Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Margo Kubjas

ARVESTUSLIKU TULEKUSTUTUSVEE VAJADUSE VÕRDLUS EESTI STANDARDIS EVS 812-6:2005 NÕUTAVATE KOGUSTEGA PUIDUETTEVÕTTE JELD WEN EESTI AS NÄITEL

Lõputöö

Juhendaja:
Peeter Randoja, MPA

Tallinn 2009

SISEKAITSEAKADEEMIA

Kolledž: Päästekolledž	Kuu ja aasta: 05.2009
Töö pealkiri: Arvestusliku tulekustutusvee vajaduse võrdlus Eesti Standardis EVS 812-6:2005 nõutavate kogustega puiduettevõtte Jeld Wen Eesti AS näitel	
Töö autor: Margo Kubjas	Olen nõus oma lõputöö kättesaadavaks tegemisega elektroonilises keskkonnas. Allkiri:
Lühikokkuvõte: Käesoleva lõputöö pealkiri on “ Arvestusliku tulekustutusvee vajaduse võrdlus Eesti Standardis EVS 812-6:2005 nõutavate kogustega puiduettevõtte Jeld Wen Eesti AS” näitel, kasutades selleks tulekahju arengu matemaatilist modelleerimist. Töö koosneb neljast peatükist 41 leheküljel ja sisaldab 1 tabelit ja 3 joonist. Kirjutamise keeleks on eesti keel ja võõrkeelne kokkuvõte inglise keeles. Lõputöö üldeesmärgiks on puiduettevõtte tulekahju matemaatilise modelleerimise teel arvutatud tulekahju kustutamiseks vajaliku veehulga koguse võrdlus standardist tulenevate veekogustega. Alaeesmärgiks on tuua näitena välja võimalus projekteerijatele lahendamaks puiduettevõtete tulekustutusvee vajadust sõltuvalt objekti eripärast. Arvutustest selgub, et standardis nõutav veekogus ei ole piisav kustutamaks tulekahju ja tekib vajadus lisavee juurde toomiseks. Tulekahju pikk kestvus on tingitud vähesest inimressursist. Tuginedes arvutuste teel saadud tulemustele leidis autori poolt püstitatud hüpotees kinnitust. Sellest lähtuvalt teeb autor ettepaneku kasutada tööstus-laohoonete tulekustutusvee projekteerimisel kombineeritud veevarustuse mudelit, kus standardist tulenev veehulk oleks tuletõrje-veehoidlas ja lisaks oleks tagatud tuletõrje hüdrandi kasutamisvõimalus.	
Võtmesõnad:tulekahju arengu matemaatiline modelleerimine, puiduettevõte, Jeld Wen Eesti AS, kustutuspindala, tulekustutusvee vajadus, tulekustutusvee andmise intensiivsus.	
Keywords: mathematical modelling of fire progress, timber company, Jeld Wen Eesti AS, extinction area, fire extinguishing water intensity.	
Säilitamise koht:	
Kaitsmisele lubatud Kolledži direktor:	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele Juhendaja:	Allkiri:

SISUKORD

SISSEJUHATUS....4
1. PUIDETTEVÕTETE TULETÕRJETAKTIKALINE ISELOOMUSTUS....5
1.1 Ehituslikud iseärasused....5
1.2 Puiduettevõtete tuleohutusalased ehituslikud nõuded....7
1.2.1 TP-1 tuleohutusklassi kuuluvale puiduettevõttele esitatavad nõuded....9
2. JELD WEN EESTI AS TULETÕRJETAKTIKALINE ISELOOMUSTUS....13
2.1 HOONE ISELOOMUSTUS....13
2.1.1 Ohud....13
2.2 Tuleohutusmeetmed....14
2.2.1 Tuletõkkesektsioonid....14
2.2.2 Tulekaitse....15
2.2.3 Suitsueemaldus....15
3. JELD WEN EESTI AS LENGITOOTMISTSEHHI TULEKAHJU ARENGU MATEMAATILINE MODELLEERIMINE JA RESSURSSIDE ARVESTUS....16
3.1 Tulekahju vabaarengu aja arvutamine....17
3.2. Tulekahju areng ja ressursside vajadus 13. minutil....18
3.3 Tulekahju areng ja ressursside vajadus 28. minutil....24
3.4 Tulekahju areng ja ressursside vajadus 40. minutil....25
3.5 Tulekahju areng ja ressursside vajadus 43. minutil....28
3.6 Tulekahju areng ja ressursside vajadus 65. minutil....30
3.7 Tulekahju likvideerimise aja arvutamine....30
3.8 Tulekahju kustutamiseks kulunud veehulga arvutamine....31
4. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD....34
4.1 Järeldused....34
4.2 Ettepanekud....35
KOKKUVÕTE....36
SUMMARY....37
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU....38
LISAD....39
Lisa 1 joonised 1, 2, 3....39
Lisa 2. Autode kohalejõudmise aeg....41

SISSEJUHATUS

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on puiduettevõtete tulekahjude kustutamiseks vajaliku tulekustutusvee koguse väljaselgitamine ja saadud tulemuste võrdlemine standardist tulenevate nõuetega, kasutades tulekahju arengu matemaatilise modelleerimise meetodit.

Lõputöö aktuaalsus seisneb selles, et autorile teadaolevalt ei ole võrreldud tulekahju arengu matemaatilisel modelleerimisel välja arvutatud veekoguste hulka EVS 812-6:2005 "Ehitiste tuleohutus Osa 6: Tuletõrje veevarustus" (Eesti Standardikeskus 2005b) nõutavate tulekustutusvee kogustega puiduettevõtetes.

Autor püstitas hüpoteesi, et standardis nõutav TP-1 tuleohutusklassi kuuluva , kubatuuriga üle 50 000 m³ 2 tuleohuklassi kuuluva tööstus- ja laohoone nõutav tulekustutusvee hulk 30 l/sek 6 tunni vältel (s.o 648 m³) on liiga vähe, kustutamaks puiduettevõttes puhkenud tulekahju.

Töö esimeses peatükis antakse ülevaade puiduettevõtete ehituslikest iseärasustest, ehituslikest tuleohutusalastest nõuetest ja korralduslikest nõuetest tuleohutuse tagamisel puiduettevõttes.

Teises peatükis antakse ülevaade Jeld Wen Eesti AS tuletõrjetaktikalistest eripärasustest.

Kolmandas peatükis arvutatakse oletatava tulekahju tekke korral tulekahju areng ja selle kustutamiseks vajalike ressursside hulk Jeld Wen Eesti AS lengitootmistsehhi näitel.

Neljandas peatükis on ära toodud tulekahju arengu matemaatilise modelleerimise teel arvutatud tulemuste põhjal tehtud järeldused ning nende põhjal autori poolt tehtud ettepanekud muutmaks standardi veevarustuse mudelit ja Pääste reageerimist tulekahju kustutamisel efektiivsemaks läbi vajalike kustutusressursside kohesele kaasamisele.

1. PUIDETTEVÕTETE TULETÕRJETAKTIKALINE ISELOOMUSTUS

1.1 Ehituslikud iseärasused

Puit on väärtuslik ning väga levinud orgaanilise päritoluga toore. Temast valmistatakse erinevaid saematerjale, vineeri jms. Tisleritööde nomenklatuur on samuti suur. Puidutöötlemisettevõtted on kõik tuleohtlikud ettevõtted, tulekahjud on tavaliselt kõikehaaravad ning suure materiaalse kahjuga. (Talvari jt 2008:84)

Ettevõtete toodangu nomenklatuur on lai: mööbel, puit-laast plaadid, vineer, tisleritooted (uksed, aknad), ehituse puitpaneelid jm. Tehnoloogilised operatsioonid on: ümarmaterjali saagimine sellele järgneva kuivatamisega kuivatuskambrites, pooltoodete ja lõpptoodangu valmistamine. Lõpuks on toodete viimistlemine lakkimine, peitsimine, värvimine vms. (Talvari jt 2008:85)

Puiduettevõtted paiknevad tavaliselt ühe- kahekorruselistes hoonetes. Suhteliselt vähene korruselisus on tingitud sellest, et oleks võimalikult lihtsustatud toodangu valmistamiseks vajaliku tooraine ette toomine ja valmistoodangu transport ladudesse. Samuti on puidu töötlemiseks vajalikud masinad suured ja rasked ning neid on madalatesse ehitistesse lihtsam paigaldada.

Puiduettevõtte tuleohtlikkus on tingitud suures koguses puidu kasutamisest ning saepurust ja laastudest, mida mööda võib tuli tootmistsehhides levida mõnikord kiirusega kuni 9 m/min. (Šuvalov 1977:239- 240)

Tootmisjäägid kogutakse edasiseks töötlemiseks kokku pneumotransportseadmete abil, mille torud paigaldatakse estakaadidele ja põrandaalustesse kanalitesse või kinnitatakse lae külge. (Šuvalov 1977:239)

Aastaid tagasi ehitati tööstus-laohooned tavaliselt raudbetoonist või silikaadist, mis on tulekahju olukorras stabiilsed ja vastupidavad, siis tänapäeval on need materjalid asendunud metallkonstruktsioonidega ja moodulelementidega.

Kuigi metallkonstruktsioone töödeldakse tulekaitsevõõbaga käituvad need siiski raudbetoonist erinevalt tulekahju olukorras tuues kaasa endaga suuremaid riske tulekustutustööde käigus.

Uuemate ehituskonstruktsioonide kasutuselevõtt tagab ehitiste kiirema ja kergema valmimise, mis on tootmise ja investeeringute tasuvuse kohapealt vägagi olulised.

