

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Karmo Kuru

RS010

TANKLATE TULEKAHJUDE
KUSTUTUSTAKTIKA, JÕÕPRE
TANKLATULEKAHJU NÄITEL

Lõputöö

Juhendaja:

Jaanis Otsla

Tallinn 2005

ANNOTATSIOON

KÄESOLEV LÕPUTÖÖ ON KOOSTATUD TEEMAL “ TANKLATE TULEKAHJUDE KUSTUTUSTAKTIA JÕÕPRE TANKLATULEKAHJU NÄITEL”.

LÕPUTÖÖ MAHUKS ON 51 LEHEKÜLGE. KASUTATUD ON 7 ALLIKAT. TÖÖD ILLUSTRERIB 6 TABELIT JA 6 JOONIST.

TÖÖ ON KIRJUTATUD EESTI KEELES JA SISALDAB INGLISE KEELSET RESÜMEED.

EESMÄRGIKS ON SEATUD PÄÄSTETÖÖDEJUHILE TANKLATE TULEKAHJUDEL TEGUTSEMISE JUHENDMATERJALI LOOMINE JA JÕÕPRES TOIMUNUD TANKLATULEKAHJUST ÜLEVAATE ANDMINE.

MÄRKSÕNAD ON TANKLATE ISEÄRASUSED, VAHURÜNNAK, JAHUTAMINE, JÕÕPRE TANKLATULEKAHJU, JUHENDMATERJAL.

UURIMISOBJEKTIKS ON TANKLATE TULEKAHJUD JA NENDE KUSTUTAMINE.

UURIMISMEETODIKS ON KÜSITLUS JA POOLFORMAALSED INTERVJUUD.

TÖÖ ÜLESANDEKS ON PÄÄSTETÖÖDEJUHI TÖÖ LIHTSUSTAMINE JA KVALITEEDI PARANDAMINE.

SISUKORD

ANNOTATSIOON	2
SISUKORD	3
TABELITE JA JOONISTE LOETELU	5
SISSEJUHATUS	6
1. EESTI TANKLATE ISELOOMUSTUS	8
1.1. Eesti tanklad	8
1.2. Eestis asuvate tanklate liigitus kütuse mahutite järgi	8
1.3. Eestis asuvates tanklates olev kütusekogus	9
2. JÕÕPRE TANKLATULEKAHJU	10
2.1. Süttimise põhjus	10
2.2. Tulekahju areng	11
2.3. Päästeteenistuse tegevus	13
2.3.1. PTJ korraldused meeskondadele	14
2.3.2. Taktikaline tegevus	16
3. VAHURÜNNAK	17
3.1. Vahtkustutuse planeerimine	17
3.2. Vahuaine valik	18
3.3. Kustutusaine andmise vajalik intensiivsus	20
3.4. Kustutamise kestvus ja soovitatav taktika	23
3.4.1. Maapinnal aset leidvad kütusepõlengud	23
3.4.2. Vanni või vallituse sees asetleidvad kütusepõlengud	27
3.4.3 Vajaminevate töövahendite arvutamine	28
3.5. Mahutite jahutamiseks vajaminev veehulk ja joatorude koguse arvutamine	31
3.6. Rõhukaod voolikuliinides vahulahuse transportimisel	33
3.7. Väljapurse	37
4. JÕÕPRE TANKLATULEKAHJU ANALÜÜS	39
5. TANKLATE TULEKAHJUDE KUSTUTUSTAKTIKA	43
5.1. Väljasõidu korralduse saamisel	43

5.2. Sündmuskohale sõites	43
5.3. Sündmuskohale jõudes.....	43
5.4. Esmane tegevus sündmuskohal.....	44
5.5. Tegevus pärast luuret	44
5.6. Kustutusrünnak	46
KOKKUVÕTE.....	49
SUMMARY	50
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU	51

TABELITE JA JOONISTE LOETELU

Joonised

1. Joonis 1.- Jõõpre tankla mahutite asetus põlengutsoonis.....	12
2. Joonis 2.- Jõõpre tanklatulekahju likvideerimise skeem.....	15
3. Joonis 3.- Vahulahuse andmise intensiivsus (l / min m ²).....	22
4. Joonis 4.- Vahu andmine pörkemeetodiga.....	25
5. Joonis 5.- Voolikuliin vahulahuse transportimiseks autopumbast töövahendini	35
6. Joonis 6.- PÄRNU-JAAGUPI 11-lt toimunud lahinghargnemine.....	37

Tabelid

1. Tabel 1.- Vahuainete erinevate omaduste hindamise tabel.....	19
2. Tabel 2.- Tanklates enamlevinud põlevvedelike joonsoojenemis- ja joonpõlemiskiirused.....	24
3. Tabel 3.- Maapinnal asetleidvate põlevvedelike põlengute kustutamiseks vajaminevate ressursside tabel.....	26
4. Tabel 4.- Vannis või vallituses asetleidvate põlevvedelike põlengute kustutamiseks vajaminevate ressursside tabel.....	30
5. Tabel 5.- Hüdrauliliste takistuste arvutamise konstandid.....	33
6. Tabel 6.- Voolikute rõhukaod arvestusliku vooluhulga juures.....	34

SISSEJUHATUS

Seoses Eesti muutumisega demokraatlikuks riigiks, on eestlaste elutempo muutunud väga kiireks. See on endaga kaasa toonud inimeste vajaduse autode järgi, mis tõttu eesti auto kasutajate arv järjest tõuseb. Suur autode arv tähendab suurt kütuse tarbimist. Seetõttu on ka tanklate arv Eestis massiliselt tõusnud. Tanklaid on nii linnades kui ka maapiirkondades. Tanklates müüdavate kütused on eriti tuleohtlikud põlevvedelikud, mis süttivad väga kergesti. Seetõttu on tanklad väga ohtlikud.

Eestis on küll palju tanklaid, kuid ei ole juhendmaterjale, kuidas tanklaid kustutada. Just tanklate suur arv on toonud kaasa vajaduse juhendmaterjali järele. Pärnu maakonnas, Audru vallas, Jõõpre külas toimunud tanklatulekahju näitas, et tanklatetulekahjude korral ei suudeta tegutseda.

Lõputöö on vajalik suure tanklate arvu, juhendmaterjalide puudumise, Jõõpre tanklatulekahju kogemuse tõttu.

Jõõpre tanklatulekahju on ka hea näide selle kohta, et tulekahjud tanklates võivad juhtuda ükskõik millal. Seda see tõttu, et inimene võib alati eksida ja võib ka olla suuri kokkusattumisi.

Lõputöö eesmärgiks on luua juhendmaterjal tanklatetulekahjude kustutamiseks, mis abistaks päästetöödejuhti (edaspidi PTJ) reageerimisel tanklatetulekahjudele. Samuti on eesmärgiks anda ülevaade Jõõpre tanklatulekahjust ja Eestis asuvatest tanklatest.

Lõputöö tulemusena peaks valmima PTJ-le tanklatetulekahjude kustutamiseks kasutatav taktikaline juhendmaterjal. Juhendmaterjal ülesanne on abistada PTJ tanklatetulekahjude likvideerimistöodel.

Uurimismeetodiks on tanklaid omavate ettevõtete juhtide küsitamine, Jõõpre tanklatulekahju kustutamise ja uurimisega otseselt seotud olnud inimeste intervjuerimine.

1. EESTI TANKLATE ISELOOMUSTUS

1.1. Eesti tanklad

Eestis tegutseb ligikaudu 360 ettevõtet, kes müüvad jaekaubanduse turule mootorkütust. Paljud ettevõtted omavad mitut tanklat või koguni tanklaketti. Ekspress Hotline AS- i andmebaasi andmetel on Eestis kokku ligikaudu 540 tanklat.

Eesti tanklaid saab nimetada tavatanklateks ja spetsiaaltanklateks. Tavatanklad on: automaattanklad; müügisaaliga tanklad; auto hooldustöökojaga tanklad jne. Spetsiaaltanklad on need tanklad, millele on kehtestatud tavatanklatega võrreldes erinõuded. Näiteks, väikelaevadetanklad, konteinertanklad, liikurtanklad jne.

1.2. Eestis asuvate tanklate liigitus kütuse mahutite järgi

Eestis asuvaid tanklaid saab liigitada maaaluste mahutitega tanklateks ja maapealsete mahutitega tanklateks. Tehnokontrolli Keskuse mahutiregistri andmetel on Eesti tanklates 1637 maapealset mahutit ja 610 maaalust mahutit.

Maaaluste mahutite eeliseks on kindlasti nende kaitstus maapinnaga. Samuti hoiab maapind ära õnnetuste ja avariide korral põlevvedelike laialivalgumise.

Maapealsete mahutite alla ehitatakse vannid või vallitused, mis takistavad kütuste laialivoolamist lekete korral. Vallitused ja vannid varustatakse sadeveekanaliseerimisega, mis juhib sadeveed ja kustutusveed vannist või vallitusest minema, vastasel korral hakkaks vanni või vallitusse kogunenud vesi ja

põlevvedelik üle äärte ajama ning põhjustaks põlemispindala suurenemise. Samuti varustatakse sadeveekanaliseerimisüksused õlipüüduritega, mis eraldavad kütuse veest. Sadeveekanaliseerimisüksused on kahjuks vähestel tanklatel, mistõttu tuleb päästetöödel pidevalt jälgida vallituse vedeliku taset.

1.3. Eestis asuvates tanklates olev kütusekogus

Eesti tankla territooriumil ladustavate, mootorsõidukite varustamiseks, soojuse tootmiseks ja müügiks vajalike põlevvedelike kogused ei tohi ületada 250m³, kusjuures maapealsetes mahutites (põlevvedelikke arvesse võtmata) on lubatud hoida kokku kuni 20m³(EPN 10.13).

Paljud tanklad on ehitatud enne Eesti projekteerimismääruste (edaspidi EPN) välja andmist ja nendes tanklates on kütusekogused palju suuremad kui tänapäeval lubatud. Samuti ei saa seda nõuda, kuna seadused ei oma tagasiulatuvat jõudu. Näitena võib siinkohal tuua Jõõpre tankla, mis mahutas enne tulekahju maapealsetes mahutites 135m³ kütust, kuigi lubatud on vaid 20m³.

