

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Kristjan Otti

TULETÕRJELIFTIDE MÕJU EELTEGEVUSTE AJALE  
TÄNAPÄEVASTES KÕRGHOONETES

Lõputöö

Juhendaja:

Ramon Ruotsi, BA

Kaasjuhendaja:

Alar Just, PhD

Tallinn 2015

## ANNOTATSIOON

Päästekolledž	Kaitsmine: juuni 2015
<p>Töö pealkiri eesti keeles: TULETÕRJELIFTIDE MÕJU EELTEGEVUSTE AJALE TÄNAPÄEVASTES KÕRGHOONETES.</p> <p>Töö pealkiri võõrkeeles: FIRE-FIGHTER LIFT'S IMPACT ON ANTE EXERCISE TIME IN MODERN HIGHRISE BUILDINGS</p> <p>Lühikokkuvõte:</p> <p>Käesolev töö on kirjutatud teemal „Tuletõrjeliftide mõju eeltevõtte ajale tänapäevastes kõrghoonetes”. Töö põhiosa koosneb kolmest peatükist ja kaheksast alapeatükist. Lõputöö pikkus on 47 lehekülge, millest 39 moodustab põhiosa. Lõputöö sisaldab 8 lisa, 11 tabelit ja 5 joonist.</p> <p>Lõputöö eesmärgiks on uurida kuidas mõjutab tuletõrjelift tulekahjuolukorras sekkumise õnnestumise kahte parameetrit. Millest esimene on päästemeeskonna kiirus eeltevõtte ajale ja teine ühte töövõimet iseloomustav faktor, pulsisagedus. Lõputöö eesmärgi saavutamiseks püstitatakse järgmised uurimisülesanded: selgitada välja eeltevõtte ajale kõrghoonetes toimuva tulekahjusündmuse korral; koguda andmeid tuletõrjeliftide mõjust eeltevõtte ajale ja päästjate pulsisagedusele; vastavalt kogutud andmetele koostada statistiline analüüs tuletõrjeliftide mõjust eeltevõtte ajale ja päästjate pulsisagedusele; võrrelda saadud tulemusi välisriikides tehtud uuringute tulemustega ning teha ettepanekuid eeltevõtte aja vähendamiseks kõrghoone tulekahjude korral.</p> <p>Käesolevat lõputööd saab kasutada eeltevõtte aja hindamiseks ning eeltevõtte aja lühendamiseks kõrghoone tulekahju korral.</p>	
Lisad (nt CD, DVD jms):	
Võtmesõnad: tuletõrjelift, eeltevõtte aeg, pulsisagedus, sekkumise aeg.	
Võõrkeelsed võtmesõnad: firefighter's lift, ante exercise, time, pulse rate, intervention time.	
Lõputöö seos riiklike arengukavade ja prioriteetidega: Siseministeriumi valitsemisala arengukava 2015-2020; Siseturvalisuse arengukava 2015-2020; Eesti turvalisuspoliitika põhisuunad aastani 2015; Päästemeeti strateegia 2015-2025.	
Säilitamise koht: SKA raamatukogu	
Töö autor: Kristjan Otti	
<p>Olen koostanud lõputöö iseseisvalt. Kõik lõputöö koostamisel kasutatud teiste tööde autorite tööd, seisukohad, kirjalikest allikatest ja mujal allikates saadud info on nõuetekohaselt viidatud. Olen nõus oma lõputöö avaldamisega elektroonilises keskkonnas.</p> <p>Allkiri:</p>	
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja:	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele	
Kaasjuhendaja:	Allkiri:
Kaitsemisele lubatud	
Kolledži direktor:	Allkiri:
Ain Karafin	

# SISUKORD

ANNOTATSIOON.....	2
SISUKORD.....	3
MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU .....	4
SISSEJUHATUS.....	5
<b>1. TEOREETILISED ALUSED.....</b>	<b>8</b>
1.1 Päästesündmuse ajatelg kõrghoone tulekahju korral. ....	8
1.2 Eeltegevused kõrghoone tulekahjusündmuse korral Eestis ja välisriikides. ....	10
1.3 Varasemad välisriikides teostatud uuringud.....	14
<b>2. EMPIIRILINE ANALÜÜS .....</b>	<b>17</b>
2.1 Eksperimendi kirjeldus .....	17
2.2 Andmetötluse meetodika.....	21
<b>3. UURINGU TULEMUSTE ANALÜÜS JA JÄRELDUSED.....</b>	<b>23</b>
3.1 Eeltegevuste aegade analüüs ja järeldused. ....	23
3.2 Päästjate pulsisageduste analüüs ja järeldused.....	31
3.3 Kokkuvõte.....	33
SUMMARY .....	36
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU .....	37
TABELITE JA JOONISTE LOETELU.....	39
LISA 1. I ETAPI HARGNEMISTE AJAD .....	40
LISA 2. II ETAPI HARGNEMISTE AJAD .....	41
LISA 3. III ETAPI AJAD.....	42
LISA 4. 9. KORRUSELE HARGNEMISE PULSISAGEDUSED .....	43
LISA 5. 14. KORRUSELE HARGNEMISE PULSISAGEDUSED .....	44
LISA 6. 19. KORRUSELE HARGNEMISE PULSISAGEDUSED .....	45
LISA 7. SEKKUMISENI KULUNUD AEGADE GRAAFIK.....	46
LISA 8. EELTEGEVUSTE AEGADE NING PULSISAGEDUSTE GRAAFIK KORRUSTE KAUPA .....	47

## MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU

**Eeltegevused** – Eeltegevused kestavad päästesündmusel päästemeeskonna kohalejõudmisest esmase sekkumiseni ning on Päästeameti sündmuskoha tasandi päästetöö korraldamise juhendis kirjeldatud kui minimaalne hulk tegevusi, milleta ei ole päästetegevuse alustamine võimalik või tööohutuse seisukohast lubatud (Päästeamet, 2014).

**Esmased tulekustutusvahendid** – Esmasteks tulekustutusvahenditeks selle töö raames nimetatakse 6 kg pulberkustutit või *high cafs* vahtkustutit.

**Lammutusriistad** – teerajamiseks või lammutamiseks mõeldud tööriistad.

**X- 1 korrus**- tähistatakse põleva korruse all olevat korrust.

**X-2 korrus** – tähistatakse põlevast korrusest kaks korrust allpool olevat korrust.

**l/m** –lööki minutis – kasutatakse pulsisageduse kirjeldamisel.

**Tuletõrjelift** – lift, millel on täiendavad kaitse-, kontrolli- ja signalisatsioonivahendid, mis teevad võimalikuks selle kasutamise üksnes tuletõrjajate vahetu kontrolli all (Eesti standardikeskus, 2011).

**ATS** – Automaatne tulekahjusignalisatsioonisüsteem.

## SISSEJUHATUS

Eesti turvalisuspoliitika põhisuunad aastani 2015 nendib, et ohukahtlusest ohu tõrjumiseni kuluv aeg peab vähenema ja selleks tuleb suurendada päästekomandode võimekust iseseisvaks suitsu sukeldumiseks ja päästetööde tegemiseks maanteetranspordi avariide, ohtlike ainetega toimuvate õnnetuste ning hoonetes kõrgemal kui kolmandal korrusel toimuvate õnnetuste korral (Riigikogu, 2008).

Siseturvalisuse arengukava 2015-2020 eesmärkideks on kiirema abi tagamine ja tulekahjudes hukkunute ja vigastatute ning tulekahjudega kaasnevate varaliste kahjude vähenemine (Siseministeerium, 2015). Ka siseministeeriumi valitsemisala arengukava 2015 – 2018 eesmärkides on välja toodud, et vähendatakse ohtu elule, tervisele ja varale ning tagatakse kiire ja asjatundlik abi (Siseministeerium, 2014).

Päästeameti strateegias 2015 – 2025 on seatud eesmärgiks, et päästesündmusel kannatanuni jõudmise aeg väheneb (Päästeamet, 2014). See tähendab, et aeg päästemeeskonna päästesündmusele kohalejõudmisest kuni kannatanuni jõudmiseni peab vähenema. Paljudes täidesaatva riigivõimu asutuste poolt välja töötatud strateegilised arengukavad sisaldavad eesmärki tagada kiire ja asjatundlik abi ja tulekahjudes hukkunute ja vigastatute ning tulekahjudega kaasnevate varaliste kahjude vähenemine, kuid puuduvad meetmed ehk erinevate tegevuste kogumid, kuidas eesmärk saavutatakse.

Käeoleva ajani puuduvad Päästeameti poolt kehtestatud standardtegevuste juhised kõrghoone tulekahju korral tegutsemiseks, mistõttu loodab autor oma tööga aidata kaasa standardtegevuste juhiste loomisele. Kõrghoonetes päästetöö kiiruse ja kvaliteedi tõstmiseks peab iga päästetöö juht teadma, millised asjaolud mõjutavad inimese elu päästmist kõrghoonetes toimuva tulekahju korral.

Eelnevatel aastatel tehtud lõputöödega on välja selgitatud tegevused ja probleemid eeltegevustel ja päästetegevustel seksioontüüpi korrushoonetes ja uuritud ning analüüsitud väljasõidu ja kohalesõidu protsesse.

Käesolevas töös uuritakse tuletõrjeliftide mõju eeltegevuste ajale päästesündmusel kõrghoonetes. Uurides eeltegevuste ahelat päästesündmuse lahendamisel kõrghoonetes ja tuletõrjeliftide mõju sellele, saame tuvastada tegureid, mis mõjutavad päästesündmusel kannatanuni jõudmise aega.

Lõputöö eesmärk on uurida kuidas mõjutab tuletõrjelift tulekahjuolukorras sekkumise õnnestumise kahte parameetrit, milleks on kiirus, ja ühte töövõimet iseloomustavat faktorit, pulsisagedust.

Lõputöö eesmärgi saavutamiseks püstitatakse järgmised uurimisülesanded:

- Selgitada välja eeltegevused kõrghoonetes toimuva tulekahjusündmuse korral.
- Koguda andmeid tuletõrjeliftide mõjust eeltegevuste ajale ja päästjate pulsisagedusele.
- Vastavalt kogutud andmetele koostada statistiline analüüs tuletõrjeliftide mõjust eeltegevuste ajale.
- Võrrelda saadud tulemusi välisriikide uuringute tulemustega.
- Teha ettepanekuid eeltegevuste aja vähendamiseks kõrghoone tulekahjude korral.

Lõputöös kasutatakse kvantitatiivset andmekogumise- ja analüüsimeetodit. Andmete kogumiseks on eksperiment, mõõtes eeltegevuste aega ja päästjate pulsisagedusi kõrghoonetes ning tuletõrjeliftide mõju nendele.

Lõputöö koosneb kolmest osast. Esimene osa on teoreetiline, mille eesmärgiks on välja tuua teoreetilised alused, millele lõputöö autori töö põhineb. Esimeses peatükis iseloomustatakse eeltegevuste kogumit ning selle eripärasid kõrghoonetes. Kasutades rahvusvahelisi teadusallikaid, tuuakse välja ka välisriikide uuringuid antud teemal.

Teine osa on empiiriline, mille eesmärgiks on tuginedes teoreetilises osas kirjeldatud teguritele koguda andmeid ning neid analüüsida. Andmete kogumiseks on eksperiment ning andmete analüüsimiseks võrreldakse eksperimendi käigus saadud andmete aritmeetilisi keskmisi ning nende statistilist määravust kontrollitakse T- testiga. T- testi väärtus, mis jääb alla 0,05 näitab statistiliselt määravat seost.

