

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Konstantin Gaponov

PÕLEVVEDELIKE ÜMBERPUMPAMINE PÄÄSTETÖÖL

Lõputöö

Juhendaja:

Ivar Frantsuzov, MA

Kaasjuhendaja:

Feliks Angelstok, PhD

Tallinn 2013

ANNOTATSIOON

Kolledž: Päästekolledž	Kuu ja aasta: aprill 2013
Teen oma lõputöö kättesaadavaks Töö pealkiri: Põlevvedelike ümberpumpamine päästetööl	
Töö autor: Konstantin Gaponov	allkiri:
<p>Lühikokkuvõte: Lõputöö on kirjutatud teemal „Põlevvedelike ümberpumpamine päästetööl“. Töö on kirjutatud eesti keeles, eesti- ja venekeelse kokkuvõttega. Töös on 49 lehekülge, millest 38 lehekülge moodustab põhiosa. Lõputöö koostamisel kasutas autor kokku 24 erinevat eesti-, vene- inglise- ja saksakeelset allikat.</p> <p>Töö sisaldab 4 tabelit, 6 joonist ja 10 lisa. Töös on kasutatakse analüüsi ja sünteesi meetodit. Lõputöö raames viidud läbi empiiriline uuring kvantitatiivse uurimismeetodiga, kus andmeid kogutakse katsete abil. Lõputöö eesmärk – tõsta ohutust põlevvedelike ümberpumpamisel ja välja töötada selleks juhendmaterjal. Uurimisobjektiks on põlevvedelike ümberpumpamisega seotud protsessid.</p> <p>Töö on aktuaalne, sest seni puudub juhend põlevvedelike ümberpumpamiseks.</p> <p>Läbiviidud uuringu tulemusena konkretiseeriti tegevused sündmuskohal, kus on tegemist põlevvedelikuga ja selle ümberpumpamisega.</p> <p>Töös tehtud järeldused ja ettepanekud on suunatud ohutuse tagamisele ning efektiivsuse tõstmisele põlevvedelike ümberpumpamisel.</p>	
Võtmesõnad: põlevvedelik, põlevvedelikku ümberpumpamine, staatiline elekter.	
Ключевые слова: горючая жидкость, перекачка горючей жидкости, статическое электричество.	
Säilitamise koht: Sisekaitseakadeemia	
Kaitsmisele lubatud	
Kolledži direktor: Margus Möldri	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja: Ivar Frantsuzov	Allkiri:

SISUKORD

LÕPUTÖÖ ANNOTATSIOON	2
SISSEJUHATUS	4
STAATILINE ELEKTER	6
1.1. Staatiline elekter (elektriseerimine).....	8
1.2. Vedelike vabalangemine ja pihustamine	13
1.3. Vedelike voolamine	14
1.4. Vedelike aurumine.....	16
2. EKSPERIMENT.....	18
2.1. Katse kirjeldus	18
2.2. Katse ettevalmistus	19
2.3. Katse läbiviimine	21
3. ÜMBERPUMPAMINE PÄÄSTETÖÖL	24
3.1. Juhised esmastele reageerijatele	25
3.2. Juhised keemiavõimekusega reageerijatele	27
3.3. Vajaminev varustus	29
4. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD	31
KOKKUVÕTE	32
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU	35
TABELITE JA JOONISTE LOETELU	37
LISAD	38

SISSEJUHATUS

Lõputöös on analüüsitud ohu tekkimise põhjusi põlevvedelike ümberpumpamisel päästetööl. Saadud andmeid saab kasutada edasisel paranduste/lisade väljatöötamisel PÄKEs kirjeldatud põlevvedelike ümberpumpamise T-juhistes. Tähelepanu on töös suunatud staatilise elektri tekkepõhjustele ja nende ennetamise meetmetele päästjate ohutuse tagamiseks ülesande täitmisel.

Lõputöö eesmärgiks on tõsta ohutust põlevvedelike ümberpumpamisel, täiendades ja standardiseerides taktikalised ning tehnilised tegevused põlevvedelike ümberpumpamise ajal, et kasutada maksimaalselt efektiivselt varustust ja inimressurssi.

Lõputöö põhilised ülesanded on:

1. Analüüsida staatilise elektri tekkimise ja maandamise protsessi olemust põlevvedelike ümberpumpamisel nii eksperimentaalselt kui ka läbi kirjanduse uuringu.
2. Välja selgitada katsete abil tulemuslikumad maandamisviisid erinevates olukordades ja teha kindlaks kõige efektiivsem ja ohutum ümberpumpamise viis.
3. Paika panna tegevused sündmuskohal põlevvedelike ümberpumpamisel.

Lõputöö teooriaosas kasutatakse nii kvalitatiivseid kui ka kvantitatiivseid andmekogumise ja -analüüsimeetodeid. Lõputöö raames on viidud läbi empiiriline uuring, kus andmeid kogutakse katsete abil. Uuringuga soovitakse välja selgitada ja tõestada, millised on kõige tulemuslikumad taktikalised ja tehnilised tegevused põlevvedelike ümberpumpamisel ja seadmete maandamisel sõltuvalt ümbritsevast keskkonnast.

Alguses viiakse läbi põlevvedelike ümberpumpamise protseduuri käigus tekkivate ohtude analüüs ja seejärel koostatakse saadud andmete põhjal ennetusmeetmed nende ohtude tõrjumiseks. Eksperiment teostati koostöös TTÜ dotsendiga Arvo Mere.

Lõputöö koosneb kolmest osast. Esimene osa on suunatud põhiliste ohu tekkimise põhjuste väljaselgitamisele teadusliku kirjanduse analüüsi teel. Teises osas on

kirjeldatud eksperiment, mis oli suunatud päästjale tekkivate ohtude väljaselgitamisele. Kolmandas osas kirjeldatakse maandamisskeeme põlevvedelike ümberpumpamisel ning esimese ja teise reageerimistasandi tegevusi vastavuses nende tehniliste võimalustega.

Töös on ja antud soovitused ohutuse tõstmiseks.

STAATILINE ELEKTER

Eesti Vabariigi territooriumil tegeleb päästesündmuse lahendamisega Päästeamet.

Päästesündmus on ootamatu olukord, mis vahetult ohustab füüsiliste või keemiliste protsesside kaudu inimese elu, tervist, vara või keskkonda tulekahju, loodusõnnetuse, plahvatuse, liiklusõnnetuse, keskkonna reostuse või muu sarnase olukorra korral (Päästeseadus, 05.05.2010).

Niivõrd laia ülesannete spektri täitmiseks peab iga päästetööd teostav meeskonnaliige omama suurt teadmiste baasi. Tööde efektiivsuse tõstmiseks ja kõigi päästeasutuse töötajate koormuse vähendamiseks töötati välja teenused.

Hetkeseisuga osutatakse Eestis kokku 16 erinevat päästetöö teenust (Päästevaldkonna teenused, päästeameti peadirektori 17.01.2011 käskkiri nr 16):

- Päästetöö baasteenus;
- Tulekustutustöö teenus;
- Metsatulekahju kustutustöö teenus;
- Põlevvedelike kustutustöö teenus;
- Keemiapääste teenus;
- Saasteärastuse teenus;
- Veepääste teenus;
- Varingupääste teenus;
- Nööripääste teenus;
- Loomapääste teenus;
- Kõrgustes päästetöö teenus;
- Päästetöö juhtimise teenus;
- Logistika-transpordi teenus;
- Logistika-sündmuskoha teeninduse teenus;
- Üleujutuste pumpamise teenus;
- Naftareostuskorje teenus.

Antud teenused on jaotatud päästekomandode ja erinevate eksperdi vahel, et pakkuda iga teenuse kvalifitseeritud ja kvaliteetne osutamine. Näiteks Kesklinna komandos on keemia haagis ja nemad spetsialiseeruvad keemiapäästele. Pirita komando spetsialiseerub pinnaltpäästele, kuna neil on arves paat ja veepäästevarustus.

Mõned teenused on ühised kõikide päästekomandode jaoks, nende hulka kuulub päästetöö baasteenus, millest üks osa on reageerimine liiklusõnnetustele.

Kolme viimase aasta jooksul on toimunud Eesti territooriumil 638 juhtumist seotud naftareostuse lekega (Naftasaadustega reostumine – leke statistika, 29.04.2013). Nendest juhtumitest kaheksal korral teostati sündmuskohal põlevvedelike ümberpumpamist autotsisternidest, kusjuures enne pumpamist toimus liiklusavarii.

Võib juhtuda nii, et avariis osalevad sõidukid teostavad põlevvedelike vedu. Sellise sündmuse lahendamine nõuab päästjatelt spetsiifilisi teadmisi ja täpseid juhendeid, mis aitavad vältida põlevvedelike käitlemisel lisaohude tekkimist. Lisaohudeks võivad antud juhul olla väliskeskkonna temperatuur, staatiline elekter, veetava aine omadused jne.

Päästetöö ajal võib tekkida vajadus viia läbi mingeid operatsioone põlevvedelikega, näiteks lekke lokaliseerimine, väljavalgunud vedeliku piiramine, selle kogumine süvenditesse, basseini või tünni ning vedelike ümberpumpamine.

Tavatingimustel, kui ei ole äärmist vajadust, päästjad põlevvedeliku ümberpumpamist ei teosta ehk avariilise veoki ja veotsisterni seisund on stabiilne.