Väiketaaras hoitavad põlevvedelikud tuleb ladustada vastavalt põlevvedelike hoidmise ühtesobivusele. Kaupluses, autoremondi- ja hooldushallis ning nendega vahetus läheduses olevates laoruumides (ühise tuletõkkeseksioonina) ei tohi väiketaaras hoitavate põlevvedelikke piirkogus ületada 1500 l s.h kaupluses maksimaalselt 200 l. Kauplusena käsitletavas omaette tuleseksioonis võib põlevvedelikke hoida kuni 25 l suuruses taaras kokku kuni 500 l(EPN 10.13).

Tanklad hakkavad üha rohkem välja nägema kaupluste moodi, kus müüakse ööpäev läbi esmatarbekaupu ja levinumaid autovaruosi. Nii võib näiteks leida ühe leti pealt auto- ja olmekeemia ja kõrval leti pealt saia pätsi. Seoses vedelkütuse hinnatõusuga on hakanud levima ka gaasi kui autokütuse müük.

2. JÕÕPRE TANKLATULEKAHJU

2.1. Süttimise põhjus

Bensiin süttib vaid siis, kui tema kontsentratsioon on 0,6...8 mahuprotsenti õhus. Bensiini süttimine mahutis on ebatõenäoline, kuna bensiiniaurude hulk õhus on üle 8%. Mahuti saab plahvatada vaid siis, kui toimub mahuti tühjaks laadimine. Tühjaks laadimise ajal imetakse kütus mahutist välja ja õhutusventiilidest liigub asendusõhk mahutisse, mille tagajärjel võib tekkida süttimiskõlbulik kontsentratsioon. Selleks, et süttimiskõlbulik kontsentratsioon süttiks on vaja süüteallikat. Bensiini isesüttimistemperatuur on 220°C ning leegi temperatuur 1200°C. Selleks, et bensiin süttiks peab süüteallika temperatuur ületama isesüttimistemperatuuri. Kütusemahutite täitmise süüteallikaks sobib ideaalselt säde. Näiteks, terase löögist tekkinud sädeme algtemperatuur on 1500°C ja jahtumiseni 400°C, nii sobibki säde ideaalset süüteallikaks. Sädemeid saab tankimise juures tekkida mitmel viisil. Näiteks, saab säde tekkida terase löögist vastu teist terast, seda nimetatakse mehaaniliseks sädemeks. Samuti saab säde tekkida staatilisest elektrist, mis tekib kütuse voolamisel voolikus, kui pump on maandamata (Jõõpre tanklatulekahju ekspertiisiakt).

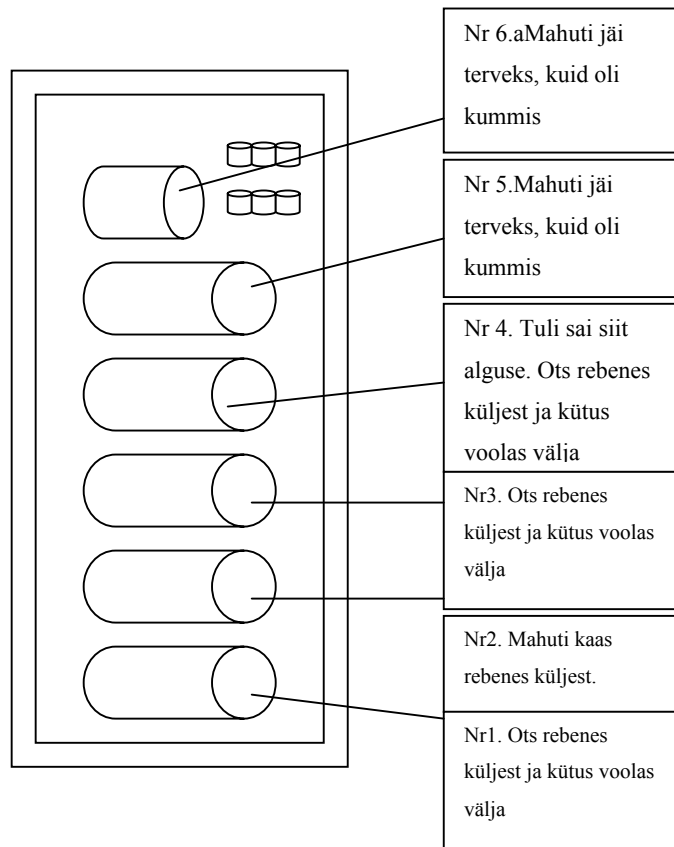
2002 aasta 27. mail süttis põlema Jõõpre tankla. Jõõpre tanklatulekahju põhjustas just staatiline elekter. Nimelt pumbati autost kütust mahutisse ja samal ajal teisest mahutist elektripumbaga autosse. Auto pump oli nõuetekohaselt maandatud, kuid elektripump oli jäetud maandamata. Mahutit tühjaks pumbates tekib mahutisse hõrendus, mis imeb asendusõhu mahutisse, seetõttu lahjeneb kütusekontsentratsioon ja kütus on valmis süttima. Nii juhtuski Jõõpres, kütusekontsentratsioon oli soodne süttimiseks ja, kuna pump oli maandamata, siis tekkis staatilisest elektrist säde, mis süütas kütuse. Selliseid juhtumeid on Eestis olnud mitmeid, kus pumba maandamata jätmise tõttu on tekkinud tulekahju

Õnneks on kõik juhtumid suudetud tankla personali oma jõude kasutades kustutada (Jõõpre tanklatulekahju ekspertiisiakt).

2.2. Tulekahju areng

Jõõpre tanklatulekahju sai alguse neljanda mahuti juurest, kui mahuti plahvatas. Mahuti plahvatuse tagajärjel rebenes mahuti otsasein keevitustest lahti ja põlev bensiin voolas mahuteid ümbritsevasse vallitusse. Vallituses põlev bensiin kuumutas kõrval asuvaid mahuteid, millede asunud kütus kuuenes, hakkas aurustuma ja lõpuks süttis. Selle tulemusena rebenesid veel kahe mahuti otsad keevitustest lahti ja vallitusse voolas veel kütust. Ühel mahutil rebenes kaas keevitusest lahti ja lendas minema. Kaks mahutit jäid terveks, kuid olid surve tõttu paisunud. Joonisel 1. on näidatud kuidas mahutid paiknesid ja, mis nendega juhtus.

Joonis 1. Jõõpre tankla mahutite asetus põlengutsoonis



Koostas autor

Kui vallitus oli süttinud levis tuli soojuskiirguse mõjul kütuseautole ja sõiduautole, mis hävinesid tules täielikult. Plahvatuse tagajärjel paiskus osa kütusest üle vallituse, pannes põlema maapinna ja kulu. Mõõda kulu hakkas tuli levima eemalolevate hoonete suunas. Õnneks jõudsid päästjad tule enne hooneteni jõudmist kustutada. Leegid ulatusid pealtnägijate sõnul 30 m kõrgusele.

Mida suuremad on leegid või hõõguspind, seda suurem on soojuskiirgus (Danilov jt. 1976: 17).

Soojuskiirguse tõttu süttisid nii autod, kui tanklahoone katus (Jõõpre tanklatulekahju menetlustoimik).

2.3. Päästeteenistuse tegevus

27.05.2002 kell 21:36 sai Pärnumaa Päästeteenistuse keskkomando väljakutse Audru valda Jõõpre külla bensiinjaama tulekahjule. Välja sõitsid PÄRNU 51; PÄRNU 11; PÄRNU 12 ja PÄRNU 61. Kell 21:49 jõudis kohale PÄRNU 51. Seejärel PÄRNU 11 ja PÄRNU 12 kell 21:50 ja PÄRNU 61 kell 21:54.