Tüüpilise puidutöötlemisettevõtte kompleksi kuuluvad:

- palkide ladustamisplats
- saeveski
- saematerjali ladu
- katlamaja
- kuivati
- saepurupunkrid
- tootmishoone
- lakkimis- ja värmistsehh
- valmistoodangu ladu.

Enamus puiduettevõtetes puhkenud tulekahjudest on aset leidnud just inimlikust hooletusest või tuleohutuseeskirjade rikkumisest.

Süüteallikaid võib leida mitmesuguseid:(Talvari jt 2008:86)

- kiireltpöörlevate seadmete hõõrdesoojus vähese määrimise/õlitamise puhul;
- seadmete metallosade ebareeglipärasel kokkupuutumisel tekkivad sädemed;

- tuletööd;
- puidu töötlemisel temas leiduvate metallitükkide kaudu vm põhjustatud sädemed;
- õliste puidujäätmete isekuumenemine;
- elektrisüsteemide lühised;
- staatilise elektri lahendused;
- konveierite lintide vedavrullikute kinnikiilumine jms

1.2 Puiduettevõtete tuleohutusalased ehituslikud nõuded

Tulenevalt Vabariigi Valitsuse 27.10.2004. a määrus nr 315, 2004 „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded“ lisa 1 (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded), kuulub puidutööstuse hoone oma kasutusviisi poolest VI kasutusviisi alla.

Puiduettevõte võib kuuluda mistahes tulekindlusastmega hoone klassi, sõltuvalt tuleohutusklassist, tuleohuklassist ja tulekaitsetasemest on tingitud hoone korruselisus, ehitusmaterjalide tuletundlikkusklassid, pindala, sektsioneerimise põhimõtted.

Tuleohutusklasse on kolm: Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded § 4, lg 3).

TP-1- ehitise kandekonstruktsioon ei tohi ettenähtud aja jooksul tulekahjus variseda, kusjuures üldjuhul sellise ehitise kandekonstruktsioon tulekahjus ei varise;

TP-2- ehitise kandekonstruktsioon ei tohi ettenähtud aja jooksul tulekahjus variseda, kusjuures ettenähtud aeg on lühem tulekindla ehitise suhtes ettenähtud ajast;

TP-3- ehitise kandekonstruktsioonile ei seata nõudeid kandekonstruktsiooni tulepüsivuse suhtes.

Tuleohuklasse on kaks: (Eesti Standardikeskus 2005a:3)

- 1. tuleohuklass, millesse kuuluvad tegevused, kus tuleoht ja tule leviku võimalus on vähese või mõõduka tõenäosusega.
- 2. tuleohuklass, millesse kuuluvad tegevused, kus tuleoht ja tule leviku võimalus on suure tõenäosusega, lisaks võib esineda plahvatusoht.

Tuleohuklassi määramisel arvestatakse süttimise tõenäosust toimingus või tehnoloogilises protsessis, põlevmaterjalide hulka ja omadusi, samuti põlevmaterjali paigutamise (ladustamise) viisi. Põlemiskoormuse võib määrata usaldusväärse analoogi järgi või see tuleb arvutada. (Eesti Standardikeskus 2005a:3)

Puidu- ja mööblitööstus kuulub oma olemuselt 2. tuleohuklassi. (Eesti Standardikeskus 2005a:22) Tulekaitsetasemeid on kolm, minnes lihtsamast täiuslikuma varustuse poole: (Eesti Standardikeskus 2005a:3,4)

- 1 tulekaitsetasemele vastavates ehitistes on olemas tavalised esmased tulekustutusvahendid ning vajaduse korral ka tõhustatud kustutusvahendid. Esmasteks tulekustutusvahenditeks loetakse tulekahju algusjärgus ühe inimese poolt tule kustutamiseks kasutatavaid vahendeid nagu tuletõrjekraane (pooljäiga voolikuga voolikupoolid) ja tulekustuteid. Kasutatakse üldjuhul 1 tuleohuklassi korral. Tõhustatud kustutusvahenditeks loetakse tuletõrjekraane ja teisaldatavaid ratastel tulekustuteid (kasutatakse üldjuhul 2 tuleohuklassi korral).
- 2 tulekaitsetasemele vastavates ehitistes on olemas ööpäevaringselt jälgitavasse kohta või häirekeskusse ühendatud automaatne tulekahjusignalisatsioon ja 1 tulekaitsetaseme kohased esmased kustutusvahendid.
- 3 tulekaitsetasemele vastavates ehitistes on olemas paikne automaatne tulekustutussüsteem ja 1 tulekaitsetaseme kohased esmased kustutusvahendid.

Antud lõputöös vaatleb autor TP-1 tuleohutusklassiga 2 tuleohuklassi kuuluvale puiduettevõttele esitatavaid tuleohutusnõudeid.

1.2.1 TP-1 tuleohutusklassi kuuluvale puiduettevõttele esitatavad nõuded

Puiduettevõtetele esitatavad ehituslikud tuleohutusnõuded on: (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded)

- korruselisus ja kõrgus
- suurus ja pindala
- tuletõkkesektsioonid
- evakuatsioon
- tulepüsivus
- tuletundlikkus
- tuleohutuspaigaldised
- tuleohutuskujad
- nõuded ehitise jäigastavatele- ja kandekonstruktsioonidele
- nõuded ehitise tuletõkkekonstruktsioonide tulepüsivusele
- nõuded ehitise ja selle osa tuletundlikkusele
- tuletõrje veevarustus

TP-1 klassi VI kasutusviisiga ehitisele korruselisusele ja hoone üldkõrgusele piiranguid ei esitata ja sellesse võib paigutada mõlema tuleohuklassiga tootmisprotsesse. (Eesti Standardikeskus 2005a:5)

Tuletõkkesektsioonid moodustatakse korruste kaupa, pindala järgi ja ehitise kasutamisotstarbe järgi. Tuletõkkesektsiooni piirpindala võib olla ühekordses tootmishoones, mis on varustatud III. tulekaitsetasemega kuni 8000 m² ja 2-3 korruselises kuni 4000 m². II. tulekaitsetasemega kahe või enama korrusega tootmishoones sektsioneeritakse hoone osad iga 2000m² kaupa. (Eesti Standardikeskus2005a:7), kusjuures piirpindala järgi sektsioneerides peavad need olema üksteisest eraldatud massiivsete tuletõkkekonstruktsioonide abil EIM-60-120 sõltuvalt hoone tulekaitsetasemest ja tootmise tuleohuklassist. (Eesti Standardikeskus 2005a:8)

Piirpindala järgi tuletõkkekonstruktsioonis oleva ukse, värava, akna ja muu väiksema avatäite ning tuletõkkekonstruktsioone läbiva tehnosüsteemi tulepüsivusaeg peab vastama

selle tuletõkkekonstruktsiooni tulepüsivisajale. (Eesti Standardikeskus 2005a:8)

Plahvatusohtliku keskkonnaga ruumid eraldatakse muudest ruumidest omaette tuletõkkesektsiooniks, kusjuures ühendus naaberruumidega tuleb ette näha lüüstamburi kaudu või tagada tule leviku tõkestamine muul usaldusväärsel viisil. (Eesti Standardikeskus 2005a:8)

Evakuatsioonina käsitatakse kasutajate sunnitud väljumist ehitisest või selle osast ohutusse kohta kas tulekahju, õnnetusjuhtumi või muu ohtliku olukorra või selle võimaluse korral. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded § 20 lg 1)

Ehitise igalt evakuatsioonialalt, kus alaliselt viibib või töötab inimesi, peab üldjuhul olema võimalik jõuda vähemalt kahe erineva, hajutatult paigutatud evakuatsioonipääsuni. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded § 23 lg 2)

Kuni kahekorruseline, pööninguta; konstruktsioonid, mis on ehitise kandekonstruktsioonide või jäikuselementide oluline osa R-60. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded Lisa 3)

Tootmine ja ladustamine, kus tuleoht on märkimisväärne või suur, või millega seoses võib eksisteerida plahvatusoht peavad ehitise seinad ja lagi vastama B-s1,d0 nõuetele ja põrand A2FL-s1 nõuetele. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded Lisa 6)

Kui Vabariigi Valitsuse määrus nr 315, 2004, Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded § 34 p 4 ja § 35 p 3 jätavad ametnikule kaalutlusõiguse automaatse tulekahjusignalisatsioonisüsteemi ja automaatse tulekustutussüsteemi paigalduse nõudmise osas, siis Eesti Standard EVS 812-4:2005 “Ehitiste tuleohutus. Osa 4: Tööstus- ja laohoonete ning garaažide tuleohutus“ seab sõltuvalt pindalast, korruselisusest ja tuleohuklassist omad nõuded tulekaitsetasemete näol.

