

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Taavi Tilk

RS060

TULEKAHJUDE KUSTUTAMISEKS KAASATAV
PÄÄSTERESSURSS LINNALÄHETASTES TEHNOPARKIDES
LAOHOONE NÄITEL

Lõputöö

Juhendaja:

Peeter Randoja, MPA

Tallinn 2010

LÕPUTÖÖ ANNOTATSIOON

SISEKAITSEAKADEEMIA

Kolledž: Päästekolledž	Kuu ja aasta: Juuni 2010
Töö pealkiri: Tulekahjude kustutamiseks kaasatav päästeressurss linnalähedastes tehnoparkides laohoone näitel	
Töö autor: Taavi Tilk	Olen nõus oma lõputöö kättesaadavaks tegemisega elektroonilises keskkonnas. Allkiri:
<p>Lühikokkuvõte: Käesoleva töö teemaks on tulekahjude kustutamiseks kaasatav päästeressurss linnalähedastes tehnoparkides laohoone näitel. Töö maht on ilma lisadeta 36 lehekülge. Lõputöö sisaldab 5 tabelit ja 4 joonist on kirjutatud eesti keeles ning võõrkeelne kokkuvõte inglise keeles.</p> <p>Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli selgitada tehnopargis toimuvale tulekahjule vajaminev päästeressurss Map Eesti AS näitel. Eesmärgi saavutamiseks kasutasin uuringu meetodina matemaatilist modelleerimist. Lisades töösse ka üldiseid andmeid tehnoparkide kohta üritasin koostada ülevaate reageerivatest jõududest tehnopargis toimuvale tulekahjule.</p> <p>Uuringu tulemusena selgus, et tehnopargis toimuvale tulekahju kustutamiseks on vajalik neljanda astme järgi reageerivat ressursi ning oluline on ka neljanda astme rakendamise aeg. Veel selgus, et enim tehnoparke on Rae vallas ja tulevikuks on tehtud ettevalmistused tehnoparkide rajamiseks ja laiendamiseks.</p> <p>Minu arvates on oluline, et tegeletaks ka edaspidi tööstusaladel asuvate hoonetega ning teostataks neile hoonetele ressursiarvutusi kuna päästeteenistusele oodatakse valmisolekut suure materiaalse kahju operatiivseks ja efektiivseks ärahoidmiseks</p>	
Võtmesõnad: Tehnopark, Tööstuse paiknemine, Tehnopargi kustutamine	
Võõrkeelsed võtmesõnad: industrial park, industry, Mathematical modeling	
Säilitamise koht: Sisekaitseakadeemia raamatukogu	
Kaitsmisele lubatud	
Kolledži direktor:	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja:	Allkiri:

SISUKORD

LÕPUTÖÖ ANNOTATSIOON	2
SISUKORD	3
MÕISTETE JA LÜHENDITE SELGITUS.....	5
SISSEJUHATUS	6
1.TEHNOPARGID JA ÜLEVAADE TEHNOPARKIDEST	7
1.1. Tööstuse arengusuunad Harjumaal 2000 - 2020.....	7
1.2. Tööstus- ja laohoonete tuleohutusnõuded.....	8
1.2.1. Nõuded hoonele ja põlevmaterjalidele	8
1.2.2. Nõuded tuleohutuspaigaldistele.....	9
1.2.3. Nõuded veevarustusele	10
1.3.Tehnopargid Harjumaal	11
1.4. Tööstus- ja laohoonete tuleohtlikkus	13
2.TÖÖSTUS- JA LAOHOONE TULETÕRJE TAKTIKALINE ISELOOMUSTUS... 15	
2.1. Tule leviku protsessid	15
2.2. Tuletõrje taktikaline iseloomustus	16
2.3. Map Eesti AS iseloomustus	19
3.TULEKAHJU ARENGU MATEMAATILINE MODELLEERIMINE JA RESSURSSIDE ARVUTUS	20
3.1. Map Eesti AS tulekahju matemaatiline modelleerimine.	22
3.2 Tulekahju areng	24

3.2.1. Tulekahju areng 20. minutil.....	24
3.2.2 Tulekahju areng 32. minutil.....	25
3.3. Tulekahjul vajaminev ressurs 20. minutil	28
3.4 Tulekahjul vajaminev ressurs 32. minutil	28
3.5 Sündmuskohal vajaminev isikkooseisu suurus.....	29
3.6. Järeldused.....	30
3.7. Ettepanekud	31
KOKKUVÕTE	32
SUMMARY	33
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU	34
TABELITE JA JOONISTE LOETELU	36
LISA 1. Väljasõidu plaani järgne reageeriv ressurs	37
LISA 2. Tehnopargid Harjumaal	38
LISA 3. Map Eesti AS hoone plaan.....	40

MÕISTETE JA LÜHENDITE SELGITUS

Tehnopark - kõrgtehnoloogiat rakendavate ettevõtete loomise ja arendamise keskus
(Eesti keele seletav sõnaraamat: 707)

PEPK- Põhja-Eesti Päästkeskus

Joonpõlemiskiirus – joonkiirus on põhiline füüsikaline suurus ning määrab põlemise progresseeruva edasiliikumise mööda põlevaine pinda.

Tuleohutus üldnõuded – Tuleohutuse üldnõuded. Vastu võetud siseministri määrusega 8.09.2000, jõustunud 08.09.2000- RTL 2000, 99, 1559

Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded - Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded. Vastu võetud Vabariigi Valitsuse määrusega 27.10.2004, jõustunud 01.01.2005- RT I 2004, 75, 525...RT I 2007, 53, 357

SISSEJUHATUS

Pääste valdkonnal on läbi aegade olnud elanike hulgas kõrge usaldusreiting. Ühest küljest näitab kõrge reiting rahulolu hetkel pakutava päästeteenusega, kuid teisest küljest sunnib ka organisatsiooni pingutama, et hoida saavutatud usaldust. Selleks peab ka pääste valdkond kõrge elutempoga sammu pidama ja oma arengu suunad valima vastavalt riigi arengule.

Tallinna ümbruses on viimase aastakümne jooksul toimunud tööstuspiirkondade areng. Statistikaameti andmebaasi andmetel on viimase kümne aasta jooksul Harjumaal kasutusloa saanud 261 tööstushoonet ja 269 laohoonet, mis moodustab ligi 40 protsenti terves Eestis sama liiki kasutusloa saanud hoonetest.

Linnas ja maakonnas olevat päästeressurssi peavad jagama nii linn, linnalähiümbruse uuselamurajoonid kui ka arenev tööstus.

Käesoleva töö eesmärgiks on selgitada välja tehnopargis toimuvale tulekahjule vajaminev päästeressurss Map Eesti AS näitel.

Eesmärgi saavutamiseks on lõputöö raames püstitatud järgmised ülesanded:

1. Anda ülevaade Tallinna lähiümbruses rajatud tehnoparkidest;
2. Modelleerida matemaatiliselt tulekahjul vajaminev päästeressurss;

Lõputöö empiirilise osa tulemused annavad ülevaate tehnoparkides toimuvale tulekahjule vajaminevast päästeressursist. Lõputöö tulemusena selgub, kas Põhja-Eesti Päästkeskuses on operatiivses valmisolekus piisavalt päästeressurssi, et efektiivselt reageerida Tallinna ümbrusesse rajatud tehnoparkides toimuvatele tulekahjudele.

Lõputöö koosneb kolmest peatükist. Esimeses peatükis on antud ülevaade tööstus- ja laohoonete tuleohutusest ja tuleohtlikkusest. Teises peatükis tutvustan tööstus- ja laohoonete tuletõrje taktikalisi iseärasusi. Kolmandas peatükis on modelleerimise tutvustus koos tulekahju matemaatilise modelleerimisega ning järeldustega.

1. TEHNOPARGID JA ÜLEVAADE TEHNOPARKIDEST

Mõiste tehnopark hõlmab endas kõrgtehnoloogilist tootmist, mis kuulub tööstuse kui laiahaardelisema mõiste alla. Samamoodi võib tehnoparki ja sinna kuuluvaid hooneid nimetada ka üldisema mõistega - tööstusala. (Eesti keele seletav sõnaraamat: 707,1087). Eesti mõistes on tehnopark ühise maa-ala haldusega, detailplaneeringuga ja kommunikatsioonidega erinevatele ettevõtetele rajatud maa-ala.