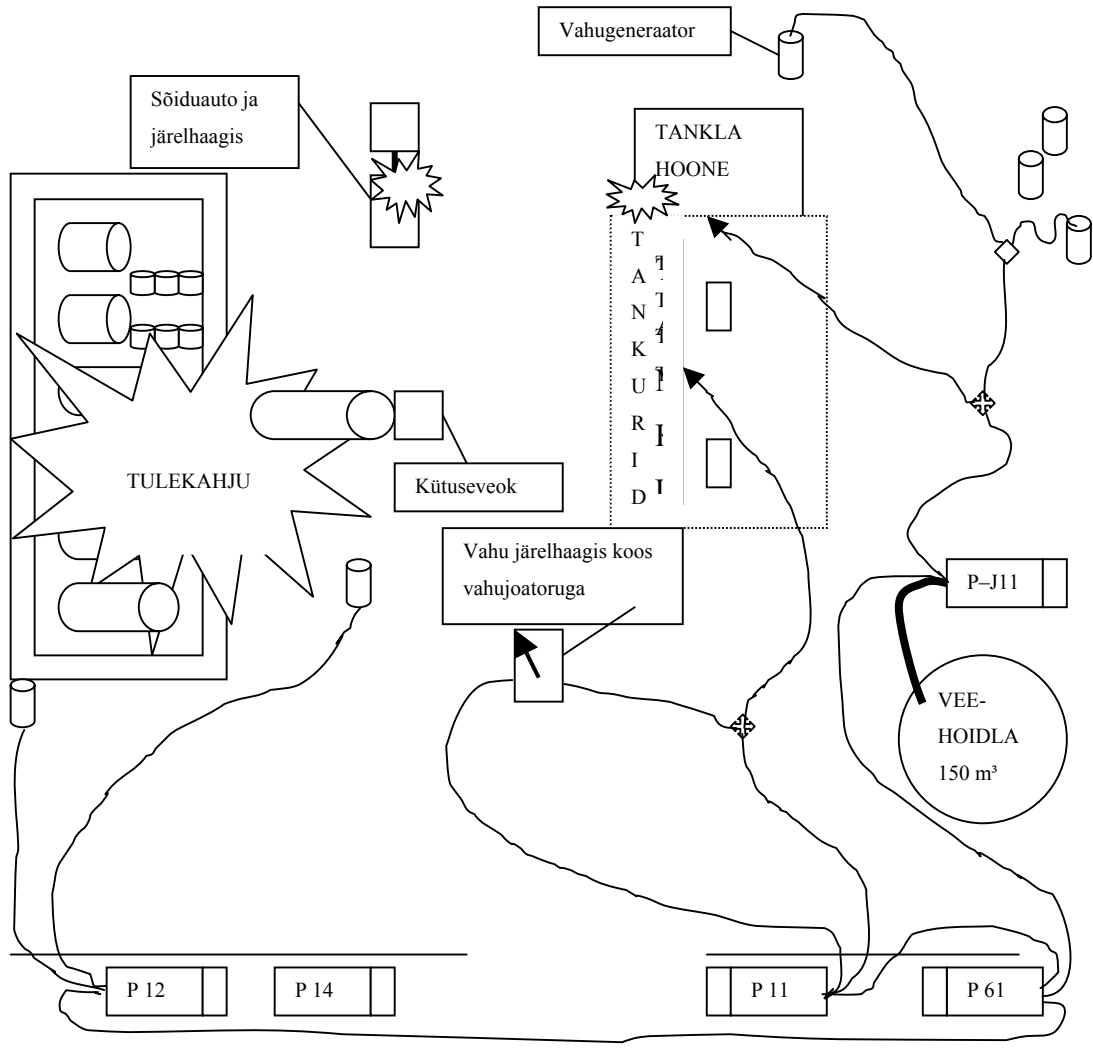
Esimeste jõudude kohale jõudes, oli tules kogu mahuti park, tsisternauto ja väikeauto Citroen Berlingo. Saabumise ajaks ei olnud veel tanklahoone süttinud, kuid oli kohe süttimas. Samuti oli plahvatuse tagajärjel laiali paiskunud kütus süüdanud kulu, mille põlemine liikus 70m kaugusel oleva kuivati poole ja ohustas teisi lähedalasuvaid hooneid. Leekide kõrgus oli ligikaudu 30- 40 m. Seega oli väga suur soojuskiirgus, mistõttu olid ohus lähedalolev tanklahoone ja 70 m kaugusel olev kuivati. Leeke saatis tohutu vilin ja kohin, mis viitab suurele gaasivahetusele. Päästetööde juhi sõnul oli teatud maani tulekoldele lähenedes temperatuuri langemistendents, seda seetõttu, et põlemine imes endasse tohutult ümbritsevat jahedat õhku. Sellised suured gaaside liikumised on just omased lahtistele välitulekahjudele. Samuti oli vedelkütusele iseloomulik suur suitsu eraldus, mida oli näha ka Pärnus, kuigi vahemaa on ligikaudu 15 km.

PTJ kohale jõudes, kutsus ka koheselt lisajõude. Kell 21:49 sõitis välja PÄRNU-JAAGUPI 11 ja jõudis kohale kell 22:14. Samuti sõitis kell 22:00 välja PÄRNU 14 koos vahujäreלקäruga, millel on statsionaarne vahujoatoru tootlikkusega 1000 l/min. PÄRNU 14 jõudis sündmuskohale kell 22:38.

2.3.1. PTJ korraldused meeskondadele

PÄRNU 12 sai ülesandeks kustutada mahutite taga asuv kuluväli ja piirata tule levikut lähedal asuvale kuivatile ja teistele läheduses olevatele hoonetele. PÄRNU 11 sai korralduse kustutada ja kindlustada tanklahoonet, mis oli iga hetk süttimas. PÄRNU 61 sai korralduse anda toide PÄRNU 11-le ja PÄRNU 12-le. PÄRNU-JAAGUPI 11 saabudes said nad korralduse paigaldada auto veevõtukohale ja moodustada toide PÄRNU 61-le. Samuti said nad ülesandeks kustutada tanklahoone katus, mis oli selleks ajaks süttinud ja kaitsta teisi tankureid süttimise eest. PÄRNU 14 saabudes moodustati PÄRNU 11-lt paralleeltoide vahujäreلكärule. Joonis 2-lt näeme kuidas PTJ paigutas tehnika ja, mis ülesanded meeskonnad said.

Joonis 2. Jõõpre tanklatulekahju likvideerimise skeem



Koostas autor

2.3.2. Taktikaline tegevus

Esmalt tegeleti inimeste evakueerimisega ohutusse kaugusesse. Õnneks oli evakueerimist vajaminevaid inimesi vähe. Aidata tuli vaid plahvatuse jõul mahuti otsast kukkunud ja jalaluu murdnud meest, kes anti üle kiirabile. Sündmuskoha piiramisega hakkas tegelema politsei.

PTJ teine otsus oli panna tulekahju levikule piir ehk lokaliseerida tulekahju. Tulekahju levimise peamised teed olid: kulu; maha voolanud kütus; tohutu soojuskiirgus. Eelnimetatud tule levimisteede likvideerimiseks võeti kasutusele kiired meetmed. Kulu põleng oli jõudnud peaaegu 70 m kaugusel asuva kuivatini, tekitades sellega süttimisohu. Selle vältimiseks kustutas PÄRNU12 meeskond kulu ja likvideeris sellega ohu kuivatile ja teistele kaugemal asuvatele objektidele.

Tanklahoone ja kuivati kaitsmiseks soojuskiirguse eest jahutati neid pidevalt veega. Kuna soojuskiirgus oli väga tugev ja tanklahoone asus leekidele liiga lähedal, süttis tankla ikkagi põlema. Õnneks oli tanklal vaid puidust katus, ülejäänud oli silikaadist ja betoonist, mis takistasid tanklahoone üldist süttimist.

Kuna plahvatuse tagajärjel laiali pritsitud vedelkütus põles tankurite ja mahutite vahelisel maaribal, tuli seegi kustutada. Õnneks mahtus kogu laiali voolanud kütus vallitusse, ega voolanud vallitusest välja.

Kolmandaks otsustas PTJ organiseerida vahurünnaku. (Taul 2005).

3. VAHURÜNNAK

3.1. Vahtkustutuse planeerimine

Vahtkustutuse planeerimine on vahurünnakute õnnestumise aluseks. Sellest algab kõik. Planeerimine paneb paika, millise intensiivsusega on vaja kustutusainet anda põlevvedeliku pinnale, sealt edasi saab juba teada, kui palju vahtainet ja vett on tarvis põlengu kustutamiseks. Mitu vahujoatoru või vahugeneraatorit peab selleks rakendama ning see juba määrab ära palju on sündmuskohale vaja tehnikat ja isikkooseisu. Hea vahtkustutuse planeerimine aitab põlevvedelike põlengud kiirelt ning korralikult kontrolli alla saada. See omakorda vähendab materiaalseid kahjusid ning ka keskkonnareostust. Vahtkustutuse planeerimine all mõeldakse kasutatavate ressursside rakendamist nii, et nad võimaldaksid eduka kustutamise. Oluline on siinjuures piisavate ressursside suunamine õigel ajal õigesse kohta. Kui hoonetulekahjul suudame ka väikese ressursiga tulelevikut mingil määral pidurdada, siis põlevvedelike põlengul on see ressurss raisatud, kuna me ei suuda kogu põlengut kustutada.

Tegevuskava väljatöötamisel pööratakse esmajärjekorras tähelepanu otsustavale ressursile ehk kustutusvahendile, milleks on kustutusvesi ja vahtaine. Kütuse põlengute puhul peab kustutusvahendit olema piisavalt, et kindlustada kustutamise edukas lõpuleviimine. Põlevvedelike kustutamine põhineb sellel, et vahuga tuleb kustutada kiiremini, kui tuli seda lagundada suudab. Vahuaine kadu loetakse 10-30 %. Vahuga katmist tuleb jätkata ka peale põlengu kustutamist.

3.2. Vahuaine valik

Põlevvedeliku kustutamiseks vahurünnakut planeerides tuleb kõigepealt otsustada millist vahtu kasutada.

Vahuained jagunevad erinevate valmistamise meetodite ja toormaterjali järgi:

- sünteetilisteks vahuaineteks (S, AFFF, AR-AFFF);
- proteiinvahuaineteks (P, FP, FFFP, AR -FFFP)

(Hyttinen 2003:109-116).

Nii sünteetilised vahuained, kui ka proteiinvahuained võib jagada veel kasutusvõimaluste poolest:

- klass A- 0,1-1 % segu (tahkete ainete põlengute kustutamiseks);
- klass B- 1-6 % segu (põlevvedelike kustutamiseks)

(Hyttinen 2003:109-116).

Vahu kustutusomadus sõltub:

- vahu levimiskiirusest põlevvedeliku pinnal;
- uuesti süttimiskestvusest;
- vastupidavusest erinevatele põlevvedelikele

(Hyttinen 2003:116).

Tabelist 1. näeme hindamissüsteemi kasutades, millised erinevad omadused on erinevatel vahuainetel.

Tabel 1. Vahuainete erinevate omaduste hindamise tabel.

Kustutusomadused	S	P	FP	AFFF	FFFP
Vahu levimiskiirus	3	1	3	4	4
Uuesti süttimiskestvus	1	4	4	2	3
Vastupidavus põlevvedelikele	1	1	3	2	4

1- mitterahuldav; 2- rahuldav; 3- hea; 4 - väga hea (Hyttinen 2003:116).

Toodud tabelist näeme, et mittepolaarsete põlevvedelike kustutamiseks sobivad kõige paremini FFFP, FP ja AFFF vahuained. Niisiis peaksime tanklatulekahjul valima kas FFFP, FP või AFFF vahuaine.

Erinevatel vahuainetel on erinevad omadused, sellepärast tuleb vahuainete kasutamisel alati jälgida tootjapoolseid juhendeid. Näiteks, peab mittepolaarsete põlevvedelike kustutamisel proteiin ja floorproteiin vahuainetega vahulahuse andmisintensiivsus olema 6,5 l / min m² ning FFFP ja AFFF vahuaine korral 4,1 l / min m². Samuti sõltub vahuainest, mitme protsendilise vahulahusega kustutada. Näiteks FFFP vahuaine korral tuleb mittepolaarseid põlevvedelikke kustutada 3%-lise vahulahusega aga polaarseid põlevvedelikke 6%- lise vahulahusega (Hyttinen 2003:227).