On teada juhtumid kui selline vajadus võib tekkida ja see sõltub paljudest faktoritest. Üks neist on mobiilsete pumpade (pumbaga varustatud veoauto) puudumine või olukord, kus neid pole võimalik kasutada. Samuti võib see olla suur leke, näiteks raudteetsisterni puhul, kui on vaja hoida leket kontrolli all ümberpumpamisega ringvoolu abil, et vältida negatiivset mõju keskkonnale. Veel üks selline olukord on situatsioon, kus otsustavat rolli mängivad keerulised maastikuolud, kuhu tavaline tehnika (pumbautod) juurde ei pääse. Viimase olukorra ere näide on Poola lennuki hädamaandumine Ülemiste järvel (Kaubalennuk hädamaandumine Ülemiste järvele, 18.03.2010). Päästetöö käigus teostati põlevvedelike ümberpumpamist (ca 2000 liitrit lennuki kütust).

Päästeametil on olemas varustus, mille hulka kuuluvad erinevat tüüpi pumbad ja maandamise komplektid, mis on mõeldud nii põlevvedelike ümberpumpamiseks kui ka selle protsessi ohutuse tagamiseks. Nagu on juba eelnevalt mainitud, pole selle päästetöö osa ohutuse tõstmist keegi uurinud ja seega puuduvad konkreetset skeemid erinevate maandamise kontuuride kohta.

Võib eristada mitu põhilist faktorit, mis mõjutavad ohu taset põlevvedelike ümberpumpamisel:

1. Staatiline elekter
2. Vedelike vaba langemine ja pihustamine
3. Vedelike voolu kiirus
4. Vedelike aurumine

Iga eelnimetatud faktor on potentsiaalne ohuallikas sündmuskohal põlevvedelike ümberpumpamise ajal ning võib põhjustada vedelike aurude süttimise või plahvatuse.

Põhjalikumaks tutvumiseks nende ohtudega vaadeldakse neist igähte eraldi.

1.1. Staatiline elekter (elektriseerimine)

Elektriseerumine, s.t. ühe ja sama laengu liia teke materjali pinnal või selle mahus, toimub kahe tihedas kontaktis oleva keha suhtelisel ümberpaigutamisel. Selleks võib olla kile, lehe või lindi lahtrebimine tahkelt või vedelalt pinnalt (Поляков 1967:468-482), kehade libisemine üksteise suhtes (Староба 1960:248), materjalide purustamine (murdmine), vedeliku liikumine mööda tahket pinda või tahkete ja vedelate osakeste liikumine vedelikus (Klinkenberg 1958:191). Kõikidel juhtudel toimub elektrilise kaksikkihi jagunemine, mis tekib alati tahkete kehade jaotamispiiril ning faaside jaotuspiiridel: vedelik – tahke keha, vedelik – gaas. Elektriseerumine toimub ka gaasi vahustamise käigus läbi vedeliku kihi või selle pihustamisel gaasijoana. Kui vähemalt üks vastastikult mõjutatavatest kehadest ei ole elektrit juhtiv, salvestub tekkiv laengu liik sellel kehal ning keha muutub elektriliselt laetuks (Адам 1947:552).

Laenguenergia vedeliku pinnal ja sellest tulenev laengu ohtlikkus määratakse laengu tiheduse järgi vedelikus. On kindlaks tehtud lubatud laengu piirväärtused. Laengu kogunemine vedelikus on alati kahe konkureeriva protsessi tulemus. Torustikus on antud protsessideks elektriseerumine, st elektrilise kaksikkihi laengute jagunemine vedeliku piirpinnal – sein, vedelik – lahustamata lisandi osake, lahustamata lisandi osake –sein jne, ning laengu nõrgumine vedelikku seinte ja maandavate seadmete elektrijuhtimise tulemusena. Tsisternis on peamisteks konkureerivateks protsessideks laengu saabumine vedeliku vooga torustikust ning laengu laskumine maasse läbi vedeliku massi, seinte või maandava seadme. Tsisternis võivad üheaegselt laengute saabumise protsessiga toimuda kindlatel tingimustel lisaelektriseerumise protsessid vedeliku pritsimisel, intensiivsel segamisel, rõhu vähendamisel või lahustumata lisandite osakeste settimisel. On teada, et staatilise elektri ohtliku kogunemise ennetamiseks on vaja aeglustada või nõrgendada protsesse, mis viivad laengute tekkeni ning tagada vastavad tingimused nende kulgemiseks (Захарченко 1975:62).

Kui laengute tihedust ei suudeta vähendada lubatud piirväärtuseni, on vaja tekitada tsisternis sellised tingimused, mille juures oleks laengu tekkimine tsisterni gaasiruumis võimatu või siis muuta võimatuks vedeliku piirpinnal oleva keskkonna süttimine isegi juhul, kui tekkiv lahendus on suurema energiaga, kui vedelikuaurude ja õhu segu süttimise energia (Захарченко 1975:62).

Eelpool kirjeldatud nähtusega kaasneb põlevvedelike, mille ülemises kihis tekib elektriline laeng, aurude süttimise või plahvatamise oht. Süttimist ning plahvatamist on jälgitud kõige erinevamate operatsioonide käigus orgaaniliste vedelikega. Näiteks tekib plahvatus maapealsete mahutite ja naftatankerite täitmisel ning samuti lennukite ja autode kiirtankimisel süsivesinikkütustega (Иоссель 1966:140). Seejuures plahvatused toimusid kohe pärast täitmise alustamist. Eriti tihti on jälgitud tulekahjusid ning plahvatusi autotsisternide täitmisel. 2002-ndal aastal juhtus selline intsident Eestis. Pärnumaal, kütuse ülepumpamisel toimus plahvatus Jõõpre tanklas. Spetsialistide sõnul oli plahvatuse ning järgneva tulekahju põhjuseks kas autotsisterni või kütusemahuti maanduse puudumine (Anu Saare, 29.05.2002). Maailmapraktikas toimunud juhtumite korral on märgitud, et plahvatus toimub pärast seda, kui produkti voos tekkis vesi või õhk. Teatati, eriti paagi täitmisel petrooleumiga, et plahvatus toimus pärast seda, kui algas õhuleke (Howard 1959:367-375).

Vee sisaldus süsivesinikkütustes põhjustab elektriseerimise järsu tõusu, mis on korduvalt põhjustanud plahvatusi (Иоссель 1966:140). On jälgitud juhtumit, kui segades vett sisaldavat lennukikütust oli elektriseerumine niivõrd kõrge, et maandatud proovivõtjale mõjuv laeng põhjustas plahvatus (Бобровский 1963:48). Teisel juhul toimus plahvatus esimesel minutil pärast seda, kui petrooleumi hakati lisama vett (Holdsworth 1961:41-52).

Eriti ohtlik on olukord, kui vesi (või hape) on peenestatud kujul jaotunud põhiproduktis (vedelas süsivesinikkütuses). Vedelikuosakeste settimisel, mida väiksemad on osakesed, seda aeglasemalt toimub ka settimine. Lennukikütustega mahutite plahvatused toimusid pika aja möödudes (kuni 40 minutit) peale kütuse segamise lõpetamist vee või happega. Elektri juhtiva vedeliku osakeste taoline settimine, millega kaasneb produkti intensiivne elektriseerumine, on eriti ohtlik, kuna tavaliselt on mahutis rakendatav inertse keskkonna loomise meetod täitmise või ümberpaigaldamise ajaks ebaefektiivne. Plahvatusohtliku segu desensibiliseerimine võiks antud juhul olla efektiivne vaid inertgaasi pikaajalise juurdevoolu ning seadme piisava hermeetilisuse korral (Еропов 1961:21-22).

Elektriseerumise ohtlikke ilminguid täheldatakse ka tuleohtlike ja põlevvedelike segamisel, kui ületatakse lubatud rõhku lähteseadmes või inertse keskkonna puudumisel vastuvõtuseadmes. Nii oli ühes värvivabrikus valmisprodukti valamisel aparaadist läbi osaliselt reostatud torustiku protsessi kiirendamiseks tõstetud rõhku. Tulemusena toimus vastuvõtuaparaadis plahvatus (Захарченко 1975:11-12).

Süsivesinikkütuste filtreerimine enne lennukite tankimist ning suspensioonide filtreerimine keemiatööstuses on samuti vedelike aktiivse elektriseerumise allikateks, mis tihti põhjustab süttimise. Intensiivne elektriseerumine toimub vedelike rõhu vähendamisel või nende lekkimisel suurte rõhmuudatuste juures vedeliku pritsimise ja kavitatsiooni tulemusena. Kui rõhu vähendamisel õhk tavaliselt puudub, siis lekkimisel luuakse kõik tingimused lekkiva joa süttimiseks (Колдамасов 1972:12-14).

Tihti toimub süttimine põlevate ja tuleohtlike vedelike juhtimisel mööda metallist torustikku mittemetallist mahutitesse, nende segamisel mittemetallist tsisternides või filtreerimisel läbi keraamiliste filtrite. Eriti ohtlikud on süttimised vedelike valamisel

väikestesse klaaspudelitesse või muudesse laborinõudesse, kuna see teostatakse tavaliselt käsitsi ning peaaegu vältimatult tekitab põletushaavu (Захарченко 1975:12).