1.1. Tööstuse arengusuunad Harjumaal 2000 - 2020

2000 – 2010

Harju maakonnas toimus peale aastatuhande vahetust ettevõtlikkuse hüppeline kasv. Osauhingute juurdekasv Eestis 2007. aastaks võrreldes 2001. aastaga oli 100% ning sama statistiline näitaja Harju maakonnas oli 104% . Suurem osa Eesti ettevõtlusest on Äriregistri andmete põhjal registreeritud Harju maakonda, millest omakorda enamik on registreeritud Tallinnasse. Harju maakonnas on 48 käivitamisfaasis või juba toimivat tööstusala või -parki. Neist neli suuremat toimivat tööstusparki on Jüri (Rae vald), Tänassilma (Saku), Keila (Keila linn) ja Lasnamäe (Tallinn). (Harju maakonna arengustrateegia 2025)

Viimastel aastatel on sagenenud tööstusettevõtete kolimine kesklinnast välja ja/või laienemine väljapoole Tallinna. Peamisteks põhjusteks on madalamad palgakulud ning maa hind. Samuti on mitmetes Tallinna piirkondades, eriti kesklinnas, probleemiks transpordilogistika korraldamine. Paljud ettevõtted toovad esile raskused tootmiseks sobiva vaba maa leidmisel Tallinnas. Tihti on just välisfirmadel raske leida vaba maad tootmishoonete ehitamiseks ning seetõttu on mitmed investorid rajanud tootmise Tallinna lähiümbrusesse.

(Tallinna väikeettevõtluse arendamise programm aastateks 2006-2009, vastu võetud Tallinna Linnavolikogu määrusega 23.02.2006)

2010 – 2020

Pikaajaliste strateegiate kohaselt peab Tallinn oma majandusvõotmes võtma suuna mitmepalgelisele ettevõtlusstruktuurile, milles on ühendatud arenenud teenindusmajanduslik ettevõtlus ja järk-järgult kõrgtehnoloogia suunas liikuv tööstus. Strateegia peab muuhulgas oluliseks uute tehnoloogiate juurutamist ning võrgustike, tehnoparkide ja inkubaatorite rolli ettevõtluse arendamisel. (Tallinna klatriarenduse programm 2009- 2013)

Tallinna majandusvõotmes ehk Harjumaa piires on tehnoparkide näol loodud kõik vajalikud infrastruktuurid, et ettevõtted saaksid oma tegevust ellu viia. Loodud on soodsad olud logistiliseks tegevuseks. Selle kinnituseks on peatükk Hoonestus tehnoparkides, kust selgub, et tehnoparkides on vabu krunte.

1.2. Tööstus- ja laohoonete tuleohutusnõuded

1.2.1. Nõuded hoonetele ja põlevmaterjalidele

Tuleohutuse üldnõuete §14 kohaselt peab hoidma vabana territooriumi sõiduteed, juurdepääsu ehitisele ja ladustatud materjalidele ning tuletõrje-veevõtukohtadele, mis hoitakse vaba ning aastaringselt kasutamiskõlblikus seisukorras. Tootmise käigus kasutatavat põlevmaterjali hoitakse tootmisruumis koguses, mis ei ületa ühe töövahetuse või ööpäeva vajadust. Mis tahes aine, materjal või nendest valmistatud toode laoruumis paigutatakse riiulile või virnastatakse ning grupeeritakse nende kustutamiseks ettenähtud tuldkustutavate ainete järgi. Tootmis- ja laohoones märgitakse läbikäigu piir ja materjali põrandale ladustamise koht hästinähtava piirjoonega. Läbikäigu laius neis hoonetes peab olema vähemalt 0,9 m ja väljapääsuni viiva läbikäigu laius vähemalt ukse või värava laiune. (Tuleohutuse üldnõuded, vastu võetud siseministri määrusega 08.09.2000) (edaspidi: Tuleohutus üldnõuded)

Määrus Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded sätestab, et ehitise katus peab tuleohutusest tingituna olema jaotatud tuletõkkekonstruktsioonide kohal olevate vertikaalsete või horisontaalsete tuletõketega maksimaalselt 2400 m² suuruse pindalaga osadeks, välja arvatud juhul, kui katuse aluskonstruktsioon kuulub määruses Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded määratud tuletundlikkuse klassi. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded, vastu võetud Vabariigi Valitsuse määrusega 27.10.2004) (edaspidi: Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded)

Olulistest tuleohutusnõuetest tingitud ehitisele esitatavate nõuete kohaselt tuleb hooned jagada tuletõkkesektsioonideks. Tuletõkkesektsioonina käsitatakse ehitise osa, mis on teistest ehitise osadest eraldatud nii, et tule levik välja- ja sissepoole on ettenähtud aja jooksul takistatud, kusjuures selline ehitise osa võib hõlmata ühte või mitut korrust. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded)

Tootmistegevus ja ladustamine jagatakse kahte tuleohuklassi:

1) tuleohuklass: sellesse kuuluvad tegevused, kus tuleoht ja tule leviku võimalus on vähese või mõõduka tõenäosusega. Näiteks: alajaamad, tellisetööstus, toiduainetetööstus.

2) tuleohuklass: sellesse kuuluvad tegevused, kus tuleoht ja tule leviku võimalus on suure tõenäosusega, lisaks võib esineda plahvatusoht. Näiteks: koresöödahoidlad, vineeritehased, põlevvedelike töötlemise tehased (põlevvedelikud, mille leekpunkt on alla 55°C) ja laod. (EVS 812-4:2005, Tööstus- ja laohoonete ning garaažide tuleohutus, Eesti Standardikeskus 10.05.2005)

1.2.2. Nõuded tuleohutuspaigaldistele

Automaatne tulekahjusignalisatsioonisüsteem peab olema IV kasutusviisiga hoonetes, mille pindala on üle 300 m², V kasutusviisiga hoonetes, mille pindala on üle 750 m², VI ja VII kasutusviisiga ehitistes, kus sõltuvalt ehitises toimuva tegevuse iseloomust, ehitise korruse pindalast, korruselisusest või muudest põhjustest tingituna on kasutajate turvalisus vähene, kusjuures päästetööde alustamine ei ole tagatud hiljemalt 10 minutit pärast tulekahju algust. (IV kasutusviis – suurte rahvahulkade kogunemishooned, V kasutusviis - ehitised, mis on üldjuhul päevases kasutuses ja milles reeglina viibivad

ruume tundvad isikud, VI kasutusviis - tööstus- ja tootmisehitised, milles reeglina viibivad ruume tundvad isikud, VII kasutusviis – parkimishooned ja garaaž. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded)

Automaatne tulekustutusüsteem peab olema tööstus- ja laohoonetes, kus sõltuvalt ehitises toimuva tegevuse iseloomust, ehitise korruse pindalast, korruselisusest või muudest põhjustest on kasutajate turvalisus vähene ja päästetööde läbiviimine ohtlik. Automaatse tulekustutusüsteemi paigaldamise kohustus tööstus- ja laohoonetes on suure põlemiskoormuse, suure pindala ning suure ainelise kahjuga tulekahju korral. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded)

Lisaks eelnevatele tuleohutuspaigaldistele on tööstusalal olevatel hoonetel erinevatel tingimustel vastavalt hoone parameetritele või tegevusele nõutud veel erinevaid tuleohutuspaigaldisi. Turvavalgustus peab võimaldama üldvalgustuse kahjustuse korral teostada päästetöid ning üldjuhul on nõue tööstus- ja büroohoonetes, et turvavalgustus peab põlema vähemalt ühe tunni. Hoonest peab olema võimalik tulekahju korral eemaldada soojust ja suitsu - selleks on hoonetel suitsu ja soojuse eemaldamise seadmed. Tuletõrje voolikusüsteem on ehitisse paigaldatud käsitsi kasutatav kohtkindel seade, mis on mõeldud väikese tulekahju kustutamiseks selle algstaadiumis. Üks tingimus tuletõrje voolikusüsteemi paigaldamiseks on, kui hoone kubatuur on üle 10000 m³. Vooluhulgaks peab olema vähemalt 1,7 l/sek või 2,5 l/sek tulekustutusvee andmiseks ruumi igasse punkti. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded)

1.2.3. Nõuded veevarustusele

Ehitisel peab olema tulekahju kustutamiseks vajalik veevarustus ning selle kiireks kasutuselevõtuks peab olema kättesaadav teave:

- 1) kustutusvee allika kohta, kusjuures veemahuti kasutamise korral selle veevaru kohta;
- 2) veejaotussüsteemi kohta koos välis- ja siseveevõtukohtadega;
- 3) andmed erikustutusvahendite kohta. (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded)

1.3. Tehnopargid Harjumaal

Ülevaate saamiseks tehнопarkidest Harjumaal on töös lisana tabel, kuhu on kantud tehнопargid Harjumaal (va Tallinn). Eesmärgiks on selgitada piirkonnad, kus paiknevad tehнопargid või on ehitatud kommunikatsioonid nende rajamiseks. Tabelisse on valim moodustatud põhimõttel: tehнопargid, millel on detailplaneering, alustatud on kruntide müümist ja kommunikatsioonide rajamist. Välja on jäetud tööstuse üksikobjektid ning valikuliselt mõned tööstusalad. Saamaks andmeid tehнопargis asuvate hoonete kohta on valimisse valitud kolm tehнопarki: Jüri, Mõigu ja Tánassilma tehнопark.