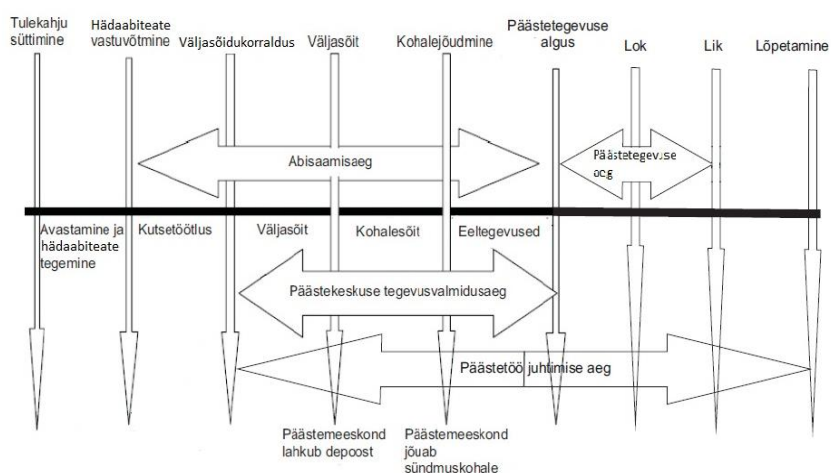
Kolmandas peatükis kogutakse kokku teises osas läbiviidud analüüsi tulemused, mida analüüsitakse, hinnatakse ja võrreldakse esimeses peatükis kajastatud indikaatoritega. Lisaks tuuakse välja analüüsi järeldused ja soovitused eeltegevuste aja lühendamiseks päästesündmustel kõrghoonetes.

Tulenevalt eesmärgist on lõputöö rakenduslik. Autori arvates leiavad lõputöö tulemused rakendust Eesti päästesüsteemis. Autor tänab lõputöö juhendajaid ja kõiki lõputöö valmimisele kaasa aidanud inimesi.

# 1. TEOREETILISED ALUSED.

## 1.1 Päästesündmuse ajatelg kõrghoone tulekahju korral.

Päästesündmuse tegevuste protsessi visualiseerimiseks on loodud ajatelg, mis võimaldab detailsemalt vaadelda abisaamisaega (vt joonis 1). (Päästeamet, 2014) Ajatelg koosneb paljudest etappidest, kus alguspunktiks on tulekahju süttimine ja lõpp-punktiks sündmuse lõpetamine.



Joonis 1: Päästesündmuse ajatelg (Päästeamet, 2014).

Terviklik sekkumiseni kuluv aeg on jagatud viide põhiosasse ja mitmesse alaosasse. Aeg jaotub avastamisajaks, teavitusaajaks, väljasõiduajaks, kohalejõudmise ajaks ja eeltegevuste ajaks. Arvestades kogu reageerimise aega, on oluline näidata kui suurt mõju avaldab sekkumisaaja vähendamine tulekahjule. Mõnedes oludes mõneminutiline aja vähenemine ei mängi suurt rolli tulekahju kustutamisel aga teistel juhtudel 30 sekundiline ajavõit on väga oluline päästetööde edukusele. On teada, et tulekahjus hukkumise tõenäosus ja varaliste kahjude suurus on seoses päästjate sekkumise ajaga. Uuringud näitavad, et põlemisgaaside üldsüttimine toimub keskmiselt 10 minuti jooksul alates tulekahju süttimisest. Põlemisgaaside üldsüttimiseni kuluv aeg sõltub hapniku juurdepääsust koldele ja ruumis olevate esemete põlemiskoormusest. Uuringute kohaselt langeb inimeste ellujäämise tõenäosus pärast põlemisgaaside üldsüttimist märkimisväärselt.



Avastamisaeg oleneb avastamise liigist. Hoonetel, mille tulekahjusignalisatsioonisüsteemi teade juhitakse Häirekeskusesse arvestatakse avastamisajaks null. Ehitisel, kus on tagatud automaatse tulekahjusignalisatsioonisüsteemi keskseadme juures pidev valve, võib seadistada automaatse tulekahjusignalisatsioonisüsteemi sellise viivitusega, et esmajärjekorras saab tulekahjust teada valvepersonal. Kui valvepersonal määratud viivituse jooksul, mis ei või olla ajaliselt pikem kui kolm minutit, ei ole tulekahjuteadet tühistanud, siis edastatakse tulekahjuteade Häirekeskusesse. Tulekahjusignalisatsioonisüsteem võib olla seadistatud tööle ka selliselt, et pideva valve olemasolul edastatakse teade Häirekeskusesse viivitusega ning valve puudumisel edastatakse teade kohe (Siseministerium, 2013). Muudel juhtudel on avastamisaja arvestamine ebamäärane.

Alarmerimise ajaks loetakse aega, mis kulub Häirekeskusel teate saamisest kuni päästemeeskonna väljasaatmiseni. Eestis on Häirekeskusel kutse töötlemiseks vastavalt Vabariigi Valitsuse määrusele nr 18 päästemeeskonna alarmerimiseks üks minut (Vabariigi Valitsus, 2012). Sarnaselt Eestiga on määratletud kutse töötamise aeg ka välisriikides.

Väljasõiduajaks loetakse aega, mis kulub meeskonna teavitamisest päästeauto väljasõiduni. M. Kreegi lõputöös on kirjeldatud Tallinna kahe päästekomando keskmisi väljasõidu ja kohalesõidu aegsid. Kuigi Põhja päästkeskuse töökorralduse juhendi järgi on väljasõidu ajaks kehtestatud 1 minut, oli keskmiseks väljasõiduajaks 80 sekundit (Kreek, 2014).

Kohalesõiduajaks loetakse aega, mis kulub väljasõidust kohale jõudmiseni. Tallinnas on kohalesõidu aja arvestamiseks loodud valem  $y = 149,08x^{0,5621}$ , kus  $y$  on kohalesõiduaeg ning  $x$  teepikkus (Kreek, 2014).

E. Põllu (2013) lõputöös on välja toodud, et elupäästmise ajaliseks kriteeriumiks 10- 11 minutit. Ajaline kriteerium põhineb kahel asjaolul: esiteks, toimub keskmiselt põlemisgaaside üldsüttimine enne kümnendat minutit (Põld, 2013). Teiseks, USA NIST 1661 standardi kohaselt muutub tundlikum inimeste grupp (vanurid, lapsed, haiged) liikumisvõimetuks 11. minutiks (National Institute of Standards and Technology, 2010).

Liites avastamise, alarmeerimise, väljasõidu, kohalesõidu ja eeltegevuste aja, saame lõpliku sekkumiseni kulunud aja.

## **1.2 Eeltegevused kõrghoone tulekahjusündmuse korral Eestis ja välisriikides.**

Antud peatükkides ei ole kirjeldatud kogu standardprotseduuride tegevusjuhiseid kõrghoone tulekahjusündmuse korral, vaid keskendutakse esmase sekkumisega seotud asjaoludele ja tegevustele, mis on määravad käesoleva lõputöö seisukohalt. Autor ei keskendu ka samaaegselt tehtavatele hoonevälistele tegevustele ja juhtimisstruktuuri moodustamisele.

Eeltegevused on minimaalne hulk tegevusi, milleta ei ole päästetegevuse alustamine tänapäevastes kõrghoonetes võimalik või tööohutuse seisukohast lubatud (Päästeamet, 2014). Eeltegevused päästesündmusel kõrghoonetes erinevad suurel määral eeltegevustest seksioontüüpi korrushoonete ja väiksemate hoonete eeltegevustest. Esiteks puudub päästemeeskonnavanemal võimalus koguda piisavalt informatsiooni hoonevälise luurega või viia päästetöid läbi kõrgematel korrustel väljaspool hoonet, seda nii hoone ehituslike iseärasuste poolest kui ka redel- ja tõstukautode parameetritest tulenevatest piirangutest. See tähendab, et päästetööd tuleb läbi viia hoone siseselt. (Tomasson, et al., 2009)

Eestis puuduvad standardtegevuste juhised kõrghoonete tulekahjude korral tegutsemiseks ning sellest tulenevalt lähtub töö autor Sisekaitseakadeemia Päästekolledžis õpetatust ning Päästeameti Põhja Päästekeskuse praktikast.

Eeltegevused saavad alguse päästemeeskonna kohale jõudmisega ning lõppevad esmase tulekahjule sekkumisega.

Esmaselt teostatakse sündmuskohale jõudes luure. Selleks liigub esimesena kohale jõudnud päästemeeskonna vanem hoones ATS keskuse juurde või küsib informatsiooni objekti esindajalt. Kuna kõikides kõrghoonetes ei ole tagatud ööpäevaringne mehitatud valve, tuleb arvestada asjaoluga, et vajaliku informatsiooni kogumine võib võtta palju aega. Luure käigus kogutakse informatsiooni tulekahju, tuleohutuspaigaldiste, tuletõrjelifti ja trepikodade

asukoha kohta ning võimalike kannatanute kohta. Lisaks võetakse vajalikud võtmed ja korruste asendiplaanid.

USA standardtegevuste juhiste kohaselt liigub meeskonnavanem koos meeskonnaga fuajeesse ning võtab kaasa kogu vajaliku varustuse, milleks on määratud hingamisaparaat, raadiojaamad, ketassaag või lammutusriistad, termokaamera ning pakitud voolikud. Võimaluse korral lisaks kaasaskantavad lambid, lisa õhuballoonid ja esmased tulekustutusvahendid. (Los Angeles Fire Department)

Luure käigus kogutakse informatsiooni tulekahju faasi, tulekahju korruse, ATS keskuse asukoha, inimeste arvu ja trepi tüüpide kohta. Lisaks selgitatakse välja kas evakuatsioonitrepikoja ukсед on avatavad ilma võtmeta ja kas hoone on varustatud tulekahju kontrollruumiga. (Los Angeles Fire Department)

Pärast luuret määrab meeskonnavanem hoonesisese liikumisviisi. Liikumisviisi valikust antakse raadiojaama teel teada ka teistele reageerivatele jõududele. (Los Angeles Fire Department)

Eestis ja USAs ei erine luureandmete kogumine ja kaasa võetava varustuse hulk olulisel määral üksteisest, kuid Eesti praktikas puudub seni liikumisviisi valiku teatamise kohustus teistele reageerivatele jõududele.

Liikumisviis on päästetööde juhi otsustada, selle valikule Eestis juhiseid puuduvad. Hoone kõrgusest tulenevalt suureneb sekkumiseni kuluv aeg mida mõjutavad piirangud. Teatavasti on tavaliftide kasutamine tulekahjuolukorras rangelt keelatud. Vastavalt EVS 812-8:2011 „Ehitiste tuleohutus osa 8: kõrghoonete tuleohutus“, on kohustuslik paigaldada kõrghoonesse tuletõrjelift. Tuletõrjelift on lift, millel on täiendavad kaitse-, kontrolli- ja signalisatsioonivahendid, mis teevad võimalikuks selle kasutamise üksnes päästjate vahetu kontrolli all. Standardi kohaselt peab tuletõrjelift olema võimeline liikuma hoone sisenemise tasapinnalt kõige kõrgemale korrusele 60 sekundi jooksul (Eesti standardikeskus, 2011). Lifti kasutamine ei väsita päästjaid ja tulekahju korrusele jõudes ollakse valmis koheselt päästetööde alustamiseks. Tuletõrjelifti kasutusele võtmine võib võtta palju aega mitmetel põhjustel.

Tuletõrjelifti aktiveerimiseks on vajalik spetsiaalse võtme olemasolu. Võtme paiknemisele hoones ei ole Eestis kinnitatud kindlat reeglistikku. Tuletõrjeliftide juhtimis- ja kontrollisüsteemid on samuti väga erinevad ja sõltuvad peamiselt liftide tootjatest. Samuti võivad tuletõrjeliftid paikneda hoones varjatult ja kohtades, kuhu saamiseks on vajalik lisavõtmete hankimine või tuleb kasutada jõuga sisenemist päästjate poolt. Lisaks on paljudes kõrghoonetes tuletõrjeliftide märgistus puudulik.