Kõik tööstus- laohooned mille kubatuur ületab 10 000 m³ peavad olema varustatud tuletõrje voolikusüsteemidega. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded § 39 lg 3 p 3)

Suure põlemiskoormusega ruumidesse paigaldatakse ruumi iga punkti kastmiseks tuletõrjekraanid kustutusnormvee hulgaga vähemalt 2,5 l/sek. (Eesti Standardikeskus 2005b:31)

Juhul, kui hoones töötab üheaegselt üle 100 inimese on sinna kohustus paigaldada ka turvavalgustus. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded § 36, lg 3, p 6)

Tule levik ühelt ehitiselt teisele ei tohi ohustada inimeste turvalisust ega põhjustada olulist majanduslikku või ühiskondlikku kahju. Selleks peab hoonetevaheline kuja takistama tule levikut teistele hoonetele, kusjuures juhul, kui hoonetevahelise kuja laius on alla 8 m, tuleb tule leviku piiramine tagada ehituslike või muude abinõudega. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded § 19)

Ehitisel peab olema tulekahju kustutamiseks vajalik veevarustus. Ehitise kustutamiseks vajaliku veevarustuse kohta peab olema tulekahju korral kergesti kättesaadav teave: kustutusvee allika kohta, kusjuures veemahuti kasutamise korral selle veevaru kohta; veejaotussüsteemi kohta koos välis- ja siseveevõtukohtadega ja andmed erikustutusvahendite kohta. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded § 29)

Tulekustutamiseks vajalikku veehulka saab välja arvutada arvutuslikul, analüütilisel või muul usaldusväärsel viisil kui on tõestatud ehitise vastavus olulistele tuleohutusnõuetele, kusjuures on arvestatud tulekahju võimaliku puhkemise ja kustutamisega. Asjakohaseks tehniliseks normiks ja standardiks loetakse tehnilist normi või standardit, mille järgimine tagab oluliste tuleohutusnõuete täitmise. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded § 2 lg 3 p 4, lg 4)

Tavaliselt lähtutakse ehitise tuletõrjeveevarustuse rajamisel standardist tulenevatest tulekustutusvee kogustele esitatavatest nõuetest, kuigi vajamineva koguse hulka saab arvutada ka arvutuslikul meetodil, mida antud lõputöös autor kasutab.

Tuletõrjeveevärk tuleb projekteerida nii, et tulekahju korral oleks tagatud kustutusvee kättesaadavus standardis esitatud koguses ja kustutusaja vältel. (Eesti Standardikeskus 2005b:4)

Tööstus- ja/või laohoone tuleohutusklassiga TP-1, mille tuleohuklass on 2 ja kubatuur üle 50 000 m³ peab olema tagatud kustutusvee normhulk 30 l/sek. (Eesti Standardikeskus 2005b:7)

Tulekahju normatiiv kestvuseks suure tuleohutusega tööstus- ja laohoonetes (2. tuleohuklass), palgi ja saematerjali ladustamisplatsidel kuni 6 tundi. (Eesti Standardikeskus 2005b:12)

2. JELD WEN EESTI AS TULETÕRJETAKTIKALINE ISELOOMUSTUS.

Jeld Wen Eesti AS asub Rakvere linnas aadressil Arkna tee 1.
Kogu tööstuskompleks hõlmab 14 ha ja koosneb 20 erinevast hoonest ja rajatisest. Tootmiskompleks on jagatud 6 erinevaks tootmisüksuseks kus töötab 650 inimest kolmes vahetuses. Pindalalt on kõige suurem hoone lengitootmishoone, mille üldpindala on 14 018 m² ja kubatuur on 89 581 m³.

2.1 HOONE ISELOOMUSTUS

Antud lõputöös vaatleb autor lengitootmis hoonet, kuna see on kõige suurema pindala ja ruumalaga hoone.

Tegemist on 1984 aastal madalvundamendile rajatud telliskividest ja väikeplokkidest kandekonstruktsioonidega 2 kordse tootmishoonega, mille jäigastavad ja piirdekonstruktsioonid on monoliitsest raudbetoonist ja väikeplokkidest, vahelaed on monoliitsest- ja monteeritavast raudbetoonist ja lame rullmaterjalist katusega. Hoone katusel asuvad saepurufiltrid.

Vastavalt Vabariigi Valitsuse määrusele kuulub see hoone TP-1 tuleohutuse klassi, mis tähendab, et ehitise kandekonstruktsioon ei tohi ettenähtud aja jooksul tulekahjus variseda, kusjuures üldjuhul sellise ehitise kandekonstruktsioon tulekahjus ei varise. Alates 1994 aastast kasutab Jeld Wen Eesti AS hoonet lengitootmishoonena.

2.1.1 Ohud

Kõige suurema ohuga on teisel korrusel asuv lakkimis-ja värvimistsehh, kus kasutatakse tule-ja plahvatusohtlikke värve, lakke ja lahusteid. Lisaks asub samal korrusel ka

pahteldustsehh, kus kasutatakse tuleohtlikku pahtlit.

Nendes ohtlikes tsehhides on tekkivate aurude ärajuhtimiseks kohteemaldus ventilatsioonikanalid, mis ei lase aurudel moodustada plahvatusohtlikku kontsentratsiooni õhuga.

Korraga on hoones ühe vahetuse tööks vajalik kogus ohtlikke aineid:

- värv Care Top 20-600 l
- pahtel- 400 l
- lahusti Thinner-30 l
- kruntvärv Vindu Prime-300 l
- katalüsaator Catalyst AC-10 l

Kõik need ained on tule- ja plahvatusohtlikud, nende süttimise korral on soovitatavateks kustutusvahenditeks alkoholikindel vaht, CO2, bulbrid ja vee piserdamine. Keelatud on neid aineid kustutada kompaktse veejoaga. Care Top 20 värv sisaldab värnitsat, mistõttu on sel värvil isesüttimisoht.

2.2 Tuleohutusmeetmed

2.2.1 Tuletõkkesektsioonid

Hoone on sektsioneeritud korruste kaupa nii ,et kumbki korrus moodustab eraldiseisva tuletõkketsooni pindalaga 7000 m^2.

Esimesel korrusel moodustab omaette tuletõkkesektsiooni liimkilbi tootmistsehh ja kontori

osa. Teine korrus jaguneb kaheks tuletõkkesektsiooniks lakkimis- ja värvimisruum pindalaga 180 m² ning ülejäänud korrus kus toimub puidu hööveldamine, pahteldamine, pakkimine ja valmistoodangu ladustamine pindalaga 6820 m².

Hoone kummaski otsas asub kahte korrust ühendav evakuatsiooni trepikoda, mis moodustab tuletõkkesektsiooni EI-60.

Hoone lõunapoolsest evakuatsioonitrepikojast on rajatud ühendus uksetootmistehasega, koridori mõlemal pool otsas on tuletõkkeuksed tulepüsivusega EI-60.

2.2.2 Tulekaitse

Kogu lengitootmistsehh on varustatud II tulekaitsetasemega:

- hoonesse on paigutatud esmased tulekustutusvahendid, üks pulberkustuti tulekustutusaine massiga 6 kg iga 150 m² kohta;
- tuletõrjekraanid pooljäiga voolikuga voolikupoolil tootlikkusega vähemalt 2,5 l/sek;
- hoones on automaatne tulekahju- signalisatsioonisüsteem, mille teateedastussüsteemi liitmine häirekeskusega on hetkel töös.

2.2.3 Suitsueemaldus

Suitsueemaldus tootmishoone esimeselt korruselt toimub iga seina ülemises kolmandikus asuvate akende kaudu.

Teiselt korruselt toimub suitsueemaldus seina ülemises kolmandikus asuvate akende kaudu ja lisaks sellele on võimalik hoonest suitsu ärastada läbi kolme erineva tõstandukse, mis asuvad hoon ida poolses seinas.

3. JELD WEN EESTI AS LENGITOOTMISTSEHHI TULEKAHJU ARENGU MATEMAATILINE MODELLEERIMINE JA RESSURSSIDE ARVESTUS

Autor kasutab oma lõputöös tulekahju arengu matemaatilisel modelleerimisel Venemaal väljatöötatud metoodikat (Повзик 2000).

Hoone ehitamist alustati 1983 aastal, kasutusele võttis selle hoone Jeld Wen Eesti AS 1994 aastal.

Jeld Wen Eesti As puidutöötlemiskompleksi kõige tuleohtlikum ja suurima põlemispindalaga hooneks on lengitootmistsehh. Hoone on oma korruste pindalalt suurim ja lisaks sellele toimub hoones puittoodete lõppviimistlemine, mis eeldab suurtes kogustes puidu käitlemist, sellistes tootmistsehhides võib tulekahju levida kiirusega 1-3 m/min. (Повзик 2000:15)

Kõik arvutused antud lõputöös on teostatud komandode valvevahetuste miinimumkoosseisude ja töötajate päästeautodele paigutamise korra järgi. (Lisa 3)

Antud lõputöös valib autor tuleleviku kiiruseks Vj= 2,5 m/min.

Tulekahju tekke ohtu suurendab veel kergesti süttivate kemikaalide kasutamine puidu töötlemisel.

Häirekeskus annab Aste-3 järgi väljasõidu korralduse, millele reageerivad:
Rakvere 51 (0+1), Rakvere 11 (1+3), Rakvere 21 (0+1), Kadrina 11 (1+1), Kunda 11 (0+1), Tapa 11 (1+1), Kunda 21 (0+1).

3.1 Tulekahju vabaarengu aja arvutamine

Kõigepealt, kui tulekahju puhkeb algab tulekahju vabaarengu faas, see tähendab aega tulekahju algusest, kuni päästemeeskonna kohalejõudmiseni ja esimese tulekustutusjoa andmiseni.

Tulekahju vabaarengu aja arvutamisel kasutatakse valemit: $T_{va}=T_{ae}+T_{vs}+T_{s.aeg}+T_{kjl}$ (Повзик 2000:46), kus (1)

- T_{va} -tulekahju vabaarengu aeg (min)
- T_{ae} -tulekahju avastamise aeg koos häirekeskusesse teatamise ja teate töötlusega(edastus + töötlemine s.o 4 min)
- T_{vs} -meeskonna väljasõiduaeg depoost (1 min)
- $T_{s.aeg}$ -meeskonna sõiduaeg sündmuskohale (min) LISA 1
- T_{kjl} -aeg tuleluure teostamiseks, hargnemiseks ja esimese joa andmiseks (5 min).

Meeskonna sündmuskohale sõiduaja arvutamisel kasutatakse järgmist valemit:

$T_{s.aeg}=\frac{L*60}{V_{kesk.sk}}$ (Повзик 2000:59), kus (2)

- $T_{s.aeg}$ -meeskonna sõiduaeg sündmuskohale (min)
- L -tulekahju koha kaugus depoost (km)
- $V_{kesk.sk}$ -keskmine sõidukiirus kõvakattega teel (45 km/h).

