtud katsete tulemuste analüüsist saab järeldada, et kõige otstarbekam on, arvestades hetke olukorda ning komandode ning piirkondade iseärasusi, kasutada eluhoonete lahtistel tulekahjudel põhiliini hargnemist tööliiniga 42 mm ning Protek 15/16" käsijoatoru. Seda saab eeldada sellest, et eelpool mainitud käsijoatoruga töötamiseks ning opereerimiseks on vaja ühte inimest. Laohoonete ja teiste suurtulekahjude puhul, kui on vaja nelja või enam joatoru, on efektiivne kasutada Protek 368 joatorusid põhiliini hargnemisel 51 mm tööliiniga, mis muidugi eeldab suurt isikkoosseisu.

Samuti on suure osatähtsusega ka väljaõpe, mille käigus peavad kõik päästjad saama teadmised just oma piirkonnas kasutusel olevast varustusest. Iga päästja peab teadma joatorude võimekust ning olema otsustusvõimeline valima sellist joatoru, mida just selles situatsioonis oleks kõige efektiivsem kasutada. Väljaõppel tuleb samuti tähelepanu pöörata pumbarõhule, mis mõjutab nii vooluhulka, jao löögijõu kaugust kui ka joarõhku, mis omakorda mõjutavad kustutusprotsessi.

KOKKUVÕTE

Lõputöö on kirjutatud teemal Eesti põhi-, paak- ja tulekustutusautode joatorude valik. Antud lõputööga püüti kaardistada Päästeameti hallatavate päästemeeskondade joatorud ja analüüsida nende sobivust kasutatavate taktikatega ning pakkuda välja parim võimalik lahendus, millised joatorud peaksid põhi-, paak- ja tulekustutusautodel olema. Lõputöö tarbeks koguti andmeid Eesti nelja regiooni komandodest, et saada ülevaade olemasolevatest joatorudest. Igale joatorule vastavad andmed otsiti välja andmebaasidest ja joatorude kataloogidest ning joatorude tootjate kodulehekülgedelt. Tehti füüsilised katsed, et saada teada mitmekesi peab töötama Hädameeste komandos (põhi- ja paakautol) olevate joatorudega.

Lõputöö tulemusena saadi hea ülevaade Eesti põhi-, paak ja tulekustutusautodel paiknevatest joatorudest. Lõputöö tulemusena saadi ülevaade ka joatorude liikidest, kasutusala, jugadest ja nende kasutusvõimalustest ning tulekustutusmeetoditest.

Lõputöös antakse ülevaade sündmustest, kus päästjad joatorusid kasutavad ja ka täpsustused – igale sündmusele vastav joatoru.

Lõputöös tehakse ettepanek, millised joatorud peaksid autodel olema (mõeldakse tootlikkusi). Nendeks joatorudeks on: metsa- ja maastiku joatoru – kuni 200 l/min, C-joatoru - kuni 500 l/min, B-joatoru - 500-800 l/min ning lisaks lafett joatoru. Kui meie autode peal selline valik paika panna, siis ei ole päästjal väga keeruline endale meelde jätta, milline joatoru millisele sündmusele mõeldud on.

Ei saa öelda, et seis joatorudega on väga kriitiline ja kindlasti on võimalik puudused likvideerida. Täpsemalt oleks vaja uurida neid joatorusid, mille kohta ei osatud andmeid öelda (nende kohta ei leidnud ka internetist andmeid). On joatorusid, mis vastavad nõuetele ning kahjuks on ka selliseid, mis ei vasta. Et olukorda paremaks muuta, oleks vaja välja vahetada mittevastavad joatorud.

Päästetöötajate väljaõppel ja täiendkoolitustel tuleb õpetada põhjalikult kasutama joatorusid ja nende võimekust erinevates situatsioonides. Lisaks teoreetilisele õppele tuleb kindlasti talletada teadmisi praktiliste õppuste näol.

РЕЗЮМЕ

Диссертация была написана на тему: "Выбор насадок для основных цистерн и пожарных машин Эстонии". Данной работой, пытались сопоставить пригодность насадок для работы спасателей и проанализировать их работу, используя тактику и предложить лучшее решение для их использования в основных, цистернах и пожарных машинах. Для диссертации были собраны данные четверых региональных команд Эстонии, чтобы получить образ существующих насадок. Данные на каждую насадку искали в базе данных и каталогах насадок, а так же на домашней странице поставщика. Проводимось испытания для того, чтобы узнать сколько человек должны работать в спасательной команде "Хяядеместе" (основной и цистерне) с этими насадками.

