

Sisekaitseakadeemia
Sisejulgeolekuinstituut

Toomas Kääparin

KODUSPRINKLERSÜSTEEMI SOTSIAALNE TASUVUS
EESTIS

Magistritöö

Juhendaja: Indrek Saar, PhD

Kaasjuhendaja: Leonid Pahhutši, MA

Tallinn 2013

ANNOTATSIOON

Sisejulgeoleku instituut	Kuu ja aasta: mai 2013
Töö pealkiri eesti keeles: Kodusprinklersüsteemi sotsiaalne tasuvus Eestis	
Töö pealkiri inglise keeles: Social cost-effectiveness of residential sprinkler systems in Estonia	
Töö autor: Toomas Kääparin	Olen nõus oma lõputöö kättesaadavaks tegemisega elektroonilises keskkonnas Allkiri:
<p>Lühikokkuvõte: Magistritöö on kirjutatud eesti keeles, eesti ja inglise keelse kokkuvõttega. Töö on kokku 104 lehel, millest 73 moodustab põhiosa. Magistritöö koostamisel kasutas autor kokku 82 erinevat eesti ja inglise keelset allikat. Töö sisaldab 23 tabelit, 3 joonist ja 8 lisa. Magistritöö eesmärgiks on hinnata kodusprinklersüsteemi sotsiaalmajanduslikku tasuvust. Töö eesmärgi saavutamiseks on püstitatud järgmised uurimisülesanded: 1) Analüüsida kodusprinklersüsteemi rakendatavust ennetusteooria ja varasemate kulu-tulu analüüside põhjal; 2) Analüüsida kodusprinkleri tasuvust kulu-tulu analüüsi baasil.</p> <p>Käesolev magistritöö on rakendusuring, kus andmete töötlemisel kasutati kvantitatiivset analüüsi.</p>	
Võtmesõnad: kodusprinklersüsteem, sprinkler, kulu-tulu analüüs, sensitiivsusanalüüs, ennetus, inimelu väärtus,	
Inglise keelsed võtmesõnad: <i>sprinkler, residential sprinkler system, cost-benefit analysis, sensitivity analysis, prevention, statistical value of life</i>	
Säilitamise koht: Sisekaitseakadeemia	
Kaitsmisele lubatud:	
Sisejulgeoleku instituudi juhataja kt:	
Annika Talmar-Pere	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja: Indrek Saar, PhD	Allkiri:
Kaasjuhendaja: Leonid Pahhutši, MA	Allkiri:

SISUKORD

SISUKORD.....	0
SISSEJUHATUS	4
1. KODUSPRINKLERSÜSTEEMI KUI PASSIIVSE ENNETUSMEETME TEOREETILINE KÄSITLUS	8
1.1. Vigastuste ennetamise teoreetiline käsitlus.....	8
1.2. Sprinklersüsteemid vigastuste ennetamisel.....	20
1.2.1. Sprinklersüsteemide kirjeldus.....	20
1.2.2. Kodusprinklersüsteem.....	27
1.3.1. Kulu-tulu analüüsi olemus	28
1.3.2. Varasemad sprinklersüsteemide kulu-tulu analüüsid.....	30
2. KODUSPRINKLERSÜSTEEMI KULU-TULU ANALÜÜS KORTERITES JA ERAMUTES	43
2.1. Kulu-tulu analüüsi meetodika	46
2.2. Kulu-tulu analüüsis kasutatud andmed	49
2.3. Kulu-tulu analüüsi tulemused	65
2.3.1. Kodusprinklersüsteemi netokasud	65
2.3.2. Sensitiivsusanalüüs	67
2.4. Järeldused ja ettepanekud.....	76
KOKKUVÕTE	81
SUMMARY	84
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU	86
TABELITE JA JOONISTE LOETELU	93
LISAD.....	95
LISA 1. HADDONI MAATRIKS „ELEKTRILÖÖK KODUS VIGASELT TRIIKRAUALT“	95
LISA 2. SPRINKLERIPEA	97
LISA 3. ELUHOONETE TULEKAHJUDE OSAKAAL TULEKAHJUDE ÜLDARVUST	98
LISA 4. HUKKUNUTE JAOTUS 2002-2012	99