Põlevvedelikud jagunevad polaarseks ja mittepolaarseks. Polaarsed põlevvedelikud on vees lahjendatavad põlevvedelikud (metanool, etanool, propanool, butanool,) ja mittepolaarsed, mis on vees mittelahjendatavad. Bensiin ei ole polaarne põlevvedelik, kuigi ta sisaldab teatud protsenti polaarseid lisandeid (metanool 4 %, etanool 0,1%, MTBE- metüültertsiaarbutüüleeter 2,35 ja TBA- tributüülalkohol), samuti ei lahustu bensiin ka vees. Bensiini lahustuvus vees on kuni 0,15 g/ l kohta.

3.3. Kustutusaine andmise vajalik intensiivsus

Kui vahuaine on valitud, tuleb arvutada vahulahuse andmise intensiivsus. Et kindlustada kustutamise kindel tulemus, on vaja teada vahulahuse andmise intensiivsust põlemispindalale teatud ajaühiku jooksul. Erinevate põlengute puhul võib see olla erinev nagu on erinev ka kustutusaeg. Samuti sõltub vahulahuse andmise intensiivsus vahuaine omadustest. Näiteks maapinnal mittepolaarsete põlevvedelike kustutamiseks kasutatakse proteiini ja floorproteiini vahuainet intensiivsusega 6,5 l / min m² ja AFFF ja FFFP vahuaineid 4,1 l / min m². Mahutite, vannide ja vallitusega piiratud alade põlengul kasutatakse vahulahuse andmise intensiivsust 4,1 l / min m², kusjuures eelnimetatud arv sisaldab 25 % vahukadu (Hyttinen 2003:127).

Kuna kõrge soojuskiirguse tõttu tuleb kustutamist alustada vahujoatorudega, siis on välja arvestatud, et sellisel juhul puutub vaid 1/3 vahust kokku põleva pinnaga. Aluseks sellele arvestusele on muuhulgas see, et vahujoad ei ole ühte koondunud ja tuuleoludest tingituna kantakse osa vahtu põlevast pinnast eemale.

Maapinnal toimuvate põlengute puhul arvatakse, et maas olev põlevaine kiht on suhteliselt õhuke ja see jahtub ning tarvitatava kustutusaine kogus väheneb. Lisaks on põlengud maapinnal suhteliselt kergesti jälgitavad ning see võimaldab ka vahukao minimaalseks muuta, kuna on võimalik arvestada tuule suunda ja kõrguste erinevusi.

Valem 1. Pindalale vajamineva vahulahuse arvutamise valem

$$Q_{pind} = S \times i$$

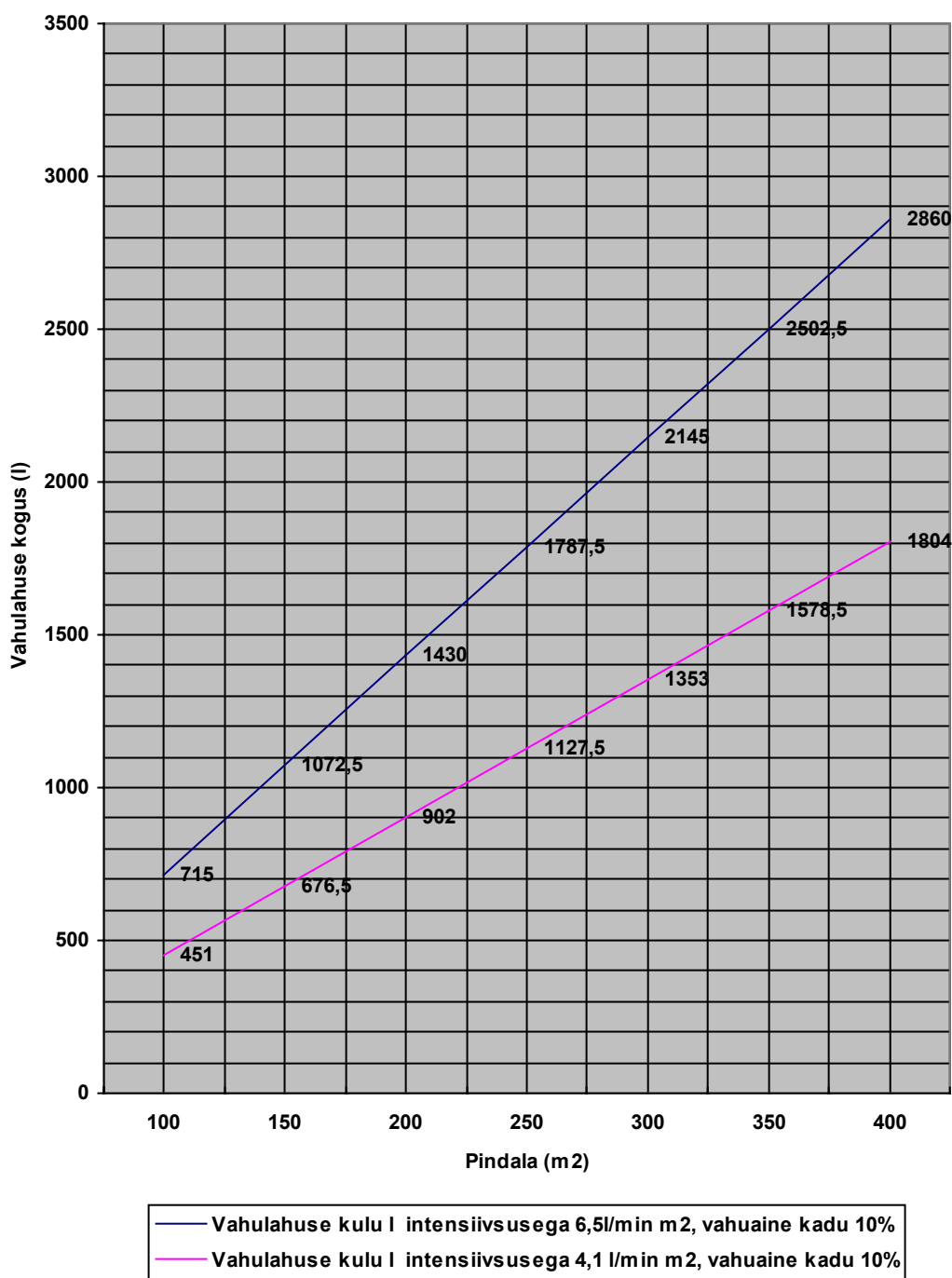
Q- pindalale vajaminev vahulahuse kogus

S- põleva aine pindala

i- vajaminev vahulahuse intensiivsus l / min m² kohta

(Hyttinen 2003:129).

Joonis 3. Vahulahuse andmise intensiivsus (l / min m²)



Koostas autor

3.4. Kustutamise kestvus ja soovitatav taktika

Aega, mille jooksul vahtkustutamine planeeritakse teostada, nimetakse kustutamise kestvuseks. Erinevates kohtades toimuvate põlevvedelike põlengute kustutamised võivad kesta erinevalt, seega on ka kustutusajad erinevad. Alljärgnevalt on välja toodud kustutusaegade kestused maapinnal, vanni või vallituse sees toimuvate kütusepõlengute ja mahutite kustutamise puhul (Hyttinen 2003:126-129).

3.4.1. Maapinnal aset leidvad kütusepõlengud

Maapinnal toimuvate põlevvedelike põlengud võivad tekkida eelkõige maanteel kütuseveokitega juhtuda võivates avariidest, raudtee avariidest ning ka tanklates, kas siis tankimisseadmete riketes või tankimisel ohutusnõuete rikkumisel. Maapinnal asetleidvaid kütusepõlenguid iseloomustatakse kui õhukeses kihis kütusala põlenguid. Selliste põlengute puhul maapind jahutab põlevat ainet. Kuna mahavoolanud põlevvedelik võtab maapinna kuju ja reeglina on põlevvedeliku kiht õhuke, olenedes maapinna reljeefist, siis avaldab ka maapind põlevvedeliku jahtumisele mõju, samas imendub osa põlevvedelikust maapinda. Selle imendumise kiirus sõltub kindlasti pinnase omadustes. Põlevvedeliku tekkinud kuju kaotab põledes järjest oma mõõtmeid, kuna igal põlevvedelikul on oma joonpõlemiskiirus ning seega põlevvedeliku pindala pikkamööda väheneb. Tabelis 2 on ära toodud bensiini ja diiselmootori joonsoojenemis- ja joonpõlemiskiirused.

Tabel 2. Tanklates enamlevinud põlevvedelike joonsoojenemis- ja joonpõlemiskiirused

Põlevvedelik	Joonsoojenemiskiirus (w)	Joonpõlemiskiirus (u)
Bensiin	0,1 m/ h	0,3 m/ h
Diiselmootor	0,08 m/ h	0,2 m/ h

Koostas autor

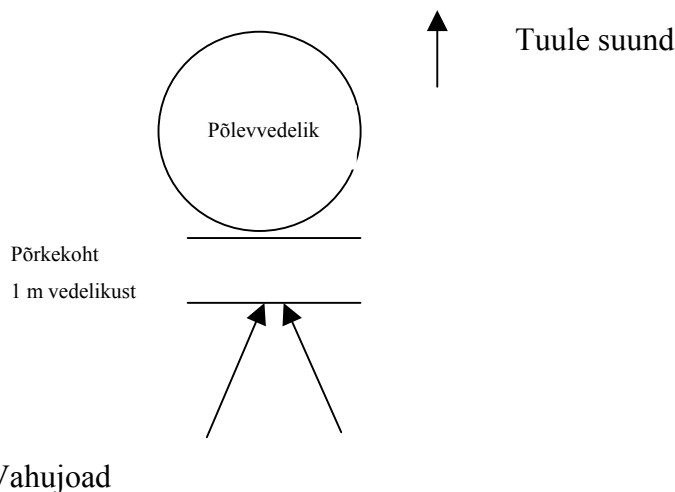
Kuna maapinnal toimuvate põlevvedelike põlengute korral on põlevvedelik mingil põhjusel mingist mahutist välja pääsenud, siis esineb põlengualas ka tavaliselt metallpindasid, mis soojuskiirguse toimel kuumenevad. Metallpinnad võivad põhjustada põlevvedeliku uuesti süttimise ja mõjuvad ka lagundava toimega vahule. Maapinnal toimuvate kütusepõlengute kustutamise kestuseks soovitatakse valida 15 minutit (Hyttinen 2003:126).