Valamisoperatsioonide teostamisel käsitsi, tuleohtlike ja põlevate vedelike transportimisel tekkivad välgud reeglina vedeliku pinnalaengute või mittemetallilise nõu pinnalaengute tulemusena. Kuid mõnikord toimub süttimine ka metalltaaras, mis on paigaldatud maandatud metall-liistule. Selliste süttimiste põhjuseks on tavaliselt inimese käte maandatud metalltaarale tulevad laengud (Tetzner 1972:237-238). Ühes tehniliste kummitoodete tehastes juhtus kummiliimi süttimine paagis hetkel, milt tööline võttis selle kätte. Samuti juhtus tulekahju ning plahvatus kütusetaaras, kus tööline püüdis maha võtta korki metallist kühvli abil (Захарченко 1975:12).

Mitmeid kordi on olnud bensooliga raudteetsisternide plahvatusi pärast täitmise algust, siis kui neisse pandi mittemetallist (polüetüleenist, kummist) voolik läbi ülemise ava ning samuti ka täitmise lõppedes, kui laetud voolik võeti luugist välja. Maandatud metallist torude kasutamisel plahvatusi pole täheldatud (Евгений Багаев, 27.01.1999).

Samuti on juhtunud süttimisi ja plahvatusi elektriseerivate tahkete materjalide käsitsilaadimisel (ftaalanhüdriid, bituumen jne) otse aparaadi avasse, kus asub kuum vedelik (Размахин 1965:45-46).

Toodud näited viitavad staatilise elektri kõrgele ohtlikkusele erinevate tööstusharude tootmistes. Seetõttu on ennetusmeetmete väljatöötamine ning staatilise elektri ohtlike ilmingute kõrvaldamine väga aktuaalne probleem.

Lisaohu tekke riski vähendamiseks kasutatakse erinevaid meetodeid. Üks neist on üsna levinud ja laialtkasutatav ning kättesaadav meede – maandus. Vaja on tagada seadme kõikide elektrijuhtivate osade, mille laengud on eriti ohtlikud, pidevat ja usaldusväärset kontakti maaga. Erilist tähelepanu tuleb pöörata seadme nende elektrijuhtivate osade (sealhulgas ka metallist osade) maandusele, mille kasutamistingimused või ehituslikud omadused võivad põhjustada kontakti lühiajalise või pikaajalise rikkumise (Захарченко 1975:64).

Orgaaniliste vedelike transportimisel või hoidmisel on sageli isoleeritud elektrijuhtivateks detailideks vedeliku tasememõõtjate ujukid. Kontakt maandusega rikutakse nii ujuki lahtirebimise kui ka ujukit suunavate rööbaste reostumise

tulemusena. Kui aga pikaajalise kasutamise tulemusena tekib rööbastel elektrit mittejuhtiv sade, võib ujuk pikema aja vältel jääda maandusest elektriliselt isoleerituks, koguda endale laenguid, mida toovad vedelikuhood ning olla ohtlike laengute allikaks. Seoses sellega, tuleb taset mõõtvate ujukite kasutamisel hoida ujuki katkematut kontakti maandusega (Захарченко 1975:64).

Eriti hoolikalt tuleb tagada nn „ujuvate kaante“ ja erineva ehitusega ujukite usaldusväärne maandus, mida kasutatakse naftatoodete aurumise vähendamiseks tsisternides. Reeglina peavad nad olema ühendatud maandusega vähemalt kahe juhtme kaudu, kuna antud seadmete elektrimahtuvus on oluliselt suurem, kui ujukitel ning ainsa maandava juhtme katkemisel, võivad tekkida suure energiaga laengusädemed (Захарченко 1975:64).

Maandamata elektritjuhtivateks esemeteks on tihtipeale mittemetallist torustiku ja voolikute armatuuri metallilised elemendid. Näiteks metallist äärikute kasutamisel klaasist, portselanist ning fluorplastikust elementide ühendamiseks, on nad paigutatud iga 2-3 meetri tagant kogu torustiku pikkuses, kusjuures iga metallist elemendi elektrimahtuvus on üle 10 pF. Elektrilaengu kogunemine nendel elementidel möödavoolava vedeliku elektriseerimise ja torustiku materjali tulemusena tekitab neis laengu, mis saavutab potentsiaali kuni 10 kilovolti. Laengust vabanemised toimuvad maandamata äärikutest kõrvalolevatele maandatud metallkonstruktsioonidele. Metallist põlvede kasutamisel flourplastikust torustikus, mida mööda transporditakse orgaanilisi vedelikke, tekkivad sädemelaengud pikkusega üle 10 cm, mille plahvatusohtlikkus on ilmselge. Seetõttu mittemetallist torustiku monteerimisel ja eksploatatsioonil on vaja hoolikalt jälgida metallist osade ning armatuuride usaldusväärset maandust (Захарченко 1975:64).

Kasutades armeeritud kummist voolikuid, tuleb arvestada ohuga, mis tekib spiraalse armatuuri ja maanduse vahelise kontakti rikkumisel. Sellel juhul koguneb laeng juhtmetel, mis on mitte ainult suure elektrimahtuvusega vaid ka olulise induktiivsusega, mis järsult tõstab laengu süttimisomadusi.

Termoisolatsiooni metallist kestad ei oma tavaliselt kontakti elektriseeruva vedelikuga, mis asub torustikus või tsisternis. Kuid seadme pidev vibratsioon, mis on kutsutud esile vedelikku pumpavate pumpade tööst, viib dielektrilise termoisoleeriva materjali

elektriseerumiseni (klaasvill, polüstüreen jm). Seejuures tekkivad laengud võivad koguneda kestal, millel on oluline elektrimaht, ja kutsuda esile ohtlikke laenguid. Seetõttu peab metallist kest olema vähemalt iga 40-50 meetri tagant ühendatud maandatud seadmega, mille termoisolatsiooni nad tagavad.

1.2. Vedelike vabalangemine ja pihustamine

Vedeliku vabalangemine ja selle piserdamine on otseselt seotud tema elektriseerumisega. Vedeliku väljumisel torustikust või voolikust tuleb kasutada ennetavaid meetmeid selle nähtuse vältimiseks.

Vedelike laialipritsimise vältimise võtetel on tähtis roll meetmete kompleksis, mis tagavad seadme kaitsmise staatilise elektri eest. Kui ilma pihustamise ja pritsimiseta ennetab seadme maandus vedelike elektrilise eritakistusega kuni $10^9 \Omega \cdot m$ ohtlikku elektriseerumist, siis intensiivsel laialipritsimisel samadel tingimustel on võimalik vedelike elektriseerumine, millede elektritakistus on $10^3 - 10^4 \Omega \cdot m$ või vähem (Захарченко 1975:68).

Üheks operatsiooniks, mis toob kaasa vedelike pihustamise, mis ei ole ettenähtud tehnilise vajadusega, on seadmete ja tsisternide täitmine vabalt langeva joaga. Seadmetesse ja tsisternidesse on soovitatav vedelikku sisse viia olemasoleva vedelikukihi alla. Pritsimise vältimiseks lõigatakse täitmistorud tsisternide külgsesintesse, põhjale võimalikult lähemale. Sellega saavutatakse vajaliku jäägi mahu vähendamine. Vertikaalsete laadimistorude otsad paigutatakse sama eesmärgiga peaaegu põhja (tsisterni põhja ning täitmistoru otsa vaheline kaugus ei tohi ületada 200 mm) (Иоссель 1966:140). Kui see on aga võimatu, siis juga suunatakse mööda seinu sellisel viisil, et pritsimine oleks viidud miinimumini: toru otsal tehakse koonusekujuline kaldlõikega laiend ning toru viiakse seinale juurde võimalikult väiksema kaldenurga all. Mõnikord on soovitatav täitmistoru otsa ja tsisterni põhja vahele keevitada terasest nurk või kanal, mida mööda liikudes on juga vähem pritsiv ning osaliselt ka tühjeneb laengust (Leffert 1966:186-190). Joa liikumine mööda seinale või mööda terasest profiili vähendab pritsimist, kuid ei ennetab laengu väljumist vedeliku pinnale.

Pärast seadmete või tsisternide remonti või puhastamist puudub neis vedelik, mille alla võiks produkti sisse viia ilma pritsimiseta. Sellisel juhul või pritsimist vähendada ainult sissevoolamise kiiruse vähendamisega kuni 0,7 m/s (Захарченко 1975:69).

Lahustumatute osakestega segude liikumine vedelikus tsisterni täitmisel ja segude settimine pärast täitmise lõppu tekitab olulise täiendava elektriseerumise. Seetõttu, elektriseeruvate vedelike puhastamine mehaanilistest segudest, mis ei ole vajalikud tehnoloogilise protsessi normaalseks kulgemiseks, vähendab sädemelaengute tekkimise ohtu tsisternides ja seadmetes. Eelkõige käib see selliste segude kohta nagu vesi ja rooste, mis esinevad tehnilistes vedelikes kõige sagedamini (Howard 1959:367-375).

Õnnetuskohal esineb antud nähtus põlevvedeliku vabalangemisel vigastatud tsisternist või muust anumast basseini või mõnda teisse selle põlevvedeliku kogumise anumasse, mis tekitab aine segunemise. Põlevvedeliku segunemine on omakorda ohtlik, kuna tõstab vedeliku aurustumise kiirust, tõstes sellega plahvatusohtliku olukorra tõenäosust sündmuskohal. Sama kehtib põlevvedeliku überpumpamisel, täpsemalt tekitab selle imisõela ja muude filtrite kasutamine, mis suurendab pritsimise efekti. Sellisel juhul suureneb põlevvedeliku ja dielektrilise keha (metall, millest on filter toodetud) kokkupuutepindala kordi, seega suureneb ka tekkiv laeng kordi, mis toob endaga kaasa ilmse ohu, et tekkib süttimiseks piisav laeng.