LISA 5. TULEKAHJUDES VIGASTATUTE JAOTUS 2010-2012.....	100
LISA 6. KORTERELAMU KODUSPRINKLERSÜSTEEMI HINNAPAKKUMISE KÜSIMISE VORM.....	100
LISA 7. ERAMU KODUSPRINKLERSÜSTEEMI HINNAPAKKUMISE KÜSIMINE	101
LISA 8. ERAMU JA KORTERI SPRINKLERSÜSTEEMI PAIGALDAMISE HINNA ARVUTUS.....	103

SISSEJUHATUS

Eesti Vabariik kuulub 2004. aastast Euroopa Liidu koosseisu ning sellest perioodist alates on tulekahjudes hukkunute arvu vähendamine olnud tähtsal kohal riikliku sisejulgeoleku poliitikas. Tulekahjudes hukkunute arv on küll 2006. aastast vähenenud, kuid on siiski ligi 2,5 korda suurem kui naaberriigis Soomes.¹ Tules hukkunute arv on viimastel aastatel jäänud suhteliselt stabiilsele tasemele, olles 4-5 hukkunu juures 100 000 elaniku kohta. Selleks, et jõuda Põhjamaade tasemele, on lisaks heaolu muutumisele vaja tuua uusi ennetuspraktikaid Eestisse. Eesmärgiga kujundada päästesüsteemist euroopalikku, efektiivset ja võimalikult väheste kuludega teenust pakkuv avaliku sektori asutus, tuleb kaasata tegevusse ka innovatiivsust. See toob endaga kaasa olemasolevate ja kehtivate standardite, tegevuste ja protsesside ümberhindamise.

Analüüsidest hukkunutega tulekahjude statistikat, võib märgata, et enamus inimesi hukkus korterite, eramute ja talumajade põlengutel.² Statistikast nähtub, et enamlevinud tulekahjude tekkekohad on elutuba, köök ja magamistuba. Autori arvates on suitsuandur väga tõhus vahend teavitamiseks tulekahjust, kuid kuna sageli kaasneb hooletusest tingitud tulekahjude tekkimisega ka tulekahjus osalejate alkoholihoove, siis on suitsuanduri signaal vähemõjus vahend. Ühena uuenduslikest meetoditest, millega vähendada hukkunute arvu tulekahjudel, on sprinklersüsteemide kasutuselevõtt projekteeritavates korterelamutes, eramutes, paarismajades ja ridaelamutes. Antud meetodi uuenduslikkuse selgitamiseks tuleb analüüsida olemasolevaid projekteerimisnorme automaatsetele sprinklersüsteemidele.³ Kehtiv standard ei soodusta sprinklersüsteemide laialdast kasutamist eramutes, kuna projekteerimine ja paigaldamine on liialt kulukas ning keeruline. Seega oleks vaja eristada tavasprinklersüsteeme ja eramutes kasutatavaid sprinklersüsteeme. Autor leiab, et tuleohutusnõuded ei ole alati proportsionaalsed ning ei arvesta päästeteenistuse võimekust. Näiteks nõue, et üle 24 meetri kõrgustel eluhoonetel

¹ Siseministeerium, "Sisejulgeoleku tegevusvaldkonna hetkeolukorra analüüs" (2011), <www.siseministeerium.ee/public/Hetkeolukorra_analuus_sisejulgeolek.rtf> (08.08.2011)

² Päästeamet, "2009 Tulekahjudes hukkunute statistika ja analüüs" (2009), <www.rescue.ee/1455> (08.08.2011)