Jeld Wen Eesti AS tootmisüksusele lähim reageeriv komando on Rakvere keskkomando aadressiga Tallinna tn 38, mis asub 2 km kaugusel antud objektist.

Leian lähima komando tulekustutusmeeskondade (Rakvere 51, Rakvere 11 ja Rakvere 21) sõiduaja sündmuskohale.

$T_{s.aeg}=\frac{2*60}{45}=2{,}26\approx 3$ (2)

Sündmusele reageerivate jõudude kohalejõudmise ajad on ära toodud tabelina Lisa 2.

Esimesed meeskonnad saabuvad sündmuskohale 8- ndal minutil. Koheselt annab Rakvere P 5 Aste IV ja lisaks sellele veel korralduse saata ressurssi kuuluvad meeskonnad.

Tulekahju vabaarengu aja arvutamiseks tuleb lisada valemisse väärtused.

$$T_{va} = 4 + 1 + 3 + 5 = 13\,min \qquad (1)$$

3.2. Tulekahju areng ja ressursside vajadus 13. minutil

Antud lõputöös valis autor tulekahju tekkekohaks teise korruse tootmistsehhi osa (Joonis 1), kus asub pahteldusliin, tulekahju puhkeb lõuna ajal, kui kõik töötajad on asutuse sööklas lõunal ja tulekahju avastamine toimub läbi ATS süsteemi töölerakendumise.
Alguses levib tulekahju täisringi kujuliselt joonpõlemiskiirusega 2,5 m/min.

Kui tulekahju on arenenud üle 10. minuti, siis tulekahju vabaarengu pindala arvutamisel kasutatakse järgmist valemit: $S_{va}^{x} = \Pi * (5V_j + k * V_j * T_2)^2$ (Повзик 2000:46), kus (3)

- S_{va}^{x} -tulekahju vabaarengu pindala ajahtkel x (m²)
- $5V_j$ -tulekahju arengu kiirus esimese 10. minuti jooksul (m/min)
- k -konstant 1,0 (tulekahju on levinud üle 10. minuti)
- V_j -joonpõlemiskiirus 2,5 (m/min)
- $T_2 = T - 10$ -aeg, mil tulekahju on saanud areneda üle 10. minuti.

$$S_{va} = 3{,}14 * (12{,}5 + 1 * 2{,}5 * 3)^2 = 1256\,m^2 \qquad (3)$$

(Lisa1, joonis 1)

Kui tulekahju on kestnud üle 10. minuti, siis tulekahju raadiuse arvutamisel kasutatakse valemit:

$r = 5V_j + k * V_j * T_2$ (Повзик 2000:47), kus (4)

- r -tulekahju raadius ringarengu korral
- $5V_j$ -tulekahju arengu kiirus esimese 10. minuti jooksul
- k -konstant 1,0
- V_j -joonpõlemiskiirus 2,5 m/min
- $T_2 = T - 10$ -aeg mil tulekahju on saanud areneda peale 10. minutit.

$r = 5 * 2{,}5 + 1 * 2{,}5 * 3 = 20\,m$

Kustutuspindala arvutamine 13-ndal minutil.

Käsijoatorude kustutussügavus on 5 meetrit ja lafettjoatorude kustutussügavus on 10 meetrit. (Повзик 2000:50)

Kombineeritud joatorude vooluhulgaks 250- 900 l/min st kuni 15 l/sek. (Suurkivi jt 2000:53)

Ringikujulise kustutuspindala arvutamisel kasutatakse valemit:

$S_{kust} = \Pi * h_{kust} * (2 * r - h_{kust})$ (Повзик 2000:49), kus (5)

- S_{kust} -kustutuspindala valitud ajahetkel (m²)
- h_{kust} -kustutussügavus (m)
- r -põlemisringi raadius (m).

$S_{kust}^{13} = 3{,}14 * 10 * (2 * 20 - 10) = 942\mathrm{m}^2$

Tulekahju kustutuspindala kustutamiseks vajaliku veeandmise intensiivsuse arvutamiseks kasutatakse valemit: $Q_{kust} = S_{kust} * I$ (Повзик 2000:50), kus (6)

- Q_{kust} -tulekahju kustutamiseks vajaminev veeandmisintensiivsus valitud ajahetkel (l/sek)
- S_{kust} -kustutuspindala valitud ajahetkel (m²)

- I -vaja minev kustutusvee andmise intensiivsus (l/sek*m²). TP-1 klassi kuuluva tööstushoone puhul 0,15 l/sek*m². (Повзик 2000:35)

$$Q_{kust}^{13} = 942 * 0.15 = 141\, l/sek \quad (6)$$

Tulekahju kustutamiseks vajamineva kustutusjugade hulga arvutamiseks kasutatakse valemit:

$$N_j = \frac{Q_{kust}}{q_{kust}}$$ (Повзик 2000:51), kus (7)

- N_j -kustutusjugade arv, mis on vajalik tulekahju kustutamiseks
- Q_{kust} -tulekahju kustutamiseks nõutav veekulu (l/sek)
- q_{kust} -kustutusjoa tootlikkus (l/sek).

Kustutusjugade arvu määramisel võtab autor tule leviku tõkestamiseks ja kustutamiseks „B“ joatoru tootlikkusega 15 l/s, kaitseks aga „C“ joatoru tootlikkusega 8 l/s.

Põhiautodel on komplektis 2 kombineeritud „B“ joatoru, mille tootlikkus on 900 l/min st. 15 l/sek

$$N_j^{13} = \frac{141}{15} = 9{,}4 \approx 10 \quad (7)$$

Nõutava tulekustutusvee hulga andmiseks vajaminevate autopumpade hulga arvutamisel kasutatakse valemit:

$$N_p = \frac{Q_{kust}}{q_{pump}}$$ (Повзик 2000:71), kus (8)

- N_p -vajaliku tulekustutusvee andmiseks vajalike pumpade arv
- Q_{ku} -tulekahju kustutamiseks vajalik veekulu (l/sek*m²)
- q_{pump} -autopumba tootlikkus (l/sek).

$$N_p^{13} = \frac{141}{50} = 2{,}82 \approx 3 \quad (8)$$

Isikkoosseisu vajaduse arvutamiseks kasutatakse valemit: $N_{me} = N_j * 2 + N_a$, kus (9)

- N_{me} -meeste arv, mis on vajalik kustutustööde läbiviimiseks
- N_j -kustutusjugade arv, mis on vajalik tulekahju kustutamiseks

- N_a -vajaminevate autode hulk nõutava tulekustutusvee andmiseks

$$N_{me} = 10 * 2 + 3 = 23$$

Esimese kustutusjoa andmise hetkeks on tulekahju jõudnud areneda 1256 m² suurusele pindalale, selle raadius on 20 m, kustutuspindala on 942 m², kustutuspindalale nõutav kustutusvee andmise intensiivsus on 141 l/sek, vaja on 3 autopumpa, 10„B“ juga ja 23 inimest. Sündmuskohal on 13. minutiks Rakvere 11, Rakvere 21 ja Rakvere 51 kogu isikkooseisuga 6 inimest, sellise meeskonnaga ei ole võimalik tagada nõutava tulekustutusvee hulga andmist kustutuspindalale, seega tuleb valida kustutustaktika, mille rünnaku suund on tulekahju frondile uksetootmistsehhi poolt ja kustutuspindala on poolringi kujuline.

Rakvere 11 autojuht paigutab auto veehoidlale ja moodustab imiliini, Rakvere 21 autojuht ja Rakvere 11 ülejäänud meeskond moodustab 2 suitsusukelduspaari ja päästetööde juht on Rakvere P 5.

Uue taktika puhul on kustutuspindala poolringi kujuline, poolringi kujlise kustutuspindala suuruse arvutamiseks kasutatakse valemit: $S_{kust}^{x} = 0{,}5 * \Pi * h_{kust} * (2 * r - h_{kust})$ (Повзик 2000:49), kus

- S_{kust}^{x} -kustutuspindala ajahetkel x (m²)
- h_{kust} -kustutussügavus (m)
- r -põlemisringi raadius (m).

$$S_{kust}^{13} = 0{,}5 * 3{,}14 * 10 * (2 * 20 - 10) = 471 \mathrm{m}^2$$

Kustutuspindala kustutamiseks vajalik veeandmisintensiivsus on:

$$Q_{kust}^{13} = 471 * 0.15 = 70{,}6\, l/sek * m^2 \qquad (6)$$

Kustutamiseks vajminevate kustutusjugade arv on:

$$N_j^{13} = \frac{70{,}6}{15} = 4{,}7 \approx 5 \qquad (7)$$

Vajaliku veekoguse tagamiseks vajaminevate autopumpade arv on:

$$N_p^{13} = \frac{70,6}{50} = 1,4 \approx 2 \quad (8)$$

Tulekahju kustutamiseks vajalik isikkoosseis on:

$$N_{me} = 5 * 2 + 2 = 12 \quad (9)$$

Tegeliku kustutusvee andmise intensiivsuse arvutamiseks kasutatakse valemit: $Q_{tegelik} = N_{kust} * q_{kust} + N_{kaitse} * q_{kaitse}$, kus (10)

- $Q_{tegelik}$ -tegelik veekulu, mida reaalselt antakse (l/sek)
- N_{kust} -kustutusjugade arv (tk)
- q_{kust} -kustutusjoa tootlikkus (l/sek)
- N_{kaitse} -kaitsejugade arv (tk)
- q_{kaitse} -kaitsejoa tootlikkus (l/sek).

$$Q_{tegelik}^{13} = 2 * 15 + 1 * 0 = 30\, l/sek$$

Antud taktika korral on poolringi kujulise tulekahju kustutuspindala $S_{kust}^{13} = 471 \mathrm{m}^2$ a kustutamiseks vajalik veeandmisintensiivsus $Q_{kust} = 70,6\, l/sek$, tulekustutamiseks vajalik jugade arv $N_j = 5$, tulekustutamiseks vajalik autopumpade arv $N_p = 2$ ja veeandmisintensiivsus on $Q_{tegelik} = 30\, l/sek$.