Vooliku asetamisel ajutisse tsisterni on vaja samuti pöörata tähelepanu sellele, et selle ots asuks vedeliku ülemise kihi tasandist mitte kõrgemal kui 20 cm, kuna vastasel juhul võib tekkida eelpool kirjeldatu.

Põlevvedeliku kõrgelt langemise ja pritsimise vähendamise meetodiks on torude ja rennide kasutamine. Nende vahendite abil võib vedeliku suunata selle kogumise kohta (tsistern, tünn, basseini) sujuvalt, viies sellega pritsimise miinimumini.

1.3. Vedelike voolamine

Nagu eespool öeldud on üks staatilise elektrilaengu tekke allikaks põlevvedeliku liikumine torustikus või voolikus.

Vedeliku liikumise kiiruse kasvades suureneb hõõrdumine, mis soodustab intensiivsemat erinimeliste laengute kogunemist vedeliku ja toru pindadele.

Antud nähtuse vastu kaitsemeetod on vedeliku liikumise kiiruse vähendamine läbi transpordiks kasutatava toru või vooliku diameetri suurendamise. Eesti Päästeametis kasutatakse selleks tolliseid voolikuid. (Keemiapääste suunitlustega põhiautode ja keemiapääste haagise varustuse miinimum nõuded, päästeameti peadirektori 16.04.2009 käskkiri nr 56).

Teaduslike katsete abil on tuletatud lubatud vedelike voolamiskiirused, mis on toodud järgnevas tabelis (Малышкин 1981:130):

Tabel 1. Lubatud vedelike voolamiskiirused

Naftasaaduse viskoossus: $10^4, \text{m}^2/\text{s}$	Kiirus torustikus m/s		Naftasaaduse viskoossus: $10^4, \text{m}^2/\text{s}$	Kiirus torustikus m/s	
	Imikiirus	Surve- kiirus		Imikiirus	Surve- kiirus
1,0-11,4	1,5	2,5	74,0-148,2	1,1	1,2
11,4-28,4	1,3	2,0	148,2-444,6	1,0	1,1
28,4-74,0	1,2	1,5	444,6-889,2	0,8	1,0

Tasub märkida, et antud tabelitesse tuleb suhtuda kui soovitusse, kuna lühikestes torustikes võivad kiirused erineda.

Tabelist on näha, et vähemviskoosete ainete ümberpumpamise korral võib kiirus olla suurem kui suurema viskoosusega ainetel. Seega bensiini ja diisli ümberpumpamine võib toimuda kiirusel, mis ei ületa 1,5 m/s. Antud väidet kinnitab Kohtla-Järve komandos läbiviidud eksperiment. Eksperimendi eesmärk oli välja selgitada pumba tegelik tootlikkus koos põhjaklapi ja imisõelaga. Saadud tulemus oli vedelike kiirus 1 m/s, mis ei ole vastuolus tabelis toodud andmetega, kuna eelnevalt on öeldud, et tulemused võivad erinevates ümberpumpamise süsteemides varieeruda.

Täpsemad eksperimendi andmed on toodud allolevas tabelis:

Tabel 2. Überpumpamise kiirus

Nr.	Kogus	Aeg	Võimsus	Märkused
1.	200 l	3 min 8 s	64,9 l/min	* õhk- 7bar, kasutatud imisõela
2.	200 l	6 min 16 s	32,4 l/min	* õhk- 7bar, kasutatud imisõela

Tuleb märkida, et vedelikuna kasutati vett, kuna teema vähese uurituse tõttu oleks reaalse kütuse überpumpamine olnud ohtlik.

Esimese rea andmed tabelis vastavad täisvõimsusele, teine rida vastab poolele võimsusele. Samuti on märkimist väärt, et eksperimendi läbiviija soovib kasutada pumpa poole koormusega ohutumaks tööks ja kulumise vältimiseks.

Päästetöö sündmuskohal võib voolu kiirenemine suurendada staatilise elektri laengut või olla selle tekkimise põhjuseks. Põlevvedelike überpumpamise ajal tekib voolikutes voolukiirusel, mis ületab 1-1,5 m/s, ohtlik staatilise elektri laengute kogunemine dielektriliste ainete või kehade pindadele. Antud oht tekib kunstlikult, st päästjad tekitavad selle ise ennetades teisi negatiivseid mõjusid keskkonnale, mis on seotud põlevvedeliku lekkimisega väliskeskkonda.

Vältimaks teisi põlevvedeliku liikumisega voolikutes seotud lisaohude teket tuleb omada võimalust reguleerida überpumpamise kiirust. Sellisel juhul on kõige lihtsam kasutada membraanpumpasid, mis kasutavad oma tööks rõhu all olevat õhku, mis saadakse välisallikast (auto õhusüsteem, balloonid). Rõhu reguleerimine mõjutab otseselt pumba tootlikkust. See muudab antud pumba efektiivseks põlevvedelike überpumpamise vahendiks.

1.4. Vedelike aurumine

Põlevvedelike aurumise kiirus sõltub vedeliku temperatuurist, rõhust, õhu liikumise kiirusest, mahuti kujust, pinna pindalast ja muudest faktoritest. (Г.Шибаяев, 1966:126).

Põlemisohtliku keskkonna tekke vältimine tagatakse erinevatel viisidel, näiteks mittepõlevate ainete ja materjalide kasutamisega, tehnoloogiliste aparatuuride õhupadja flegmatiseerimisega, avariilise mahalaadimise süsteemiga. Näiteks teostatakse kergeltsüttivate ainete hoiustamist lämmastiku padja all, mis välistab auru keskkonna teket reservuaarides. (Лебедев 2005:213).

Süüteallikate tekke vältimine põlevkeskkonnas saavutatakse sädemevabade tööriistade kasutamisega tööolukorras kergeltsüttivate vedelike ja põlevate gaasidega ning masinate, mehhanismide, varustuse ja seadmete kasutamisega, mis ei tekita eksploateerimisel süüteallikaid. (Лебедев 2005:215).

Päästjate sündmusele jõudmise hetkeks jõuab vedelik mingil määral laiali valguda. Sellepärast võib sündmuskohale lähenemine olla iseenesest ohtlik. Samuti tuleb põlevvedelike ajutisse tsisterni või basseini ümberpumpamisel võtta arvesse põlevvedeliku aurumise nähtust, eriti suvisel ajal kui kõrgema temperatuuri tõttu on aurumine palju intensiivsem kui talvel. Näiteks kuumal suvepäeval võib kuuma asfalttee tõsta diislikütuse temperatuuri üle leek punkti (ca üle 56 C). Antud juhul on soovitatav protsessi mõju vähendamiseks plahvatusohtlikule keskkonnale kasutada vedeliku isoleerimist. Kasutades ajutisi tsisterne või tünne, tuleb need pärast täitmist sulgeda kaanega, viies sellega vedeliku pinna kontakti väliskeskkonnaga miinimumini. Teisaldatavate basseini või muude käepärastest vahenditest tehtud mahutite (näiteks jätkredeli jätkud ja kile) kasutamisel tuleb see katta tavalise kilega või katta keskkordse vahuga põlevgaaside tekke vältimiseks.

2. EKSPERIMENT

Kuna antud töös käsitletakse põlevvedelike ümberpumpamist päästetöö ajal, ei või jätta tähelepanuta päästjate mõju. Päästjate lahutamatu osa päästetööl on nende kaitseriietus, mida kutsutakse omavahel „roobadeks“ ja mis vastab eurostandardile EVS-EN 469:2006 ja EVS-EN 340:2006. Päästetöö ajal liigub iga päästja aktiivselt. Kaitseriietus võib liikumisel toimuva hõõrdumise tagajärjel koguda oma pinnale laengu. Laeng kujutab endast potentsiaalset ohtu, mis võib põhjustada põlevvedelike gaaside süttimise nende ümberpumpamisel sündmuskohal. Eriti suvisel ajal kui õhutemperatuur on keskmiselt 20 kraadi (Juuli keskmine temperatuur, 30.11.2012). Kaitseriietuse elektriseerumise ohu kindlakstegemiseks viidi läbi katse TTÜ Füüsikainstituudis.

2.1. Katse kirjeldus

Katses osales vahetult TTÜ Füüsikainstituudi dotsent Arvo Mere, kes pakkus välja ainsa võimaluse laengu mõõtmiseks materjali pinnal.

Katse põhimõte seisnes selles, et kanda üle staatilise elektri laeng erinevatest materjalidest riidetükkide pinnale hõõrdumise teel. Seejärel saadud laeng anda kondensaatorile ning teostada mõõtmised elektrostaatilise voltmeetri abil andmete saamiseks edasise matemaatilise töötluse jaoks.

Katse käigus saadud tulemused fikseeritakse ja lisatakse alltoodud valemitesse:

$$U = C * q \Rightarrow q = C * U, \text{ kus}$$

U on pinge (Volt)

q – keha laengud (Culon)

C – elektrimahtuvus (pikofarad)

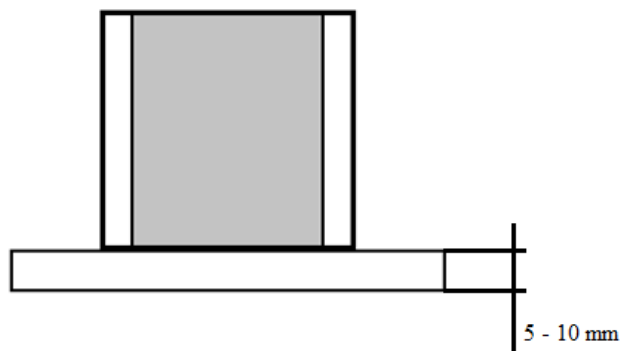
Pärast kõiki arvutusi võrreldakse tulemusi ja tehakse järeldused selle kohta, kas staatiline elekter tekib kaitseriituse pealmisel kihil ja kas kaitseriitus soodustab staatilise elektri teket teiste materjalitüüpidega võrreldes.