Tabeli (lisa nr 2) koostamisel on kasutatud alljärgnevaid allikaid:

Tehнопargi nimi – Tehнопargi detailplaneering, haldava asutuse koduleht. (tehнопargi nimi)

Asukoht – Maa-ameti kaardiserver. (Vald, asula)

Kruntide arv tehнопargis – Tehнопargi detailplaneering, Maa-ameti kaardiserver. (kruntide arv)

Rajamise aasta – Maa-ameti kaardiserver. Rajamise aastaks on aasta, millal valmisid esimesed rajatised tehнопargis. (aasta)

Pindala – Tehнопargi detailplaneering, Maa-ameti kaardiserver. (hektarit -ha)

Reageeriv komando (kaugus kilomeetrites) – PEPK väljasõiduplaani järgi esimesena reageeriv komando. Kauguse leidmiseks reageeriva komando ja tehнопargi vahel on kasutatud Regio kaardirakendust internetis. (päästekomando nimi, sulgudes kaugus kilomeetrites)

Kokkuvõtte lisa nr 2 toodud tabeli kohta.

Tabelis ja kaardil on 30 tehнопargi andmed ja paiknemine tähestiku järjekorras. Tehнопarkide paiknemise kohta järeldeb tabelist, et kõige rohkem on tehнопarkide Rae vallas Jüri ümbruses ning Tartu mnt äärses osas Jürist Tallinna linna piirini. Olemasolevate ja juurderajatavate tehнопarkide põhiline paiknemise piirkond ning ettevalmistatud kruntidega arengujärgus piirkond on sadamate ümbrus (Paldiski, Muuga), Tánassilma, Jüri ja Iru ümbrus ja neid ühendavate maanteed ümbrus. Lisaks

neile piirkondadele veel Tartu mnt Tallinna piirist kuni Jürini, kus areneb nii tööstus- kui ka elumupiirkonnad. Päästekomandodest on enim tehnoarke Assaku Päästekomando väljasõidu piirkonnas, teisena Muuga Päästekomandol, kelle piirkonnas on ka juba varem välja arenenud tööstuspiirkonnad

Alljärgnevas tabelis on toodud täpsemad andmed kolme tehnoarigi kohta, allikaks detailplaneering, Maa-ameti kaardiserver ja ehitisregister.

Tabel 1. Ülevaade Jüri, Mõigu ja Tännassilma tehnoarigist

	Jüri tehnoarig	Mõigu tehnoarig	Tännassilma tehnoarig
Kruntide arv	48	47	30 (tabel 24 andmetel)
Kruntide suurus	Keskmine -5500 m ² 1) alla 3000 m ² - 1 2) alla 6000 m ² -37 3) alla 9000 m ² -6 4) üle 9000 m ² -4	Keskmine-3850 m ² 1) 20 2) 21 3) 4 4) 2	Keskmine-6820m ² 1) 3 2) 8 3) 7 4) 6
Kasutamise otstarve	1) Tootmishoone-8 2)Laohoone-8 3)Tootmis- ja laohoone-4	1) 2 2) 21 3) 1	1) 4 2) 13 3) 3
Kasutusel olevad hooned	20	23	20
Hoonete ehitusalune pind	Keskmine -1930 m ² 1) alla 1000 m ² - 4 2)alla 2000 m ² - 10 3) alla 3000 m ² – 3 4) üle 3000 m ² - 3	Keskmine –1733m ² 1) 4 2) 12 3) 5 4) 2	Keskmine-2950m ² 1) 1 2) 6 3) 5 4) 8
Hoone kõrgus	Keskmine –9,8 m 1) alla 8,5 m - 4 2) alla 14 m - 14 3) üle 14 m - 2	Keskmine – 9,6 m 1) 7 2)15 3)1	Keskmine – 9,6m 1)5 2)15 3)-
Esmase kasutus	2006-3 2007-10 2008-2 2009-1 2010- 4	2005-2 2006- 5 2007- 3 2008-7 2009-3 2010- 3	2003 - 1 2004 -7 2006-4 2007-5 2008-3

Tabelis on Ehitisregistri andmete põhjal kolme Jüri, Mõigu ja Tännasilma tehnoporti andmed. Kõik kolm on välja arendatud mitmes etapis ja kruntide vajadusel moodustatakse neid juurde. Kruntide arv muutub tehnoporti arenedes, sest algseid krunte liidetakse ehituse käigus. Enamiku kruntide suurused jäävad alla 6000 ruutmeetri ning kruntide suurused on väiksemad Mõigu tehnoportis kui kahel teisel võrdlusele oleval tehnoportil. Kasutamise otstarbe juures on kaks põhilist liiki – laohoone või tööstushoone. Arvuliselt esineb kõige rohkem laohooneid järgmisena tootmishooneid ning kolmandaks tootmis- ja laohoonete kooslust. Lisaks tuleb arvestada bürooruumide olemasolu võimalust hoonetes.

Tehnoparkide üheks olulisemaks märksõnaks on logistika, mis on otseselt ja tihedalt seotud nende paiknemise ja kasutusotstarbega. Paiknemine sadamate, raudtee, lennuvälja ja maanteed läheduses ning suure laopinna olemasolu annab logistiliseks tegevuseks hea võimaluse.

1.4. Tööstus- ja laohoonete tuleohtlikkus

Süttimist võib määratleda kui protsessi, mille korral tekib kiire eksotermiline reaktsioon, mis levib ja põhjustab sellega seoses olevas materjalis muutusi, mille tagajärjel tõuseb temperatuur algsest kõrgemale. (Drysdale 2003: 217).

Tööstusalal või tehnoportis on põhiliseks hoonetüübiks tööstushoone ja laohoone. Esineb ka teisi hoone tüüpe, kuid järgnevas peatükis on käsitletud just kõige levinumaid hoonetüüpe tehnoportis.

Tulekahju tekke põhjuseid on palju, tööstus- ja laohoones toimuvad erinevad tegevused, mille tagajärjel võib tekkida süttimine. Tootmise juures on ohuks erinevad seadmed, protsessid või ained, mis võivad olla süttimisohtlikud. Süttimise põhjuseks võib olla näiteks: suitsetamine, tahtlik süütamine, elektri poolt tekitatud säde, kuumad pinnad, kütteseadmed, automaatika rike, staatiline elekter, liikuvate seadmete rike. Kindlasti on

veel ohte, mille leidmiseks on vaja jälgida seadmete või töökeskonna tööd. (Fire safety risk assessment 2006: 12-13)

Eestis on tööstusaladel levinud logistiline tegevus, milleks on kauba vastuvõtt, ladustamine, hoiustamine ja komplekteerimine. Lisaks teostatakse ka erinevaid lisatoiminguid, näiteks reklaamide lisamine, siltide või maksumärkide kleepimine. Logistilise tegevuse käigus teostatakse üldjuhul kauba puhul rohkem toiminguid kui ainult ladustamise korral. Sellest tulenevalt mehhaniseeritakse kauba liikumist hoones üha uuemate süsteemidega, mis vajavad oma tööks vähem ruumi kui töstukid. Logistika poole pealt saavutatakse ruumi kokkuhoid, kuid päästetööde seisukohalt tuleb arvestada suurema ladustatud materjali kogusega ruumala ühiku kohta ruumis, kitsamate oludega riiulite vahel ja riiulite vahel liikuva automaatse transpordi süsteemiga. (Talvari, Valge 2008: 88)

Logistika teostamiseks on enamlevinud autotransport, mille peamine omadus on paindlikkus. Veoautod liiguvad erinevaid marsruute mööda ja erineva kaubaga. Tuleohtlikkuse seisukohalt on logistika ettevõttes autole paigaldatud erinev põlevmaterjal, mida välisel vaatlusel on raske eristada. Autode tuleohtlikkus oleneb kütuse, põlevmaterialist konstruktsioonide kui ka transporditava kauba olemasolust. (Talvari, Valge 2008: 88)

2.TÖÖSTUS- JA LAOHOONE TULETÕRJE TAKTIKALINE ISELOOMUSTUS

2.1. Tule leviku protsessid

Tulekahju levikut mõjutavad mitmed tegurid nagu tuul ja õhuniiskus, kuid tule leviku suund on järgnevate protsesside tõttu ennustatav. Tulekahju levimine on põlemistsooni levimise protsess materjali pinnal soojusjuhtivuse, soojuskiirguse ja konvektsiooni toimel. Kõige suurem roll tulekahju levimisel on leegi soojuskiirgusel. Soojuskiirguseks nimetatakse soojusenergia ülekandumist elektromagnetiliste lainetena. Soojusjuhtivuseks nimetatakse soojusenergia ülekandumist aineosakeste vahetu kokkupuutumise tagajärjel. Konvektsiooniks nimetatakse soojusenergia ülekandumist vedeliku või gaasi osakeste ümberpaiknemise või omavahelise segunemise tagajärjel. (Šuvalov 1977: 186,187)

Sisetulekahjul piirdub tulekahju mõju põlevate ruumide mahuga. Soojustoime võib väljuda põlevatest ruumidest, näiteks lahtiste avade ja luukide (suitsuluuk) kaudu, vahelagede ja seinte kaudu või konstruktsioonide deformeerumise tagajärjel. Selle tagajärjel tekib tulekahjul kõrge temperatuuriga gaasilise keskkonna voolamine. Sisetulekahju korral mõjutab temperatuuri muutumist ja temperatuuri absoluutväärtust põleva materjali erisoojus. Lisaks veel ruumi kõrgus, põlevmaterjali ruumala võrreldes ruumi ruumalaga, põlemispindala protsent ruumi pindalast, lahtiste õhusissevooluavade olemasolu ja suurus. Näiteks kõrgetes ruumides saavutab tulekahju kiiremini maksimaalse temperatuuri kui madalates ruumides. (Danilov jt 1977: 19-22)

Kui tegu on suurte põlemispindadega ning hoone puhul tulekahju arengu tagajärjel on katus juba osaliselt hävinenud, võivad konvektsioonivoolud saavutada suure kiiruse.