USA standardtegevuste juhiste kohaselt ei kasutata tuletõrjelifti, kui tulekahju ei asu kõrgemal kui 6. korrusel. Tavaliftide kasutamine tulekahjuolukorras on keelatud. Kui sündmuskohal puudub väljaõppega liftioperaator, siis tuletõrjelifti ei kasutata. (Los Angeles Fire Department)

Inglismaa standardtegevuste juhiste kohaselt tuletõrjeliftide olemasolul, tuleb need kasutusele võtta ja tuua sisenemistasapinna korrusele. Tuleb arvestada sellega, et osad liftid võivad peatuda vaid teatud korrustel. (OPERATIONAL SUPPORT SERVICE HEADQUARTERS, 2007)

Kui hoones ei ole tuletõrjelifte, siis tavaliftide kasutamine tulekahjuolukorras on keelatud. Kõik tavaliftid tuleb suunata esimesele korrusele ja nende ukсед avada. Liftide kasutamise keeld tuleb teatavaks teha kõigile sündmuskohal viibivatele isikutele ja reageerivale ressursile. (OPERATIONAL SUPPORT SERVICE HEADQUARTERS, 2007)

Vastavalt Päästekolledžis õpetatule ja Põhja Päästkeskuse praktikale liigub meeskonnavanem koos päästjatega X-1 korrusele, teostatakse esmane inimeste otsimine ja tulekahju kustutamine esmaste tulekustutusvahendite abil. Samaaegselt moodustab teine suitsusukelduslülili hoones X-1 korruselt voolikusüsteemist tööliini põlevale korrusele ning alustab kustutustöid. Vajadusel luuakse hoonesisene kogunemispunkt ja kannatanute kogumispunkt. Tuletõrjelifti kasutamisel päästesündmusel kõrghoones liigutakse liftiga päästjate turvalisuse tagamiseks X-2 korrusele. Kui tulekustutusrännak teostatakse survestatud tööliiniga, ühendatakse tööliin X-1 korrusel voolikusüsteemi ning hargnetakse põlevale korrusele. Tööliiniga hargnemisel trepikojast ühendatakse sarnaselt liftiga hargnemisele tööliin X-1 korruselt ja liigutakse põlevale korrusele.

USA standardtegevuste juhiste kohaselt liigub esimesena kohalejõudnud päästemeeskond ohutut liikumisviisi kasutades põlevale korrusele, hindab olukorda, edastab informatsiooni päästetööde juhile ja valmistab ette tegevused põlengule sekkumiseks (Los Angeles Fire Department).

Pärast esmase luure teostamist, määrab meeskonnavanem hoonesisese kogunemispunkti asukoha. Hoonesisene kogunemiskoht ei tohi olla kõrgemal kui X-2 korrusel. X-2 korrusele jõudes teostatakse sidekontroll ja hinnatakse korruse olukorda. Kui olukord ei võimalda suitsusukelduse kontrollpunkti loomist, tuleb liikuda korrus allapoole ja hinnata olukorda uuesti. Kõik hargnemised viiakse läbi survestatud tööliiniga X-1 korruselt läbi trepikoja. (Los Angeles Fire Department)

Esmase hargnemise korral peab minimaalselt 4 liikmeline meeskond liikuma X-1 korrusele ja moodustama hoonesisese kogunemispunkti. Kaheliikmeliste lülidena tegutsedes, liigub esimene lüli põlevale korrusele ja teine lüli jääb kogunemispunkti ootele. Lisajõudude saabumisel saab ootele jäänud suitsusukelduslüli vajadusel kasutada. (Los Angeles Fire Department)

USA standardi kohaselt hindab meeskonnavanem kahe alumise korruse olukorda ning nende sobivust kogunemispunktiks ning annab informatsiooni edasi päästetööde juhile. Tuletõrjeliftide kasutamise korral ei tohi liikuda kõrgemale kui X-2 korrusele. X-2 korrusele jõudes liigutakse edasi trepikojast. (Los Angeles Fire Department)

Meeskonnavanem teavitab päästetööde juhti trepikoja asukohast, mida hargnemisel kasutatakse ning olukorrast X-2 ja X-1 korrustel. Tulekolde leidmisel peab suitsusukelduslüli teavitama meeskonnavanemat tulekahju ulatusest, võimalikest levikusuundadest ja kannatanutest. Kui meeskonnal ei õnnestu tulekahju kustutada, tuleb tulekahju levikut piirata ülemistele korrustele ja teavitada päästetööde juhti olukorrast. (Los Angeles Fire Department)

### 1.3 Varasemad välisriikides teostatud uuringud

Islandi päästeteenistus teostas sekkumise aja mõõtmiseks eksperimendi. Eksperiment viidi läbi vastvalminud 20 korruselises hoones Reykjavíkis, et saada informatsiooni trepist liikumise aja kohta. Päästjad olid täisvarustuses, trepikoja laius oli 2,4 m ja trepid 1,3 m laiad, kõik korrused olid 3,5 m kõrgused v.a. esimene korrus mis oli 5,9 m kõrgune. Katses osalenud päästjatel mõõdeti korrustevahelise liikumise aega esimesest korrusest 9. korruseni ja 15. korruseni ning kahel katses osalenud päästjal korrustevahelise liikumise aega 20. korruseni. (Tomasson, et al., 2009)

Päästjate keskmine liikumise kiirus langes ülemistel korrustel. Esimesel üheksal korrusel oli keskmine liikumise kiirus vahemikus 0,38 m/s kuni 0,55 m/s kuid kogu hoone läbimise keskmine kiirus oli vahemikus 0,37 kuni 0,46 m/s. Viimase 5 korruse keskmine kiirus oli vahemikus 0,35 kuni 0,45 m/s. (Tomasson, et al., 2009)

Kui päästjad jõudsid 19. korrusele, pidid nad puhkama kuni tundsid, et on valmis suitsusukeldumiseks. Taastumise aja mõõtmine oli subjektiivne. Päästja A tundis, et oli valmis kui pulss oli 130 l/m (64% maksimumist) ja päästja B kui pulss oli 110 l/m (62% maksimumist). Kõigi päästjate pulss oli 95% maksimumist kui nad jõudsid 9 korrusele. (Tomasson, et al., 2009)

Selle eksperimendi kohaselt olid päästjad valmis teostama suitsusukeldumist kui olid läbinud 645 sekundi jooksul 178 m keskmise kiirusega 0,26 kuni 0,27 m/s. Eeldatavalt kiirus langeb veelgi kõrgemate hoonete puhul. See toob välja tuletõrjeliftide olulisuse kõrghoonetes. Selles eksperimendis ei kasutatud segavaid faktoreid päästjatele (nt inimesed trepikodades kes soovivad abi), mis tähendab, et reaalsel sündmusel võib lisanduda aega põlevale korrusele jõudmiseks. (Tomasson, et al., 2009)

Uuringus selgus, et lõpptulemuse suurim mõjutaja on kohalejõudmise aeg. Antud katse läbiviimisel arvestati päästekomando kauguseks sündmuskohast 2,5 km. Olulisteks mõjutajateks on veel alarmeerimise aeg ja väljasõidu aeg. Nendele järgneb eeltegevuste aeg. Eksperimendis tuvastati, et tuletõrjelifti kasutamine

antud hoones lühendas eeltegevuste aega keskmiselt 2,5 minutit. (Tomasson, et al., 2009)

Austraalia päästeteenistus on välja töötanud päästemeeskonna sekkumise mudeli, mis arvestab päästjate poolt erinevate ülesannete täitmiseks kuluvat aega. See võimaldab arvestada nii samaaegseid kui ka järjestikku toimuvaid tegevusi, mis eelmiste meetodite puhul ei olnud võimalik. Lõpptulemus oleneb kriitilisest ajateljest läbi erinevate tegevuste, mis on ette võetud. Lõplik aeg iseloomustab päästjate tegevusi ja tule levikut kindla hoone näitel. (Australian Fire Authorities Council, 1997)

Uus-Meremaa päästeteenistuse endise ametniku Ed Claridge poolt teostatud uuringus kasutati päästemeeskonna sekkumise mudelit eeltegevuste aja hindamiseks ja arvestati päästemeeskonna kahte liikumise võimalust. Nendeks olid liikumine tuletõrjeliftiga ja liikumine trepikojast. (Claridge, 2010)

Selles analüüsis eeldati, et kaks päästjat, võttes kaasa varustuse, liiguvad koos meeskonnavanemaga X-1 korrusele, ühendavad tööliini voolikusüsteemi ja liiguvad põlevale korrusele kus alustavad kustutustöid. Samaaegselt tagatakse vesi kuivtõusutorudesse autopumbast eeldusel, et hüdrant asub hoone sissekäigust 30 m raadiuses. (Claridge, 2010)

Eeldatavad eeltegevuste ajad 67 korruselises hoones varieeruvad 7 ja 45 minuti vahel, olenevalt põlengu korrusest ja liikumisviisist. Keskmiseks eeltegevuste ajaks hargnemisel trepikojast oli 18 minutit ja tuletõrjelifti kasutades 6 minutit ja 42 sekundit. Nagu eeldatud, oli liikumise aeg tuletõrjelifti kasutades oluliselt kiirem kui trepikojast liikudes. Kasutades tuletõrjelifte jõudmaks 65. korrusele, oli kõige suurem mõju eeltegevuste ajale voolikute ühendamise- ja põlevale korrusele liikumise ajal. Trepikojast liikudes oli kõige suurem mõjutaja eeltegevuste ajale puhkepausidele kuluv aeg ning voolikute ühendamisele kulunud aeg. (Claridge, 2010)

Ameerika Ühendriikides Christian Regenhardi nimelises uuringute keskuses (Christian Regenhard Center for Emergency Response Studies) tehtud kõrghoone

tulekahjule reageerimise simulatsioonis on välja toodud arvutuslikud sekkumiste ajalised väärtused.

Ajaliste väärtuste arvestamise aluseks võeti Ameerika Ühendriikide päästeteenistuse poolt väljatöötatud standardprotseduurid. Päästjate sekkumise ajalised väärtused arvutati tuletõrjelifti kasutades ja liikumisel trepikojast. (Till, 2010)

Mõlema hargnemisviisi puhul algasid päästjate tegevused päästeautost ja kustutustööd toimusid survestatud tööliniga. Lisaks arvestati, et hargnemisel trepikojast teevad päästjad puhkepausi iga kuue läbitud korruse järel. Saadud tulemused näitasid, et hargnemisel trepikojast kulub keskmiselt ühe korruse läbimiseks kõrghoones 1 minut ning hargnemisel tuletõrjeliftiga kulub olenemata tulekahju korrusest keskmiselt 11 minutit. (Till, 2010)



## 2. EMPIIRILINE ANALÜÜS

### 2.1 Eksperimendi kirjeldus

Autor viis läbi eksperimendi tuletõrjeliftide mõju eeltegevuste ajale mõõtmiseks ja analüüsimiseks Tallinnas Viru Väljak 4 aadressil asuvas 23. korruselises Sokos Hotels Viru hotellis. Eksperimendis osalesid Kesklinna, Nõmme, Lilleküla, Pirita, Assaku, Muuga ja Kopli päästemeeskonnad.

Eksperimendi eesmärgiks oli uurida kuidas mõjutab tuletõrjelift tulekahjuolukorras sekkumise õnnestumise kahte parameetrit, milleks on eeltegevuste kiirus ja üks päästja tööõimet iseloomustav faktor: pulsisagedus.

Eksperimendi jaoks tutvustas lõputöö autor kõikidele eksperimendis osalenud päästemeeskondade meeskonnavanematele eksperimendi tingimusi. Enne iga eksperimenti said meeskonnavanemad informatsiooni hargnemise korruse ja päästjate varustuse kohta. Päästjate varustuseks oli määratud hingamisaparaat, lammutusriistad ning esmased tulekustutusvahendid. Täpse eeltegevuste aja saamiseks andis eksperimendi läbiviija meeskonnavanemale raadiojaama teel korralduse alustada tegevustega ning samal ajal alustati ka aja mõõtmist. Kogu aja mõõtmise protsessi eest vastutas eksperimendi läbiviija. Aja fikseerimiseks ülemistel korrustel kaasati eksperimendi läbiviimisele ka Päästekolledži kadette, kelle ülesandeks oli raadiojaama teel teavitada eksperimendi läbiviijat erinevate etappide lõppemisest ning edastada ka suitsusukelduslülili pulsisagedused.

Eksperimendi läbiviimisel ei arvestatud inimeste evakueerumisega hoonest, mis võib eeltegevuste aega pikendada.