³ Eesti Standardikeskus, „Paiksed tulekustutussüsteemid Automaatsed sprinklersüsteemid Projekteerimine, paigaldamine ja hooldus“, Eesti Standard (2009)

on nõutud automaatne tulekustutussüsteem, alla 24 meetri kõrgustel aga mitte.⁴ Päästekomando asub 5 minutilise teekonna kaugusel ehk nõuded ei ole sugugi proportsionaalsed. On tekkinud olukord kus inimene, olles päeval kontorihoones täiesti adekvaatses seisus töö juures on kaitstud tööstusliku sprinklersüsteemiga, kuid õhtul koju minnes on ta suhteliselt kaitsetus seisus. Inimeste elupindadel on põlemiskoormused kasvanud 4 korda suuremaks võrreldes 1950-ndatega,⁵ kuna kodutehnikat on lisandunud, nt pea igal inimesel on kodus arvuti, mööbel sisaldab palju tehismaterjale jne.

Autori hinnangul on tuletõrje-taktikaliste ning rakenduslike uuenduslike ideede põhiliseks generaatoriks tänapäeva maailmas Ameerika Ühendriigid. Ameerika Ühendriikides on aastaid mõeldud, kuidas vähendada tules hukkuvate inimeste arvu. Üheks väljundiks oli 1980-ndatel välja mõeldud lihtne kodusprinklersüsteem. Kodusprinklersüsteemi eelised peituvad tema lihtsas projekteerimises⁶ ja madalas hinnas.⁷ Eestile omase hajaasustuse tõttu ei suuda riik pakkuda kõigile elanikele võrdselt päästeteenust, kuna see on ebaproportsionaalne ja liialt kulukas. Kodusprinkler on lahendus olukorras, kus päästekomando asub kaugemal kui 10-15 min teekond, sest rakendunud sprinkler võib hoida tulekahju kontrolli all kuni päästekomando kohale jõuab.

Eestis ja mujal maailmas otsitakse pidevalt võimalusi vähendamaks vigastussurmade, sealhulgas tulekahjudes hukkunute ja vigastatute arvu. Käesoleva magistritöö teema aktuaalsus seisneb vajaduses vähendada tulekahjudes hukkunute ja vigastatute arvu ning jõuda vastavate näitajatega Soome ja Rootsi tasemele⁸, lisaks pakub välja võimaluse

⁴ Vabariigi Valitsuse määrus nr.315 "Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded" 27.10.2004, jõustunud 01.01.2005 – RT I 2004, 75, 525

⁵ Garcia, K., Kauffmann, R., Schelble, R., *Positive Pressure Attack for Firefighting & Ventilation* (Portland: PennWell Books, 2006), p. 19

⁶ National Fire Protection Association, "Integration of Residential Sprinklers with Water Supply Systems", raport, (National Fire Protection Association 2009), <www.firesprinklerinitiative.org/Research-Reports/Reports.aspx> (07.08.2011)

⁷ National Fire Protection Association, "Home Fire Sprinkler Cost Assessment" (National Fire Protection Association 2008), <www.firesprinklerinitiative.org/Research-Reports/Reports.aspx> (07.08.2011)

⁸ The Geneva Association, „World Fire Statistics. 2009“ (2009) <www.genevaassociation.org/pdf/wfsc/ga2009-fire25.pdf> (30.04.2013)

vähendada oluliselt tulekahju käigus tekkivat varalist kahju.⁹ Tähtis on otsida uuendusi ja uusi võimalusi tulekahjudes hukkunute arvu vähendamiseks, samas tuleb kindlasti jätkata praegust ennetustööd noorte ja enamohustatud elanikkonna hulgas, sest edu peitub võimalikult erinevate meetodite kombineerimises.

Magistritöö eesmärk on hinnata kodusprinklersüsteemi sotsiaalmajanduslikku tasuvust. Töö eesmärgi saavutamiseks on püstitatud järgmised uurimisülesanded:

1. Analüüsida kodusprinklersüsteemi rakendatavust ennetusteooria ja varasemate kulu-tulu analüüside põhjal.
2. Analüüsida kodusprinkleri tasuvust kulu-tulu analüüsi baasil.