В результате исследования был дан хороший обзор тестирования насадок на основных, цистерных и пожарных машинах. В результате исследования, получен обзор тестирования типов насадок, область их применения и методы пожаротушения.

Исследование дает обзор где и в какой ситуации спасатели используют соответствующие насадки.

В работе предложены насадки, которые должны находиться в машине (имеется в виду производительность). К ним относятся: лесные и ландшафтные насадки-до 200л/мин, С-насадки-500л/мин, В-насадки-500-800 л/мин и дополнительные лафетные насадки. Если наши машины будут оснащены насадками, то спасателем будет не сложно запомнить в какой ситуации какая насадка применяется.

Нельзя сказать, что положение с насадками очень плохое, конечно есть возможность ликвидировать недостатки. В частности, нужно изучать те насадки о которых нет данных (данных в интернете не нашлось). Есть насадки соответствующие требованиям и к сожалению есть так же те которые не соответствуют. Для улучшения ситуации необходимо заменить не соответствующие насадки.

В обучении и переподготовке спасателей должны тщательнее, изучаться насадки и их использование в различных ситуациях. В дополнение к теоретической подготовке, обязательно нужен практический знания.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

Automaatjoatoru. Uudsed tulekustutus- ja päästetehnoloogiad.

http://saare.rescue.ee/est/index.php?action=tech_2 (03.01.2013)

Automatic Fixed Pressure Nozzles. Protek Firefighting Equipment

<http://www.protektfire.com/handline/automatic.html> (03.01.2013)

Madalsurve joatoru. Uudsed tulekustutus- ja päästetehnoloogiad.

http://saare.rescue.ee/est/index.php?action=tech_2_5 (03.01.2013)

Lafettjoatoru. Tooted päästeteenistusele.

http://www.firetek.ee/index.php?lang=est&main_id=140 (03.01.2013)

Otsla, J; Suurkivi, T; Marvet, T. 2007. *Tuletõrje hüdraulika*. Tallinn: Trükitud AS Pakett.

Suurkivi, T; Marvet, T. 2000. *Tuletõrjuja-päästja A B C*. Tallinn: Trükitud AS Pakett.

Šuvalov, M. 1977. *Tuletõrje alused*. Tallinn: Valgus.

Thomson Learning, 2000. Firefighter`s handbook. Delmar.

Päästeameti Infosüsteem, Koolitusmaterjalid, Joatorud ja tööliinid

<https://uks.smit.ee/failid/file.php/,DanaInfo=pai.rescue.sise+JOATORUD%20JA%20TÖÖLII NID.docx?id=6088> (17.01.2013)

Paul Crimwood, 2006. *Go with the Flow*

<http://www.firetactics.com/FLOW-RATE.pdf> (01.04.2013)

Paul Crimwood, 2004. *Changing tactics*

<http://www.firetactics.com/Changing%20Tactics.pdf> (03.04.2013)

Shutoffs with Tips. Protek Firefighting Equipment.

<http://www.protektfire.com/handline/shutoff.html> (05.03.2013)

Selectable Gallonage Nozzles. Protek Firefighting Equipment.

<http://www.protektfire.com/handline/selectable.html> (05.03.2013)

Estimating Required Fire Flow: The Iowa Formula

<http://cft-us.com/wordpress/?p=75> (03.04.2013)

POK Catalog 2006

Henn Alton; Ain David Kiil, 2003. *Metsatulekahjud*

Model SOP Standard Operating Procedure

<http://www.firetactics.com/COMPARTMENT%20ENTRY%20SOP.pdf> (04.04.2013)

Päästeameti Infosüsteem, Koolitusmaerjalid, Tuletõrjevoolikud

<https://uks.smit.ee/failid/file.php/,DanaInfo=pai.rescue.sise+Tuletõrjevoolikudkuru.doc?id=6085> (05.04.2013)