Saadud tulemuste põhjal korrigeeritakse tegevusjuhiseid põlevvedelike ümberpumpamisel päästetöö käigus.

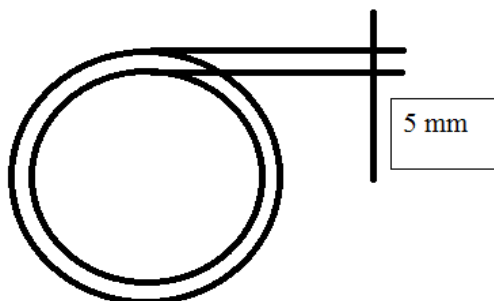
2.2. Katse ettevalmistus

Katse läbiviimiseks oli vaja konstrueerida eelnevalt mainitud kondensaator, mis mängib olulist rolli katse käigus.

Kondensaatori põhimõtteline skeem ja selle parameetrid on toodud allpool:



Joonis 1. Kondensaatori külgsuuna



Joonis 2. Kondensaatori pealtuuna

Kondensaatori valmistas lõputöö autor ise käepärastest materjalidest dotsent A. Mere juhtimisel. Kondensaatori aluseks oli pleksiklaas, millele paigaldati liimi abil roostevabast terasest kruus. Põhiliseks nüansiks on põhja olemasolu kruusil. Nagu skeemilt näha, on kruusi ümber metallist raam, mis ei lase laengul, mis metalli pinnale antakse, keskkonda levida. Vahemaa südamiku ja välisraami vahel ei tohi ületada 5mm. Laengute efektiivsemaks püsimiseks kondensaatoris, kasutati kaant, mis oli valmistatud samuti roostevabast terasest. Kaane käepide oli valmistatud dielektrilisest materjalist polüetüleenist. Andmete saamiseks kondensaatorilt oli ettevalmistatud kaks kohta, millele kinnitused katsete ajal juhtmed nn „krokodill“-kinnitustega. Katse puhtuse tagamiseks kasutati maanduseks kaht maandatud alumiiniumplaati. Plaatide eesmärk oli eemaldada katsetes kasutatavatel materjalitükkidelt neil eelnevalt olemasolev laeng.



Joonis 3. Valmis kondensaator

Uuritav laeng tekitati materjalile ühesugustes tingimustes eelnimetatud polüetüleenist valmistatud kinda kasutamiseks.

Pärast valmistatud katseseadmele heakskiidu saamist dotsent Arvo Mere poolt määrati katse läbiviimise aeg ja koht.

2.3. Katse läbiviimine

Katse viidi läbi 22.02.2013 TTÜ Füüsikainstituudi laboris. Läbiviidava katse kuraator oli mitu korda mainitud dotsent Arvo Mere, kes jälgis katse läbiviimise puhtust ja andis väärtuslikke juhiseid, mis tagasid maksimaalse võimaliku saadud tulemuste usaldusväärsuse.

Enne katse algust tehti temperatuuri ja õhuniiskuse mõõtmised ruumis hügromeetri abil.

Ruumi õhutemperatuur oli 20⁰C ja õhuniiskus püsis stabiilselt 22% tasemel. Antud temperatuur on praktiliselt keskmine temperatuur statistiliselt keskmisel suvel Eestis (Juuli keskmine temperatuur, 30.11.2012).

Enne katse algust lõigati näitena kasutatav katsematerjal valmis ühesugusteks ristkülikuteks. Kokku kasutati 6 tüüpi materjale: akrüül, polüester, segu (65% polüester ja 35% puuvill), tuletõrje riided viking, tuletõrje riided DEVA Tiger plus, tuletõrje riideid DEVA Tiger plus (koos kihiga).

Katse läbiviimise võib jagada 4 etappi:

- Laengu nullimine materjali pinnal;
- Sihipärane materjali laadimine;
- Laetud materjali asetamine kondensaatorisse;
- Näitude võtmine.

Olemasoleva laengu nullimine materjali pinnal teostati kahe alumiiniumplaadi abil, mis olid omavahel ühendatud (vt LISA 1). Materjal asetati ühele plaadile ja kaeti teisega, nii et väike materjaliosa oleks haaramiseks avatud. Mingi aja möödudes võeti materjal plaatide vahelt välja ja algas järgmine etapp.

Pärast nullimist teostati materjali sihipärane laadimine hõõrdumise abil käe abil polüetüleenkindas. Materjal suruti kätte ja tõmmati sealt välja väikse pingestamisega. Selliselt survestatult läbis materjal rusikas käe hõõrdudes ja tekkis elektrilaeng (vt LISA

2). Selline tegevus on võrreldav päästetöö käigus, kui päästja teostab kile materjaliga ajutise basseini vooderdust.

Edasi asetati materjal kondensaatori südamikku ja see suleti ettevaatlikult kaanega. Põhiliseks ohuks oli kondensaatori seinaga puutumine käega, mille tulemusena oleks laeng kandunud üle käe pinnale ja mõõtmistulemused oleks olnud valed (vt LISA 3).

Viimane ja kõige olulisem etapp on saadud tulemuste mõõtmine kondensaatorilt. Kondensaator oli ühendatud voluumeetriga kahe juhtme abil, millest üks oli ühendatud südamikuga ja teine välisraamiga (vt LISA 4). Erinevuse tuvastamine laengute vahel südamikul ja välisraamil oli antud katse eesmärk.

Saadud tulemused on esitatud alltoodud tabelis:

Tabel 3. Katse tulemused

Materjal	Pinge
Akrüül	300V+
Polüester	300V+
Segu	260V
Viking	180V
DEVA Tiger plus	130V
DEVA Tiger plus (koos kihiga)	90V

Tabeli andmed näitavad, et pinge materjalide pinnal tekib, aga erineval määral. Nagu andmetest on näha, igapäevases elus kasutatavatel materjalidel tekib palju suurem pinge kui tuletõrje kaitseriistuse valmistamisel kasutatavatel materjalidel.

Täpsemate tulemuste saavutamiseks kasutati valemit, mis arvestab lisaks iga katses kasutatud materjalitüki pindala.

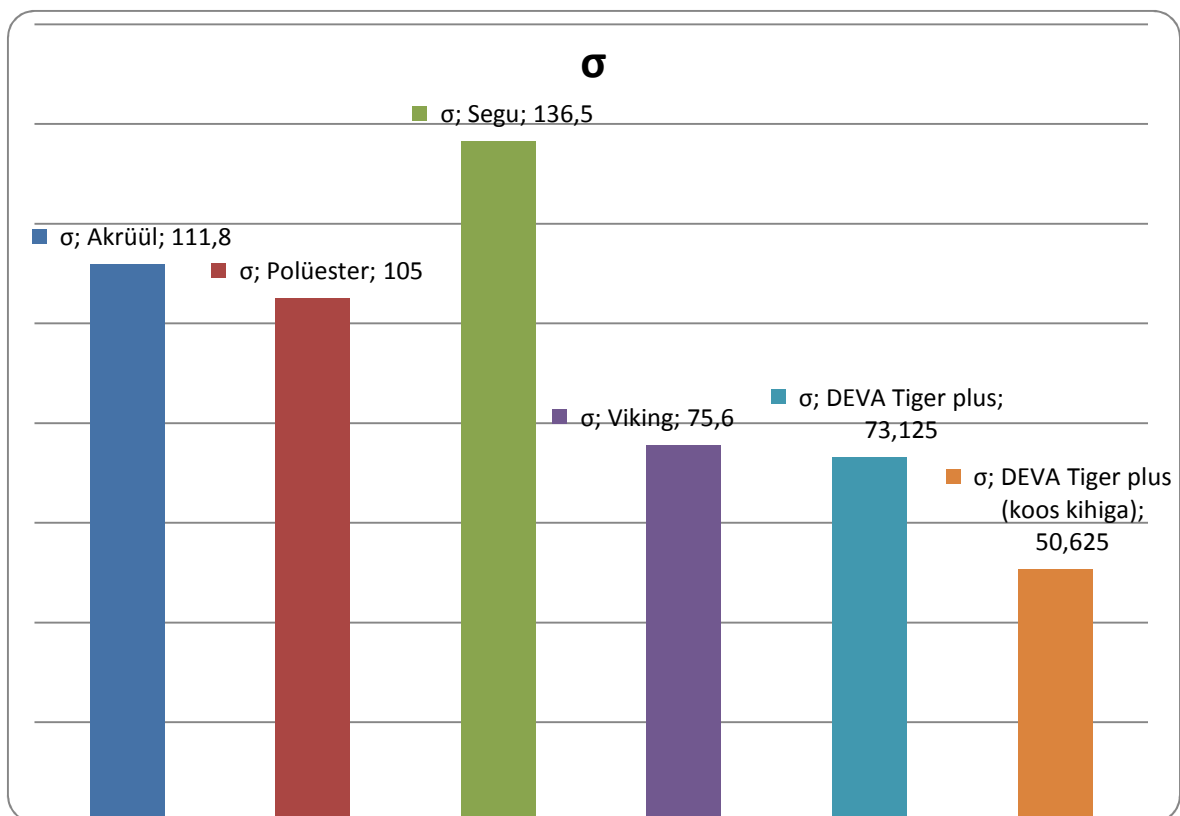
$$L = \frac{q}{S}, \text{ kus}$$

σ on laengu pindmine tihedus (C/m^2)

q – keha laengud (C)

S – pindmise juhi pindala (m^2)

Andmed pärast kõiki arvutusi on esitatud graafikus:



Joonis 4. Pingete erinevus vastavalt katse materjalidele

Antud graafikus on skemaatiliselt näha erinevused pingete näitades, millest võib teha järelduse, et vajaminevate operatsioonide teostamisel päästetöö ajal „roobade“ ülemistes kihtides laeng tekib. Selle tulemusena tuleb kasutada lisa ohutusvahendeid ja meetmeid sündmuskohal põlevvedelike ümberpumpamisel päästetöö aja.