Aja mõõtmise alguspunktiks oli päästemeeskonna tegevuste alustamine põhiautost ja lõpp-punktiks hetk, mil suitsusukelduslülili andis etteantud korrusel märku, et on suitsusukeldumise alustamiseks valmis. Eksperiment viidi läbi 10 päästemeeskonnaga, kes teostasid hargnemised erinevatele korrustele nii trepikojast kui ka tuletõrjeliftist.

Eeltegevuste aeg on jagatud etappideks:

- I etapp: Luure (trepikoja ja lifti asukoht ja lifti kasutusele võtmine)
- II etapp: Meeskonna ja varustuse transport põlevale korrusele.
- III etapp: Põleval korrusel suitsusukeldumiseks valmistumine.

Meeskonna kohale jõudes alustas meeskonnavanem koos suitsusukelduslüliliga luuret. Selleks liikus ta fuajees asuva objekti esindaja juurde, kellelt sai informatsiooni tuleohutuspaigaldiste, tulekahju, tuletõrjelifti ja trepikoja asukoha kohta. Samuti sai objekti esindaja käest trepikotta ja tuletõrjelifti ruumi minemiseks vajalikud uksekaardid, lifti kasutuselevõtu instruktsioonid ja korruste asendiplaanid. Luure teostamise ajal fikseeriti suitsusukelduslülil pulsagedused. Objekti esindaja rolli täitis eksperimendi läbiviija. Pärast luure teostamist alustas meeskonnavanem koos päästjatega liikumist põlevale korrusele. Põlevale korrusele jõudes fikseeriti päästjate pulss kahel korral: esmaselt korrusele jõudes ja teisena hetkel kui päästjad olid valmis alustama suitsusukeldumist. Eeltegevuste lõpp-punktiks oli päästjate märguanne valmisoleku kohta suitsusukeldumise alustamiseks.

Hargnemisel trepikojast alustati eeltegevustele kuluvat aja mõõtmist hetkest, mil päästemeeskond alustas tegevusi peasissekäigu eest, päästemeeskonna põhiautost. Fuajeesse liikudes oli meeskonnal kaasas esmased tulekustutusvahendid ja lammutusriistad. Meeskonnavanem koos suitsusukelduslüliliga alustas luuret liikudes fuajeesse, kus sai kontakti objekti esindajaga. Esindajalt sai informatsiooni tulekahju, tuletõrjelifti ja trepikoja asukoha kohta ning trepikotta pääsemiseks vajalikud uksekaardid ja korruste asendiplaanid. Luure teostamise ajal fikseeriti suitsusukelduslülil pulsagedused. Päästemeeskonna tegevuseks pärast luuret oli liikuda vajaliku varustusega trepikotta ja alustada liikumist põlevale korrusele. Põlevale korrusele jõudes fikseeriti päästjate pulsagedused ning etapi läbimiseks kulunud aeg. Põleval korrusel valmistusid päästjad suitsusukeldumiseks. Päästjate märguande peale suitsusukeldumiseks valmisoleku kohta fikseeriti päästjate pulsagedus ning etapi läbimiseks kulunud aeg.

Eeltegevuste aeg mõõdeti hargnemisel üheksandale, neljateistkümnele ja üheksateistkümnele korrusele.

Hargnemisel tuletõrjeliftiga alustati eeltegevustele kulunud aja mõõtmist hetkest, mil päästemeeskond alustas tegevusi peasissekäigu eest päästemeeskonna põhiautost. Meeskonnavanem koos suitsusukelduslüluga alustas luuret liikudes fuajeesse, kus sai kontakti objekti esindajaga, kellelt sai informatsiooni tulekahju, tuletõrjelifti ja trepikoja asukoha kohta ning sai esindajalt trepikotta ja tuletõrjeliftini pääsemiseks vajalikud uksekaardid, tuletõrjelifti aktiveerimiseks vajalikud võtmed ja korruste asendiplaanid. Luure teostamise ajal fikseeriti suitsusukelduslüli pulsisagedused. Päästemeeskonna tegevuseks pärast luuret oli liikuda vajaliku varustusega tuletõrjelifti juurde, aktiveerida tuletõrjesõidu režiim ja alustada liikumist etteantud korrusele. Korrusele jõudes fikseeriti päästjate pulsisagedused ning etapi läbimiseks kulunud aeg.

Etteantud korrusel valmistusid päästjad suitsusukeldumiseks. Päästjate märguande peale suitsusukeldumiseks valmisoleku kohta fikseeriti päästjate pulsisagedus ning etapi läbimiseks kulunud aeg. Tuletõrjeliftiga liiguti etteantud korrustele, milleks olid üheksas, neljateistkümnes ja üheksateistkümnes korrus.

Tuletõrjeliftid asuvad Viru hotellis esimesel korrusel. Tuletõrjelifti kõrval, lüliti kohal asub lifti kasutamise instruksioon. Tuletõrjelifti tuletõrjerežiimi lülitamiseks tuleb liigutada tuletõrjelifti lüliti asendisse „tuletõrjesõit”. Kui lülitus on tehtud, liiguvad 2 lifti esimesele korrusele ja avavad ukсед. Selleks, et liikuda tuletõrjeliftiga, tuleb liftis sees keerata spetsiaalset võtit mis aktiveerib tuletõrjerežiimi. Pärast võtme keeramist tuleb vajutada soovitud korruse nupule. Korrusele jõudes jäävad tuletõrjelifti ukсед lahti ja lift jääb korrusele pidama.

Eeltegevuste ajad ja erinevate etappide pulsisagedused on kogutud eksperimendi käigus kõigi eksperimendis osalenud päästemeeskondade kohta. Andmemassiiv on kogutud MS Excel programmi edasiseks töötlemiseks.

Teoreetilises osas tuvastatud indikaatoritele vastavalt kogus lõputöö autor tuletõrjeliftide mõju uurimiseks järgnevad andmed:

- I etapile kulunud aeg
- II etapile kulunud aeg
- III etapile kulunud aeg
- I etapis mõõdetud pulsisagedus
- II etapis mõõdetud pulsisagedus
- III etapis mõõdetud pulsisagedus

Eeltegevuste aja valimisse kuulub 10 eeltegevuste aega hargnemisel trepikojast 9. korrusele; 5 eeltegevuste aega hargnemisel tuletõrjeliftiga 9. korrusele; 10 eeltegevuste aega hargnemisel trepikojast 14. korrusele; 10 eeltegevuste aega hargnemisel tuletõrjeliftiga 14. korrusele; 10 eeltegevuste aega hargnemisel trepikojast 19. korrusele ja 6 eeltegevuste aega hargnemisel tuletõrjeliftiga 19. korrusele. Kokku 30 eeltegevuste aega trepikojast hargnemisel ja 21 eeltegevuste aega tuletõrjeliftiga hargnemisel. Valimist on eemaldatud eeltegevuste ajad mis sisaldasid vigu või tehnilist riket.

Pulsisageduste valimisse kuulub 20 päästja pulsisagedus trepikojast hargnemisel 9. korrusele; 10 päästja pulsisagedus tuletõrjeliftiga hargnemisel 9. korrusele; 20 päästja pulsisagedus hargnemisel trepikojast 14. korrusele; 20 päästja pulsisagedused tuletõrjeliftiga hargnemisel 14. korrusele; 20 päästja pulsisagedused hargnemisel trepikojast 19. korrusele ja 12 päästja pulsisagedused hargnemisel tuletõrjeliftiga 19. korrusele. Kokku mõõdeti pulsisagedusi 102 korral kolmes etapis, kus pulsisageduste valim oli 306. Valimist on eemaldatud pulsisagedused mis sisaldasid vigu või tehnilist riket.

Eksperimendi analüüsi valimi lihtsamaks vaatlemiseks on koostatud tabelid.

Pulsisageduste valim		Eeltegevuste aegade valim	
9. korrus trepikojast	20	9. korrus trepikojast	10
14. korrus trepikojast	20	14. korrus trepikojast	10
19. korrus trepikojast	20	19. korrus trepikojast	10
9. korrus liftiga	10	9. korrus liftiga	5
14. korrus liftiga	20	14. korrus liftiga	10
19. korrus liftiga	12	19. korrus liftiga	6
Kokku	102	Kokku	51

Tabel 1: Pulsisageduste ja eeltegevuste aegade valimid (autori koostatud).

## 2.2 Andmetöötluse meetodika

Kasutades Exceli andmetötlustarkvara *descriptive statistics*, leiti mõlema uuritava parameetri aritmeetiline keskmine ja standardhälve. Mõningate parameetrite aritmeetilistesse keskmistesse tuleb suhtuda ettevaatlikkusega, kuna mitte kõik jaotusfunktsioonid ei vastanud normaaljaotuse tunnustele. Eksperimendi käigus saadud andmete aritmeetilisi keskmisi võrreldi ning nende statistilist määravust kontrolliti T- testiga. T- testi väärtus, mis jääb alla 0,05 näitab statistiliselt määravat seost.

Enamus nähtusi, olgu nad pärit näiteks ühiskonnast, majandusest või tehnikast, on omavahel mingil määral seotud. Seos võib olla tugevam või nõrgem, funktsionaalne või statistiline. Loomulikult esineb nähtusi, mille vahel seos praktiliselt puudub. Statistika üheks oluliseks ülesandeks on nähtustevaheliste seoste kindlakstegemine, nende seoste tugevuse ja iseloomu määramine ning nähtuste edaspidise käitumise prognoosimine (Käerdi, 2001, p. 4).

Juhuslike suuruste vahelise statistilise sõltuvuse kindlakstegemiseks, selle sõltuvuse iseloomu ja tugevuse uurimiseks ning juhuslike võimaliku tulevikus käitumise prognoosimiseks kasutatakse korrelatsioon- ja regressioonanalüüsi. Korrelatsioonanalüüsi kasutatakse kahe juhusliku suuruse vahelise seose olemasolu, iseloomu ja tugevuse mõõtmiseks. Juhuslikke suurusi käsitletakse

sümmeetriliselt, st on ükskõik, kas rääkida X ja Y vahelisest või Y ja X vahelisest korrelatsioonist. Regressioonanalüüsil jäetakse niisugune sümmeetria kõrvale ja räägitakse ühe juhusliku suuruse sõltuvusest teisest. Kui juhuslik suurus X omandab mingi konkreetse väärtuse  $x_i$ , siis statistilise sõltuvuse olemasolul mõjutab see juhusliku suuruse Y võimalikke väärtusi (Käerdi, 2001, p. 5).

Determinatsioonikordaja on lineaarse regulatsioonimudeliga selgitatavate variatsioonide suhe, mis näitab nähtuste omavaheliste seoste tugevust (Käerdi, 2001, p. 5).

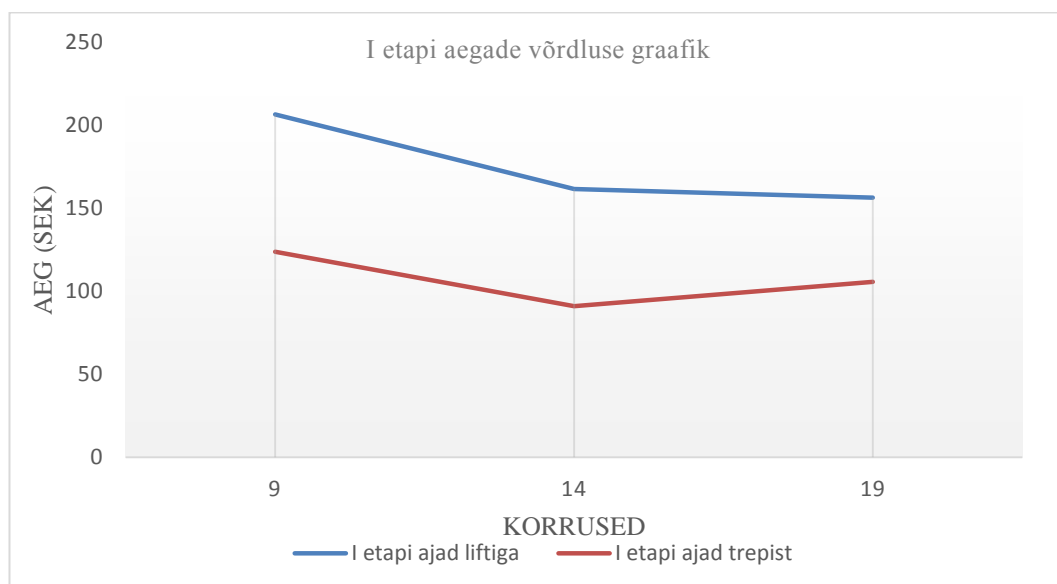
Nähtuste omavahelise seose tugevuse leidmiseks arvutatakse determinatsioonikordaja. Determinatsioonikordaja väärtus on seda tugevam, mida lähemal on see nullile (Käerdi, 2001, p. 18).