Taktikaliselt on maapinnal toimuvad kütusepõlengud kergemini jälgitavad, põlengupindala väheneb pikkamööda ning ka põlengualale lähenemiseks on suundasid kergem valida. Kui soojuskiirgus ei luba kustutamist alustada vahugeneraatoritega, siis tuleks alustada kustutamist vahujoatorudega ning soojuskiirguse toime vähenemisel lisada kohe katmine vahugeneraatoritega, et vältida põlevvedeliku taassüttimist. Vahujoatorudega kustutamist alustades tuleks ära kasutada pörkemeetodeid, et vaht langeks võimalikult pehmelt põlevvedeliku pinnale. Kuna põlevvedelike põlengud võivad tekkida kõikjal maapinnal, siis võib üsnagi kiiresti raskusi tekitada vesivarustus ja vahutagavara, millele tuleks juba õnnetuse algstaadiumis kiiresti tähelepanu pöörata. Enne vahurünnaku alustamist peab olema varutud vähemalt kolmekordne vahuaine ja vee kogus, et tagada põlevvedeliku kindel kustumine.

Põlevvedelike mahavalgumisel tuleks tähelepanu pöörata ja püüda vältida põlevvedelike sattumist kanalisatsiooni ja veekogudesse. Põlevvedelik, sattudes eelpool nimetatud kohtadesse, tekitab seal keskkonnareostuse. Kanalisatsiooni sattudes võib põlevvedelik põhjustada teadmata kohas süttimise või plahvatuse.

Kustutusmeetodina on soovitatav kasutada sein- või maapõrkemeetodit. Maapõrkemeetodil tuleb pörkekoht jätta kuni 1meeter põleva ala servast. Jooniselt 4 näeme, kuidas tuleb kasutada vahujoatoru põrkemeetodit kasutades.

Joonis 4. Vahu andmine põrkemeetodiga



(Hyttinen 2003:128)

Näide: Maapinnal asetleivvate mittepolaarsete põlevvedelike põlengute kustutamisel vajaminevate ressursside arvutus.

Põleb 200 m² pindalaga diislikütus.

Kui palju kulub vahuainet ja vett, kustutusaeg 15 minutit.

Vahuaine segu 3 % (FFFP vahuaine)

$$Q_{\text{pind}} = S \times i$$

S- pindala

i- vajaminev vahulahuse intensiivsus l / min m² kohta

Vahukadu –10 %

$$Q_p = 1,1 \times 200\text{m}^2 \times 4,1 \text{ l / min m}^2 = 902 \text{ l / min.}$$

Miimum kustutusaeg 15 min.

t- kustutusaeg

Q_p- pinnale vajaminev vahuaine lahus

$$Q_k = Q_p \times t$$

$$Q_k = 15 \text{ min} \times 902 \text{ l / min} = 13530 \text{ vahulahust}$$

$$100 \% = 13530$$

$$3 \% = X$$

406 l vahuainet

$$\text{Vahulahuse kogus } 13530 \text{ l} - 406 \text{ l} = 13124 \text{ l.}$$

Vastus: Vahuainet kulub 406 l ja vett 13124 l.

Tabel 3. Maapinnal asetleidvate põlevvedelike põlengute kustutamiseks vajaminevate ressursside tabel.(i- 4,1 l / min m²; aeg 15 minutit; vahukadu 10%; vahu protsent 3%; töövahendi tootlikus 400 l / min)

Põlev pindala (m ²)	Vajaminev kustutusvesi (l)	Vajaminev vahuaine (l)	Vajaminev vahugeneraatorite arv
100	11640	360	2
150	11640	360	2
200	17460	540	3
250	17460	540	3
300	23280	720	4
350	23280	720	4
400	29100	900	5

Koostaja autor

3.4.2. Vanni või vallituse sees asetleidvad kütusepõlengud

Vanni või vallituse sees võivad põlevvedelike põlengud tekkida tanklates maapealsete mahutite hoiukohtades. Lisaks veel uutes kergekütteõlil töötavate katlamajade mahutite hoidmisruumis. Olenevalt tekkinud lekke põhjusest ja suuruselt levib väljavalgub põlevvedelik kogu vallituse sisemusele ning süttides levib kiiresti kogu põlevvedeliku pinnale. Seades niimoodi ohtu ka teised, veel terved mahutid. Vallituste sees toimuvate põlevvedelike põlengute puhul on vedeliku kiht paksem kui maapinnal toimuvate põlengute korral. Kuna vedeliku kiht on paksem, ei avalda ka maapind jahtumisele mõju. Sellise vedeliku kihi põleng kestab kauem ning seetõttu on soojuskiirguse mõju mahutitele suurem, seega soovitatakse kustutamiseks valida 15 minutit. Valides kustutustaktikat tuleb kindlasti alustada kustutamist vahujoatorudega, kuna soojuskiirgus ei võimalda läheneda ning jätkata vahugeneraatoritega. Põlengualas olevaid mahuteid tuleb intensiivselt jahutada, et vältida nende purunemist ja süttimist, kuid see toob endaga kaasa uue probleemi. Nimelt valgub jahutusvesi vallitusse ja põlevvedeliku tasapind hakkab kiiresti tõusma. Vallituse piirkonna maht peab vastu võtma 20 % väljavoolanud kütusest. Selle tagajärjel võib põlevvedelik valguda üle vallituse piiride ja koos sellega suurendada põlemispindala ning muuta kogu põlengu kustutamise märksa keerulisemaks. Osadel vallitustega piiratud kütusehoidlatel on võimalus vallituse seest vedelikku välja pumbata, sellise võimaluse olemasolul tasuks seda tõsiselt kaaluda. Peale põlengu kustutamist tuleb vahurünnakut jätkata veel vähemalt 5 minutit. Intensiivsus peab olema 4,1 l / min m² ja see sisaldab 25% vahukadu (Hyttinen 2003:126-129;).

3.4.3 Vajaminevate töövahendite arvutamine

Vajaminevate töövahendite hulga määramiseks on vaja eelnevalt teada:

- vajamineva vahulahuse intensiivsust (polaarne või mittepolaarne põlevvedelik);
- põleva ala pindala;
- kustutusrännakuks olemasolevate töövahendite tootlikkused.

Näide: Jõõpre tanklatulekahjul põles 174 m² pindalaga mahutipaak.

Põles 174 m² pindalaga bensiin vallituses.

Vahulahuse andmise intensiivsus- 4,1 l / min m².

$Q = 174\text{m}^2 \times 4,1 \text{ l / min m}^2 = 714 \text{ l / min. vahulahust}$

Kustutusvahendid – vahugeneraator 400 l / min.

$$n = \frac{Q_{kogu}}{Q_{gen}}$$

Q_{kogu} - vahulahuse kogus l / min m²

Q_{gen} - töövahendi tootlikkus

n- vajaminevate töövahendite arv

$$n = \frac{Q_{kogu}}{Q_{gen}} = \frac{714}{400} = 1,785 \approx 2$$

Vastus ümardatakse alati suurema täisarvuni.

Vastus. 174 m² kustutamiseks on vaja 2 vahugeneraatorit tootlikkusega 400 l / min.

Järgnevalt arvutame tagasi, kasutades olemasolevaid andmeid. Me teame, et meil on vaja 2 vahugeneraatorit, igaühe tootlikkus 400 l / min, mis annab kokku 800 l / min.

Põleb 174 m² pindalaga bensiin vallituses.

$Q_p = 174\text{m}^2 \times 4,1 \text{ l / min m}^2 = 714 \text{ l / min.}$

Miimum kustutusaeg 20 min.

t- kustutusaeg

Q_p - pinnale vajaminev vahuaine lahus

$$Q_k = Q_p \times t$$

$$Q_k = 20 \text{ min} \times 714 \text{ l / min} = 14280 \text{ l; vahulahust}$$

$$100 \% = 14280$$

$$3 \% = X$$

$$X = \frac{3 \times 14280}{100} = 429 \text{ l vahuainet}$$

Vahulahuse kogus $14280 \text{ l} - 429 \text{ l} = 13851 \text{ l}$.

Vahuainet kulub 429 l ja vett 13851 l .

$$n = \frac{Q_{kogu}}{Q_{gen}} = \frac{714}{400} = 1,785 \approx 2$$

$$2_{gen} \times 400 = 800 \text{ l / min}$$

$$Q_k = 20 \text{ min} \times 800 \text{ l / min} = 16000 \text{ l; vahulahust}$$

$$100 \% = 16000$$

$$3 \% = X$$

$$X = \frac{3 \times 16000}{100} = 480 \text{ l}$$

Vahulahuse kogus $16000 \text{ l} - 480 \text{ l} = 15520 \text{ l}$.

Vahuainet kulub 480 l ja vett 15520 l .

Jõõpre tanklatulekahju mahutipargi kustutamiseks kulub 480 l vahuainet ja 15520 liitrit vett. Enne kustutusrünnaku alustamist peab kustutusaine varu olema kolmekordne.

Õigete tulemuste saamiseks tuleb aluseks võtta töövahendite arv.

Samuti on võimalik arvutada, mitu m^2 on võimalik kindla töövahendiga katta.

Selleks on vaja eelnevalt teada:

- põlevvedelikule antava vahulahuse intensiivsust (polaarne või mittepolaarne põlevvedelik)

– töövahendi tootlikkust

$$S = \frac{Q_{gen}}{i} = \frac{400}{4,1} = 97,6 m^2$$

S- pindala

i- intensiivsus

Q_{gen}- generaatori tootlikus

Tabel 4. Vannis või vallituses asetleidvate põlevvedelike põlengute kustutamiseks vajaminevate ressursside tabel (i – 4,1 l/ min m²; aeg 20 minutit; vahuprotsent 3%).