JOONISTE JA TABELITE LOETELU

Joonis 1. Kompaktne juga	8
Joonis 2. Laepõrkemeetod.....	8
Tabel 1. Voolikute tehnilised andmed.....	15
Tabel 2. Voolikute parameetrid, klassid ja kasutus.....	15
Tabel 3. Kombineeritud joatorude tabel.....	23
Tabel 4. Lihtjoatorude tabel	24
Tabel 5. Lafettide tabel.....	25
Tabel 6. Kõrgsurve joatorude tabel	25
Tabel 7. Automaat joatorude tabel	26
Tabel 8. Puudulike andmetega joatorude tabel	26
Tabel 9. Joatorud tootlikkuse järgi	27
Tabel 10. Protek siledatüveline 15/16“ joatoru	28
Tabel 11. Protek 324 automaatjoatoru	28
Tabel 12. Protek 366 käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud joatoru.....	29
Tabel 13. Protek 368 käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud joatoru.....	29
Tabel 14. Protek 366 käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud joatoru.....	29
Tabel 15. Protek 368 käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud joatoru.....	29
Tabel 16. Protek 324 automaatjoatoru	30
Tabel 17. Protek siledatüveline 15/16“ joatoru	30
Tabel 18. Koondtabel põhiliini hargnemisel 42 mm tööliiniga	30
Tabel 19. Koondtabel põhiliini hargnemisel 51 mm tööliiniga	31

LISAD

Lisa 1. Protek siledatüveline 15/16“ käsijoatoru



Lisa 2. Protek 366 käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud käsijoatoru



Lisa 3. Protek 324 kombineeritud automaat käsijoatoru



Lisa 4. Protek 368 käsitsi reguleeritava vooluhulgaga kombineeritud käsijoatoru



Lisa 5. Lafett PROTEK 600



Lisa 6. Hetkel Eestis kasutusel olevad joatorud

JOATORU liik	Nimi	Tootlikkus	Lütmik
Kombineeritud	Fogfighter	100-300 l/min @ 6bar	51 mm
Kombineeritud	TFT - Mid-Force	750 l/min+vahuots @ 7 bar	
Kombineeritud	TFT - FTS200LBS	200 - 750 l/min @ 5bar	51 mm
Kombineeritud	Rosenbauer RB 101 NFPA	115 - 475 l/min @ 7 bar	51 mm
Kombineeritud	Rosenbauer 102	360-750 l/min @ 7 bar	63 mm
Kombineeritud	Protek 368	360 - 950 l/min @ 3,5-7 bar	77 mm
Kombineeritud	Protek 366	115 - 475 l/min @ 3,5-7 bar	51 mm
Komb/siledatüveline	Protek 333	900 l/min (15l/s) @ 3,5-7 bar	
Kombineeritud	POK		38 mm
Kombineeritud	POK		51 mm
Kombineeritud	Akron 1720	115-475 l/min @ 5 bar	63 mm
Kombineeritud	Akron Turbojet 1733	475 - 950 l/min @ 7 bar	
Kombineeritud	TFT - Bubble cup	360 l/min @ 7 bar	
Kombineeritud	TFT - Jetmatic 6	360-900 l/min @ 6 bar	
Kombineeritud	Unifire V-12 max	134-400 l/min @ 2-10 bar	
Kombineeritud	AWG 235	60-235l/min @ 6 bar	
Veemonitor	Akron + otsik 2" (Decmaster Monitor Style 3440)	5000 l/min	
Veemonitor	Protek 600	1900 l/min @ 10 bar	
Veemonitor	Protek	1400 l/min	
Veemonitor	Protek	3300 l/min	
Veemonitor	Akron Mercury	1900 l/min	
Veemonitor	Akron - Apollo	4800 l/min	
Veemonitor	Acronmatic	950 – 4800 l/min @ 7bar	
Veemonitor	Vene P20	1800 l/min	
Veemonitor	Ruberg	1800 l/min @ 10 bar	
Korvimonitor (siledatüveline)	AWG	3300 l/min	

Kõrgsurve joatoru	Rosenbauer - NePiRo	200 l/min @ 40 bar
Automaat	TFT - Dual Force	360 - 1150 l/min @ 7 bar
Automaat	TFT - Jetmatic 6	360 - 900 l/min @ 6 bar
Automaat	TFT - Mid- Force	265 - 760 l/min @ 7 bar
Automaat	TFT - Mid-Dual	265-946 l/min
Automaat	TFT - DuoJet M	190-1300 l/min @ 6 bar
Automaat	TFT väike	400- 450 l/min
Automaat	Protek 324	190 - 1325 l/min @ 5 bar