Õhuvooludega võivad edasi kanduda ka osakesed (sädemed ja põlevad osakesed) mis omavad piisavalt energiat, et süüdata uusi tulekoldeid. (Šuvalov 1977: 186,187)

2.2. Tuletõrje taktikaline iseloomustus

Ladustamine

Ladustamise seisukohalt on tähtis materjali paigutus. Üldjuhul on ladustav materjal riiulites, mille kuju võib olla erinev, kuid riiulite kõrgus võimaldab tule levikut suunaga üles. Tuli võib levida kõikidesse suundadesse, kuid tule levik on kõige kiirem siis, kui ta levib vertikaalpinnal ülesepoole. (Drysdale 2003:263).

Alljärgnevalt on toodud tabel, mis iseloomustab tule levimise kiirust erinevatesse suundadesse. Tegu on Magee ja McAlevy katsega, mille korral oli tegemist tule levimisega üle filterpaberiribade ja mõõdeti põleva serva edasinihkumise kiirust. (Drysdale 2003:263).

Tabel 2. Filterpaberiridade kohal leviva tule kiirus. (Drysdale 2003:263).

Tule levimise orientatsioon	Tule levimiskiirus (mm/s)
0° (horisontaalne)	3,6
+22,5°	6,3
+45°	11,2
+75°	29,2
+90° (vertikaalne üles suunatud)	46-74 (korrapäratu)

Suitsujuhtimissüsteemid

Suitsu võib eemaldada nii loomuliku ventilatsiooniga kui ka mehaaniliste vahenditega, kuid alati peab olema kindlustatud õhu juurdepääs, et paigaldatud süsteemid saaks töötada nii nagu on kavandatud. Suitsu eemaldamisega hoonest katusesse tehtava ava või selleks ettenähtud vahenditega saavutatakse nähtavus ning kuumad gaasid ei kogune lae alla ja väheneb pistleegi tekkimise oht. Gaaside väljalaskmise vastu on ka vastuväiteid ja neile toetudes on otsustatud ventilatsioonist loobuda. Esiteks, kui ventilatsiooni kasutada enne sprinkleri rakendumist, võib see sprinkleripeadelt eemale juhtida kuuma gaaside joa, mis takistab nende aktiveerumist. Teiseks kaheldakse ventilatsiooni efektiivsuses ainult lae kaudu (avad ka põlengu tasapinnale) ning tulekahju saab ventilatsiooni tagajärjel lisa õhku, mis kiirendab tule levikut. (Drysedale 2003:422-423).

Automaatseadmed

Automaatiseerimine tähendab, et seadmed rakenduvad erinevate protsesside juhtimiseks ilma inimese vahetu osavõtuta ja kindlustavad masinate ja seadmete tehnoloogilise režiimijärgse töö. Seadmete ülesanne on hoida tehnoloogilisi parameetreid ettenähtud piirides, reguleerida tootmisprotsesse, samal ajal kindlustada tehnoloogiliste tootmisprotsesside tuleohutus. Automaatikaseadmete töö sõltub anduritest, mis on mõeldud tehnoloogilise protsessi parameetrite vastuvõtuks, mõõtmiseks ja muundamiseks. Automaatikaseadmetel on küll erinevad blokeeringu-, ja tulekustutusseadmed, kuid automaatika seadme töö erakorralise seiskamise tagajärjel võib toimuda ettearvamatuid protsesse. (Talvari, Valge 2008: 22)

Luure ja taktika valik

Luure algab juba koos väljasõidukorraldusega - leitakse asukoht ja kohalesõidutee. Kohale sõidu ajal tuleks võimalusel uurida objekti operatiivkaarti, mis peab andma infot objekti tuletõrje taktikalise iseloomu kohta. Kohale jõudes päästetööde juht peale luure teostamist valib taktika ja selle elluviimiseks teavitab oma otsustest kohalolevaid jõudusid. Taktika valikul peab arvestama päästeressursi olemasolu sündmuskohal ja

kohalejõudmise aega, eritehnika või kustutusaine vajadust. Nende sobivust hetkeolukorraga (ilmastik, muud ohud). Otsuseid tehes tuleb leida võimalikult efektiivne taktika võimalikult suure ohutusega inimestele. (Angle jt 2001: 103-126)

Joonpõlemiskiirus

Tulekahju leviku kiirust mõjutavad erinevad tegurid. Üks tähtis komponent on joonpõlemiskiirus. Alljärgnevas tabelis on toodud näited erinevatest joonpõlemiskiirustest.

Tabel 3. Põlevmaterjalide joonpõlemiskiirus

Hoone tüüp	joonpõlemiskiirus (m/min)
eluhooned	0,5 - 0,8
administratiivhooned	1,0 - 1,5
saeveski	1,0 - 5,0
laod	
remondi angaar (transpordi masinad)	1,0 – 1,3
kummist valmistatud tehnilised detailid (näiteks tihendid)	0,4 – 1,0
toiduladu	0,5 – 1,1
tekstiililadu	0,3 - 0,4
puitmaterjal (niskus alla 16 %)	4,0
paber rullis	0,2 - 0,3
raamatud	0,5 – 1,0
plastik	1,5 - 2

(Теребнев 2004: 100-102)

2.3. Map Eesti AS iseloomustus

Map Eesti AS (edaspidi tekstis paberiladu) kuulub Euroopa suurimasse paberi hulgimüügi gruppi Antalis. AS Map Eesti laohoone asukohaga Linamäe 6, Tännassilma küla, Saku vald tegeleb erinevate pabertoodete müügiga. Toodeteks on paber- ja pakenditooted trükitööstusele ning kontoritele, reklaamkiled, hügieenipaberid. Laos toimub kauba vastuvõtt, ümberpakendamine, komplekteerimine ja ladustamine. Asutuses töötab 40 töötajat, kellest laos töötab kümme; lisaks on veel administratiivtöötajad ning autojuhid. (Map Eesti AS põhiprojekt koostatud 03.01.2008 edaspidi Map Eesti põhiprojekt)

Hoone ehitus algas 2002. aastal, kasutama hakati hoonet 2006. aastal, läbis juurdeehituse kujul uuenduse ja kasutusloa sai 2008. aastal. Hoone on ehitatud arvestades kehtivaid tuleohutusnõudeid. Hoone koosneb bürooruumidest, mis on kolmekorruseline, ning kahest laost - suurem ladu on ligi 1600 m², väiksem 640 m². Seinad lao osas on kergpaneelidest (100 mm), siseseinad kergplokist laotavate seintena või teraskarkassil kergseintena. Hoone on järgmiste mõõtmetega: laius 44,5 m (lao osa 33 m), pikkus 78,2 m, kõrgus 11m. (Map Eesti põhiprojekt)

Hoone tuleohuklass on nii büroo kui ka lao osas TP 2, esimene tuleohuklass ja esimene tulekaitsetase. Büroohoone ja laohoone vaheline tarind on EI-M120, lao ja tehniliste ruumide vahel EI-30. Suitsuärastus toimub läbi suitsuluukide, ladu on jagatud kaheks suitsutsooniks. Hoone on varustatud automaatse tulekahjusignalisatsiooniga, mis on ühendatud häirekeskusega. Hoones on esmased tulekustutusvahendid - tuletõrje voolikusüsteem ja tulekustutid. (Map Eesti põhiprojekt)

3.TULEKAHJU ARENGU MATEMAATILINE MODELLEERIMINE JA RESSURSSIDE ARVUTUS

Tulekahju modelleerimine jaguneb kaheks: matemaatiline- ja füüsikaline modelleerimine. Füüsikalise modelleerimise käigus tehakse katseid ehk väikesemõõtmeliste testide tulemuste põhjal ennustatakse täismõõtmelise põlengu käitumist. Antud töös kasutan matemaatilist modelleerimist. Matemaatilise modelleerimise puhul kasutatakse põlengu käitumise arvutamiseks konstante ja lihtsustatud oletusi, et leida põlengu muutus ajas. (Drysdale 2003: 176-180)