Põlev pindala (m ²)	Vajaminev kustutusvesi (l)	Vajaminev vahuaine (l)	Vajaminev vahugeneraatorite arv
100	15520	480	2
150	15520	480	2
200	23280	720	3
250	23280	720	3
300	31040	960	4
350	31040	960	4
400	38800	1200	5

Koostas autor

3.5. Mahutite jahutamiseks vajaminev veehulk ja joatorude koguse arvutamine

Kuna Jõõpre tankla mahutid olid silindrikujulised, kuid asetsesid pikali, siis põleva pinna ümbermõõt vedeliku alanemise alguses suureneb ja hiljem väheneb. Arvutuses on näidatud põlevvedeliku suurimat ümbermõõtu ehk seda, et mahuti on täidetud vedelikuga poolenisti.

Põleva mahuti jahutamiseks vajaminev vooluhulk:

$$Q_{\text{kogus}} = C \times i$$

C- mahuti ümbermõõt (m);

i = 0,5 l / s m - nõutav vee intensiivsus põlevale mahutile;

$$C = (a + b) \times 2$$

$$C = (4,25 + 3,43) \times 2 = 15,36 \text{ m} - \text{põleva mahuti ümbermõõt};$$

$$Q_{\text{kogus}} = C \times i$$

$$Q_{\text{kogus}} = 15,36 \times 0,5$$

$$Q_{\text{kogus}} = 7,68 \text{ l/s}$$

Põleva mahuti jahutamiseks vajaminevate joatorude arvutamine:

$$n = \frac{Q_{\text{kogu}}}{Q_{\text{juga}}}$$

Q_{kogu} - jahutamiseks vajalik veehulk l / s ;

Q_{juga} - joatoru tootlikkus l / s.

$$n = \frac{Q_{\text{kogu}}}{Q_{\text{juga}}} = \frac{7,68}{5} = 1,536 \approx 2 \text{ juga}$$

Vastus: Iga põleva mahuti jaoks on vaja 2 juga. Päästeteenistuse kohale jõudmise ajaks põles vaid 1 mahuti, kolm olid laiali lagunened ja kaks ei põlenud. Järelikult oleks vaja olnud 2 juga põleva mahuti jahutamiseks.

Kõrvalasuvate mahutite jahutamiseks vajaminev veehulk arvutatakse valemiga

$$Q_{kogu} = 0,5 \times n \times C \times i$$

C- reservuaari ümbermõõt (m);

$i = 0,2$ l/s m - nõutav vee intensiivsus kõrvalolevale reservuaarile;

n -reservuaaride arv;

0,5- ohustatud ala.

Arvutame Jõõpre tanklatulekahjul kahe mittesüttinud mahuti jahutamiseks vajamineva jugade arvu.

Mahutite jahutamiseks vajamineva vooluhulga arvutus:

$$Q_{kogu} = 0,5 \times 2 \times 15,36 \times 0,2$$

$$Q_{kogu} = 3,072 \text{ l/s}$$

Mahutite jahutamiseks vajaminevate joatorude arvutamine:

$$n = \frac{Q_{kogu}}{Q_{juga}}$$

Q_{kogu} - jahutamiseks vajalik veehulk l / s ;

Q_{juga} - joatoru tootlikkus l / s.

$$n = \frac{Q_{kogu}}{Q_{juga}} = \frac{3,072}{5} = 0,6144 \approx 1 \text{ juga}$$

Vastus: põlevate mahutite kõrval olevate mahutite jahutamiseks läheb vaja 1 juga.

Samuti võib mahutite jahutamiseks vajamineva joatorude arvu arvutada järgmise valemi järgi:

– Põleva mahuti jahutamine

$$n = \frac{d}{4}$$

n- joatorude arv

d- mahuti diameeter

– Kõrvaloleva mahuti jahutamine

$$n = \frac{d}{20}$$

n- joatorude arv

d- mahutite diameeter

Mahutite jahutamisel tuleb jälgida vedeliku taset vallituses, et ei tekiks vedeliku laialivalgumist.

(Danilov, jt. 1976:72;73)

3.6. Rõhukaod voolikuliinides vahulahuse transportimisel

Voolikuliinides esinevate rõhukaadude arvutamiseks on välja töötatud alljärgnev valem. Selleks on tarvis teada töövahendi tootlikust, liini pikkust ning vastavat konstanti. Vahulahuse liikumisel on rõhukadu kuni 20 % suurem kui vee liikumisel.

Tabel 5. Hüdrauliliste takistuste arvutamise konstandid.

Voolikuliini läbimõõt mm	Konstant vee transpordil	Konstant vahulahuse transpordil
38,39 mm	27	32,4
51 mm	6,3	7,5
63 mm	2,1	2,5
76,77 mm	0,9	1,08

Vahulahuse konstandid on saadud intervjuerides Rene Tammetit, kes on need välja arvutanud ja ka katsetanud, võttes aluseks vahulahuse transportimisel 20 % suuremad rõhukaod.

Tabel 6. Voolikute rõhukaod arvestusliku vooluhulga juures.

Vooliku siseläbimõõt (mm)	Vooluhulk (l/s)	Rõhukaod (kPa)	
		20 m kohta	100 m kohta
38, 39 mm	6,6	278	
51 mm	6,6	64,5	322,5
63 mm	6,6	21,5	107,5
76(77) mm	6,6	9,4	46,44

Rõhukaod voolikuliinides vahulahuse transportimisel arvutatakse valemiga:

$$p_v = \frac{l_v \times k \times Q^2}{100}$$

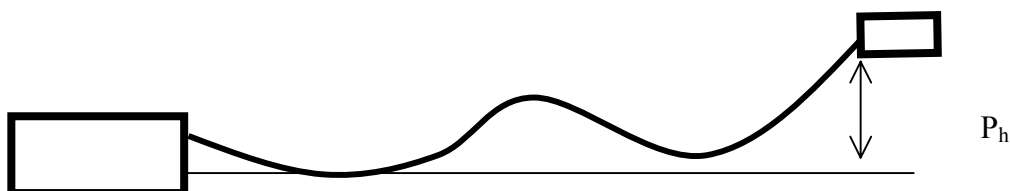
p_v – voolikuliini takistus (kPa)

l_v – voolikuliini pikkus (m)

k – konstant

Q – töövahendi tootlikus (l/s)

Joonis 5. Voolikuliin vahulahuse transportimiseks autopumbast töövahendini



Koostas autor.

Näide Jõõpre tanklatulekahjult .

Arvuta, kui suur peab olema pumbarõhk, kui vahuliini pikkus on 40 m, vooliku läbimõõt 76 mm, vahugeneraatori tootlikkus 400 l/min, tööõhk 500 kpa ja töövahendi kõrgus maapinnast 1m.

$$P_h - 10 \times h$$

$$P_{tõ} = \frac{l_v \times k \times Q^2}{100}$$

$$P_{tõ} = \frac{40 \times 1,08 \times 44}{100} = 19 \text{ kpa}$$

$$P_p = P_j + P_h + P_{tõ}$$

$$P_p = 500 + 10 + 19$$

$$P_p = 529 \text{ kpa}$$

Vastus: Jõõpre tanklatulekahjul moodustati PÄRNU 12-lt kaks 40m vahuliini, seetõttu korrutame saadud vastuse kahega. Pumba rõhk peab olema 1058 kpa.

Kantava vahusegisti kasutamise korral on segistisse tuleva vee ja segistist väljuva vahulahuse rõhu suhe on 0,6.

Näide Jõõpre tanklatulekahjult.

Arvuta, kui suur rõhk peab olema PÄRNU-JAAGUPI 11pumbarõhk, kui vahuliini pikkus on 80 m, vooliku läbimõõt 76 mm, hargmiku kaugus autopumbast 1 voolikupikkus, tööliini pikkus hargmikust 2 voolikupikkust läbimõõduga 38 mm, vahugeneraatori tootlikku 400 l/min, töö rõhk 500 kPa ja töövahendi kõrgus maapinnast 1m. Kasutatakse kantavat vahusegistit, mille kaugus töövahendist on 2 vooliku pikkust ja hargmikust 1 voolikupikkus. Samuti on toide PÄRNU 61-le 76mm voolikuga, kahe vooliku pikkuses. Joonis.. on välja toodud hargnemise skeem.

$$P_{tõ} = \frac{l_v \times k \times Q^2}{100}$$

$$P_{tõ} = \frac{40 \times 1,08 \times 6,7^2}{100} = 19 \text{ kPa}$$

Segistis esineva rõhukao arvutamiseks liidame kokku segisti ja töövahendi vahelise voolikuliini rõhukao, töövahendi töö rõhukao, tõusukao ja jagame segistisse tuleva vee ja segistist väljuva vahulause rõhu suhtega (0,6).

$$P_h = 10 \times h$$

$$P_s = P_j + P_h + P_{t0}$$

$$P_{t01} = 500 + 10 + 19$$

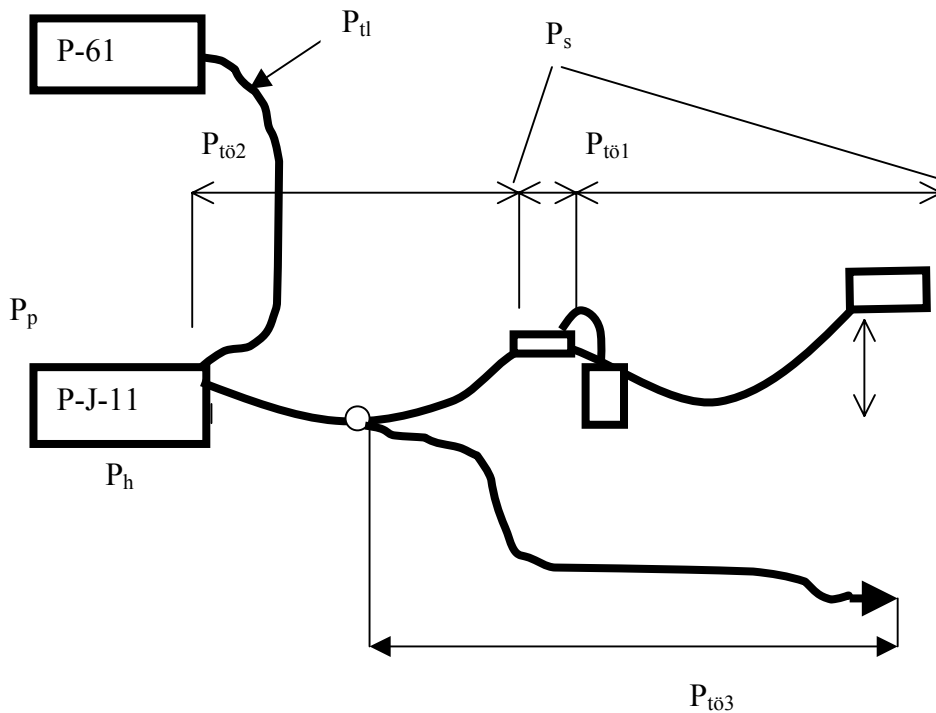
$$P_{t01} = 529 \text{ kPa}$$

$$P_s = \frac{P_{t01}}{0,6}$$

$$P_s = \frac{529}{0,6} = 881,7 \text{ kPa}$$

$$P_{t02} = \frac{l_v \times k \times Q^2}{100}$$

Joonis 6. PÄRNU-JAAGUPI 11-lt toimunud lahinghargnemine



Koostas autor.