Korrelatsioonanalüüsi teostamist lihtsustab MS Exceli tabelarvutuskeskkonnas kasutatavad erinevad funktsioonid, kus erinevate käskude sisestamisel teostab programm ise arvutusi. Nähtustevaheliste seoste uurimise õpik toob välja meetoodika, kuidas kasutada Excelit erinevate analüüside teostamiseks. Teoreetilises osas olid tuvastatud eeltegevuste protsessi indikaatorid X -id. Näiteks eeltegevuste aeg (Y) sõltub tulekahju korrusest (X).

### 3. UURINGU TULEMUSTE ANALÜÜS JA JÄRELDUSED.

#### 3.1 Eeltegevuste aegade analüüs ja järeldused.

I etapis mõõdetud ajad iseloomustavad luure teostamise aega. Põhilised erinevused tekkisid luure teostamisel erinevate hargnemise viiside vahel, mis tulenesid tuletõrjelifti kasutusele võtmise ajast. Keskmiselt on tuletõrjeliftiga hargnemisel luure etapi aeg 2 minutit ja 54 sekundit ning hargnemisel trepikojast 1 minut ja 46 sekundit. See tähendab, et keskmiseks tuletõrjelifti kasutusele võtmise ajaks oli 1 minut ja 8 sekundit. I etapis aegade erinevused trepikojast hargnemisel ja tuletõrjelifti kasutamise vahel olid ka statistiliselt määravad. I etapi aegade erinevused on toodud lihtsamaks vaatlemiseks joonisel 2. Tabelis 2 on välja toodud I etapi aegade keskmised väärtused ning nende erinevuste statistiline määravus. Tabelites 3 ja 4 on välja toodud I etapis mõõdetud keskmiste aegade erinevuste statistiline määravus korruste kaupa erinevate hargnemisviiside korral.



Joonis 2: I etapi aegade võrdluse graafik (autori koostatud).

I etapp	9. korrus	14. korrus	19. korrus
liftiga	206,4 s	161,5 s	156,1667 s
trepist	123,6 s	90,9 s	105,5 s
T-test	4,55E-05	1,23E-07	0,006177

Tabel 2: I etapi aegade tabel korruste kaupa (autori koostatud).

T- test	9k lift	14k lift	19k lift
9k lift		0,061534	0,006313
14k lift	0,061534		0,103178
19 k lift	0,006313	0,103178	

Tabel 3: Liftiga hargnemisel I etapi aegade erinevuste statistiline määravus korruste kaupa (autori koostatud).

T- test	9k trepist	14k trepist	19k trepist
9. k. trepist		0,069941	0,162326
14k trepist	0,069941		0,732095
19k trepist	0,162326	0,732095	

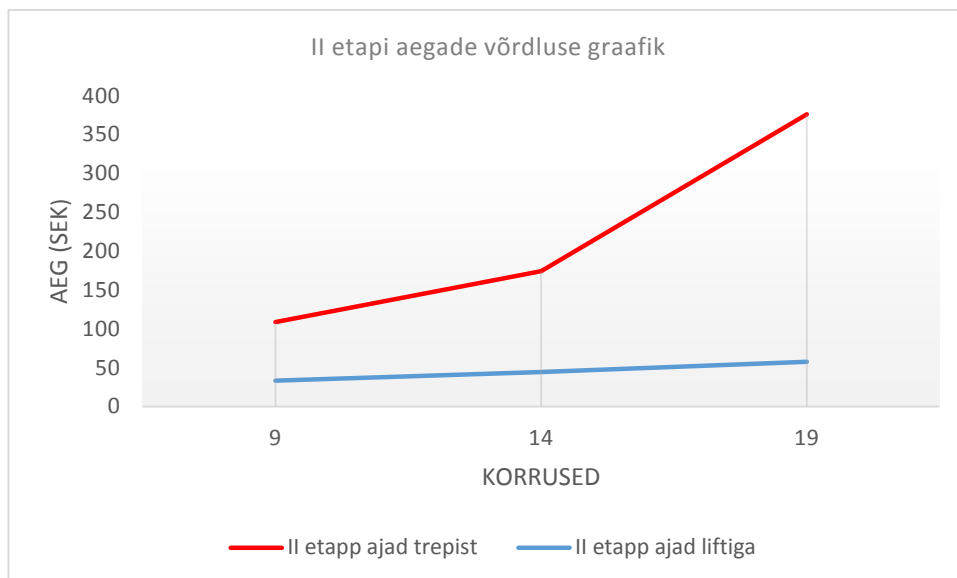
Tabel 4: Hargnemisel trepikojast I etapi aegade erinevuste statistiline määravus korruste kaupa (autori koostatud).

II etapi ajalised väärtused iseloomustavad korrustevahelise liikumise aega. Hargnemisel 9. korrusele trepikojast oli keskmiseks liikumise ajaks 1 minut ja 48 sekundit ja liikumisel tuletõrjeliftiga 33,6 sekundit. Hargnemisel 14. korrusele oli liikumisel trepikojast keskmine aeg 2 minutit ja 54 sekundit ja liikumisel tuletõrjeliftiga 44,6 sekundit. Hargnemisel 19. korrusele trepikojast oli keskmiseks ajaks 6 minutit ja 16 sekundit ning hargnemisel tuletõrjeliftiga 57,67 sekundit. Tabelis 5 on välja toodud II etapi aegade keskmised väärtused korruste kaupa ning nende erinevuste statistiline määravus. Joonisel 3 on näidatud graafikul II etapi aegade erinevused korruste kaupa.

II etapp	9. korrus	14. korrus	19. korrus
Trepist	108,7 s	174,2 s	376,4 s
Liftiga	33,6 s	44,6 s	57,66667 s
T-test	9,00408E-06	1,39706E-06	1,14276E-06

Tabel 5: II etapi ajad korruste kaupa (autori koostatud).





Joonis 3: II etapi aegade võrdluse graafik (autori koostatud).

Liikumiskiirused arvutati lahutades I etapis fikseeritud aegade keskmised väärtused II etapis fikseeritud aegade keskmistest väärtustest, mille tulemus jagati läbitud korruste arvuga. Hargnemisel 9. korrusele trepikojast oli keskmiseks ühe korruse läbimise ajaks 12,07 sekundit ja hargnemisel tuletõrjeliftiga oli korruse läbimise ajaks 3,73 sekundit.

Hargnemisel 14. korrusele trepikojast oli keskmiseks korruse läbimise ajaks 14,6 sekundit ning hargnemisel tuletõrjeliftiga 3,18 sekundit. Hargnemisel 19. korrusele trepikojast oli keskmiseks korruse läbimise kiiruseks 14,65 sekundit ja hargnemisel tuletõrjeliftiga 3,03 sekundit. Selleks, et võrrelda saadud tulemusi varasemalt tehtud uuringutega, arvutati läbitud korrused horisontaalseks vahemaaks valemiga:

$$dist = 2 \times w + \sqrt{L^2 + \left(\frac{H}{2}\right)^2}.$$

(Tomasson, et al., 2009).

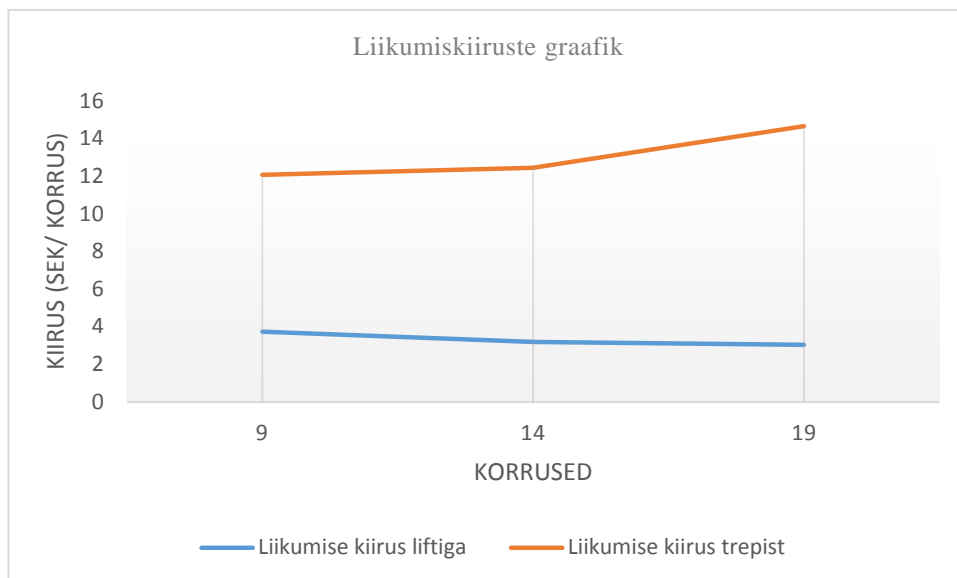
Valemis tähistab **W** trepikoja laiust, **L** ühe trepi astmestiku pikkust ning **H** ühe korruse kõrgust. Saadud arv näitab ühe korruse läbimise vahemaad meetrites. Saadud arv korrutati vastavalt läbitud korruste arvuga ning jagati läbimisele kulunud ajaga, saades kiiruse m/s. Islandil tehtud uuringus arvutati kiirus arvestades kogu eeltegevuste aega, st päästemeeskonna kohalejõudmisest sekkumiseni ning ka ainult liikumise kiirust.

Islandil tehtud uuringu tulemused näitasid, et korrustel 1-9 liikusid päästjad trepikojast hargnemisel keskmiselt 0,38 m/s ning korrustel 15-19 keskmiselt 0,35 m/s. Kogu hoone keskmine liikumise kiirus oli vahemikus 0,38-0,46 m/s. Liikumise kiirus arvestades kogu eeltegevuste aega oli vahemikus 0,26-0,27 m/s (Tomasson, et al., 2009).

Tallinnas teostatud eksperimendi käigus saadud andmete põhjal oli 9. korrusele keskmiseks liikumise kiiruseks 1,006 m/s, 14. korrusele 0,977 m/s ning 19. korrusele 0,613 m/s. Kogu hoone keskmiseks kiiruseks oli 0,865 m/s. Arvestades kogu eeltegevuste aega, oli keskmiseks liikumise kiiruseks 0,32 m/s. Ajalised erinevused kahe uuringu võrdlemisel tulenevad erinevatest standardtegevustest. Islandi päästemeeskond teostas hargnemisi survestatud tööliiniga, mis tähendab, et kaasa võeti suurem kogus raskemat varustust ning aega kulus ka tööliini moodustamisele. Tallinnas läbiviidud eksperimendis kasutasid päästjad esmaseid tulekustutusvahendeid, mis on kaalult kergemad ning mille kasutuselevõtmine ei vaja lisategevusi.

Analüüsides omavahel korrustevahelise liikumise kiiruseid leiti seos korruste arvu ja liikumiskiiruste vahel. Liikumiskiirus ülemistel korrustel langeb oluliselt.

Võrreldes omavahel tuletõrjelifti liikumise kiirusi erinevates etappides leiti, et tuletõrjelifti keskmine kiirus kasvab hargnemisel kõrgematele korrustele. Joonisel 4 on näidatud liikumiskiiruste graafik korruste kaupa.