Joonpõlemiskiirus – joonkiirus on põhiline füüsikaline suurus ning määrab põlemise progresseeruva edasiliikumise mööda põlevaine pinda, eriti tulekahju vabaarenemise korral. Tavaliselt on põlemise joonpõlemiskiirus ebaühtlane nii suuna kui ka ajalise levimise poolest. Selle põhjuseks on tulekahju levimise erinevad tingimused, põlemismaterjali muutus, õhu juurdepääs, gaasivahetuse suund. Joonkiirus aja jooksul suureneb koos tulekahju suurenemisega, kuid arvutustes kasutatakse joonpõlemise keskmisi väärtuseid. Tulekahju peamine levik on külgsuunaline, siis kasutatakse arvutustes külgsuundades levivat joonpõlemiskiirust.

$$v_j = \frac{l}{\tau_p}, kus$$

v_j - joonpõlemiskiirus (m/min)

τ_p - põlemise kestvus (min)

l - põlemise progresseeruva liikumise tee pikkus (m). (Danilov jt 1976: 40-41)

Põlemispindala (S_{τ})- tulekahju arenedes põlemispindala suureneb ning selle iseloomustavaks näitajaks on selle kasv ehk suurenemine ajaühiku jooksul. Põlemispindala suurenemine sõltub joonpõlemiskiirusest ning määratakse kindlaks põlemispindala geomeetrilise kuju järgi. Geomeetrilise kuju järgi jaotatakse põlemispindala areng ring-, nurk-, ja külgaarenemiseks. Kui tulekahju areneb külgsseinadeni, siis tule levik jätkub risküliku kujuliselt ning arvutustes vaadeldakse arengut riskülikuna. (Danilov jt 1976: 43-45)

Põlemispindala arvutamise valem ringikujulise arengu korral:

$$S_{\tau} = \pi(k * v_j * \tau)^2, \text{ kus} \quad (\text{valem nr. 1})$$

S_{τ} - tulekahju pindala antud ajahetkel (m^2)

k- konstant ($\tau \leq 10$ min siis on koefitsient 0,5; kui $\tau > 10$ min on koefitsient 1)

v_j - joonpõlemiskiirus (m/min)

τ - põlemise kestvus (min). (Danilov jt 1976: 40-41)

Põlemisraadiuse arvutamise valem:

$$r = k * v_j * \tau, \text{ kus} \quad (\text{valem nr. 2})$$

r- põlemisraadius (m)

k- konstant ($\tau \leq 10$ min siis on koefitsient 0,5; kui $\tau > 10$ min on koefitsient 1)

v_j - joonpõlemiskiirus (m/min)

τ - põlemise kestvus (min). (Danilov jt 1976: 43)

Põlemispindala suurenemise kiiruse valem:

$$V_{s(\min)} = \pi * k * v_j^2 * \tau, \text{ kus} \quad (\text{valem nr. 3})$$

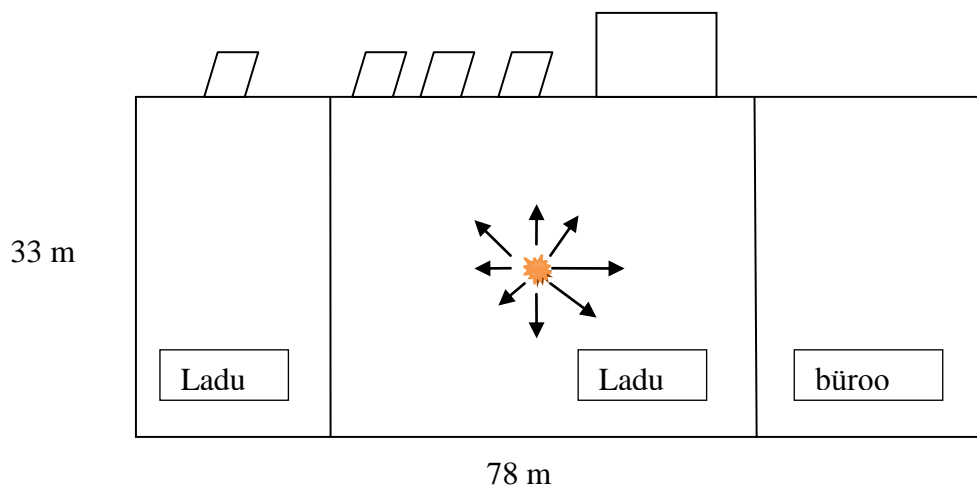
k- konstant ($\tau \leq 10$ min siis on koefitsient 0,5; kui $\tau > 10$ min on koefitsient 1)

v_j - joonpõlemiskiirus (m/min)


τ - põlemise kestvus (min). (Danilov jt 1976: 43-44)

3.1. Map Eesti AS tulekahju matemaatiline modelleerimine.

Võimaliku tulekahju tekkekohaks valis autor paberilao keskosa.



Joonis 1. Paberilao oletatava tulekahju tulekolde asukoht.

 - tulekolle

Jooned- tulekahju leviku suund

Tulekahju arenguga seotud ajalised faktorid (Lisa 1) on arvutatud alljärgneva valemiga ja leitud normatiivaktidest. Ajalised punktid tulekahju puhkemisest kuni tulekahju lokaliseerimiseni.

Vabapõlemise aeg ja selle leidmiseks kasutatavad faktorid:

$$\tau = \tau_{av} + \tau_{kt} + \tau_{vs} + \tau_{s,aeg} + \tau_{har} = 5 + 1 + 1 + 8 + 5 = 20 \text{ min, kus}$$

τ - aeg tulekahju puhkemisest kuni lokaliseerimiseni

τ_{av} - aeg tulekahju puhkemisest tulekahju avastamiseni

τ_{kt} - Kõnetöötlus häirekeskuse poolt – 1 min (PEPK Põhja-Eesti Päästkeskuse valveteenistuse töökorralduse juhend, PEPK direktori 12.02.2010 käskkiri nr 1.1-1/5)

τ_{vs} - Päästemeeskonna väljasõidu aeg – 1 min (Häirekeskuse Põhja-Eesti keskuse põhimäärus)

$\tau_{s,aeg}$ - esimeste päästemeeskondade kohale jõudmiseks kuluv aeg. Sõidukiirused on arvutatud kümne väljasõidu põhjal väljasõiduprotkoli andmete alusel

τ_{har} - aeg kohalejõudmisest kuni voolikuliinide paigaldamiseni (hargnemine)

Meeskondade kohalejõudmise aeg, mis on arvutatud valemiga:

$$\tau_{s,aeg} = \frac{60 * L}{V_{kesk,sk}}$$

$\tau_{s,aeg}$ - päästekomandost sündmuskohale sõitmise aeg

L- tulekahju asukoha kaugus päästekomandost

$V_{kesk,sk}$ - keskmine sõidukiirus

Tabel 4. Päästemeeskondade kohalejõudmise aeg.

päästekomando	Nõmme	Lilleküla	Keila	P5	Mustamäe	Saku
distsants	7 km	13km	14 km	15 km	12 km	9 km
$\tau_{s,aeg}$	8min	18 min	14 min	19	18	12

Tabelis on näha kohalejõudmise ajad, oma väljasõidupiirkonda reageeriv komando (Nõmme) jõuab sündmuspaigale esimesena ning järgnev ressurs suhteliselt võrdselt 4-11 minutilise viivitusega. Kõigil järgnevalt reageerivatel päästeteenistuse masinatel (mis reageerivad aste 4 järgi, või lisajõuna) kulub kohalesõiduks vähemalt sama kaua kui tabelis toodud väljasõidupiirkonna välistel päästekomandodel.