Sellest veeandmise intensiivsusest ei piisa tuleleviku peatamiseks ja tulekahju areneb edasi.

Oluline on teada, millal tulekahju areng läheb ringarengust üle külgarengusse.

Ajahetke, mil tulekahju läheb ringarengust üle külgarengusse arvutamiseks kasutatakse valemit:

$T_x = \frac{r - 5V_j - 3V_j}{0,5 * V_j} + 13$ (Повзик 2000:48), kus

- T_x -aeg millal tulekahju jõuab seinani (min)
- r -pool ruumi laiust (m)
- $5V_j$ -joonlevimiskiirus tulekahju levikul alla 10 minuti (m/min)
- $3V_j$ -joonlevimiskiirus hekel, kui tulekahju on kestnud üle 10 minuti esimese kustutusjoa andmiseni (m/min)
- $0,5 * V_j$ -joonlevimiskiirus peale seda, kui on antud esimene kustutusjuga (m/min).

$$T_x = \frac{27 - 5 * 2,5 - 3 * 2,5}{0,5 * 2,5} + 13 = 18,6\, min$$

18,6. minutil algab tulekahju külgareng, mil tulekahju on võtnud ruudu kuju ja on jõudnud otsaseinani, ning tulelevik toimub edasi frondil suunaga uksetootmistsehhi poole. (Lisa 1, joonis 2)

Arvutan tulekahju pindala ajahetkel, mil tulekahju läheb ringikujuliselt arengult üle külgarengusse.

$$S_{18,6} = 3,14 * (5 * 2,5 + 3 * 2,5 + 0,5 * 2,5 * 5,6)^2 = 2289 \mathrm{m}^2 \quad (3)$$

Kustutuspindala leidmiseks tulekahju külgarengu korral kasutatakse valemit:

$S_{kust} = n * a * h_{kust}$ (Повзик 2000:50), kus (12)

- n-külgede arv millelt toimub kustutustegevus
- a-tulekahju frondi pikkus (m)
- h_{kust} -10 m.

$$S_{kust}^{18,6} = 1 * 54 * 10 = 540\, m^2$$

Kustutuspindala kustutamiseks vajaliku tulekustutusvee andmise intensiivsus 18,6. minutil:

$$Q_{kust}^{18,6} = 540 * 0.15 = 81\, l/sek \quad (6)$$

Tegelik kustutusvee andmise intensiivsus 18,6. minutil on:

$Q_{tegelik}^{18,6}=2*15+0=30\,l/sek$, sest kustutusjugasid ei ole juurde lisandunud. (10)

18,6- ndal minutil on kustutuspindala 540 m², põlengu pindala 2289 m², kustutusvee intensiivsuse vajadus on 81 l/sek, tegelik kustutusvee andmise intensiivsus on 30 l/sek.

3.3 Tulekahju areng ja ressursside vajadus 28. minutil

Kadrina abikomando jõuab sündmuskohale 26. minutil peale tulekahju algust, kuna tegemist on abikomandoga, siis suitsusukelduspaari ei moodustata, kuid abikomando isikkoosseisu saab kasutada kaitsejugade moodustamiseks. Kaks meest saavad moodustada ühe tööliini kaitsejoaga töötamiseks. 28. minutil suudab Kadrina isikkoosseis moodustada kaitsejoa hargnemise ja asuda kõrvalasuvat komponenditehast kaitsma tuleleviku eest. Kokku on isikkoosseis 8 inimest.

Tulekahju leviku pindala, mis on üle läinud ringarengust külgarengusse arvutatakse valemiga: $S_T=n*a*k*V_j*T+S_{eelmine}$, kus (11)

- S_T -põlengu pindala tulekahju külgarengu korral (m²)
- n -külgede arv, mille suunas tulekahju areneda saab
- a -külje laius (m)
- k -konstant
- V_j -joonpõlemiskiirus (m/min)
- T -aeg (min)
- $S_{eelimne}$ -eelmisel ajahetkel arvutatud pindala (m²).

$S_{28}=1*54*0,5*2,5*9,4+2289=2924\text{m}^2$

Kuna kustutustegevus toimub ühelt frondilt ja külgarengu korral jääb kustutuspindala ja kustutusvee hulk konstantseks, siis on kustutuspindala 540 m², ja kustutusvee andmise

intensiivsuse vajadus 81 l/sek.

Leian 28. minutil tegeliku veeandmisintensiivsuse.

$$Q_{tegelik}^{28} = 2*15+1*8 = 38\, l/sek \qquad (10)$$

Sellest veeandmisintensiivsusest ei piisa tulekahju leviku peatamiseks, seega areneb tulekahju edasi.

3.4 Tulekahju areng ja ressursside vajadus 40. minutil

Tapa 11 (1+1) jõuab kohale 38. minutil ja 40. minutil saab Tapa 11 moodustada 1 suitsusukelduspaari lafettjoatoruga tootlikkusega 15 l/sek.

Arvutan tulekahjuleviku pindala 40. minutil, kui tööle hakkab Tapa 11 poolt antav kustutusjuga, kuna tulekahju on külgarengus, siis kasutab autor valemit:

$$S_T^{40} = 1*54*0{,}5*2{,}5*12+2924 = 3734\, m^2 \qquad (11)$$

Kustutuspindala on konstantne, sest põlengu frondi laius on 54 m.

$$S_{kust}^{40} = 1*54*10 = 540\mathrm{m}^2 \qquad (12)$$

Kustutuspindala kustutamiseks vajalik tulekustutusvee andmise intensiivsus 40. minutil on konstantne, sest kustutuspindala on konstantne:

$$Q_{kust}^{40} = 81\, l/sek \qquad (6)$$

Tegelik kustutusvee andmise intensiivsus 40. minutil on:

$$Q_{tegelik} = 3*15+1*8 = 53\, l/sek \qquad (10)$$

40. minutil on tulekahjul isikkoosseis 10 inimest, töötab 3„B“ juga, 1„C“ juga, tulekahju pindala on 3734 m², kustutuspindala on 540 m², vajalik veeandmisintensiivsus

kustutuspindalale 81 l/sek, tegelik kustutusvee andmisintensiivsus kustutuspindalale on 45 l/sek ja kaitsejugade veekulu on 8 l/sek.

Kuna teada on, et valmistoodangu ladu algab hoone 72 meetrilt ja on mõõtmetega 18*60 meetrit, siis tuleb leida ajahetk, mil tulekahju front väheneb 54. meetrilt 36. meetrile.

Selleks, et leida aeg, millal tulekahju jõuab hoone kitsama osani tuleb kõigepealt leida tulekahju leviku mõõtmed. Arvutan tulekahju külje pikkuse:

$L_T^{40} = \frac{S_T^{40}}{a}$, kus

- L_T^{40} -tulekahju külje pikkus 40-ndal minutil (m)
- S_T^{40} -tulekahju pindala 40- ndal minutil (m²)
- a -frondi pikkus (m).

$L_T^{40} = 69{,}18\,m \approx 69{,}2\,m$

Tulekahju levimise joonkiiruse arvutamiseks 40. minutil kasutatakse valemit: $V_j^{40} = k * V_j$ (Повзик 2000:46), kus

- V_j^{40} -joonpõlemiskiirus 40. minutil
- k -konstant (0,5, sest töötab kustutusjuga)
- $V_j^{40} = 1{,}25\,(m/min)$.

Kui on teada tulekahju külje pikkus, siis saab arvutada vahemaa, kui palju on veel jäänud maad tulekahju levimiseks valmistoodangu laoni.
Seda arvutatakse valemiga:

$L = 72 - L_T^{40}$, kus

- L -allesjäänud vahemaa 72 meetrini (m)
- 72-pikkus , mille juurest algab valmistoodangu ladu (m)
- L_T^{40} -tulekahju külje pikkus 40. minutil (m).

$L = 2{,}8\,m$

Ajahetke arvutamiseks, millal tulekahju külje pikkus jõuab levida 72 meetrini kasutatakse valemit:

$T_{levik}^{72}=\frac{L}{V_j^{40}}+40$, kus

- T_{levik}^{72} -ajahetk, millal tulekahju külje pikkus levib 72 meetrini (min)
- $L=2{,}8\,m$
- $V_j^{40}=1{,}25\,(m/min)$.

$$T_{levik}^{72}=\frac{2{,}8}{1{,}25}+40=42{,}24\approx 42\,min$$

$$S_T^{42,2}=1*54*0{,}5*2{,}5*2{,}24+3734=3885\,m^2 \qquad (11)$$

Leian tulekahju frondi kustutuspindala, kuna on teada hoone mõõtmed ja valmistoodangu lao mõõtmed, siis saab tulekahju leviku frondi pikkuse arvutada: $a_{front}=a-a_{ladu}$, kus

a_{front} - tulekahju frondi laius (m)

a -hoone laius (m)

a_{ladu} - lao laius (m).

$$a_{front}=54-18=36\,m$$

Leian kustutuspindalale vaja mineva veeandmisintensiivsuse, tegelikult antava intensiivsuse ja kokku antava intensiivsuse 42,2. minutil:

$$S_{kust}^{42,2}=1*36*10=360\mathrm{m}^2 \qquad (12)$$

$$Q_{kust}^{42,2}=360*0.15=54\,l/sek \qquad (6)$$

$$Q_{tegelik}=3*15+1*8=53\,l/sek \qquad (10)$$

Sellest kustutusvee andmise intensiivsusest ei piisa tulekahju leviku tõkestamiseks ja tulekahju levib edasi.