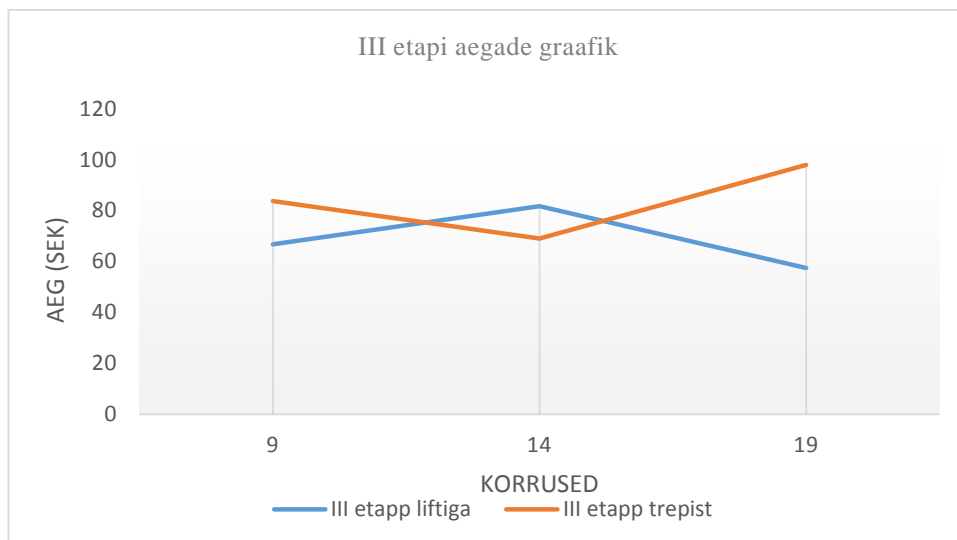


Joonis 4: liikumiskiiruste graafik korruste kaupa (autori koostatud).

III etapis fikseeritud ajad iseloomustavad suitsusukeldumiseks valmistumisele kulunud aega. III etapis fikseeritud aegade aritmeetilisest keskmisest II etapis fikseeritud aegade aritmeetilise keskmise lahutamisel saadi päästjate hingamisaparaati lülitumise keskmine aeg.

Hargnemisel trepikojast 9. korrusele oli keskmine aparaati lülitumise aeg 83,8 sekundit ja hargnemisel tuletõrjeliftiga 66,8 sekundit. Hargnemisel 14. korrusele trepikojast oli keskmine hingamisaparaati lülitumise aeg 69,1 sekundit ja hargnemisel tuletõrjeliftiga 81,7 sekundit. Hargnemisel trepikojast 19. korrusele, oli keskmine hingamisaparaati lülitumise aeg 98 sekundit ja hargnemisel tuletõrjeliftiga 57,5 sekundit.

Korrelatsioonianalüüsiga tuvastati trepikojast hargnemisel mõõdetud III etapi aegade vahel nõrk seos korruselisuse ja suitsusukeldumiseks valmistumise aja vahel. Korruse suurenedes kasvab suitsusukeldumiseks valmistumise aeg. Tabelis 6 on välja toodud III etapi ajad korruste kaupa ning liikumisviiside vaheliste aegade statistiline määravus. Joonisel 5 on näidatud III etapi aegade erinevused korruste kaupa.



Joonis 5: III etapi aegade graafik korruste kaupa (autori koostatud).

III etapp	9. korrus (sek)	14. korrus (sek)	19. korrus (sek)
Trepist	83,8	69,1	98
Liftiga	66,8	81,7	57,5
T-test	0,072249056	0,225702008	0,10753309

Tabel 6: III etapi aegade tabel korruste kaupa (autori koostatud).

Hargnemisel trepikojast 9. korrusele, oli keskmine eeltegevuste aeg 5 minutit ja 16 sekundit ning hargnemisel tuletõrjeliftiga 5 minutit ja 6 sekundit. Kuna aegade erinevused ei ole statistiliselt määravad, saab väita, et 9. korrusele hargnemisel ei anna tuletõrjelifti kasutamine ajalist eelist.

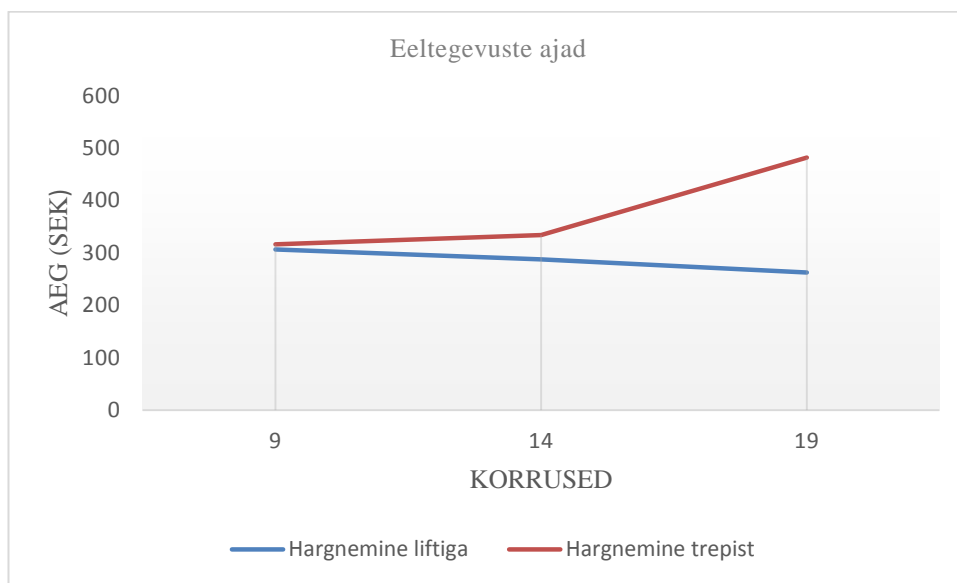
Hargnemisel 14. korrusele trepikojast oli keskmine eeltegevuste aeg 5 minutit ja 34 sekundit ja hargnemisel tuletõrjeliftiga 4 minutit ja 47 sekundit. Sellest tulenevalt annab tuletõrjelifti kasutamine hargnemisel 14. korrusele 46 sekundilise eelise.

Hargnemisel 19. korrusele trepikojast oli keskmine eeltegevuste aeg 8 minutit ja 18 sekundit ning hargnemisel tuletõrjeliftiga 4 minutit ja 22 sekundit. Sellest tulenevalt annab tuletõrjelifti kasutamine hargnemisel 19. korrusele keskmiselt 3 minuti ja 40 sekundilise eelise. Tabelis 7 on välja toodud eeltegevuste ajad korruste kaupa ja nende erinevuste statistiline määravus ning joonisel 6 on välja toodud eeltegevuste aegade graafik korruste kaupa.

Võrreldes omavahel eeltegevuste aegasid korruste kaupa, tuvastas autor, et statistiliselt määrava ajalise eelise saab tuletõrjelifti kasutades hargnemisel 14. ja 19. korrusele.

Eeltegevuste aeg	9. korrus	14. korrus	19. korrus
Trepp	316,1 s	334,2 s	481,9 s
Lift	306,8 s	287,8 s	262,5 s
T. Test	0,586269206	0,024269344	0,000340246

Tabel 7: eeltegevuste aegade tabel korruste kaupa (autori koostatud).



Joonis 6: Eeltegevuste graafik (autori koostatud).

Võrreldes I peatükis väljatoodud USAs tehtud uuringu tulemusi käesoleva töö eksperimendi tulemustega selgus, et eeltegevustele kuluvad ajalised näitajad on erinevad. USA-s tehtud uuringust selgus, et keskmine eeltegevuste aeg saadakse kui ühe korruse läbimiseks kuluvaks ajaks arvestatakse 1 minut (Till, 2010). Eksperimendis saadud andmete analüüsimisel selgus, et selline ajaline väärtus trepikojast hargnemisel on 27 sekundit. Ka need erinevused tulenevad erinevatest standardtegevustest ning varustusest.

Analüüsidest kogu sekkumiseni kulunud aega tuvastas autor, et suurim sekkumiseni kuluva aja mõjutaja on eeltegevuste aeg. Kogu sekkumiseni kuluva aeg saadi liites avastamise-, alarmeerimise-, väljasõidu-, kohalesõidu- ning eeltegevuste aeg. Avastamise aeg hoones kus eksperiment läbi viidi võib olla kuni 3 minutit, olenevalt teavituse liigist. Sellest tulenevalt tehti arvutused kus teavitusajaks arvestati esimesel juhul null ja teisel juhul kolm minutit.

Vastavalt esimeses peatükis välja toodud andmetele määrati alarmeerimise ajaks 1 minut ning väljasõidu ajaks 80 sekundit. Kohalesõidu aja arvutamiseks kasutati esimeses peatükis väljatoodud valemit Tallinna kohalesõiduaegade ennustamiseks, milleks on  $y = 149,08x^{0,5621}$ . Valemis tähistab  $y$  kohalesõiduaega ning  $x$  vahemaad. Hoone kus eksperiment läbi viidi, asub lähimast päästekomandost 1 km kaugusel. Juhul kui lähim päästekomando on sündmusega hõivatud pikeneb kohalesõiduaeg.

Tulemusteks saadi, et 3 minutilise teavitusaja puhul on keskmiseks sekkumise ajaks 9. korrusele kasutades tuletõrjelifti 12 minutit ja 56 sekundit ning hargnemisel trepikojast 13 minutit ja 6 sekundit. Juhul kui teavitusajaks loetakse null on sekkumise ajaks hargnemisel tuletõrjeliftiga 9 minutit ja 56 sekundit ning hargnemisel trepikojast 10 minutit ja 6 sekundit. Eeltegevuste aeg moodustab kogu sekkumise ajast 3 minutilise viivituse puhul trepikojast hargnemise puhul 34,88% . Hargnemisel tuletõrjeliftiga moodustab eeltegevuste aeg kogu sekkumise ajast 34,2%. Juhul kui teavitamise ajaks on null moodustab eeltegevuste aeg sekkumise ajast trepikojast hargnemisel 43,5% ning hargnemisel tuletõrjeliftiga 39,5%.

Hargnemisel 14. korrusele, arvestades teavitamise ajaks 3 minutit on keskmiseks sekkumise ajaks tuletõrjelifti kasutades 12 minutit ja 36 sekundit ning hargnemisel trepikojast 13 minutit 22 sekundit. Hargnemisel trepikojast moodustab eeltegevuste aeg sekkumise ajast 44,9% ning hargnemisel Arvestades teavitamise ajaks null, saadi, et kogu sekkumise aeg hargnemisel tuletõrjeliftiga on 9 minutit 36 sekundit ning hargnemisel trepikojast 10 minutit 22 sekundit.

Hargnemisel 19. korrusele, arvestades teavitamise ajaks 3 minutit, on keskmiseks sekkumise ajaks tuletõrjelifti kasutades 14 minutit ja 12 sekundit ning

hargnemisel trepikojast 17 minutit ja 51 sekundit. Eeltegevuste aeg moodustab kogu sekkumise ajast vastavalt 50,67% ning 35,88%. Arvestades teavitamise ajaks null, on kogu sekkumise aeg hargnemisel tuletõrjeliftiga 9 minutit ja 11 sekundit ning hargnemisel trepikojast 12 minutit ja 50 sekundit. Eeltegevuste ajad moodustavad sekkumise ajast vastavalt 47% ja 62,5%.

Juhul kui teavitusaeeg on null, jääb kogu sekkumise aeg tuletõrjeliftiga hargnemisel kõikidele korrustele alla elupäästmiseks vajaliku 10 minuti. Trepikojast hargnemisel ületab sekkumiseni kuluv aeg kõikide korruste puhul 10 minuti piiri. Juhul kui teavitusajaks on 3 minutit, ületavad kõikidele korrustele ning mõlema hargnemisviisi puhul sekkumisajad 10 minuti piiri.

### 3.2 Päästjate pulsisageduste analüüs ja järeldused.

Katse I etapis päästjate pulsisageduste erinevuste vahel statistilist määravust ei tuvastatud. Reaalsetel sündmustel võivad pulsisagedused olla stressist põhjustatuna kõrgemad kui antud katses mõõdetud. Hargnemisel trepikojast 9. korrusele mõõdeti keskmiseks pulsisageduseks 116,5 l/m ning tuletõrjeliftiga hargnemisel 107 l/m. Hargnemisel trepikojast 14. korrusele mõõdeti keskmiseks pulsisageduseks 126,4 l/m ja tuletõrjeliftiga hargnemisel 120,5 l/m. Hargnemisel trepikojast 19. korrusele mõõdeti keskmiseks pulsisageduseks 124,44 l/m ja tuletõrjeliftiga hargnemisel 131,08 l/m.