3. ÜMBERPUMPAMINE PÄÄSTETÖÖL

Õnnetuse, milles osaleb põlevvedelikku vedav tsisternauto või muu transpordivahend, millega veetakse arvestatavas koguses põlevkütust, sündmuskohal on päästetööjuhilt nõutav tõsine keskendumine. Juba enne põlevvedeliku ümberpumpamise võimaluse kaalumist tuleb arvestada suure põlemiskoormusega, potentsiaalse looduskeskkonna reostuse ohuga, mille võib põhjustada põlevvedeliku lekkimine suurele pindalale. Nagu juba töö esimeses pooles on öeldud, võib see viia kütuse aurumise suurenemise ja plahvatusohtliku keskkonna tekkeni sündmuskohal.

Sündmusele reageeriva ressursi võib jagada kahte tasandisse. Esimene tasand on esmased reageerijad. Nende erisus seisneb selles, et need on komandod, mis pakuvad baasteenust ja ei oma täieulatuslikku keemiapäaste teenuse osutamise võimekust, sealhulgas põlevvedeliku ümberpumpamise võimekust vajamineva varustuse ja väljaõppe puudumise tõttu. Nende põhiliseks ülesandeks on võimalike meetodite ja olemasoleva varustuse abil põlevvedeliku lekke sulgemine ja piiramine ning põlevvedeliku ja selle aurudega kaasnevate ohtude piiramine.

Teine reageerimise tasand on keemiavõimekusega reageerijad. Antud juhul omavad reageerivad jõud operatiivvalmiduses keemiahaagist vastava varustusega ja väljaõpet. Kuna selleks hetkeks kui nad sündmuskohale saabuvad, peavad esmaste reageerijate poolt olema võetud kõik meetmed ohtude minimeerimiseks sündmuskohal. See võimaldab luua maandamiskontuurid ja alustada vastavalt vajadusele põlevvedelike ümberpumpamist. Need tegevused ongi keemiavõimekusega reageerijate põhiülesanded.

Et tagada kiire ja, mis veel olulisem, ohutu ülesannete täitmine igal reageerimistasandil, on selle töö autor saanud teoreetiliste teadmiste baasil välja töötanud etapilise tegevuste juhendi.

3.1. Juhised esmastele reageerijatele

Kuna kõik tegevused väljasõidul (lisainfo saamine ja muu selline) on standardsed, siis nendel käesolevas töös ei peatuta. Käsitletakse vaid põlevvedelikega seotud päästesündmustele reageerimise erisusi.

Üks oluline tegevus, mida tasub mainida, sündmuskoha luure teostamisel meeskonnavanema poolt plahvatuskeskkonna mõõteriista kaasavõtmine. See on vajalik lisaohu täpsemaks määramiseks ja olukorra analüüsiks.

Põlevvedelikku transportiva kaubaauto avarii või teelt väljasõidu tagajärjel võib tekkida auto deformeerumine, mille tulemusena võivad liikumisel kuumenenud mootori detailid, väljaheitesüsteem ja muud kuumad osad puutuda kokku põlevvedelikuga. See võib olla põhjustatud vedeliku lekkimisest vigastatud mahutist, millega seda transportiti, või kütusepaagi vigastusest. Süttimisohu vältimiseks tasub auto kuumad osad jahutada, kasutades põhiauto veevarusid.

Kõrge temperatuurini kuumenenud autodetailid pole ainus potentsiaalne süttimise põhjus. Auto elektrisüsteemiga on pidevalt ühendatud akud ja pole garantiid, et autojuht lülitab pärast avariid välja kõik elektriseadmed. Isegi väljavõetud süüte korral on sädeme tekke tõenäosus suur, kuna löök võib vigastada klemme või akut. Päästjate tegevus seisneb antud ohu kõrvaldamises miinusklemmi eemaldamise või läbilõikamise teel.

Järgmine tegevus on niiskuse taseme tõstmine päästeriietuse väliskihil. See vähendab staatilise elektrilaengu teket, mis võib olla süttimisohtlike gaase süüdata võiva sädeme tekkepõhjuseks. Niiskuse taset sündmuskohal on lihtne tõsta kasutades kombineeritud joatoru pihustatud joa režiimis. Samuti tagab see kuumade transpordivahendi elementide lisajahutuse ja vähendab keskkonna temperatuuri, mis on eriti oluline suvisel ajal põlevvedeliku aurustumise intensiivsuse vähendamiseks

Pärast ohutuse tagamist on vaja võtta kontrolli alla leke ja takistada vedeliku laialivalgumist sündmuskohal. Selle ülesande täitmiseks on vaja kas luua väljavalgunud vedeliku ümber vallitus või teha bassein. Piirde valik sõltub mitmest faktorist: sündmusele reageerivate jõudude varustusest ja ümbritsevast keskkonnast. Spetsiaalse päästes kasutatava basseini olemasolul paigaldatakse see. Selle puudumisel võib

kasutada improviseeritud basseine, näiteks neljast jätkredeli jätkust ja kilest. Kui basseini paigaldus osutub võimatuks, saab põlevvedeliku kogumiseks kasutada ümbruskonda - liivast ja mullast võib ehitada ajutise vallituse.

Järgmine samm on lekke sulgemine ja vigastatud tsisternist põlevvedeliku lekke likvideerimine. Selleks võib kasutada pneumaatilist varustust, mis on olemas kõigil põhiautodel. Samuti saab selleks kasutada koormarihmu, puukiile ja muid käepäraseid vahendeid, mis leitakse sündmuskohal. Viimase variandi näiteks võib tuua juhtumi Saaremaal, kus diisli transportiv veoauto kaotas juhitavuse ja sõitis kraavi. Tsistern, milles oli kütus, sai vigastada. Sündmuskohale saabunud päästjad likvideerisid lekke teki ja liiklusmärgiposti abil. (LISA 7).

Viimane manipulatsioon, mille võivad teostada esmased reageerijad ohutuse tagamiseks sündmuskohal, on vaht. Vahukihi kaetakse vedeliku pind niinimetatud kile moodustamiseks. Antud manipulatsioon sooritatakse mitme ohu kõrvaldamiseks. Vahukiht on lisameede põlevvedeliku süttimisohu kõrvaldamiseks. Samuti takistab põlevvedeliku pinnale moodustatud vahukile põlevvedeliku aurumist.

Pärast kõikide eelnevalt nimetatud tegevuste teostamist on esmareageerijate tegevusvõimalused ammendunud. Selles etapis peab olema võetud vastu otsus, kes tegeleb sündmuse tagajärgede likvideerimisega. Juhul, kui ettevõtte (auto omanik) on huvitatud, on valmis ja omab võimalusi ohutuks põlevvedeliku ümberpumpamiseks, on päästjate tegevus sündmuskohal lõppenud ning edasi opereerib sündmusel omanik.

Kuna põlevvedelike ümberpumpamine ei kuulu Päästeameti kohustuste ja teenuste hulka, siis tagajärgede likvideerimisega tegelevad päästjad vaid juhul kui tsisternauto omanik ei oma võimalust ja tehnilisi vahendeid avarii tagajärgede likvideerimiseks. Samuti tehakse seda juhtudel kui pole võimalust sündmuskohale pääsemiseks liiklusvahenditega ja spetsiaalsete pumpade kasutamine on piiratud või võimatu. Viimane tegur, mis mõjutab päästjate pumpamise enda peale võtmist, on tugev negatiivne mõju keskkonnale viivitusel sündmuse tagajärgede likvideerimisel.

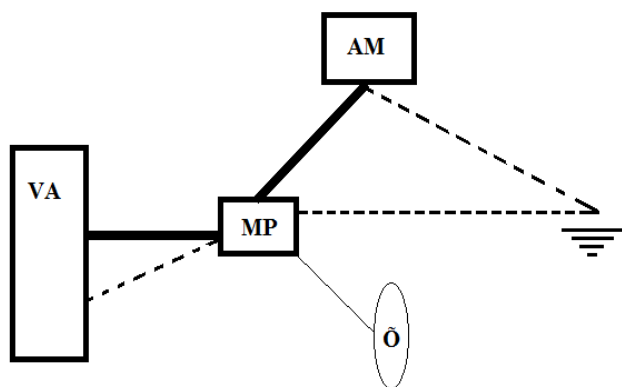
Juhul kui võetakse vastu otsus edasiseks põlevvedelike ümberpumpamiseks sündmuskohal päästjate poolt, kutsutakse sündmuse likvideerimiseks keemiavõimekusega reageerijad.