JOATORU liik	Nimi	Tootlikkus	Lütmik
Lihtjoatoru	CFS 7	250 l/min (mets)	
Lihtjoatoru	CFS 69	250 l/min (mets)	
Lihtjoatoru	AWG		38 mm
Lihtjoatoru	AWG		51 mm
Lihtjoatoru	AWG		63 mm
Lihtjoatoru	AWG Gafs		77 mm
Lihtjoatoru	Multifire		51 mm
Lihtjoatoru	Protek		51 mm
Siledatüveline lihtjoatoru	POK	60 l/min	19 mm
Siledatüveline lihtjoatoru	POK	210 l/min	32 mm
Siledatüveline lihtjoatoru	POK (Vahujoatoru)	200 l/min	
Siledatüveline lihtjoatoru	POK Control		
Lihtjoatoru	Unifire		38 mm
Lihtjoatoru	Unifire		38 mm
Lihtjoatoru	Unifire		51 mm
Lihtjoatoru	Unifire		63 mm
siledatüveline		685 l/min @ 3,5 bar	
Lihtjoatoru	"Metsakustutus" GOST 75		
Lihtjoatoru	"Metsakustutus" GOST 52		
Siledatüveline joatoru	Protek	11,5 l/s	
Siledatüveline	Akron	1000 l/min	
Siledatüveline	Vindicator	700 l/min	
Lihtjoatoru			77 mm
Lihtjoatoru			51 mm
Siledatüveline lihtjoatoru		250 l/min (mets)	
metsajoatoru	AHA 462	100-250 l/min	
metsajoatoru	ABA 59	100-250 l/min	
	Bogdanov 77 mm (vene)	500 l/min	51 mm

ANDMED PUUDULIKUD			
Kombineeritud joatoru	TFT		77 mm
Kombineeritud joatoru	Akron	900-1900 l/min	75 mm
Kombineeritud joatoru	Pok GALAXIE	125-500 l/min @	
Kombineeritud joatoru	Multifire		38 mm
Veemonitor	FOG SS		

Lisa 7. POK joareaktsiooni tabel (kombineeritud joatoru)