Tabelis 8 on välja toodud I etapis mõõdetud pulsisagedused erinevate hargnemisviiside korral ning nende erinevuste statistiline määravus.

I etapi pulsid	9. korrus	14. korrus	19. korrus
trepp	116,55 l/m	126,4 l/m	124,4444 l/m
lift	107 l/m	120,5 l/m	131,0833 l/m
T-test	0,180980739	0,249863804	0,33234668

Tabel 8: I etapi pulsisagedused korruste kaupa ning nende erinevuste statistiline määravus (autori koostatud).

II etapi pulsisagedused iseloomustavad liikumisel füüsiliste koormuste erinevust. Hargnemisel trepikojast 9. korrusele oli keskmine pulsisagedus 159,2 l/m ja hargnemisel tuletõrjeliftiga 95,11 l/m. Hargnemisel trepikojast 14. korrusele oli keskmiseks pulsisageduseks 173,52 l/m ja hargnemisel tuletõrjeliftiga 105,1 l/m. Hargnemisel trepikojast 19. korrusele oli keskmiseks pulsisageduseks 166,73 l/m ja hargnemisel tuletõrjeliftiga 107,16 l/m.

Tabelis 9 on välja toodud II etapis mõõdetud pulsisageduste keskmised väärtused erinevate liikumisviiside ja korruste kaupa ning on välja toodud nende erinevuste statistiline määravus.

T-testide väärtustest saab järeldada, et II etapis mõõdetud pulsisageduste erinevused erinevate liikumisviiside korral on statistiliselt määravad ning tuletõrjelifti kasutamine on päästjatele vähem koormav.

II etapp	9. korrus	14. korrus	19. korrus
Trepikojast	159,2 l/m	173,5263158 l/m	166,7368 l/m
Liftiga	95,11111111 l/m	105,1 l/m	107,1667 l/m
T-test	2,70411E-07	9,35432E-19	4,4704E-09

Tabel 9: II etapi keskmised pulsisagedused ning nende erinevuste statistiline määravus (autori koostatud).

Hargnemisel trepikojast 9. korrusele, oli keskmiseks pulsisageduseks III etapis 136,7 l/m ja hargnemisel tuletõrjeliftiga 100 l/m. Hargnemisel trepikojast 14. korrusele oli keskmiseks pulsisageduseks 157,57 l/m ja hargnemisel tuletõrjeliftiga 120,5 l/m. Hargnemisel trepikojast 19. korrusele, oli keskmiseks pulsisageduseks 149,94 l/m ja hargnemisel tuletõrjeliftiga 123,33 l/m.

Tabelis 10 on välja toodud III etapis mõõdetud pulsisageduste keskmiste väärtuste erinevuste statistiline määravus erinevate liikumisviiside korral ja korruste kaupa.

III etapi pulss	9. korrus	14. korrus	19. korrus
Trepikojast	136,7 l/m	157,5789474 l/m	149,947368 l/m
Liftiga	100 l/m	120,5 l/m	123,333333 l/m
T. Test	0,000101566	1,7719E-10	0,00106717

Tabel 10: III etapi keskmised pulsisagedused ning nende erinevuste statistiline määravus (autori koostatud).



Katse III etapis lülitusid päästjad hingamisaparaati ja andsid märku kui olid valmis suitsusukeldumise alustamiseks. Tuvastati, et kõrgematele korrustele hargnemistel päästjate pulsisagedus taastub hingamisaparaati lülitumise ajal oluliselt. Trepikojast hargnemisel päästjate pulsisagedus taastub ja kõrgematele korrustele tuletõrjeliftiga hargnemisel päästjate pulsisagedus tõuseb.

Tabelites 11 ja 12 on välja toodud II ja III etapis mõõdetud pulsisageduste erinevused korruste kaupa ning nende erinevuste statistiline määravus. Lisas 8 on välja toodud eeltegevuste aegade ning pulsisageduste graafik korruste kaupa.

Trepikojast	II etapp	III etapp	T-test
9. korrus	159,2 l/m	136,7 l/m	0,000406
14. korrus	173,5263 l/m	157,5789 l/m	0,000186
19. korrus	166,7368 l/m	149,9474 l/m	0,016954

Tabel 11: II ja III etappide keskmiste pulsisageduste erinevused ning nende statistiline määravus (autori koostatud).

Liftiga	II etapp	III etapp	T-test
9. korrus	95,11111 l/m	100 l/m	0,562274
14. korrus	105,1 l/m	120,5 l/m	0,001226
19. korrus	107,1667 l/m	123,3333 l/m	0,040021

Tabel 12: II ja III etappide pulsisageduste erinevused ning nende statistiline määravus (autori koostatud).

### 3.3 Kokkuvõte

Antud töö eesmärgiks oli uurida ning analüüsida tuletõrjeliftide mõju eeltegevuste ajale tänapäevastes kõrghoonetes. Selleks analüüsis autor 10 päästemeeskonna eeltegevuste aegasid ning päästjate pulsisagedusi kõrghoonetes.

Esiteks selgitas autor välja millised indikaatorid mõjutavad eeltegevuste protsessi kõrghoonetes. Selgus, et eeltegevuste protsessi mõjutavad tuletõrjeliftide kasutamine, päästjate füüsiline ettevalmistus ja hoone korruselisus. Autor uuris täpsemalt hargnemiste aega liikumisel trepikojast ja liikumisel tuletõrjeliftiga.

Teiseks, tuli koguda andmeid tuletõrjeliftide mõjust eeltegevuste ajale. Andmete kogumiseks teostas töö autor eksperimendi. Eksperiment viidi läbi Tallinnas Viru Väljak 4 aadressil asuvas 23. korruselises Sokos Hotels Viru hotellis. Eksperimendis osalesid Kesklinna, Nõmme, Lilleküla, Pirita, Assaku, Muuga ja Kopli päästekomandode päästjad.

Kolmandaks vastavalt kogutud andmetele koostas autor statistilise analüüsi tuletõrjeliftide mõjust eeltegevuste ajale. Eksperimendi käigus saadud valimi töötlemiseks kasutas lõputöö autor MS Excel keskkonda, kuhu andmemassiiv koguti edasiseks töötlemiseks. Kasutades saadud andmete statistilisi keskmisi ja korrelatsioon analüüsi saavutas autor statistilisi väärtusi hindamaks tuletõrjeliftide mõju eeltegevuste ajale.

Uuringu tulemused näitasid, et hargnemisel 9. korrusele ei ole ajalist erinevust tuletõrjelifti kasutamise ja trepikojast hargnemise vahel. Hargnemisel trepikojast oli keskmiseks eeltegevuste ajaks 5 minutit ja 15 sekundit ning kasutades tuletõrjelifti oli keskmiseks eeltegevuste ajaks 5 minutit ja 6 sekundit. Statistiliselt määravad erinevused olid päästjate pulsisagedustes, kuid need omakorda suitsusukeldumiseks valmistumise aega ei mõjutanud.

Hargnemisel 14. korrusele tuvastati statistiliselt määrav ajaline erinevus tuletõrjeliftiga hargnemise ja trepikojast hargnemise aegade vahel. Keskmine eeltegevustele kulunud aeg trepikojast hargnemisel oli 5 minutit ja 34 sekundit ning tuletõrjelifti kasutades 4 minutit ja 47 sekundit. 14. korrusele hargnemine tuletõrjeliftiga andis keskmiselt 46,4 sekundilise edu. Ka pulsisageduste erinevused tuletõrjelifti kasutamise ja trepikojast hargnemise puhul olid statistiliselt määravad kuid suitsusukeldumiseks valmistumise aegades statistiliselt määravat erinevust ei tuvastatud.

Hargnemisel 19. korrusele tuvastati suured ajalised erinevused eri hargnemisviiside vahel. Hargnemisel trepikojast oli eeltegevuste aeg 8 minutit ja 8 sekundit ning hargnemisel tuletõrjeliftiga 4 minutit ja 22 sekundit. Trepikojast hargnemisel vähenes ülemistel korrustel ka liikumise kiirus. Pulsisageduste erinevused korrusele jõudes ning suitsusukeldumise alustamisel olid

hargnemisviiside vahel statistiliselt määravad kuid suitsusukeldumiseks valmistumise aegade erinevuste vahel statistilist määravust ei tuvastatud.

Eksperimendis saadud keskmiste eeltegevuste ajaliste väärtuste liitmisel avastamise-, alarmeerimise-, väljasõidu- ning kohalesõidu aegadega selgus, et keskmised sekkumiseni kulunud ajad ületasid elupäästmiseks vajaliku 10 minuti piiri. Autor rõhutab, et eksperiment viidi läbi ideaaltingimustes, kus päästemeeskonna vanemad said koheselt vajaliku informatsiooni ning vajalikud võtmed. Samuti teostati hargnemised esmaste tulekustutusvahenditega. Survestatud tööliini kasutamisel kulub eeltegevustele rohkem aega. Lisas 7 on näidatud sekkumiseni kulunud ajad korruste kaupa.

Vastavalt EVS 812-8:2011 „Ehitiste tuleohutus osa 8: kõrghoonete tuleohutus“, on kohustuslik paigaldada kõrghoonesse tuletõrjelift. Vastavalt standardile loetakse kõrghooneks hoonet, mille kõrgus on suurem kui 8 korrust ( korruste hulka ei loeta ülemist tehnilist korrust), või hoonet mille kõrgeima korruse põranda kõrgus on planeeritud maapinnast üle 24 meetri kõrgusele (Eesti standardikeskus, 2011).

Standardi kohaselt on tuletõrjelift ette nähtud inimeste evakueerimiseks (Eesti standardikeskus, 2011). Autori arvates, peaks kaaluma standardi muutmist ning lisama tuletõrjelifti eesmärgiks eeltegevuste aja vähendamise tulekahju korral. Hetkel ei ole eeltegevuste aja vähendamine eesmärgiks seatud ja ka tehnilised lahendused seda ei toeta. Kuigi tuletõrjelifti liikumise kiirus on keskmiselt neli korda kiirem kui trepist liikudes, annab tuletõrjelift kõrgematele korrustele reageerimiseks siiski liialt väikse ajalise eelise. Tuletõrjelifti positiivset mõju eeltegevuste ajale saab suurendada, vähendades tuletõrjelifti kasutuselevõtu aega. Eksperimendi tulemustest selgus, et keskmiselt võtab tuletõrjelifti kasutuselevõtmine aega 68 sekundit. Teise võimalusena toob autor välja kõrghoone turvameeskonna koolitamise, mille läbimisel on objekti turvameeskond võimeline edukalt edastama vajalikku informatsiooni ning käsitleda tuletõrjelifti tulekahjusündmusel. Lõputöö autor pakub välja edasisteks uuringuteks eeltegevuste aegade analüüsi kõrghoonetes kasutades survestatud tööliini ning majaväliseid tegevusi arvestades.

Samuti aitaks eeltegevuste aja vähendamisele kaasa standardtegevuste juhiste väljatöötamine kõrghoone tulekahju korral. Selle eksperimendi raames andis töö autor täpsed eeltegevuste juhised kuid reaalsel sündmusel võivad need olla erinevad ning sellest tulenevalt võivad ka eeltegevuste ajad erineda eksperimendis saadud aegadest.

## **SUMMARY**

Present course work topic is „ Firefighters lift impact on ante-exercise in modern high-rise buildings”. Work consists of three basic chapters and twelve subchapters. Length of the course work is 43 pages, which of 36 pages are basic part. Work includes 6 extras, 9 drawings and 11 tables.

The course work purpose is to examine how firefighters lift impacts two parameters of successful fire intervention, which are speed and one of the parameters of firefighter working capacity – pulse rate. Quantitative research method is used. For collecting data author made an experiment by measuring ante exercise times with different intervention methods- using firefighter’s lifts and egress on stairs.

Author pointed out several problems that occur during on site activation. First problem was the firefighter’s lifts activation time, which is too long. Secondly standard does not support firefighter’s lift usage in primary intervention and needs to be updated.