Kuni segistini voolab vesi, arvutame vee konstandiga:

$$P_{t\ddot{o}2} = \frac{40 \times 0,9 \times 6,7^2}{100} = 16,16 \text{ kPa}$$

$$P_{t\ddot{o}3} = \frac{40 \times 27 \times 5^2}{100} = 270 \text{ kPa}$$

$$P_{tl} = 9,4 \times 2 = 18,8 \text{ kPa}$$

$$P_p = P_{t\ddot{o}2} + P_s + P_{t\ddot{o}3} + P_{tl}$$

$$P_p = 16 + 882 + 270 + 18,8$$

$$P_p = 1186,8 \text{ kPa}$$

Kuna voolikuliinil oli vahel hargmik tuleb korrutada kogu vastus veel 1,1, sest hargmikute kohttakistus on 10%. (Šuvalov. 1977)

$$P_p = 1186,8 \times 1,1 = 1305,48 \text{ kPa}$$

Vastus: Jõõpre tanklatulekahjul pidi PÄRNU-JAAGUPI 11 pumbarõhk olema 1305,48 kPa.

3.7. Väljapurse

Nafta ja tumedate naftaproduktide väljapurse toimub siis, kui põlevvedeliku kuum kiht (homotermiline) jõuab mahuti või vallituse põhja, kus leidub peaaegu alati vett.

Homotermiline kiht soojendab vett temperatuurini, mis on suurem kui keemistemperatuur ja tekib aur, mis pressib vedeliku välja. Väljapurse on pulseeriva iseloomuga. Põhjavee kihi kõrgus ei mõjuta väljapurse võimsust.

Väljapursele eelneb:

- põlemise intensiivistumine;
- leegi värvi muutus;
- müra tekkimine;

- ülemiste mahutite vööde vibreerimine.

Orienteeruv aeg väljapurskeni.

$$T = \frac{H - h}{w + u + v}$$

T – väljapurskeaja arvutamine (h)

H – vedeliku kõrgus mahutis (m);

h – põhjavee kõrgus (m);

w - vedeliku joonsoojenemisekiirus (m/h);

u – vedeliku joonpõlemisekiirus (m/h);

v - vedeliku nivoo alanemise joonkiirus väljapumpamise ajal.

(Danilov, jt. 1976:195)

4. JÕÕPRE TANKLATULEKAHJU ANALÜÜS

Analüüsi eesmärgiks on selgitada välja eelmiste peatükkide alusel, kuidas tegutseti Jõõpre tanklatulekahjul ja, kuidas oleks pidanud tegutsema. Analüüsi tegemisel kasutati Jõõpre tankla kustutamisel osalenud päästjate seletuskirju, arvutusi, eravestluste käigus saadud infot jm.

PÄÄSTETEENISTUSE TEGEVUS JÕÕPRE TANKLATULEKAHJUL	KUIDAS OLEKS PIDANUD PÄÄSTETEENISTUS TEGUTSEMA
	– Väljassõidu korralduse saades, tuleb kohe kaasa võtta kogu vahu tagavara. Jõõpre tulekahjule sõites oleks pidanud koheselt välja kutsuma PÄRNU-JAAGUPI 11. Seda seetõttu, et vahuainet juurde saada.
– TEHNIKA PAIGUTUS Tehnika paigutus oli kehvasti planeeritud, arvestades kohalejõudmise aegu. Veevõtu kohale paigutati PÄRNU-JAAGUPI 11.	– TEHNIKA PAIGUTUS PÄRNU 11 või PÄRNU 12 oleks pidanud paigutama koheselt veevõtu kohale, et tagada pidev vee andmine, sest PÄRNU-JAAGUPI 11 jõudis kohale alles 20 minutit pärast PÄRNU 61 kohale jõudmist. Soovitav on kasutada kaheastmelist tehnikat paigutust(kogunemiskoht), et vältida asjatut tehnikat ümberpaigutust.
– EVAKUATSIOON Evakueerimine toimus väga hästi. Kiirelt anti kannatanu üle kiirabile ja	– EVAKUATSIOON

<p>organiseeriti sündmuskoha piiramine politsei poolt.</p>	
<p>– TULELEVIKU PIIRAMINE Tulevikut tanklahoonele takistati joatoruga (5 l / s).</p>	<p>– TULELEVIKU PIIRAMINE Oleeks pidanud kasutama veeseinu. Veesein neelab kuni 90% soojuskiirgusest, misstõttu on nad väga efektiivsed ja aitavad kokkuhoida ressursse.(Suurkivi jt. 2000:55) Veeseinad tuleks paigutada pärast autode paigutamist veevõttu kohtadele, et tagada pidev vee andmine. Arvestama peab kindlasti veekuluga. Jõõpre tankla veevõtu koha mahtuvus oli 150 m³.</p>
<p>– JAHUTAMINE Mahutite jahutamise ei tegeletud.</p>	<p>– JAHUTAMINE Päästeteenistuse kohale jõudes oli kolm mahutit purunenud ja põlevvedelik välja voolanud. Üks mahuti oli plahvatuse toimele kaane keevitustest tahti lõõnud ja põles. Kaks mahutit olid aga terved. Mahutit mis oli kaane maha lõõnud ja põles, seda oleks pidanud jahutama kahe joaga nagu eelmise peatüki arvutustest järeldus. Kahe mittepõleva mahuti jahutamiseks oleks piisanud ühest joast. Õnneks ei purunenud need mahutid ja kütuse ei sattunud vallitusse. Reaalne olukord näitas, et soojuskiirguse tõttu oleks vaja olnud</p>

	pikkema joaga joatorusid või lafette.
<p>– VAHURÜNNAK</p> <p>Vahurünnaku planeerimine oli halvasti planeeritud:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ kasutati valet vahuainet; ▪ vahugeneraatoritega kustudades kasutati valet vahuaine protsenti vahulahuses; ▪ ei arvatud välja vahuaine kulu; 	<p>– VAHURÜNNAK</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vahujärelkärus oli A tüüpi vahuaine, mis ei sobi põlevvedelike kustutamiseks, vaid kasutatakse määrgajana. Oleks pidanud olema B tüüpi vahuaine. Kasulikum oleks edaspidi hoida vahujärelkärus B tüüpi vahuainet, sest A tüüpi vahuainet saab kasutada tahkete ainete põlengul kus ei ole soojuskiirgus nii suur ja võib kasutada vahugeneraatoreid ▪ Enamus B tüüpi vahuainetega tuleb mittepolaarseid põlevvedelike kustutada 3 protsendilise vahulahusega. Jõõpre tanklatulekahjul kasutati aga 6 protsendilist vahuainet, mis tähendab, et vahuaine kulu oli kahe kordne. ▪ PTJ ei arvanud välja kui palju kulub vahuainet. PTJ oleks pidanud välja arvutama vajamineva vahuaine ja kustutusvee kogused ning vahugeneraatorite arvu. Alati peab olema kustutus ressursi kolmekordne varu. Eelmise peatükki arvutuste kohaselt oleks Jõõpre tankla mahutipargi

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vahurünnakut ei alustatud kindlast kohast, vaid lasti vahujoatoruga igale poole laiali. 	<p>kustutamiseks vaja läinud 480 l vahuainet ja 15580 l kustutusvett. Need arvud tuleb korrutada kolmega, et tagada tulekahju kindel kustumine. Nii palju vahtu ei olnud Pärnumaa Päästeteenistusel. Kustutatud oleks saanud 2 vahugeneraatoriga.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vahurünnakut oleks pidanud alustama joatoruga, lastes allatuult ühte kohta võimalikult pehmelt (seinapõrkemeetod). Kui kuumus võimaldab alustada vahurünnakut, tuleb rünnata üheaegselt vahugeneraatoritega, kattes kogu pinna järgemõõda. Ettevaatlik tuleb olla põlevvedeliku taassüütmisega. <p>Pärast põlengu kustumist tuleb vahulahuse laskmist jätkata.</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

5. TANKLATE TULEKAHJUDE KUSTUTUSTAKTIKA

5.1. Väljasõidu korralduse saamisel

- Võtta kaasa kogu vahuaine reserv.
- Teavitada häirekeskust (edaspidi HK) väljasõidust.

5.2. Sündmuskohale sõites

- Täpsustada sündmuskoha aadressi.
- Täpsustada sündmuskoha mastaabid.
- Otsustada lisa- ja abijõudude vajadus.
- Küsida juurde vahuainet.
- Täpsustada evakueerimisvajadust.
- Täpsustada tuulesuund (lähenemistee)

5.3. Sündmuskohale jõudes

- Teavitada HK kohale jõudmisest.
- Paigutada autod ohutusse kaugusesse (kaheetapiline paigutus).
- Asuda luurele.