**FOG NOZZLE
DISCHARGE TABLE & REACTION FORCE**

FOG NOZZLES

GPM SETTING	NOZZLE PRESSURE AT INLET (PSI)																
	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	
13	9	10	10	10	11	11	12	12	12	13	13	13	14	14	14	15	gpm
	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	rf
20	14	15	15	16	17	17	18	18	19	19	20	20	21	21	22	22	gpm
	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	rf
25	18	19	19	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	27	28	gpm
	6	7	7	8	9	9	10	10	11	11	12	13	13	14	15	16	rf
30	21	22	23	24	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33	34	gpm
	8	8	9	10	11	11	12	13	14	14	15	16	17	17	18	19	rf
40	28	30	31	32	33	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	gpm
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	rf
60	42	44	46	48	50	52	54	55	57	58	60	61	63	64	66	67	gpm
	15	17	18	20	21	23	24	26	27	29	30	32	33	35	36	38	rf
95	67	70	74	77	79	82	85	88	90	93	95	97	100	102	104	106	gpm
	24	26	29	31	34	36	38	41	43	46	48	50	53	55	58	60	rf
100	71	74	77	81	84	87	89	92	95	97	100	102	105	107	110	112	gpm
	25	28	30	33	35	38	40	43	45	48	51	53	56	58	61	63	rf
125	88	93	97	101	105	108	112	115	119	122	125	128	131	134	137	140	gpm
	32	35	38	41	44	47	51	54	57	60	63	66	69	73	76	79	rf
150	106	111	116	121	125	130	134	138	142	146	150	154	157	161	164	168	gpm
	38	42	45	49	53	57	61	64	68	72	76	80	83	87	91	95	rf
200	141	148	155	161	167	173	179	184	190	195	200	205	210	214	219	224	gpm
	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	101	106	111	116	121	126	rf
250	177	185	194	202	209	217	224	230	237	244	250	256	262	268	274	280	gpm
	63	69	76	82	88	95	101	107	114	120	126	133	139	145	152	158	rf
300	212	222	232	242	251	260	268	277	285	292	300	307	315	322	329	355	gpm
	76	83	91	98	106	114	121	129	136	144	152	159	167	174	182	189	rf
375	265	278	290	302	314	325	335	346	356	366	375	384	393	402	411	419	gpm
	95	104	114	123	133	142	152	161	170	180	189	199	208	218	227	237	rf
500	354	371	387	403	418	433	447	461	474	487	500	512	524	536	548	559	gpm
	126	139	152	164	177	189	202	215	227	240	253	265	278	290	303	316	rf
700	495	519	542	564	586	606	626	645	664	682	700	717	734	751	767	783	gpm
	177	194	212	230	247	265	283	300	318	336	354	371	389	407	424	442	rf
750	530	556	581	605	627	650	671	691	712	731	750	769	787	804	822	839	gpm
	189	208	227	246	265	284	303	322	341	360	379	398	417	436	455	473	rf
1000	707	742	775	806	837	866	894	922	949	975	1000	1025	1049	1072	1095	1118	gpm
	253	278	303	328	354	379	404	429	455	480	505	530	556	581	606	631	rf
1250	884	927	968	1008	1046	1083	1118	1152	1186	1218	1250	1281	1311	1340	1369	1398	gpm
	316	347	379	410	442	473	505	537	568	600	631	663	694	726	758	789	rf
1500	1061	1112	1162	1209	1255	1299	1342	1383	1423	1462	1500	1537	1573	1609	1643	1677	gpm
	379	417	455	492	530	568	606	644	682	720	758	795	833	871	909	947	rf
1750	1237	1298	1356	1411	1464	1516	1565	1613	1660	1706	1750	1793	1835	1877	1917	1957	gpm
	442	486	530	574	619	663	707	751	795	840	884	928	972	1016	1061	1105	rf
2000	1414	1483	1549	1612	1673	1732	1789	1844	1897	1949	2000	2049	2098	2145	2191	2236	gpm
	505	556	606	657	707	758	808	859	909	960	1010	1061	1111	1162	1212	1263	rf

Fog Nozzle Discharge Formula : $GPM = \frac{\text{Rated Flow}}{\sqrt{\text{Rated NP}}} \times \sqrt{NP}$

Fog Nozzle Reaction Formula : $NR = 0.0505Q\sqrt{NP}$

GPM = Gallons per minute
 rf = Pounds reaction force
 NP = Nozzle pressure (psi)
 Q = Flow (gpm)
 Reaction Force measured in pounds

Lisa 8. POK joareaktsiooni tabel (siledatüveline joatoru)