Käesolev magistritöö on rakendusuuring ning koosneb kahest peatükist. Esimene peatükk on teoreetiline käsitus, mille kolmes alapeatükis keskendutakse esimeses uurimisülesandes püstitatule. Peatükk selgitab sprinklersüsteemi üldiselt ning täpsustab kodusprinklersüsteemi kontseptsiooni ning käsitleb ennetusteooriat, avades sprinklersüsteemi kui passiivse ennetusvahendi. Kolmandas alapeatükis on vaatluse all kolm erinevat varasemalt teostatud kodusprinklersüsteemi kulu-tulu analüüsi Ameerika Ühendriikidest, Suurbritanniast ning Uus-Meremaalt.

Teises peatükis viiakse läbi kodusprinklersüsteemi kulu-tulu analüüs korteri ja eramu näitel. Lähteandmed kogutakse infopäringutega ning olemasolevate andmebaaside andmete analüüsimisel ja vajadusel täpsustaval arvutamisel. Võimalik lähteandmetest tingitud arvutuslik robustsus taandatakse sensitiivsusanalüüsiga, mis annab hea ülevaate lõpptulemusest, kui lähteparameetreid muudetakse. Sünteesi tulemusena selgub, millistel juhtudel ning millise eluhoone tüübi puhul on tasuv paigaldada kodusprinklersüsteem.

Autor soovib eelkõige tänada juhendajat hr. Indrek Saart, kaasjuhendajat hr. Leonid Pahhutšit, kes aitasid oma teadmiste ja nõuannetega töö valmimisele kaasa. Lisaks soovib

⁹ Olsztynski, J., „Residential sprinklers--an idea whose time ought to come“, Vol.2 *PM Engineer* (1996), Issue 9, p.24

autor märkida ära Shvea Järveti ning Margo Klaose panuse töö valmimisse. Eriline tänu kuulub perekonnale, kelle toeta see töö ei oleks valminud.

1. KODUSPRINKLERSÜSTEEMI KUI PASSIIVSE ENNETUSMEETME TEOREETILINE KÄSITLUS

1.1. Vigastuste ennetamise teoreetiline käsitlus

Vigastused ja nendega seotud surmad on inimkonda kimbutanud läbi kogu ajaloo. Põletustest tingitud vigastused on sama vanad kui tulekasutamine meie tsivilisatsioonis. Esimesed kirjalikud tõendid pärinevad Smithi papüürusest, hiljem Celsuse ja Hippokratese teostest, kus kirjeldati põletusi, nende ravi ja túsistusi.¹⁰ Vigastustest tingitud surmad on peamine surmapõhjus Eestis vanuses 0-49.¹¹

Vigastus (ingl. k. *injury*) on inimese organismi kahjustus, mis tekib mingi energiahulga akuutsest ülekandmisest organismile, aga ka soojusenergia vaegusest väliskeskkonnas (tekib vaegsooju(mu)s e. hüpotermia või külmumus) või hapniku juurdevoolu lakkamisest organismile (lämbus, uppumine) või mürgina toimivate ainete sattumisest organismi.¹² Sellest tulenevalt on vigastuse vältimiseks vajalik hoiduda ohtliku energiahulga, mürgi jms., mis ületab inimorganismi taluvuspiiri, kokkupuutumisest inimese organismiga. Vigastuste tekkimise, põhjuste uurimise ja ravi puhul eristatakse viite etappi, mis hõlmavad kogu vigastuste tekkimisest kuni taastumiseni kujunevat protsessi:¹³

¹⁰ Linares, A.Z., Linares, H.A., „Burn prevention: the need for a comprehensive approach“, *Burns* (1990), Vol.16, 281-285, p.281.