Kuna põhiauto pumba tootlikkus on 50 l/sek, siis ei kata enam Rakvere 11 pump nõutava veekoguse vajadust ja veevõtukohale on vaja paigaldada lisaks Kunda 11.

Kunda 11 ja Kunda 21 jõuavad kohale 40. minutil. Kunda 11 pannakse veehoidlale, tagamaks vajaliku tulekustutusvee andmine. Kunda jõuab hargnemised paika panna 3. minutiga, kuna lisaks põhiliini hargnemisele on vaja moodustada imiliini hargnemine, seega saab Kunda meeskond välja panna 1 suitsusukelduspaari joa tootlikkusega 15 l/sek 43. minutil, sest Rakvere 11 autojuht saab korraga töötada kahe autopumbaga.

3.5 Tulekahju areng ja ressursside vajadus 43. minutil

Leian tulekahju pindala 43. minutil, kui tööle hakkab Kunda 11 suitsusukelduspaar.

$$S_T^{43} = 1 * 36 * 0.5 * 2{,}5 * 3 + 3885 = 4020\, m^2 \quad (11)$$

Kustutuspindala 43. minutil. $S_{kust}^{43} = 1 * 36 * 10 = 360\mathrm{m}^2$ (12)

Leian kustutuspindalale vaja mineva veeandmisintensiivsuse, tegelikult antava intensiivsuse ja kokku antava intensiivsuse 43. minutil:

$$Q_{kust}^{43} = 360 * 0.15 = 54\, l/sek \quad (6)$$

$$Q_{tegelik}^{43} = 4 * 15 + 1 * 8 = 68\, l/sek \quad (10)$$

43. minutiks on tulekahju levinud 4020 m², kustutuspindala 360 m², kustutuspindalale vajaminev kustutusvee intensiivsus 54 l/sek, antav kustutusvee intensiivsus 60 l/sek, kogu veekulu 68 l/sek. Kohalolev isikkoosseis on 12 inimest. Rakvere 11 autojuht töötab veehoidlal kahe autopumbaga, Rakvere P 5 juhib päästetöid, Rakvere 11 ja 21 meeskond on moodustanud 2 suitsusukelduspaari, Tapa 11 meeskond on moodustanud 1 suitsusukelduspaari ja Kunda 11 meeskond on moodustanud 1 suitsusukelduspaari, Kadrina 11 meeskond on moodustanud 1 kaitsejoa. Kokku töötab tulekahjul 4 suitsusukelduspaari, 1 kaitsejuga, 2 autopumpa ja päästetöödejuht. Kuna arvutustest selgub, et kustutusvee andmise intensiivsus kustutuspindalale ületab lokaliseerimiseks

vajaliku kustutusvee andmise intensiivsuse, siis on tulekahju lokaliseeritud. (Lisa1, joonis 3)

Kuna tulekahju on 43. minutil lokaliseeritud, siis tulekahju pindala enam arvutada ei ole vaja. Tulekahju pindala on 4020 m². Sellel ajahetkel suudavad olemasolevad jõud ära hoida tulekahju levimist edasi, kuid kustutustegevuseks piisav kustutusvee andmise intensiivsust veel ei ole võimalik anda, sest kustutusfront muutub 540 m² kohe, kui leegid taanduma hakkavad.

50. minutil jõuab kohale Väike-Maarja 11 ja 21 isikkoosseisuga 2 inimest. Hargnemiseks kulub aega 2 minutit, seega saab Väike Maarja meeskond moodustada suitsusukelduspaari 52. minutil ja anda 1„B“ joa.
Roela 21 (1+1) jõuab kohale 52. minutil, kuna tegemist on abikomandoga, siis saab moodustada kaitsejoa.

Leian kustutuspindalale vaja mineva veeandmisintensiivsuse ja kokku antava kustutusvee intensiivsuse 52. minutil:

$$Q_{kust}^{52} = 360 * 0.15 = 54\ l/sek \qquad (6)$$

$$Q_{tegelik}^{52} = 5 * 15 + 1 * 8 = 83\ l/sek \qquad (10)$$

Kaitsejuga hakkab tööle 54. minutil.

Leian kustutuspindalale vaja mineva veeandmisintensiivsuse, tegelikult antava intensiivsuse ja kokku antava intensiivsuse 54. minutil:

$$Q_{kust} = 360 * 0.15 = 54\ l/sek \qquad (6)$$

$$Q_{tegelik}^{54} = 5 * 15 + 2 * 8 = 91\ l/sek \qquad (10)$$

3.6 Tulekahju areng ja ressursside vajadus 65. minutil

Võsu 11 (0+1) jõuab kohale 60. minutil. Võsu 11 läheb veevhoidlale ja moodustab imiliini, seejärel sooritab Võsu autojuht hargnemise, et Kiviõli meeskond saaks koheselt alustada suitsusukeldumist. Kõikide hargnemiste ajaline kulu on 5. minutit. 65. minutil on kõik hargnemised sooritatud ja autojuht on valmis vett andma.

Kiviõli jõuab kohale 64. minutil, kuna hargnemine on valmis, siis suudab Kiviõli meeskond moodustada 1 suitsusukelduspaari 65. minutiks.

Leian kustutuspindalale vaja mineva veeandmisintensiivsuse ja kokku antava intensiivsuse 65. minutil:

$$Q_{kust}^{65} = 360 * 0.15 = 54\ l/sek \qquad (6)$$

$$Q_{tegelik}^{65} = 6 * 15 + 2 * 8 = 106 l/sek \qquad (10)$$

65. minutil algab kustutustegevus, sest selleks ajaks on tagatud kustutusvee andmise intensiivsus kogu hoone laiust hõlmavale tulekahju frondile, mis on 54 meetrit lai ja mille kustutuspindala on 540 m². Vaja on anda vett kustutuspindalale 81 l/sek ja see on ka tagatud, sest kokku kustutab 6“B“ juga tootlikkusega 90 l/sek.

3.7 Tulekahju likvideerimise aja arvutamine

Tulekahju likvideerimise kestuse arvutamisel kasutab autor valemit (Повзик 1984:50)

$$T_{kust} = \frac{S_{lok} * q_{erikulu}}{Q_{kust}} \div 60$$, kus

- T_{kust} - tulekahju likvideerimiseks kuluv aeg (min)
- S_{lok} - tulekahju pindala lokaliseerimise hetkel (m²)

- $q_{erikulu}$ - tulekustutusvee erikulu (l/m²/sek)
- $Q_{vajalik}$ - vaja minev veeandmise intensiivsus kustutuspindalale (l/sek).

Kustutusvee erikulu arvutamiseks kasutatakse valemit: $q_{erikulu} = I * T_{kust}^{arvestuslikS}$ (Повзик 1984:49), kus

- $q_{erikulu}$ - tulekustutusvee erikulu (l/m²/sek)
- I -vaja minev kustutusvee andmise intensiivsus (l/sek*m²)
- $T_{kust}^{arvestuslikS}$ - kustutusaeg arvestuslikul pindalal (min).

$$q_{erikulu} = 0{,}15 * 900 = 135\, l/sek * m^2$$

$T_{kust} = \frac{4020 * 135}{90} \div 60 = 100{,}5 \approx 101\, min$, kestab arvestuslikult tulekahju likvideerimine peale 65. minutit.

Seega kogu tulekahju kestvuse leidmiseks tuleb liiata lokaliseerimisajale arvestuslik tulekahju likvideerimise aeg.

$$T_{kust}^{kokku} = 65 + 101 = 166\, min$$

Kokku on arvestuslikult tulekahju kestvusaeg 166 minutit.

3.8 Tulekahju kustutamiseks kulunud veehulga arvutamine

Selleks, et leida kogu kustutustegevuse jooksul kulunud arvestuslik veehulk tuleb erinevatel ajavahemikel kulunud veekogused välja arvutada ja saadud kogused kokku liita. Ajavahemikel kulunud veehulga arvutamiseks kasutab autor valemit:

$Q_{veekulu}^{28-13\min} = \frac{Q_{tegelik} * T_{x-y} * 60}{1000}$, kus

- $Q_{veekulu}^{x-y\,min}$ -veekulu, x minutist kuni y minutini (m³)

- $Q_{tegelik}$ -tegelik veekulu, mis anti antud ajavahemikul (l/sek)
- T_{x-y} -veeandmise ajavahemik (min).

Leian kulunud veekoguse ajavahemikul 28- 13 minutit:

$$Q_{veekulu}^{28-13\min}=\frac{30*15*60}{1000}=27\mathrm{m}^3$$

Leian kulunud veekoguse ajavahemikul 40- 28 minutit:

$$Q_{veekulu}^{40-28\min}=\frac{38*12*60}{1000}=27{,}3\,m^3$$

Leian kulunud veekoguse ajavahemikul 43- 40 minutit:

$$Q_{veekulu}^{43-40\min}=\frac{53*3*60}{1000}=9{,}5\,m^3$$

Leian kulunud veekoguse ajavahemikul 46- 43 minutit:

$$Q_{veekulu}^{52-43\min}=\frac{83*9*60}{1000}=44{,}8\,m^3$$

Leian kulunud veekoguse ajavahemikul 54- 52 minutit:

$$Q_{veekulu}^{54-52\min}=\frac{91*2*60}{1000}=10.9\mathrm{m}^3$$

Leian kulunud veekoguse ajavahemikul 65- 54 minutit:

$$Q_{veekulu}^{65-54\min}=\frac{91*11*60}{1000}=60\mathrm{m}^3$$

Leian tulekahju likvideerimiseks vajamineva veekoguse kustutusaja vältel:

$$Q_{veekulu}^{101}=\frac{106*101*60}{1000}=642{,}3\,m^3$$

Leian kogu tulekahju kestel kulunud arvestusliku veekoguse:

$$Q_{veekulu}^{kokku}=Q_{veekulu}^{28-13\min}+Q_{veekulu}^{40-28\min}+Q_{veekulu}^{43-40\min}+Q_{veekulu}^{52-43\min}+Q_{veekulu}^{54-52\min}+Q_{veekulu}^{65-54\min}+Q_{veekulu}^{101}$$

$$Q_{veekulu}^{kokku} = 27 + 27{,}3 + 9{,}5 + 44{,}8 + 10{,}9 + 60 + 642{,}3 = 821{,}8\, m^3$$

Kokku kestab tulekahju arvestuslikult 166 minutit ja selle kustutamiseks on vaja arvestuslikult 822 m³ vett.

4. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

4.1 Järeldused

Esimeste päästemeeskondade kustutustegevuse ajaks 13- ndal minutil põleb hoone 1256 m² ulatuses. Väikese isikkoosseisu tõttu Rakvere 11 (1+3), Rakvere 21 (0+1) ja Rakvere 51 (1+0) ei ole tulelevikut peatada võimalik ja tulekahju levib kiiresti edasi haarates enda alla järjest suuremat pindala. Kustutustegevuse alguses on kustutuspindala 471 m² ja tulekustutust teostatakse 2„B“ joaga, millede tootlikkus on kokku 30 l/sek, kuid kustutustegevuseks on vajalik veeandmisintensiivsus 71 l/sek, seega ei suudeta esmaste jõududega tulekahju levikut tõkestada.

Tulekahju suudetakse lokaliseerida alles 43- ndal minutil, kui kustutuspindala on 360 m² ja kustutusvee vajalik intensiivsus on 54 l/sek. Reaalselt antav kustutusvee intensiivsus on 60 l/sek. Tulekahju on levinud 4020 m² suurusele pinnale.

Tegelik kustutamine algab 65- ndal minutil, kui suudetakse anda kustutusvett 90 l/sek, mis ületab vajaliku intensiivsuse 81 l/sek. Kustutuspindala on 540 m². Sündmuskohal on 65-ndaks minutiks: Rakvere 11 (1+3), Rakvere 21 (0+1), Rakvere 51 (1+0), Kunda 11 (0+1), Kunda 21 (0+1), Väike- Maarja 11 (0+1), Väike- Maarja 21 (0+1), Kadrina 11 (1+1), Tapa 11 (1+1), Võsu 11 (0+1), Kiviõli 11 (0+1), Kiviõli 21 (0+1), Roela 11 (1+1) kogu isikkoosseisuga 19 inimest. Töötab 6„B“ juga ja 3„C“ juga, 3 autot on veehoidlal. Kogu põlengu pindala on 4020 m². Kogu tulekahju kustutamiseks kulub arvestuslikult 101 minutit ja kogu tulekahju kestvuseks on 166 minutit. Kogu veekulu on 821,8 m³.

Eesti Standardis EVS 812-6:2005 Osa 6 järgi nõutavast tulekustustusvee hulgast ei piisa tulekahju kustutamiseks. Kuid Jeld Wen Eesti AS veehoidla on 1000 m³, siis käesolevas lõputöös modelleeritud tulekahju saab kustutatud tänu veehoidla üle dimensioneerimisele.

Seoses komandode valvevahetuste miinimumkoosseisude vähendamisega on sündmuskohal palju tehnikat, kuid napib inimesi, kes seda ressurssi kasutada saaksid. Seetõttu kulub aega, kuni sündmuskohale jõuab piisav hulk päästetöötajaid lokaliseerimaks tulekahju. Päästel on kaasaegne tehnika, kuid seda ei suudeta vähese iskkoosseisuga piisavalt efektiivselt kasutada.

4.2 Ettepanekud

Eelnevast lähtudes teeb lõputöö autor ettepaneku.

- Tõhustada päästeasutuste ja tööstusobjektide vahelist koostööd tulekahjude ennetamise osas.
- Pöörata suuremat rõhku ettevõtte töötajate oskuste parendamisele tulekahju korral esmase reageerimise võimekuse tõstmiseks, selleks läbi viia koolitusi ja praktilisi õppuseid.
- Tööstus- laohoonete tulekustutusvee projekteerimisel tuleks kasutada kombineeritud veevarustuse mudelit, kus nõutav tuletõrje vee kogus oleks tuletõrje-veehoidlas ja lisaks sellele oleks tagatud ka hüdrandi kasutamise võimalus, sest 30 l/sek 6 tunni vältel ei ole piisav veekogus tagamaks vajaliku kustutusvee andmise intensiivsust.
- Hoone tulekustutusvee projekteerimisel tuleks arvestada kindlasti hoone mõõtmetega, sest mida suuremate mõõtmetega on hoone, seda suuremat kustutusvee andmise intensiivsust on vaja tulekahju lokaliseerimiseks ja likvideerimiseks.
- Operatiivplaanide koostamisel tuleks kasutada sama meetodit arvutamaks välja vajalike ressursside hulka teadmaks, kui palju ressursse on tarvis tulekahju efektiivseks kustutamiseks.

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärgiks oli välja selgitada, kas Eesti Standardis EVS 812-4:2005 Osa 4 nõutavast tuletõrjevee kogusest piisab tootmishoones puhkenud tulekahju kustutamiseks.

Lõputöö eesmärgi saavutas autor tulekahju matemaatilise modelleerimise teel.

Lõputöös autori poolt püstitatud hüpotees, et standardis nõutav TP-1 tuleohutusklassi kuuluva , kubatuuriga üle 50 000 m³ 2 tuleohuklassi kuuluva tööstus- ja laohoone tulekustutusvee hulk 30 l/sek 6 tunni vältel (s.o 648 m³) on liiga väike, kustutamaks puiduettevõttes puhkenud tulekahju leidis kinnitust. Seega teeb autor ettepaneku viia läbi arutelu veevarustuse standardi muutmiseks tööstus-ja laohoonete osas ja sisse viia kombineeritud veevarustuse lahendus. Samuti selgus lõputöö käigus asjaolu, et tulekahjule saadetakse küll palju päästeautosid, kuid väga väikeste isikkoosseisudega, mis pikendab omakorda tulekahju ajalist kestvust.

Samuti selgus, et mida laiem on hoone, seda suuremat kustutusvee andmise intensiivsust kustutuspindalale on vaja anda tulekahju lokaliseerimiseks ja likvideerimiseks..

Samuti ei tohi alahinnata operatiivplaanide vajalikkust, kuhu saab sisse kanda tulekahju kustutamiseks vajalike ressursside hulga ja nimetused, mis oleksid hindamatuks abiks reaalsel sündmusel.

Antud lõputöö koostamisel suhtles autor tihedalt Jeld Wen Eesti AS juhtkonna ja Rakvere operativvkorrapidajatega ning selle tulemusena planeeritakse läbi viia praktiline õppus, mis peaks aset leidma juunikuus.

SUMMARY

The headline of this thesis is „Comparison of estimated fire extinctioning water requirement in Estonian Standard EVS 812-6:2005 requested amounts on timber company Jeld Wen Eesti AS example“

This thesis consist of 4 chapters on 41 pages and contains 3 drawings and 1 table.

The purpose of this thesis is to calculate out the amount of fire extinctioning water needed to extinguish fire and compare with amount of fire extinctioning water requested in standard. Also to show to designers an opportunity to solve fire extinctioning water requirement by using mathematical modelling of fire progress and resource modelling.

The goal of this thesis was that standard does not require enough water to extinguish fire.

This thesis was confirmed during calculations by using fire progress mathematical modelling.

Author suggests to solve manufactural and storehouse fire extinctioning water by combined system of watertank and fire hydrant.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

Danilov, M., Devlišev, P., Jevtjuškin, N., Kimstatš, I. 1976. Tuletõrje taktika. Tallinn: Valgus.

Eesti Standardikeskus 2005a Ehitiste tuleohutus, Osa 4: Tööstus- ja laohoonete ning garaažide tuleohutus.

Eesti Standardikeskus 2005b. Ehitiste tuleohutus Osa 6: Tuletõrje veevarustus.

Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded. Vabariigi Valitsuse 27.10.2004. a määrus nr 315, 2004, Tallinn.

Otsla, J., Suurkivi, T., Marvet, T. 2007. Tuletõrje hüdraulika. Tallinn: Kentonarius Eesti OÜ.

Повзик, Я. 2000. Справочник руководителя тушения пожара. Москва.

Повзик, Я. 1984. Пожарная тактика. Москва.

Suurkivi, T, Marvet, T. 2000. Tuletõrjuja- päästja ABC. Tallinn: MP Safety OÜ.