**SMOOTH BORE
DISCHARGE TABLE & REACTION FORCE**

		SOLID BORE NOZZLES																
NOZZLE PRESSURE* (psi)	SOLID BORE DIAMETER (INCHES)																	
	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	15/16"	1.0"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 3/4"	2.0"	2 1/4"	2 1/2"	2 3/4"		
40	26	47	73	106	144	165	188	238	294	355	423	575	752	951	1174	1421	gpm	
	9	16	25	35	48	55	63	79	98	119	141	192	251	318	393	475	rf	
45	28	50	78	112	153	175	199	252	311	377	448	610	797	1005	1246	1507	gpm	
	10	18	28	40	54	62	71	89	110	134	159	216	283	358	442	534	rf	
50	30	53	82	118	161	185	210	266	328	397	473	643	840	1064	1313	1589	gpm	
	11	20	31	44	60	69	79	99	123	148	177	240	314	397	491	594	rf	
55	31	55	86	124	169	194	220	279	344	417	496	675	881	1115	1377	1666	gpm	
	12	22	34	49	66	76	86	109	135	163	194	264	345	437	540	653	rf	
60	32	58	90	129	176	202	230	291	360	435	518	705	921	1165	1438	1740	gpm	
	13	24	37	53	72	83	94	119	147	178	212	288	377	477	589	712	rf	
65	34	60	94	135	183	211	240	303	374	453	539	734	958	1213	1497	1811	gpm	
	14	26	40	57	78	90	102	129	159	193	230	313	408	517	638	722	rf	
70	35	62	97	140	190	218	249	315	388	470	559	761	994	1258	1554	1880	gpm	
	15	27	43	62	84	97	110	139	172	208	247	337	440	556	687	831	rf	
75	36	64	101	145	197	226	257	326	402	486	579	788	1029	1303	1608	1946	gpm	
	17	29	46	66	90	103	118	149	184	223	265	361	471	596	736	890	rf	
80	37	66	104	149	203	234	266	336	415	502	598	814	1063	1345	1661	2010	gpm	
	18	31	49	71	96	110	126	159	196	237	283	385	502	636	785	950	rf	
85	39	68	107	154	210	241	274	347	428	518	616	839	1096	1387	1712	2071	gpm	
	19	33	52	75	102	117	133	169	209	252	300	409	534	676	834	1009	rf	
90	40	70	110	159	216	248	282	357	440	533	634	863	1127	1427	1762	2132	gpm	
	20	35	55	79	108	124	141	179	221	267	318	433	565	715	883	1069	rf	
95	41	72	113	163	222	255	290	366	452	547	652	887	1158	1466	1810	2190	gpm	
	21	37	58	84	114	131	149	189	233	282	336	457	597	755	932	1128	rf	
100	42	74	116	167	227	261	297	376	464	562	668	910	1188	1504	1857	2247	gpm	
	22	39	61	88	120	138	157	199	245	297	353	481	628	795	981	1187	rf	
105	43	76	119	171	233	268	304	385	476	576	685	932	1218	1541	1903	2302	gpm	
	23	41	64	93	126	145	165	209	258	312	371	505	659	835	1030	1247	rf	
110	44	78	122	175	239	274	312	394	487	589	701	954	1246	1577	1948	2356	gpm	
	24	43	67	97	132	152	173	219	270	327	389	529	691	874	1079	1306	rf	
115	45	80	124	179	244	280	319	403	498	602	717	976	1274	1613	1991	2409	gpm	
	25	45	71	102	138	159	181	229	282	341	406	553	722	914	1128	1365	rf	
120	46	81	127	183	249	286	325	412	509	615	732	997	1302	1648	2034	2461	gpm	
	26	47	74	106	144	166	188	238	294	356	424	577	754	954	1178	1425	rf	
125	47	83	130	187	254	292	332	420	519	628	747	1017	1329	1682	2076	2512	gpm	
	28	49	77	110	150	172	196	248	307	371	442	601	785	994	1227	1484	rf	
130	48	85	132	191	259	298	339	429	529	640	762	1037	1355	1715	2117	2562	gpm	
	29	51	80	115	156	179	204	258	319	386	459	625	816	1033	1276	1544	rf	
135	49	86	135	194	264	303	345	437	539	653	777	1057	1381	1748	2157	2611	gpm	
	30	53	83	119	162	186	212	268	331	401	477	649	848	1073	1325	1603	rf	
140	49	88	137	198	269	309	352	445	549	665	791	1077	1406	1780	2197	2658	gpm	
	31	55	86	124	168	193	220	278	343	416	495	673	879	1113	1374	1662	rf	
145	50	89	140	201	274	314	358	453	559	676	805	1096	1431	1811	2236	2706	gpm	
	32	57	89	128	174	200	228	288	356	430	512	697	911	1152	1423	1722	rf	
150	51	91	142	205	279	320	364	461	569	688	819	1114	1455	1842	2274	2752	gpm	
	33	59	92	132	180	207	236	298	368	445	530	721	942	1192	1472	1781	rf	
175	55	98	154	221	301	345	393	497	614	743	884	1204	1572	1990	2456	2972	gpm	
	39	69	107	155	210	241	275	348	429	519	618	841	1099	1391	1717	2078	rf	
200	59	105	164	236	322	369	420	532	657	794	945	1287	1681	2127	2626	3177	gpm	
	44	79	123	177	240	276	314	397	491	594	707	962	1256	1590	1963	2375	rf	

Solid Bore Discharge Formula : $GPM = 29.71 D^2 \sqrt{NP}$
 Fog Nozzle Reaction Formula : $NR = 1.57D^2 \sqrt{NP}$

GPM = Gallons per minute
 rf = Pounds reaction force
 NP = Nozzle pressure (psi)
 D = Bore Diameter
 Reaction Force measured in pounds
 * Nozzle Pressure Measured With Pitot Gauge