¹¹ Eesti Haigekassa, „Ülevaatlik materjal laste ja noorte vigastuste valdkonna statistikast“, <www.haigekassa.ee/uploads/userfiles/Microsoft%20Word%20-%20Ulevaatlik_materjal.pdf> (30.04.2013); Statistikaamet, „Statistika andmebaas: Rahvastik – Rahvastikusündmused“, <pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Rahvastik/03Rahvastikusundmused/10Surmad/10Surmad.asp> (30.04.2013)

¹² Kaasik, T., Uusküla, L., *Vigastused Eestis Levimus, tagajärjed, ennetus*, (Tartu: OÜ Dada AD, 2007), lk 14-15

¹³ Sleet, D., Bonzo, S., Branche, C., „An overview of the National Center for Injury Prevention and Control at the Centers for Disease Control and Prevention“, *Injury Prevention* (1998), Vol.4, pp 308-312

1. Epidemioloogia - uurib vigastuste esinemise sagedust ja levikut, aga samuti vigastusi põhjustavaid riskitegureid. Siin etapis analüüsitakse riskitegureid ning töötatakse välja sekkumisstrateegiaid vigastuste vältimiseks või leevendamiseks.
2. Ennetamine - rakendatakse meetmeid ja eelnevalt väljatöötatud strateegiaid vigastuste tekkimise vältimiseks või leevendamiseks.
3. Vigastuse tekkimine ja biomehhaanika – uuritakse protsesse energiahulga ülekandumisest kehale.
4. Vigastusejärgne ravi – ravitakse vigastusi, leevendatakse tagajärgi ning arendatakse välja tulemuslikumaid ravimeetodeid.
5. Taastusravi ehk rehabilitatsioon – suunatud häirunud funktsioonide taastamisele, säilitamisele või puudega kohanemisele. Tegu on töövõimet või toimetulekut taastava raviga.¹⁴

Käesolevas alapeatükis käsitleb autor epidemioloogia ja ennetamise etappi, mil püütakse ära hoida vigastuste tekkimist. Päästeteenistuse ülesanne on inimeste päästmine ja kõige tõhusam viis selleks on õnnetuse ennetamine. Ennetusvaldkond on väga suur, hõlmates endas erinevaid meetmeid ja ennetusstrateegiaid, mis on suunatud nii kogu elanikkonnale kui ka väiksematele ühiskonnagruppidele ning lõpetades üksikute indiviididega. Seetõttu peab autor oluliseks anda ülevaade ennetusstrateegiast ja meetmetest ning püüab selgitada põhjuseid kodusprinklersüsteemi kui ennetusmeetme rakendamise vajalikkusest. Kodusprinklersüsteemi esmane eemärk on ennetada põletuse ja suitsust tingitud vigastuste tekkimist või selle tekkimise võimaluse vähendamine.

Traditsiooniliselt on vigastusi peetud juhuslikeks, vältimatuteks „õnnetusteks“ või isegi „haiguseks“, mis kaasneb moodsa ühiskonna arenguga ja millega vaikimisi on lepitud. Viimaste kümnendite jooksul on vigastuste tekkimise iseloomu õpitud paremini tundma ning vananenud arusaamade asemel nähakse vigastusi kui välditavaid sündmusi, mis on viinud ennetusstrateegiate arendamiseni ning seeläbi vähendanud inimeste hukkumist vigastuste läbi. Kuigi õnnetuse juhtumise täpset aega on raske ette prognoosida, juhtuvad

¹⁴ Eesti Haigekassa, „Taastusravi“, <www.haigekassa.ee/kindlustatule/tervishoid/taastus/taastus> (12.02.2013)

nad tavaliselt teatud ebasoodsate asjaolude kokkulangemisel. Selleks võivad olla halvad ilmastiku või keskkonna tingimused, vigased seadmed, vale käitumine või inimese enda riskitegurid, näiteks alkoholi tarbimine või kroonilised haigused, mida on võimalik kontrollida regulaarselt ravimeid tarvitades.¹⁵ Kõikide nende asjaolude või ka ainult mõne esinemisel juhtub õnnetus, millega võib kaasneda vigastus. Kui täpsemalt vaadata neid asjaolusid, siis tegelikult on võimalik vältida nende kokkulangevuste tekkimist või vähendada tõenäosust kokkulangemiseks. Vigastuste tekkimise mehhanismide mõistmine on oluline ennetusstrateegiate väljatöötamisel.¹⁶ Peterson *et al* leidsid, et kui inimesed näevad õnnetuste tekkimise põhjustena eelkõige inimlikku faktorit, mitte saatust või juhus, siis on inimesed oma käitumises ettevaatlikumad ja rahulikumad ning õpetavad ka oma lapsi ohutult käituma.¹⁷