3.2. Juhised keemiavõimekusega reageerijatele

Keemiavõimekusega reageerijate sündmuskohale saabumine võtab mõnda aega, kuna otsust nende kaasamiseks ei tehta kohe. See meeskond ei tegele ohutuse tagamisega sündmuskohal ja muude ennetavate meetoditega. Nende peamine ülesanne on tagada ohutu põlevvedeliku ümberpumpamine ajutisse mahutisse, mida saab transportida. Vajaminev esmanearustus on olemas keemiahaagises 1, samuti on keemiapäästekomandode meeskondade väljaõpe on ebaühtlane ning koolitused on toimunud erinevate lektorite poolt, mis ei anna meeskonnale täielikku kindlust. Selleks on keemiapäästehaagisel oleval membraanpumbale lisatud märge, mis ei luba pumbata põlevvedelikke mille leekpunkt on alla 56 C. Selliste põlevvedelike ümberpumpamine on suhteliselt ohutu isegi kui maandusekontuur puudub (kokkuleppeliselt kasutatakse maanduskontuuri päästetööl kui pumbatakse põlevvedelikku päästjate poolt).

Põlevvedeliku ümberpumpamine on ohtlik protsess vedeliku liikumisel voolikutes tekkiva staatilise elektri tõttu. Sellega seoses on esmane ülesanne tagada korrektne maandus. Selleks pakutakse kahte tüüpi maanduskontuure, mis vastavad kahele kohale, kust teostatakse põlevvedeliku ümberpumpamist.

Esimesel juhul on vaja pumbata tsisterni jäänud kütus, et oleksid võimalikud edasised manipulatsioonid (tõstmine, vedamine) avariilise sõidukiga. Tsisternist põlevvedeliku ärापumpamisele vastav kontuur on esitatud allpool.

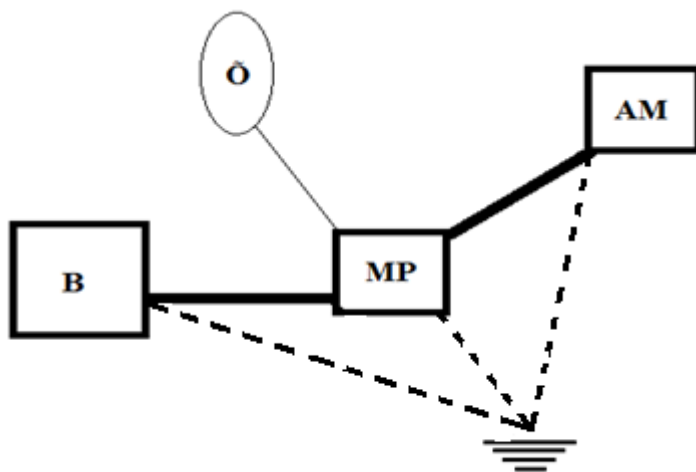


Joonis 5. Maandamise kontuur ümberpumpamisel autost

Skeemil on kasutatud järgmised lühendid: VA – veoauto; MP – membraanpump; AM – ajutine mahuti, Õ – õhutoide. Jämeda joonega on märgistatud voolikud, peene joonega on märgitud õhuvoolikud ja katkendliku joonega maandamise juhtmed.

Antud skeemil on näha, et lisamaanduseks kasutatakse autot ennast, selleks ettenähtud kinnituskohati. Maandamiskontuuride paigaldamisel maandamisjuhtmete kinnitused paigaldatakse voolikute üleminekutele, kuna need on kõige tõenäolisemad staatilise elektri vabanemise kohad. Maandamispunktidena võib kasutada erinevaid seadmeid sõltuvalt ümbruskonnast. Kui sündmus leiab aset linnas, võib maanduse tagada kasutades hoonetele paigaldatud piksekaitsevardaid nagu näidatud joonisel LISA 8.

Linnast väljas on kõige lihtsam kasutada maandamisvardaid nagu näidatud joonisel LISA 9, mis lüüakse maha (kõige parem pinnas on muld). Samuti võivad nii linnas kui linnast väljas sadamapiirkonnas võib leida põlevvedelike ümberpumpamise torustikke, millele on paigaldatud maandamiskontuurid nagu näidatud joonisel LISA 10, mida võib samuti maandamiseks kasutada.



Joonis 6. Maandamise kontuur ümberpumpamisel basseinist

Skeemil on kasutatud järgmised lühendid: B – bassein; MP – membraanpump; AM – ajutine mahuti, Õ – õhutoide. Jämeda joonega on märgistatud voolikud, peene joonega õhuvoolikud ja katkendliku joonega maandamise juhtmed.

Antud skeemil on kujutatud maandamiskontuur põlevvedelike ümberpumpamiseks basseinist või vallitusest. Nagu skeemilt on näha kasutatakse maanduseks ühte kohta, mis nagu eelnevalt kirjeldatud, võib olla tagatud erinevate vahendite abil. Antud juhul kasutatav varustus jääb võrreldes tsisternist põlevvedeliku ümberpumpamisega samaks. Antud skeem on vastavuses viimase ülesandega keemiapäästevõimekusega reageerijatele, milleks on põlevvedeliku ümberpumpamise teostamine mahutist või vallitusest.

3.3. Vajaminev varustus

Põhipumbana kasutatakse Taflo membraanpumpa tema eeliste tõttu (Metal series pumps, 23.03.2013). Pump on suuruselt kompaktne, mis teeb võimalikuks selle kasutamise põlevvedelike ümberpumpamisel rasketes tingimustes. Pumba paigaldamiseks ja töö alustamiseks piisab ühest inimesest. Antud mudel töötab suruõhu jõul. Õhurõhku saab reguleerida reduktori abil, suurendades või vähendades sellega ühtlasi ka pumba tootlikkust. See erisus on otsustav, kuna vedeliku liikumise kiirus ümberpumpamisel peab olema reguleeritud. Nagu juba töö esimeses osas mainitud, ei tohi vedeliku liikumise kiirus ületada 1-1,5 m/s. Õhu kasutamine pumba tööks tagab samuti pumba dielektrilisuse, see tähendab pump on enam ohutu tööks põlevvedelikega. Töö alustamiseks võib kasutada õhku kas päästeauto pneumopidurdussüsteemist või päästeametis kasutatavatest balloonidest. Pumba tehnilised andmed on esitatud allolevas tabelis:

Tabel 4. Pumba tehnilised andmed

Tehniline parameeter	Mõõteühik	Kogus
Maksimaalne tootlikkus	l/s	78
Maksimaalne tööõhk	bar	8
Imikõrgus	m	3
Mass	kg	5

Pumba komplektis on mitu imivoolikut, imisõel koos pikendustoruga ja õhuvoolikud. Imivoolikud on mõeldud põlevkütuste ümberpumpamiseks, kuid nende sisepinnal pole mingeid seadmeid staatilise elektri laengute ärajuhtimiseks, mistõttu on oluline üleminekute maandamine.

Maandamiseks on keemiahaagises olemas maandamiskohver, milles on kogu päästesüsteemis kasutatava varustuse maandamiseks vajalik varustus.

4. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Sündmuskohal tekkivate ohtude analüüsi tulemusena võib teha järelduse, et põlevvedelike ümberpumpamise protsess pole ohutu. Selle tulemusena võib tekkida vahetu oht päästjatele, tegevusetus võib põhjustada ohtu keskkonnale.

Olulisim järeldus, mida antud töö teha võimaldab, on see, et ilma äärmise vajaduseta ei pea päästeasutus põlevvedelikke ümber pumpama. See ülesanne tuleb delegeerida veose omanikule või veoki omanikule, kes vedu teostab. Veose omanikud on ise huvitatud oma veose säilitamisest. Samuti on transpordivahendi omanikel tehnilised vahendid, mis on kohandatud põlevvedelike ümberpumpamise operatsiooni teostamiseks. Nendel autodel on spetsiaalsed pumbad ja väljundid maandamiseks. Mittevähemoluline on vedu teenindav autojuht oma väljaõppega ja kompetentsiga selles küsimuses.

Juhul kui põlevvedelike ümberpumpamist ei ole võimalik ilma päästeasutuse sekkumiseta läbi viia, on kõige olulisemad ennetavad ja ettevalmistavad tegevused. Enne ümberpumpamist tagavad ohutuse sündmuskohal esmased reageerijad järgides kolmandas peatükis kirjeldatud juhiseid.

Põlevvedeliku ümberpumpamisel päästetöödel on soovitatav kasutada membraanpumpa, mis töötab pneumaatika jõul või mis pannakse tööle käsitsi. Antud pump on põlevvedelikega töötamisel suhteliselt ohutu, kuna selle käivitamisel ei kasutata elektrit. Kompaktne ja kiire töö selle pumbaga võimaldab pääseda tavatehnikale ligipääsmatusesse kohtadesse. Samuti on oluline, et on olemas võimalus põlevvedeliku liikumise kiiruse reguleerimiseks õhu pealeandmise reguleerimisega. See võimaldab vältida ohtlike staatilise elektri laengute kogunemist süsteemi dielektriliste elementide pinnale.

Mõlema reageerimistaseme päästjate efektiivsemaks tegutsemiseks ümberpumpamise sündmuskohal on soovitatav lisada väljaõppeprogrammi lühike informatiivne kursus, kasutades antud lõputöö materjale. See tõstaks antud sündmuste lahendamise kiirust ja efektiivsust ning päästjate ohutust, mis on selle lõputöö üks olulisemaid eesmärke.