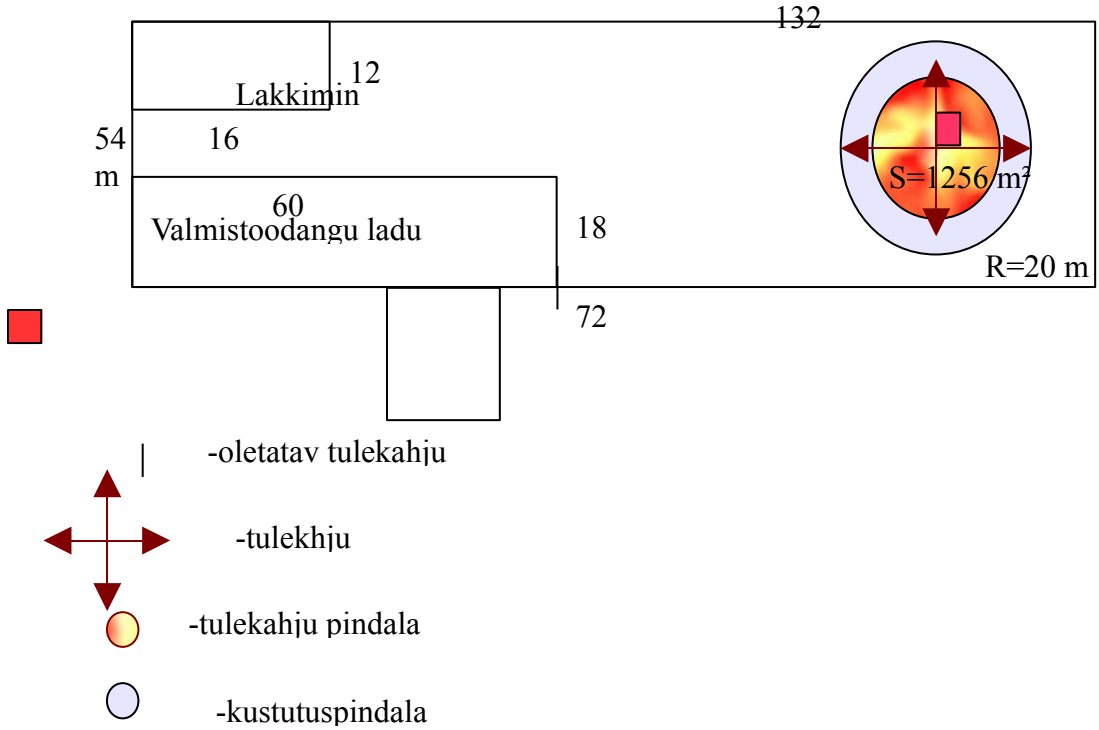
Šuvalov, M. 1977. Tuletõrje alused. Tallinn: Valgus.

Talvari, A, Valge, A. 2008. Tööstusettevõtete tuleohutus. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

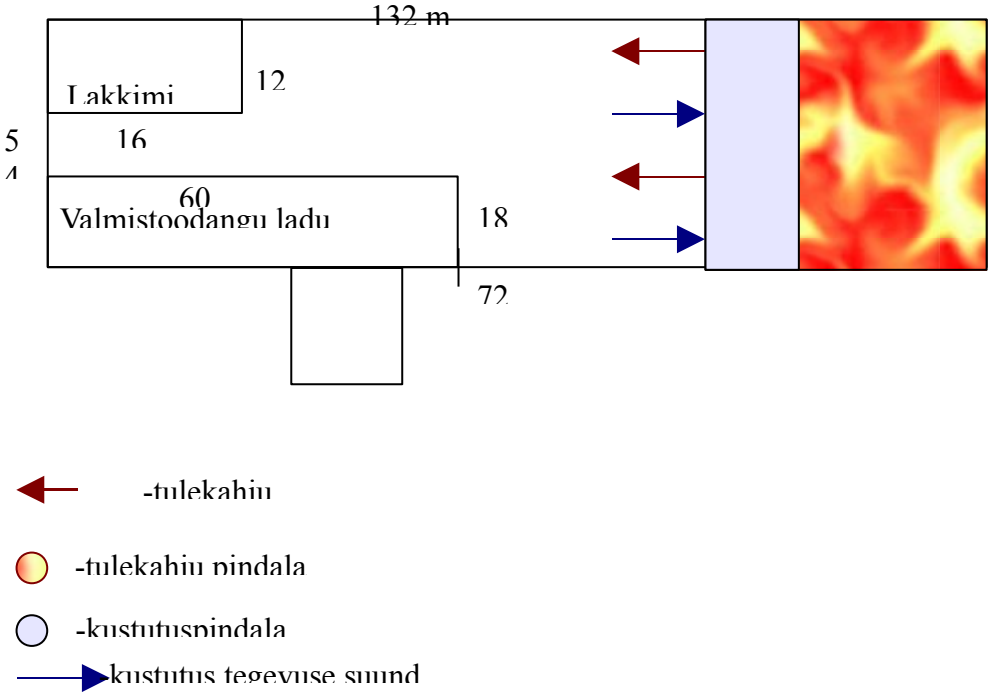
Tuleohutuse üldnõuded. Siseministri 8. septembri 2000. a määrus nr 55, 2000, Tallinn

LISAD

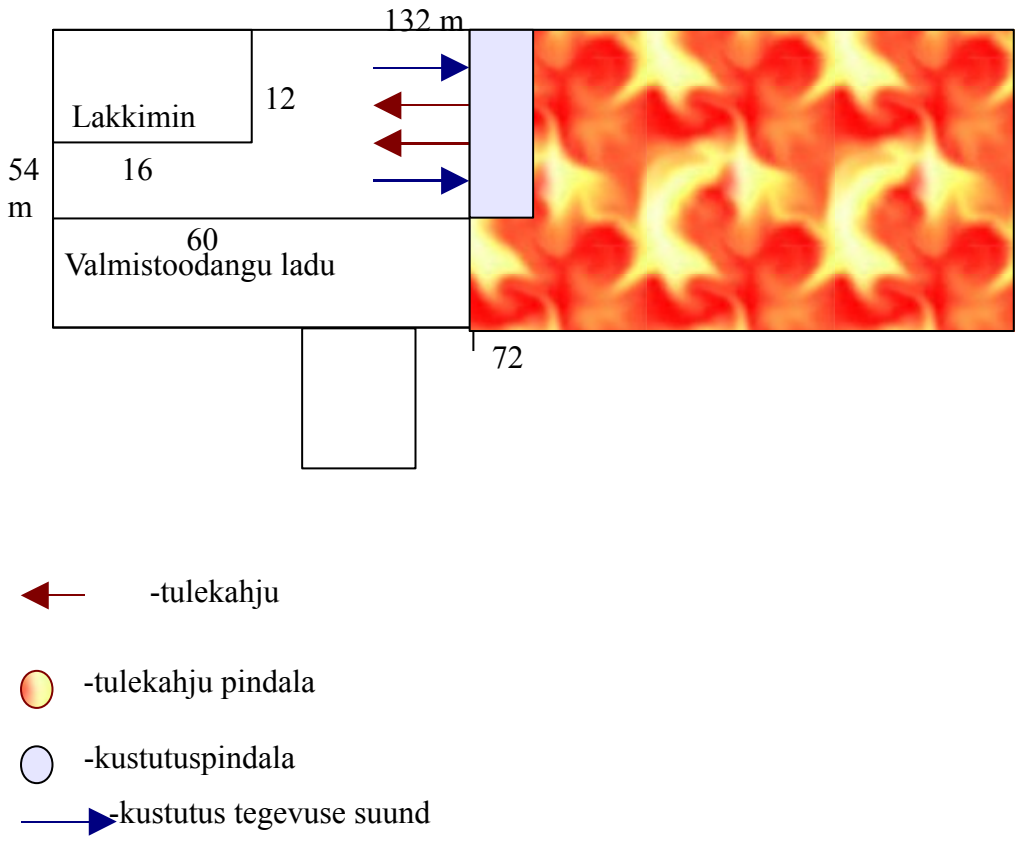
Lisa 1 joonised 1, 2, 3



Joonis 1. Tulekahju mõõtmed ja levimissuunad 13. minutil



Joonis 2. Tulekahju suurus ja levikusuunad külgarengu korral



Joonis 3. Tulekahju suurus ja levikusuunad 43 minutil

Lisa 2. Autode kohalejõudmise aeg.

Komando	Tehnika	Isikkoosseis	Kaugus objektist (km)	Väljasõidu aste	kulunud väljasõidu hetkeni	Kohalesõidu aeg (min)	Kohalejõudmise aeg
Rakvere kk	Rakvere 51	(1+0)	2	III	5	3	8
Rakvere kk	Rakvere 11	(1+3)	2	III	5	3	8
Rakvere kk	Rakvere 21	(0+1)	2	III	5	3	8
Kunda Tk	Kunda 11	(1+0)	26	III	5	35	40
Kunda Tk	Kunda 21	(0+1)	26	III	5	35	40
Võsu Tk	Võsu 11	(0+1)	35	IV	8	47	55
V-Maarja Tk	V-Maarja 11	(1+0)	28	IV	8	37	45
V-Maarja Tk	V-Maarja 21	(0+1)	28	IV	8	37	45
Tapa Tk	Tapa 11	(1+0)	25	III	5	33	38
Tapa Tk	Tapa 21	(0+1)	25		5	33	38
Roela Ak	Roela 21	(1+1)	29	IV	8	39	47
Kiviõli	Kiviõli 11	(1+0)	38	ressurss	8	51	59
Kiviõli	Kiviõli 21	(0+1)	38	ressurss	8	51	59
K-Järve	K-Järve 21	(0+1)	54	ressurss	8	72	80
Kadrina Ak	Kadrina 11	(1+1)	16	III	5	21	26

SISEKAITSEAKADEEMIA

PÄÄSTEKOLLEDŽ

Mina, Margo Kubjas, Sisekaitseakadeemia päästekolledži päästeteenistuse eriala 4. kursuse üliõpilane tõendan, et kõik lõputöö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, põhimõttelised seisukohad, kirjanduslikest allikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

12. mai. 2009. a _____

(allkiri)

LÕPUTÖÖ VASTAB KEHTIVATELE NÕUETELE

Juhendaja _____ _____

(ees- ja perekonnanimi) (allkiri)

KAITSMISELE LUBATUD

Päästekolledži direktor:

_____ _____

(ees- ja perekonnanimi) (allkiri)

_____ _____ 2009