Vigastused on enimlevinud surma ja invaliidistumise põhjus laste, noorukite ning nooremate täiskasvanute (kuni keskeani) hulgas arenenud maailmas.¹⁸ Seeläbi jääb riigil saamata kasu töövõimelise elanikkonna näol ning invaliidistumise korral võib kaasneda lisaks pereliikmete eemalejäämine tööturust seoses vigastuse ohvri hooldamisvajadusega. Vigastuste ennetamise strateegiad ja meetmed on vahendid, millega vähendada vigastuste arvu ja/või tõhustada turvalisust.¹⁹

Vigastuste ennetamisel käsitletakse kolme klassikalist strateegiat:²⁰

1. Veenda inimest, et ta muudaks oma käitumist ja seeläbi tagaks enda ohutuse (näide: turvavöö kasutamine või suitsuanduri paigaldamine).

¹⁵ Barss, P., *Injury Preventions: An International Perspective Epidemiology* (Oxford University Press, 1998), p.9.

¹⁶ Atiyeh, B.S., Costagliola, M., Hayek, S.N., „Burn prevention mechanisms and outcomes: Pitfalls, failures and successes“, *Burns* (2009), Vol.35, 181-193, p. 189.

¹⁷ Peterson, L., Farmer, J., Kashani, J.H., „Parental injury prevention endeavors: a function of health beliefs?“, *Health Psychol* (1990), Vol.9, pp 177–19. – Refereerinud - Girasek, D.C., „Public beliefs about the preventability of unintentional injury deaths“, *Accident Analysis and Prevention* (2001), Vol.33, 455-465, p.456.

¹⁸ Krug, E.G., Sharma, G.K., Lozano, R., „The global burden of injuries“, *American Journal of Public Health* (2000), Vol.90, 523-526, p. 524; Statistikaamet, „Surmad“, <pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Rahvastik/03Rahvastikusundmused/10Surmad/10Surmad.asp> (14.02.2013)

¹⁹ Nilsen, P., Hudson, D., Gabrielsson, F., Lindqvist, K., „Strategies and goals of community-based injury prevention programmes- a mixed-methods study of 25 Scandinavian WHO Safe Communities“, *International Journal of Injury Control and Safety Promotion* (2006), Vol.13, 27-33, p.28.

²⁰ Committee on Trauma Research, Institute of Medicine, National Research Council, *Injury in America: A Continuing Public Health Problem* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1985)

2. Kohustada isikut muutma oma käitumist seadusandluse või muude haldusaktidega (näide: nõuda seadusega turvavöö kasutamist ja suitsuanduri paigaldamist eluruumidesse).
3. Tagada automaatne kaitse läbi toodete ja keskkonna kujundamise (näide: automaatsete turvavööde paigaldamine autodesse, automaatsete tulekustussüsteemide paigaldamine hoonetesse).

Nendest kolmest strateegiast peavad ennetusteoreetikud kõige efektiivsemaks just kolmandat. Põhjusena tuuakse välja, et kõrge riskikäitumisega inimeste käitumismustri muutmine kas veenmise või kohustusega on väga keeruline. Ameerika Ühendriikides on ennetusteooriate arendamisega tegeletud juba eelmise sajandi algusest, kuid süsteemsem lähenemine ning käitumisteaduste, meditsiiniteaduste ja õnnetustele reageerijate tegutsemise kombineerimist alustati süsteemselt 1980-ndate algusest. Kuni 1970-ndateni domineerisid inimeste käitumise muutmist taotlevad strateegiad ning eeldati, et inimene muudab ise oma käitumist, kui teda informeerida ümbritsevatest ohtudest. Vigastused tekkivad üldjuhul dünaamilistes situatsioonides, kus inimesed reageerivad reaalselt neid ümbritsevas keskkonnas toimuvale.²¹ Seetõttu peetakse tänapäeval füüsilise keskkonna muutmist efektiivsemaks kui inimese käitumise muutmist.²² Sellest tulenevalt saab ennetusstrateegiad jagada:²³