KOKKUVÕTE

Antud lõputöö ülesandeks oli täiendada ja standardiseerida taktikalised ja tehnilised tegevused põlevvedelike ümberpumpamisel sündmuskohal, kasutades maksimaalselt efektiivselt varustust ja inimressurssi. Tänu antud materjalile võib standardiseerida põlevvedelike ümberpumpamise ettevalmistamise ja teostamise protsessi.

Antud lõputöö eesmärgi saavutamiseks püstitati kolm uurimisülesannet. Esimene uurimisülesanne oli teaduskirjanduse analüüsi teel põlevvedelike ümberpumpamisega kaasnevate ohtude väljaselgitamine eesmärgiga töötada välja ennetavad meetmed nende ohtude vältimiseks. On tuvastatud 4 ohtu: vedeliku liikumise kiirus, vedeliku langemine ja laialipritsimine, aurustumine ja viimane oht mis kaasnevad eelmised on staatilise elektri teke.

Teine ülesanne oli eksperimendi teel välja selgitada kas kaitseriietuses päästja võib osutada staatilise elektri laengute tekke põhjuseks sündmuskohal põlevvedelike ümberpumpamisel. Eksperimendi tulemusena selgus, et kaitseriietuse väliskihil tekib staatiline elekter, aga vähemal määral võrreldes igapäevases kasutuses olevate riiete materjalidega. Antud eksperimendi tulemustega arvestati ennetavate meetmete väljatöötamisel ohutu keskkonna tagamiseks päästetöö sündmuskohal.

Kolmas ülesanne oli konkreetsete ja täpsete juhiste väljatöötamine tööks sündmuskohal, kus on tegemist põlevvedelike ümberpumpamisega. Selle eesmärgi saavutamiseks kasutati kahe esimese uurimisülesande täitmisel saadud andmeid. Tulemusena jaotati reageeriv ressurss kaheks etapiks, millele on töötatud välja konkreetsed tegevused ja juhised tegevusteks põlevvedelike ümberpumpamisel sündmuskohal. Tulemusena saadud juhendites esmane reageeriv ressurss tagab põlevvedeliku leviku piiramise sündmuskohal, likvideerib lekke ja tagab süttimiskõlbmatu keskkonna loomise sündmuskohal. Teisene ressurss, millel on keemiapääste varustuse kasutamise võimalus, teostab eelnevalt esmaste reageerijate tehtu baasil olukorrale vastava maandamiskontuuride loomise ja vajadusel edasise põlevvedeliku ümberpumpamise.

Antud lõputöös on püstitatud eesmärgid saavutatud. On olemas alus põlevvedelike ümberpumpamise juhendi täiendamiseks. Juhend on koostatud lõputöö teoreetilises osas tehtud järelduste alusel.

Antud materjali on võimalik kasutada alusena väljaõppe läbiviimisel antud valdkonnas ning tegevusjuhendina sündmuskohal.

РЕЗЮМЕ

Данная дипломная работы написана на тему: «Перекачка горючих жидкостей на месте спасательных работ».

В рамках данной работы проведён как анализ научных информационных источников, так и эксперимент для получения дополнительных данных для получения более точного обзора освещаемой темы.

Целью работы является составление руководства к действиям при перекачки горючих жидкостей на месте спасательных работ. Объектом исследования являются процессы и опасности сопутствующие выше упомянутому действию.

Актуальность работы заключается в том что конкретное руководство по перекачки горючих жидкостей отсутствует. Результатом проведённых исследований является выработка руководства к действиям.

В рамках работы сделаны выводы на основании полученных данных и так же даны советы для повышения качества использования во время спасательных работ данного типа, техники и человеческого ресурса.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

Anu Saare, 29.05.2002. Jõõpre tanklaplahvatuse võis põhjustada staatiline elekter. Eesti päevaleht kodulehelt <http://www.epl.ee/news/eesti/joopre-tanklaplahvatuse-vois-pohjustada-staatiline-elekter.d?id=50924886> välja otsitud 20.03.2013

Juuli keskmine temperatuur, 30.11.2012. Statiistikaamet kodulehelt <http://www.stat.ee/59791> välja otsitud 28.04.2013

Kaubalennuk hädamaandus Ülemiste järvele, 18.03.2010. Tallinna postimees. Tallinna postimees kodulehelt <http://www.tallinnapostimees.ee/238539/kaubalennuk-hadamaandus-ulemiste-jarvele/> välja otsitud 23.03.2013

Keemiapääste suunitlustega põhiautode ja keemiapääste haagise varustuse miinimum nõuded, päästeameti peadirektori 16.04.2009 käskkiri nr 56. Tallinn

Klinkenberg, A. 1958. Electrostatics in teh Petroleum Industry.

Leffert, C. 1966. Chemistry.

Metal series pumps. Taflo kodulehelt http://www.tapflo.com/site/en/pages/specifications_9 välja otsitud 20.03.2013 välja otsitud 23.03.2013

Naftasaadustega reostumine – leke statiistika, päästeameti OPIS andmebaasist väljaotsitud 29.04.2013

Päästeseadus 05.05.2010, jõustunud 01.09.2010 - RT I 2010, 24, 115 ... RT I, 29.12.2011, 206

Päästevaldkonna teenused, päästeameti peadirektori 17.01.2011 käskkiri nr 16. Tallinn.

Tetzner, H. 1972. Elektro-Praktiker.

Адам, Н. 1947. Физика и химия поверхностей.

Бобровский, С. 1963. Электризация нефтепродуктов.

Евгений Багаев, 27.01.1999. В Кемерове взорвалась цистерна с бензолом. Коммерсант kodulehelt <http://kommersant.ru/doc/211782/print> välja otsitud 20.03.2013

Егоров, В. 1961. Пожарное дело.

Захарченко, В. 1975. Электризация жидкостей и её предотвращение.

Иоссель, Ю. 1966. Судостроение.

Колдамасов, А. 1972. Промышленная энергетика.

Лебедев В. 2005. Справочник инженера пожарной охраны.

Малышкин А. 1981. Технология и организация нефтеперевозок на речном транспорте.

Поляков, А. 1967. Исследования в области поверхностных сил.

Размахин, В. 1965. Безопасность труда в промышленности.

Староба, Й. 1960. Статическое электричество в промышленности.

Шибает, Г. 1966. Основы техники безопасности и противопожарной техники.

TABELITE JA JOONISTE LOETELU

Tabel 1. Lubatud vedelike voolamiskiirused.....	15
Tabel 2. Ümberpumpamise kiirus.....	16
Tabel 3. Katse tulemused.....	22
Tabel 4. Pumba tehnilised andmed.....	29
Joonis 1. Kondensaatori külgvaade.....	19
Joonis 2. Kondensaatori pealtvaade.....	19
Joonis 3. Valmis kondensaator.....	20
Joonis 4. Pingete erinevus vastavalt katse materjalidele.....	23
Joonis 5. Maandamise kontuur ümberpumpamisel autost.....	27
Joonis 6. Maandamise kontuur ümberpumpamisel basseinist.....	28

LISAD

LISA 1. Laengu nullimine.....	39
LISA 2. Materjali laadimine	40
LISA 3. Katsekeha kondensatorisse paigaldamine.....	41
LISA 4. Elektrilaengu mõõtmine.....	42
LISA 5. Eksperimendi protsess.....	43
LISA 6. Eksperimendi protokoll.....	44
LISA 7. Lekke sulgemine.....	46
LISA 8. Maandamine kasutades piksekaitsevarras.....	47
LISA 9. Mandamisvarras.....	48
LISA 10. Soojustrassi maandamiskontuuri kasutamine.....	49

LISA 1. Laengu nullimine.



LISA 2. Materjali laadimine.



LISA 3. Katsekeha kondensatorisse paigaldamine.



LISA 4. Elektrilaengu mõõtmise.



LISA 5. Eksperimendi protsess.



LISA 6. Eksperimendi protokoll.

Protokoll

Katsed toimunud 22.02.2013 Tallinna Tehnika Ülikoolis (Füüsika instituudis). Katse eesmärk seisnes selles, et kanda üle staatilise elektri laeng erinevatest materjalidest riidetükkide pinnalt hõõrdumise teel.

Kokku oli kasutanud 6 katse keha (materjalid) : Akrüül, Polüester, Segu (65% Polüester ja 35% puuvill), Tuletõrje riideid Viking, Tuletõrje riideid DEVA Tiger plus, Tuletõrje riideid DEVA Tiger plus (koos kihiga).

Kondensatori mahtuvus oli kogu aeg saama ja võrdub 63V.

Katse tulemused:

Materjal	Pinge
Akrüül	300V+
Polüester	300V+
Segu	260V
Tuletõrje riideid Viking	180V
Tuletõrje riideid DEVA Tiger plus	130V
Tuletõrje riideid DEVA Tiger plus (koos kihiga)	90V

MÄRKUSED:

- Katsed olid teostatud suhteliselt saamas tingimuses.
- Katsed toimunud suhteliselt hermeetilises ruumis
- Temperatuur ruumis oli 20°C ja õhu niiskus 22%

Arvo Mere

TTÜ Professor

Konstantin Gaponov

SKA Päästekolledzi tudeng

LISA 7. Lekke sulgemine.



LISA 8. Maandamine kasutades piksekaitsevarras.



LISA 9. Maandamisvarras.



LISA 10. Soojustrassi maandamiskontuuri kasutamine.