5.4. Esmane tegevus sündmuskohal

LUURE:

- selgitada välja ohud inimeste elule ja tervisele;
- selgitada välja evakuatsiooniteed;
- selgitada välja tulelevikuteed;
- selgitada välja tulekustutusrünnaku suund;
- selitada välja tehnika paigutus;

5.5. Tegevus pärast luuret

AUTODE PAIGUTUS

- Autode paigutuse juures tuleks silmas pidada: rünnakusuunda; tuulesuunda; soojuskiirgust; hilisemaid manöövreid jm.
- Kasutada kaheetapilist tehnikapaigutust, määrata koguinemiskoht.
- Arvestada tuleks autode paigutuse juures veevarustusega, et oleks tagatud pidev kustutusvee andmine.
- Vajadusel kasutada autosid teede blokeerimiseks.

EVAKUATSIOON

- Otsustada, kui suurelt piirkonnalt tuleb inimesed evakueerida. Inimesi ähvardavad ohud tanklate põlengutel võivad olla: suur soojuskiirgus ja suitsu eraldus; plahvatusoht; tulelevimisoht jm.
- Pidada meeles, et kõige tähtsam on inimeste elude ja tervise kaitse.

TULELEVIKU TAKISTAMINE

- Peamised tuleleviku teed tanklate tulekahjudel on tohutu soojuskiirgus ja laialivalgunud või -paiskunud põlevvedelik ning plahvatuse. Samuti võib tuli levida kulu, soojusjuhtivuse jm kaudu.
- Kasutada soojuskiirguse tõrjumiseks veeseinu. Veeseinad neelavad endasse kuni 90% soojuskiirgusest. Arvestada tuleks veekuluga.
- Plahvatuste vältimiseks organiseerida mahutite jahutus.
- Arvestada väljapurske võimalusega, mis on ohtlik päästjatele ning võib suurendada põlemispindala.

MAHUTITE JAHUTAMINE

- Põlev mahuti jahutamiseks vajamineva vooluhulga arvutamise valem:

$$Q_{\text{kogus}} = C \times i$$

C- mahuti ümbermõõt (m);

$i = 0,5 \text{ l/s m}$ - nõutav vee intensiivsus põlevale mahutile.

- Vajaminevate joatorude arvutus:

$$n = \frac{Q_{\text{kogu}}}{Q_{\text{juga}}}$$

Q_{kogu} - jahutamiseks vajalik veehulk l / s ;

Q_{juga} - joatoru tootlikkus l / s.

- Põleva mahuti kõrval asuvate mittepõlevate mahutite jahutamiseks vajamineva vooluhulga arvutamise valem:

$$Q_{\text{kogu}} = 0,5 \times n \times C \times i$$

C- reservuaari ümbermõõt (m);

$i = 0,2 \text{ l/s m}$ - nõutav vee intensiivsus kõrvalolevale reservuaarile;

n -reservuaaride arv;

0,5- ohustatud ala.

- Jälgida mahuteid jahutades neid ümbritseva vanni või vallituse vedeliku taset.

5.6. Kustutusrünnak

- Vahuaine valik
 - Põlevvedelike kustutamiseks kasutada ainult B tüüpi vahuainet. Kõige paremini sobivad põlevvedelike kustutamiseks FFFP, FP ja AFFF vahuained.
 - Jälgida vahuaine tootjapoolset instruktaazi (millise protsendiga emulsiooni kasutada erinevate põlevvedelike puhul).
 - Jälgida, millist vahu andmisintensiivsust kasutada erinevate vahuainetega.

- Vahulahuse andmisintensiivsus
 - Maapinnal toimuvate põlevvedelike põlengute kustutamisel vahulahuse andmise intensiivsus:
 - a) FFFP ja AFFF vahuainete korral 4,1 l/min m²;
 - b) Proteiin ja floorproteiin vahuainete korral 6,5 l/min m²

– Vannis ja vallituses toimuvate põlevvedelike põlengute kustutamisel vahulahuse andmise intensiivsus on 4,1 l/min m². Eelnev arv sisaldab 25 % vahu hävimist.

- Pindalale vajamineva vahulahuse arvutamise valem:

$$Q_{pind} = S \times i$$

Q- pindalale vajaminev vahulahuse kogus

S- põleva aine pindala

i- vajaminev vahulahuse intensiivsus l / min m² kohta.

- Vajaminevate töövahendite arvutamisevalem:

$$n = \frac{Q_{kogu}}{Q_{gen}}$$

Q_{kogu} - vahulahuse kogus l / min m²

Q_{gen} - töövahendi tootlikus

n- vajaminevate töövahendite arv

- Mahuti pindalale vajamineva tegeliku vahulahuse koguse arvutamise valem:

$$n_{\text{gen}} \times Q_{\text{gen}} = Q_{\text{kogu}}$$

Q_{gen} - töövahendi tootlikus

Q_{kogu} - vahulahuse kogus l / min m²

n_{gen} – generaatorite arv

- Õige pindalale vajaminev vahulahuse kogus leitakse generaatorite arvu järgi.

- Kustutus ajad

- Maapinnal toimuvate mittepolaarsete põlevvedelike kustutus aeg on 10 minutit pluss 5minutit pärast kustumist.

- Vannis ja vallituses toimuvate mittepolaarsete põlevvedelike kustutusaeg on 15 minutit pluss 5 minutit peale kustumist.

- Pindalale vajaminev kustutusaine leitakse valemiga:

t- kustutusaeg

Q_p - pinnale vajaminev vahuaine lahus

$$Q_k = Q_p \times t$$

- Vahuaine kogus leitakse ristkorrutise teel:

$$100 \% = Q_k$$

$$3 \% = X$$

- **Kustutusaine varu peab olema alati kolmekordne.**

- Rünnaes:

- alustada rünnakut vahujoatorudega, et vähendada kuumust (vahujoatoruga kustutades jõuab tuleni vaid 1/3);

- kui kuumus lubab läheneda, alustada vahugeneraatoritega katmist;

- vahugeneraatorid käivitada üheaegselt ja võimalikult lähestikku;

- selleks, et vältida soojuskiirgust ja, et vaht paremini tuleni jõuaks tuleb alustada alla tuult;

- alusta vahuga katmist ühest kohast, edasi liikuda vaid siis, kui tuli on selle koha pealt kustunud;
- vahtu anna pehmelt (seina-, maa- ja filtreerimismeetod);
- pidev valvsus, sest põlevvedelik võib taas süttida. Voolikuga kütuses liikudes tuleb olla ettevaatlik;

KOKKUVÕTE

Käesolev töö käsitleb tanklate tulekahjude kustutamise taktikat. Töö käigus loodi juhendmaterjal tanklate tulekahjude kustutamiseks ja anti ülevaade Jõõpre tanklatulekahjust. Samuti anti ülevaade Eestis asuvatest tanklatest.

Lõputöö esimeses osas käsitletakse Eestis asuvate tanklate iseärasusi. Antakse ülevaade Eestis asuvate tanklate arvust, mahutitest, kütuse kogustest, tanklates müüdavatest põlevainetest.

Lõputöö teine osa annab ülevaate Jõõpre tanklatulekahju kustutamisest. Töö teises osas antakse ülevaade reageerinud jõududest, tulekahju süttimise põhjusest, selle arengust, PTJ tegemistest jm.

Töö kolmas osa käsitleb vahurünnakuga seonduvat. Selles peatükis tuuakse välja tanklate tulekahjude kustutamisel kasutatava vahurünnaku planeerimise peamised alused. Vahurünnaku alusteks on vahuaine valik, vajamineva vahulahuse andmise intensiivsuse arvutamine, vahuaine kulu, kustutusvee kulu, vahurünnaku kestvus. Samuti antakse ülevaade mahutiite jahutamise seonduvast. Ühe punktina käsitletakse põlevvedeliku väljapurset, selle tekkepõhjust, tunnuseid ja ohte.

Neljandas osas analüüsitakse Jõõpre tanklatulekahjul päästeteenistuse tegevust, eelmistest peatükkidest tulenevalt. Tuuakse välja põhilised vead, mida tehti ja antakse ülevaade, kuidas oleks pidanud toimima.

Viimases osas on juhendmaterjal tanklate tulekahjude kustutamiseks. Selles osas juhitakse PTJ tähelepanu punktidele, mida tuleb silmas pidada tanklate tulekahjude kustutamisel. Tanklate tulekahjude kustutamise juhendmaterjal oli püstitatud ka töö eesmärgiks.

SUMMARY

THE PRESENT WORK IS WRITTEN ON THE THEME “THE EXTINCTION TACTICS OF GAS STATION FIRES ON AN EXAMPLE OF THE GAS STATION FIRE IN JÕÕPRE“.

THE SIZE OF THIS WORK IS 51 PAGES. THERE ARE 7 SOURCES, 6 ILLUSTRATIVE DRAUGHTS AND 6 CHARTS USED IN IT. THE WORK IS WRITTEN IN ESTONIAN AND CONTAINS A SUMMARY, WHICH IS WRITTEN IN ENGLISH.

THE AIM OF THE WORK IS TO CREATE AN ACTION INSTRUCTION DURING A GAS STATION FIRE FOR THE RESCUE TEAM LEADER AND TO GIVE AN OVERVIEW OF THE FIRE IN JÕÕPRE.

THE KEYWORDS ARE THE PECULIARITY OF GAS STATIONS, THE FOAM ATTACK, THE COOLING OFF, THE GAS STATION FIRE IN JÕÕPRE AND THE INSTRUCTION.

THE OBJECTS OF THIS STUDY ARE THE GAS STATION FIRES AND THEIR EXTINGUISHING.

THE METHOD OF THE STUDY IS QUESTIONNAIRE AND HALF-FORMULATED INTERVIEW.

THE TASK IS TO SIMPLIFY THE WORK OF THE RESCUE TEAM LEADER AND TO IMPROVE THE QUALITY OF RESCUING.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

1. Ekspertiisi akt. Jõõpre tankla mahutite süttimise põhjused. Pärnu Politseiprefektuur.
2. Jõõpre tankla tulekahju menetlustoimik. Pärnu Politseiprefektuur.
3. M. Danilov, F. Devlišev, N Jjevtjuškin, I Kkimstatš 1976. Tuletõrjetaktika. Tallinn: Valgus.
4. Suurkivi, T. Marvet, T. 2000. Tuletõrjuja- päästja ABC. AS Pakett.
5. Tanklate tuleohutus EPN 10.13
6. Veli Hyttinen. 2003. Palofysiikka