3.2 Tulekahju areng

3.2.1. Tulekahju areng 20. minutil

Põlemispindala arvutamisel olen arvanud erinevatel ajahetkedel, et tekiks ülevaatlilik pilt tulekahju dünaamikast ja vajaminevast ressursi hulgast. Esimesena on arvatud tulekahju areng 20. minutil. Tulekahju on arenenud häirimatult 20 minutit. Kohal on esimesed päästemeeskonnad, teostatud on luure ja esmased hargnemised.

k - $\tau \leq 10$ min siis on koefitsient 0,5; kui $\tau > 10$ min on koefitsient 1

v_j - 0,5 m/min (Põlevmaterjalina arvestatud paberirullid ja paberipakid, euroalused-riiulis keskmiselt 100)

τ -20 min

Põlemispindala arvutamine kahekümnendal minutil (valem nr.1):

$$S_{20} = \pi(k * v_j * \tau_{10} + k * v_j * \tau_{20-10})^2 = \pi(0,5 * 0,5 * 10 + 1 * 0,5 * 10)^2 = 176 \text{ m}^2$$

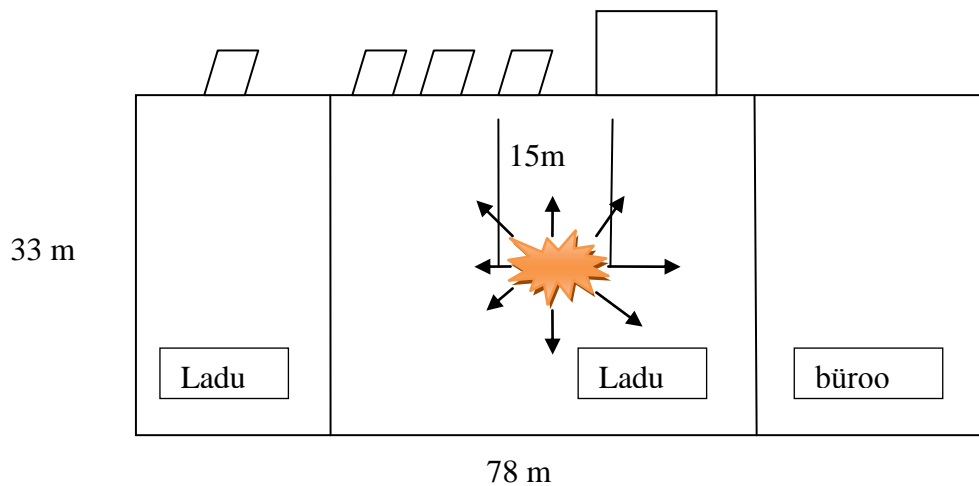
Järgmisena arvan tulekahju põlemisraadiuse kahekümnendal minutil (valem nr.2):

$$r_{20} = k * v_j * \tau_{10} + k * v_j * \tau_{20-10} = 0,5 * 0,5 * 10 + 1 * 0,5 * 10 = 7,5 \text{ m}$$

Põlemispindala suurenemiskiirus kahekümnendal minutil (valem nr 3):

$$\begin{aligned} V_{s(20 \text{ min})} &= \pi * k * v_j^2 * \tau_{10} + \pi * k * v_j^2 * \tau_{20-10} = \\ &= \pi * 0,5 * 0,5^2 * 10 + \pi * 1 * 0,5^2 * 10 = 11,7 \text{ m}^2/\text{min} \end{aligned}$$

Tulekahju vabapõlemise aja jooksul on tulekahju kakskümmend minutit arenenud ringi kujuliselt. Kahekümnendaks minutiks on tulekahju pindala 176 m² raadiusega 7,5 m, areneb kiirusega 11,7 m²/min.



Joonis 2. Paberilao tulekahju parameetrid kahekümnendal minutil.

3.2.2 Tulekahju areng 32. minutil

Selleks ajaks on aste 3 järgi välja saadetud põhi- ja paakautod sündmuskohal, teinud vajalikud hargnemised ning valmis suitsusukeldumiseks.

Valem nr. 1 põlemispindala arvutamiseks (32 minutil):

Arvestades käimasolevat kustutustegevust arvestan konstandi 0,5

$$S_{32} = \pi(k * v_j * \tau_{10} + k * v_j * \tau_{32-10})^2 = \pi(0,5 * 0,5 * 10 + 0,5 * 0,5 * 22)^2$$

$$= 201,1 \text{ m}^2$$

Valem nr.2 põlemisraadiuse arutamiseks (32 minutil)

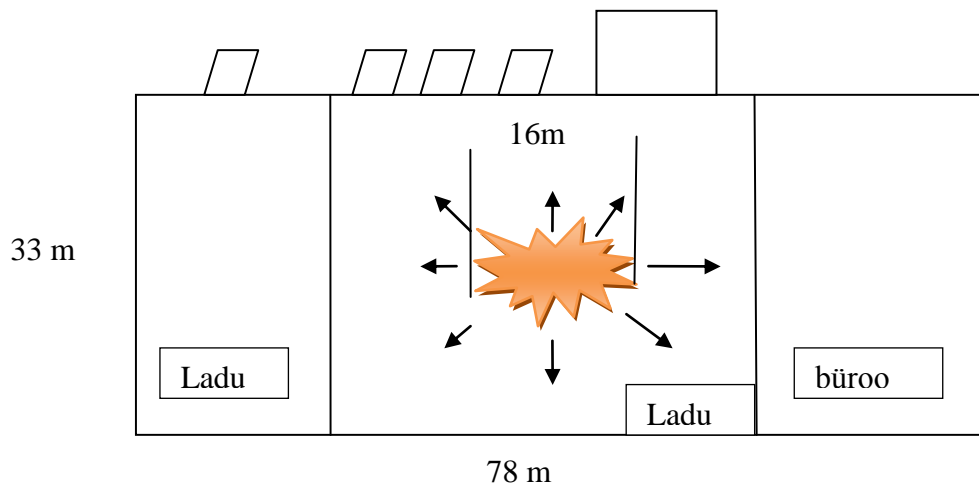
$$r_{32} = k * v_j * \tau_{10} + k * v_j * \tau_{32-10} = 0,5 * 0,5 * 10 + 0,5 * 0,5 * 22 = 8 \text{ m}$$

Valem nr. 3 tulekahju suurenemise kiiruse arutamiseks (32 minutil):

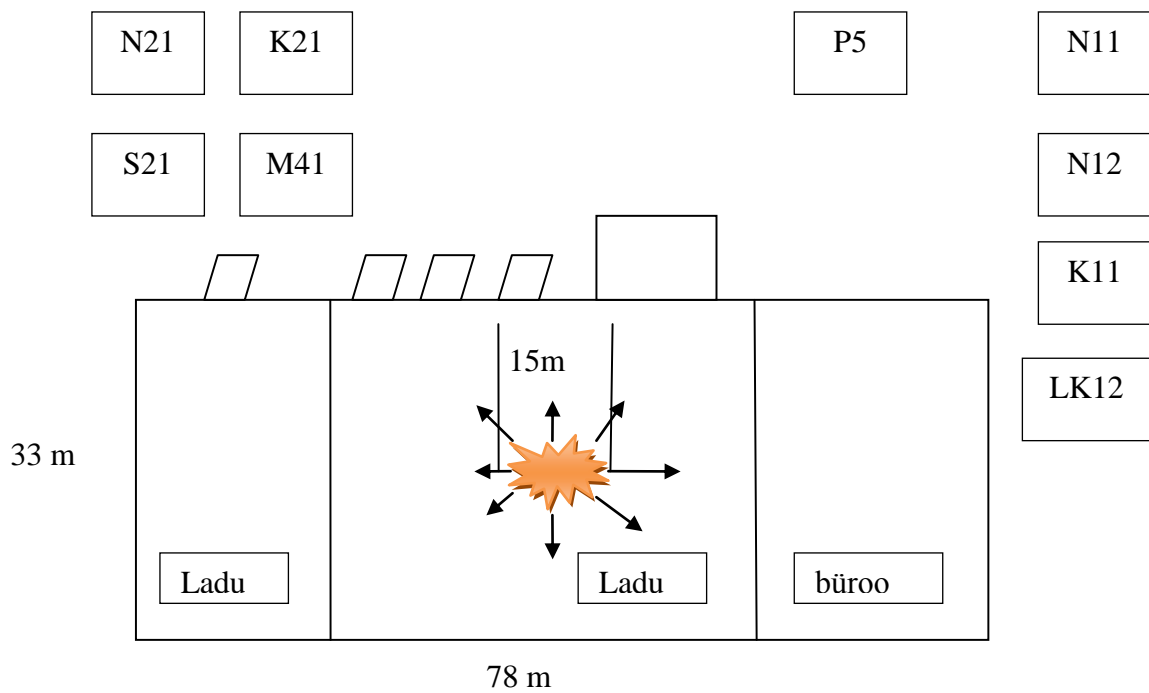
$$V_{s(32 \text{ min})} = \pi * k * v_j^2 * \tau_{10} + \pi * k * v_j^2 * \tau_{32-10} =$$

$$= \pi * 0,5 * 0,5^2 * 10 + \pi * 0,5 * 0,5^2 * 22 = 12,6 \text{ m}^2/\text{min}$$

Kolmekümne teiseks minutiks on põlemispindala 201,1 m², põlemisraadius 8 m ja põlemispindala suurenemiskiirus 12,6 m²/min.



Joonis 3. Paberilao tulekahju parameetrid 32. minutil.



Joonis 4 . Päästemeeskonnad mis reageerisid aste 3 järgi.

Tabel 5. kokkuvõtte arvutuse tulemustest.

τ – tulekahju kestvus (min)	20 min	32 min
S – põlengu pindala	176	201,1
V_s - põlemiskiirus (m^2/min)	11,7	12,6
r- põlemisraadius (m)	7,5	8
$Q_{\text{üld}}$ - kustutusve hulk (l/s)	60	60

Tabelis on kokkuvõtte arvutustulemustest. Tulekahju areng aeglustub tunduvalt peale esimese joa rakendumist.