The times measured in the experiment are shorter than in research by other authors due to different first intervention strategy. Although times measured are shorter, the first intervention time is still longer than 10 minutes necessary for successful rescue.

## VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

- Australian Fire Authorities Council, 1997. *The Fire Brigade Intervention Model*, Melbourne: s.n.
- Eesti standardikeskus, 2011. *EHITISTE TULEOHUTUS Osa 8: Kõrghoonete tuleohutus*, Tallinn: Eesti standardikeskus.
- Glaridge, E., 2010. *Assessment and Validation of the Fire Brigade Intervention Model for use within New Zealand and Performance-Based Fire Engineering*, Christchurch: s.n.
- Kreek, M., 2014. *PÕHIAUTODE VÄLJASÕIDU NING KOHALESÕIDU PROTSESSI ANALÜÜS TALLINNAS*. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Käerdi, H., 2001. *Nähtustevaheliste seoste uurimine*. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Los Angeles Fire Department, n.d. *High rise operations manual*, Los Angeles: s.n.
- National Institute of Standards and Technology, 2010. *NIST Technical note 1661, Report on Residential Fireground Field Experiments*. s.l.:s.n.
- OPERATIONAL SUPPORT SERVICE HEADQUARTERS, 2007. *STANDARD OPERATING PROCEDURES FOR FIGHTING FIRES IN HIGHRISE BUILDINGS*, Humberstone: s.n.
- Pöld, E., 2013. *I JUHTIMISTASANDI STANDARDTEGEVUSTE JUHISTE (SOP) VÄLJATÖÖTAMINE PÄÄSTETÖODEL ELUPÄÄSTEVÕIMEKUSE TAGAMISEKS SEKTSIOONTÜÜPI KORRUSHOONETES*, Tallinn: s.n.
- Päästeamet, 2014. *Päästeameti strateegia 2015-2025*, Tallinn: s.n.
- Päästeamet, 2014. *Sündmuskoha tasandi päästetöö korraldamise juhend*, Tallinn: s.n.
- Riigikogu, 2008. *Turvalisuspoliitika põhisuunad aastani 2015*, Tallinn: Riigiteataja.
- Siseministerium, 2013. *Nõuded tulekahjusignalisatsioonisüsteemile ja ehitised, kus tuleb automaatse tulekahjusignalisatsioonisüsteemi tulekahjuteade juhtida Häirekeskusesse*, s.l.: Riigiteataja.
- Siseministerium, 2014. *Siseministeriumi valitsemisala arengukava 2015-2018*, Tallinn: Siseministerium.
- Siseministerium, 2015. *Siseturvalisuse arengukava 2015-2020*, Tallinn: s.n.
- Till, R., 2010. *MODELING INITIAL RESPONSE: FIREFIGHTER HIGH-RISE ACCESS TIME SIMULATION*, New York: s.n.

Tomasson, B., Bengtsson, J., Thorsteinsson, D. & Karlsson, B., 2009. *A Probabilistic Risk Analysis Methodology for High-rise Buildings taking into Account Fire Department Intervention Time*, Reykjavik: s.n.

Vabariigi Valitsus, 2012. *Hädaabiteadete menetlemise kord ja hädaabiteadete menetlemiseks vajalikele vahenditele esitatavad nõuded*, Tallinn: s.n.

## TABELITE JA JOONISTE LOETELU

Tabel 1: I etapi aegade tabel korruste kaupa.....	24
Tabel 2: II etapi ajad korruste kaupa.....	24
Tabel 3: III etapi aegade tabel korruste kaupa .....	28
Tabel 4: eeltegevuste aegade tabel korruste kaupa .....	29
Tabel 5: I etapi pulsisageduste tabel .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 6: I etapi aegade erinevuste statistiline määravus liftiga hargnemisel .	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 7: I etapi aegade erinevuste statistiline määravus trepikojust hargnemisel .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Tabel 8: II etapi keskmised pulsisagedused ning nende erinevuste statistiline määravus .....	32
Tabel 9: III etapi keskmised pulsisagedused ning nende erinevuste statistiline määravus .....	32
Tabel 10: II ja III etappide keskmiste pulsisageduste erinevused ning nende statistiline määravus .....	33
Tabel 11: II ja III etappide pulsisageduste erinevused ning nende statistiline määravus .....	33
Joonis 1: Päästetööde ajatelg.....	8
Joonis 2: I etapi aegade võrdluse graafik .....	23
Joonis 3: II etapi aegade võrdluse graafik.....	25
Joonis 4: liikumiskiiruste graafik korruste kaupa .....	27
Joonis 5: III etapi aegade graafik korruste kaupa.....	28

## LISA 1. I ETAPI HARGNEMISTE AJAD

Etapp	Korrus	Trepikojast	Liftiga
I	9	155	190
I	9	125	225
I	9	105	180
I	9	150	220
I	9	125	217
I	9	120	NA
I	9	130	NA
I	9	102	NA
I	9	80	NA
I	9	144	NA
I	14	87	155
I	14	132	193
I	14	83	176
I	14	69	155
I	14	80	124
I	14	104	141
I	14	95	156
I	14	93	178
I	14	79	165
I	14	87	172
I	19	125	135
I	19	129	156
I	19	165	161
I	19	114	134
I	19	80	141
I	19	104	210
I	19	82	NA
I	19	72	NA
I	19	112	NA
I	19	72	NA



## LISA 2. II ETAPI HARGNEMISTE AJAD

Etapp	Korrus	Trepikojast	Liftiga
II	9	265	230
II	9	262	255
II	9	228	210
II	9	293	260
II	9	208	245
II	9	225	NA
II	9	202	NA
II	9	168	NA
II	9	184	NA
II	9	288	NA
II	14	232	185
II	14	333	234
II	14	247	221
II	14	256	211
II	14	260	209
II	14	187	179
II	14	293	195
II	14	311	214
II	14	222	203
II	14	310	210
II	19	454	177
II	19	504	203
II	19	560	203
II	19	429	195
II	19	304	182
II	19	387	323
II	19	280	NA
II	19	278	NA
II	19	358	NA
II	19	285	NA

### LISA 3. III ETAPI AJAD

Etapp	Korrus	Trepikojast	Liftiga
III	9	330	310
III	9	382	310
III	9	300	288
III	9	380	330
III	9	281	296
III	9	310	NA
III	9	317	NA
III	9	255	NA
III	9	248	NA
III	9	358	NA
III	14	280	244
III	14	393	313
III	14	289	290
III	14	303	262
III	14	345	263
III	14	257	262
III	14	385	305
III	14	370	323
III	14	325	292
III	14	395	324
III	19	572	232
III	19	604	257
III	19	656	269
III	19	472	237
III	19	346	257
III	19	560	376
III	19	339	NA
III	19	536	NA
III	19	414	NA
III	19	320	NA

## LISA 4. 9. KORRUSELE HARGNEMISE PULSISAGEDUSED

I etapp		II etapp		III etapp	
Trepist	Liftiga	Trepist	Liftiga	Trepist	Liftiga
125	128	171	96	159	114
120	94	160	105	150	120
96	91	165	108	107	70
113	83	177	68	117	110
117	136	169	130	149	90
98	103	149	96	126	100
117	111	155	89	140	104
109	114	143	79	116	92
133	103	168	85	155	NA
103	NA	146	NA	125	NA
148	NA	188	NA	180	NA
129	NA	134	NA	137	NA
94	NA	135	NA	114	NA
150	NA	182	NA	142	NA
100	NA	152	NA	117	NA
128	NA	183	NA	170	NA
118	NA	159	NA	150	NA
115	NA	164	NA	130	NA
122	NA	149	NA	130	NA
96	NA	135	NA	120	NA

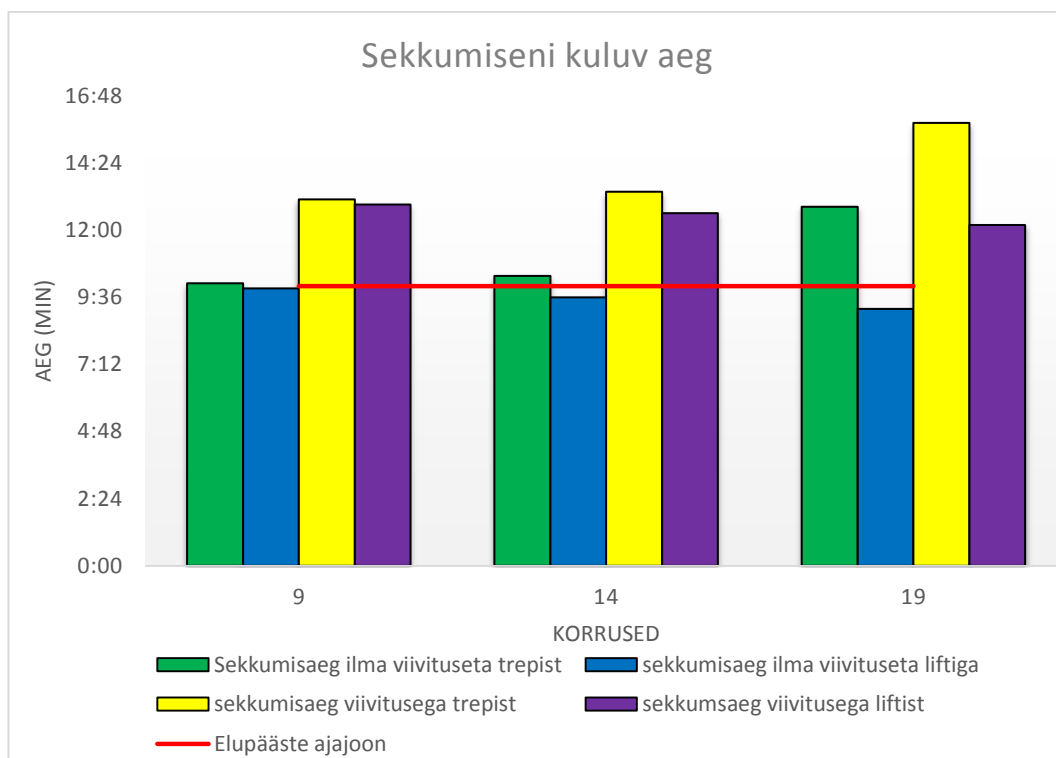
## **LISA 5. 14. KORRUSELE HARGNEMISE PULSISAGEDUSED**

I etapp		II etapp		III etapp	
Trepist	Liftiga	Trepist	Liftiga	Trepist	Liftiga
134	119	175	95	165	107
99	103	155	88	141	109
98	92	159	83	138	108
126	117	172	105	156	126
138	129	180	103	182	110
115	111	159	95	153	119
121	98	162	109	141	95
138	122	194	95	173	139
127	132	NA	95	NA	127
119	129	178	111	150	117
161	144	191	133	175	133
152	140	180	114	166	150
129	140	178	128	165	130
115	125	171	102	152	113
155	130	177	116	163	117
140	132	179	133	169	145
115	120	167	96	143	122
114	115	176	96	148	121
115	100	162	99	150	114
117	112	182	106	164	108

## LISA 6. 19. KORRUSELE HARGNEMISE PULSISAGEDUSED

I etapp		II etapp		III etapp	
Trepist	Liftiga	Trepist	Liftiga	Trepist	Liftiga
104	113	191	72	167	96
150	112	190	79	181	96
100	131	143	116	120	152
113	113	151	102	125	123
125	133	134	96	127	118
131	106	179	110	174	110
116	167	151	127	132	149
123	147	185	132	178	118
160	129	173	107	160	118
163	137	130	117	119	138
122	134	160	115	130	141
110	151	138	113	144	121
113	NA	180	NA	160	NA
115	NA	177	NA	160	NA
122	NA	175	NA	130	NA
121	NA	167	NA	152	NA
116	NA	194	NA	180	NA
136	NA	180	NA	150	NA
NA	NA	170	NA	160	NA

## LISA 7. SEKKUMISENI KULUNUD AEGADE GRAAFIK



## LISA 8. EELTEGEVUSTE AEGADE NING PULSISAGEDUSTE GRAAFIK KORRUSTE KAUPA