3.3. Tulekahjul vajaminev ressurss 20. minutil

Kustutamiseks vajaminev veehulk:

Kustutuspindala 20. minutil:

$$S_k = 2 * 10 * r = 2 * 10 * 7,5 = 150 \text{ m}^2$$

S_k -kustutamispindala

$$Q = S_k * I$$

Q- veehulk

I-Veeandmise intensiivsus (l/m^2)

$$Q_{20} = S_k * I = 150 * 0,3 = 45 \text{ l/s}$$

$$I = 0,3 \text{ l/s m}^2$$

Lähtudes vajaminevast veehulgast arvutan kustutusjegade arvu:

$$q_{jb} = 10 \text{ l/s}$$

$$N_{jb} = \frac{Q_{ku}}{q_{jb}} = \frac{45}{10} = 5 \text{ juga}$$

Kaitseks kaks juga:

$$q_{jc} = 5 \text{ l/s}$$

$$N_{jc} = \frac{Q_{ka}}{q_{jc}} = \frac{10}{5} = 2 \text{ juga}$$

Lähtudes jugade arvust on üldine kustutusvee hulk:

$$Q_{\text{uld}} = N_{jb} * q_{jb} + N_{jc} * q_{jc} = 5 * 10 + 2 * 5 = 60 \text{ l/s}$$

3.4 Tulekahjul vajaminev ressurss 32. minutil

Kustutamiseks vajaminev veehulk:

$$\text{Kustutuspinndala} \quad S_k = 2 * 10 * r = 2 * 10 * 8 = 160 \text{ m}^2$$

$$Q_{32} = S_k * I = 160 * 0,3 = 48$$

$$I = 0,3 \text{ l/s m}^2$$

Lähtudes vajaminevast veehulgast arvutan kustutusjugade arvu:

$$q_{jb} = 10 \text{ l/s}$$

$$N_{jb} = \frac{Q_{ku}}{q_{jb}} = \frac{48}{10} = 5 \text{ juga}$$

Kaitseks kaks juga:

$$q_{jc} = 5 \text{ l/s}$$

$$N_{jc} = \frac{Q_{ka}}{q_{jc}} = \frac{10}{5} = 2 \text{ juga}$$

Lähtudes jugade arvust on üldine kustutusvee hulk:

$$Q_{\text{üld}} = N_{jb} * q_{jb} + N_{jc} * q_{jc} = 5 * 10 + 2 * 5 = 60 \text{ l/s}$$

Tulekahjul vajaminev tehnika ja päästjate hulk peale 20. minutit

Lähtuvalt sellest, et vajaminev kustutusvee hulk ei suurenenud peale 20. minutit, siis arvutan üldise ressursi.

Nõutav autopumpade arv:

$$N_p = \frac{Q_{\text{üld}}}{q_p} = \frac{60}{40} * 1,5 = 2$$

q_p - autopump

$$q_p = 40 \text{ l/s}$$

3.5 Sündmuskohal vajaminev isikkooseisu suurus

Isikkooseisu arvutan tehtavate tööde põhjal: seitse suitsusukelduspaari(14), kaks julgustuspaari (4), kolm reservpaari (6), päästetööde juht ja abi (2), suitsusukeldus-

juht(1), kaks abistavat juhti (lõigujuhid) (2), viis autojuhti (kes tegelevad autodega) (5)- kokku 34 päästetöötajat.

Keskmiseks põhiauto koosseisuks arvestan 1+3 kuni 1+4.

Aste 3 puhul reageerib sündmuskohale keskmiste koosseisudega 25 päästetöötajat.

Aste 4 puhul reageerib sündmuskohale keskmiste koosseisudega 37 päästetöötajat. Koosseisud on keskmised ja muutuvad erinevatel põhjustel, kuid suurusjärk peaks jääma samaks.

3.6. Järeldused

Tehnopargid on koondunud linna ümbruses asuvatesse valdadesse. Põhilised piirkonnad on Rae vallas Jüri ümbruses ning Tartu mnt äärses osas Jürist Tallinna linna piirini. Sellele piirkonnale lisandub veel sadamate ümbrus, kuhu on koondunud ja planeeritakse juurde tööstuspiirkonda.

Tehnoparkides on levinumaks hoonetüübiks laohoone, seejärel tööstushoone ja kombineeritud tööstus- ja laohoone.

Kõige suurem hulk tehnoarke on Assaku- ja Muuga päästekomando väljasõidu piirkonnas. Teiste PEPK päästekomandode väljasõidupiirkondades on tehnoarke vähem ja ühtlasemalt jaotunud.

Tulekahju korral tööstus- ja laohoones tuleb arvestada võimaliku suure hulga põlevamaterjalide olemasoluga, suurte pindalade ja mahtudega ning tulekahju arenemise iseärasustega.

Modelleerimise tulemustest selgub, et tulekahju puhul laohoones on tähtis esmaste jugade rakendamise kiirus, mis on otsustava tähtsusega tulekahju arengu pidurdamisel. Võrreldes tulekahju arengut kuni 20. minutini ja sealt edasi 32. minutini on näha, et esmane kustutustegevus pidurdab oluliselt tulekahju arengut.

Kustutustöödel vajamineva ressursi tagab aste 4 järgi reageerivad jõud, mis PEPK on igapäevaselt operatiivses valmisolekus. Antud töös esitatud näite puhul, kui esimesena kohalejõudnud jõud kinnitavad 4 astme minuti jooksul peale sündmuskohale jõudmist, siis jõuavad astme järgi reageerivad jõud sündmuskohale 20 minutiga. See näitab, et linnast väljas asuvates tehnoпаркides kulub jõudude koondamiseks aega, millega peab arvestama esimesena kohalejõudnud meeskond.

3.7. Ettepanekud

Lao või tööstushoone tulekahju korral kinnitada aste 4 peale luure teostamist võimalikult kiiresti, et tagada vajaminev ressurss sündmuskohal.

Töötada välja operatiivkaartide süsteem tööstus- ja laohoonetele, et lihtsustada luure teostamist ja selle kaudu kiirendada esmast kustutustegevust. Süsteem võiks sisaldada tööstus- ja laohoonete paiknemist, hoone operatiivkaarte koos jooniste ja andmetega hoone kohta, vesivarustuse lahendamise võimalusi.

Viia läbi õppusi erinevates tehnoпаркides, et leida taktikaliste ja vesivarustuse lahendamise võimalusi tulekahju olukorras. Tulekahjude operatiivseks kustutamiseks peaks päästekomando liikmed teadma väljasõidupiirkonnas olevate tehnoparkide vesivarustuse võimekust ja hoonestuse iseärasusi, millega tutvumiseks sobivad õppused väga hästi.

Tagada Assaku komandole pidevalt minimaalseks operatiivseks valmisolekuks vähemalt 1+4 meeskond põhiautol ning paakauto. Tehnoпаркides asetleidvate tulekahjude kustutamiseks sobiv tänapäevane ja võimekas põhi- ja paakauto. Sellega tagatakse esmasena reageeriva jõu kvaliteetne sekkumine võimaliku tulekahju arengule.

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli selgitada tehnopargis toimuvale tulekahjule vajaminev päästeressurss Map Eesti AS näitel. Selleks tutvusin töö käigus tööstus- ja laohoonete tuleohutusosalaste nõuetega, uurisin kaardimaterjali ja käisin kohapeal vaatamas tehnoparkide paiknemist. Eesmärgi saavutamiseks kasutasin uuringumeetodina matemaatilist modelleerimist. Lisades töösse ka üldiseid andmeid tehnoparkide kohta üritasin koostada ülevaate reageerivatest jõududest tehnopargis toimuvale tulekahjule.

Uuringu tulemusena selgus, et tehnopargis toimuva tulekahju kustutamiseks on vajalik neljanda astme järgi reageerivat ressursi hulka ning oluline on ka neljanda astme rakendamise aeg. Veel selgus, et enim tehnoparke on Rae vallas ja tulevikuks on tehtud ettevalmistused tehnoparkide rajamiseks ja laiendamiseks.

Järelduste punktis tõin välja, et PEPK on piisavalt ressursi reageerimiseks neljanda astme järgi tehnopargis toimuvale tulekahjule, kuid linnast väljas asuvatele tehnoparkidele kulub aega ja seal on eriti tähtis esimesena reageeriva meeskonna võimekus.

Kaheks olulisemaks ettepanekuks, et parandada valmisolekut tehnopargis toimuvale tulekahjule, pean Assaku päästekomando võimekuse tõstmist ning ettepanekut operatiivkaartide süsteemi loomiseks.

Minu arvates on oluline, et ka edaspidi tegeldaks tööstusaladel asuvate hoonetega ning teostataks neile hoonetele ressursiarvutusi, kuna päästeteenistuselt oodatakse valmisolekut suure materiaalse kahju operatiivseks ja efektiivseks ärahoidmiseks.

SUMMARY

The topic of this diploma thesis is „“. The length of the main part of this thesis is 36 pages. The thesis includes 5 tables and 4 graphs.

The thesis of the diploma is „Usable rescue resources on fire extinguishing, in example of suburban industrial park warehouses“. The content of the thesis consists of 40 pages, including 5 tables and 4 graphs.

The purpose of current thesis was to describe rescue resources needed for fire extinguishing, in example of Map Eesti AS. For that mathematical modeling was used as research method. By including general information about industrial parks, summary of active rescue resources was given.

As the conclusion, it was recognized the need for resources reacting on 4th level and with the same level of reaction time. As well, it was highlighted that the largest amount of industrial parks are in municipality of Rae, with good conditions for further expansion.

It is good to emphasize this once again – rescue resource calculations on industrial areas are very important and has to be continuously considered in future expansions and investments. Only this way good quality rescue service can be guaranteed.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

- Tallinna väikeettevõtluse arendamise programm aastateks 2006-2009, vastu võetud Tallinna Linnavolikogu 23.02.2006 määrus nr.12, jõustunud 02.03.2006 Tallinna õigusaktide register välja otsitud 01.02.10
- (EVS 812-4:2005, Tööstus- ja laohoonete ning garaažide tuleohutus, Eesti Standardikeskus 10.05.2005)
- Tuleohutuse üldnõuded. Vastu võetud siseministri määrusega 8.09.2000, jõustunud 08.09.2000- RTL 2000, 99, 1559
- Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded. Vastu võetud Vabariigi Valitsuse määrusega 27.10.2004, jõustunud 01.01.2005- RT I 2004, 75, 525...RT I 2007, 53, 357
- Šuvalov, M. 1977. Tuletõrje alused [Основы пожарного дела]. Tõlge eesti keelde: K. Tiiksaar. Tallinn, Valgus (Originaal on publitseeritud Издательство литературы по строительству, Москва, 1971)
- Danilov, M., Devlišev, M., Jevtjuškin, N. ja Kimstatš, I. 1976. Tuletõrje taktika [Пожарная тактика]. Tõlge eesti keelde: K. Tiiksaar. Tallinn, Valgus (Originaal on publitseeritud Издательство литературы по строительству, Москва, 1969)
- Talvari, A., Valge, A. 2008. Tööstusettevõtte tuleohutus. Sisekaitseakadeemia
- Drysdale, D. 2003. Tulekahju Dünaamika [An Introduction to Fire Dynamics]. Tõlge eesti keelde Anne Talvari. Andres Talvari. Sisekaitseakadeemia kirjastus. (Originaal on publitseeritud John Willey & Sons 1998)
- Map Eesti AS põhiprojekt koostatud 03.01.2008
- Angle, J., Gala. M., Harlow, D., Lombardo, W., Maciuba, C. 2001. Firefighting Strategies and tactics. Delmar

- Fire safety risk assessment factories and warehouses. 2006. Välja antud Department for Communities and Local Government. London
- Ehitisregister. www.ehr.ee. Välja otsitud 01.01.2010-01.04.2010
- PEPK Põhja-Eesti Päästkeskuse valveteenistuse töökorralduse juhend, PEPK direktori 12.02.2010 käskkiri nr 1.1-1/5)
- Tallinna klastriarenduse programm 2009- 2013.Vastu võetud Tallinna Linnavolikogu otsusega 19.06.2008 nr 136
- Põhja-Eesti Päästkeskuse väljasõiduplaan kinnitanud PEPK direktor 09.12.2009
- Regio kaardirakendus. www.kaart.otsing.delfi.ee - välja otsitud 01.01.2010-01.04.2010
- Maa-ameti kaardirakendus. Maa-ameti kodulehelt www.xgis.maaamet.ee - välja otsitud 01.01.2010-01.04.2010
- Терещнев,В. 2004. Справочник руководителя тушения пожара. Пожкнига Москва

TABELITE JA JOONISTE LOETELU

Tabel 1. Ülevaade Jüri, Mõigu ja Tänassilma tehнопargist.....	12
Tabel 2. Filterpaberiridade kohal leviva tule kiirus.	16
Tabel 3. Põlevmaterialide joonpõlemiskiirus	18
Tabel 4. Päästemeeskondade kohalejõudmise aeg.	24
Tabel 5. Kokkuvõte arvutuse tulemustest.	27
Joonis 1. Paberilao oletatava tulekahju tulekolde asukoht.	22
Joonis 2. Paberilao tulekahju parameetrid kahekümnendal minutil.	25
Joonis 3. Paberilao tulekahju parameetrid 32. minutil.	26
Joonis 4 . Päästemeeskonnad mis reageerisid aste 3 järgi	27

LISA 1. Väljasõidu plaani järgne reageeriv ressurss

Aste 1	Aste 2	Aste 3	Aste 4
Nõmme 12	Nõmme 11	Keila 11	Lilleküla 11
	Nõmme 21	Lilleküla 12	Kesklinna 12
		Saku 21	Lilleküla paak
		Keila 21	Mustamäe 33
		Mustamäe 41	

Pepk väljasõiduplaani järgi tulekahju ja kinnitatud aste 3 puhul Tänassilma külla reageeriv operatiiv ressurss.

Reservi jääb peale aste 4 rakendumist:

Kesklinna 11	Assaku 21	Mustamäe 42
Assaku 11	Kohila 21	Lilleküla 42
Kohila 11	Paldiski 21	
Paldiski 11		

LISA 2. Tehnopargid Harjumaal

Nimi	Asukoht	Kruntide arv	aasta	Pindala	Reageeriv Päästekomando
Ameerikanurga äripark	Rae vald, Kurna küla	76	2010	85 ha	Assaku (5,5 km)
Mõigu tehnoпарк	Rae vald, Peetri küla, Tartu mnt 6 km	47	2005	30 ha	Assaku (4,5 km)
Rae tehnoпарк	Rae vald, Lehmja küla	41	2006	52 ha	Assaku (2,5 km)
Killustiku tehnoпарк	Rae vald, Lagedi alevik	12	2006	7 ha	Assaku (7,5 km)
Kroosi tehnoпарк	Rae vald, Rae küla	16	2008	10 ha	Assaku (2 km)
Iru tehnoпарк	Jõelähtme vald, Iru küla	16	2008	16 ha	Pirita (7,5 km)
Järve äripark	Rae vald, Rae küla	10	loodav	7 ha	Assaku (0,5 km)
Jüri tehnoпарк	Rae vald, Aaviku küla	48	2004	46 ha	Assaku (4,5 km)
Kiili tehnoпарк	Kiili vald, Kiili alev	50	2007	70 ha	Assaku (12 km)
Kiiu tehnoпарк	Kuusalu vald, Kiiu alevik	16	2009	20 ha	Kehra (22 km)
Laagri tehnoпарк	Saue vald, Laagri	6	2005	4 ha	Nõmme (8 km)
Lookivi logistikakeskus	Rae vald, Lehmja küla	-	2006	62	Assaku (2,5 km)
Maardu logistikakeskus	Maardu linn	5	2008	17 ha	Muuga (4 km)
Maardu tehnoпарк	Maardu linn	25	2005	24 ha	Muuga (5,5 km)
Muuga tootmiskinnistud	Jõelähtme vald, Uusküla küla	6	2009	5 ha	Muuga (4 km)
Muuga	Muuga sadama	15	2007	75 ha	Muuga (0,5)

tööstuspark	ümbrus				
Nurmevälja tehnopark	Jõelähtme vald, Iru küla	5	2008	3 ha	Pirita (7,5 km)
Paldiski logistikapark	Paldiski linn	10	2008	12 ha	Paldiski (2 km)
Paldiski tehnopark	Paldiski linn	24	2008	25 ha	Paldiski (2 km)
Paldiski Lõunasadama tööstuspark	Paldiski linn	10	2009	21 ha	Paldiski (5 km)
Põhjaranna Äripark	Maardu linn	63	2009	78 ha	Muuga (1 km)
Rebasepõllu tehnopark	Kiili vald, Vaela küla	12	2009	15	Assaku (7,5 km)
Sinikivi tehnopark	Rae vald, Rae küla	21	2005	30	Assaku (3 km)
Suur Sõjamäe tehnopark	Rae vald, Soodevahe küla	31	2008	11 ha	Kesklinn (9,5 km)
Sweet Valley tehnopark	Rae vald, Lehmja küla	26	2007	60 ha	Assaku (3,5 km)
Tabasalu tehnopark	Harku vald, Tabasalu alevik	12	2007	15 ha	Lilleküla (15 km)
Tallinna tehnopark	Rae vald, Veneküla küla	16	2009	15 ha	Assaku(10 km)
Tänassilma tehnopark	Saku vald, Tänassilma küla	30	2003	35 ha	Nõmme (7 km)
Ringtee laopark (terminal 11)	Rae vald, Rae küla	20	2008	30 ha	Assaku (4,5 km)
Vaida tehnopark	Rae vald, vaid alevik	30	2008	33 ha	Assaku (12,5 km)

LISA 3. Map Eesti AS hoone plaan