1. Passiivsed strateegiad, mis toetuvad toodete ja keskkonna muutmisele nii, et nad oleksid ohutud kõigile, olenemata inimese individuaalsest käitumisest. Passiivne strateegia on kõige efektiivsem ja suurima kasuteguriga. Siia alla kuuluvad isekustuvad sigaretid, süttimiskindlad materjalid, automaatsed kustutussüsteemid jms.
2. Aktiivsed strateegiad julgustavad inimest või nõuavad inimeselt aktiivset tegutsemist enese kaitsmisel hoolimata ohtudest, mis on ümbritsevas

²¹ Austin, L.C., Fischhoff, B., „Injury prevention and risk communication: a mental models approach“, *Injury Prevention* (2012), Vol.18, 124-129, p.124.

²² Nilsen, P., Bourne, M., Verplanken, B., „Accounting for the role of habit in behavioural strategies for injury prevention“, *International Journal of Injury Control and Safety Promotion* (2008), Vol.15, 33-40, p.33.

²³ Klaos, M., jt. „Tule-, vee- ja liiklusohutuse alane ennetusuuring“, lõppraport, Sisekaitseakadeemia (2012); Carlson Gielen, A., Sleet, D., „Application of Behavior-Change Theories and Methods to Injury Prevention“, *Epidemiologic Reviews* (2003), Vol.25, 65-76, p.65.

keskkonnas. Tegemist on meetmetega, mille toimimine on otseselt sõltuv inimesest ja tema tegevusest. Antud strateegia alla kuuluvad jalgrattakiivrid, laste turvatoolid, suitsuandurid ja nende paigaldus ning hooldus jms.

Vigastuste vähendamine on harva teostatav ilma mingisugusegi käitumismustri muutuseta.²⁴ Seetõttu on oluline passiivsete ja aktiivsete strateegiate integreerimine²⁵. Seega, kui rakendada passiivset teooriat ja teha mõni toote muudatus, siis üldjuhul on selle muudatuse toimimiseks vaja ka inimese käitumise muutumist. Iga tehnoloogilise uuendusega kaasneb inimesele teatud kohustus, millega ta tagab tehnoloogilise muudatuse toimimise. Näiteks laste turvatoolid, kuid nende efektiivsus sõltub paigaldusest vastavalt tootjapoolsetele juhistele, autode turvapatjade eesmärgipärane kaitse on seotud auto korrapärase hooldusega, automaatsete sprinklersüsteemide toimimine korrektse paigalduse ning järelhooldusega, suitsuanduri tööle hakkamisel on inimesel enesel vaja leida väljapääs hoonest jne.²⁶ Gielen ja Sleet nimetavad seda aktiivseks lähenemiseks passiivsele kaitsele. Paljud edukad ennetuskampaniad põletuste ärahoidmisel on olnud kombineeritud passiivsetest ja aktiivsetest strateegiatest.²⁷ Oluline on siinkohal ka elanikkonna teavitamine, et teatud passiivsed meetmed nõuavad siiski aktiivseid tegevusi. Selle saavutamiseks viiakse regulaarselt läbi teavituskampaniaid, millega tuletatakse inimesele meelde tema rolli iseenda ja lähedaste turvalisuse tagamisel. Näiteks regulaarne suitsuanduri kontroll, vajadusel patareide vahetamine nii endal kui sugulastel, kes ei pruugi olla võimelised seda ise tegema.

Vigastuste keerukus nõuab ennetusstrateegiate täiendamist, mitte nende omavahelist konkurentsi. Käitumisteooriate integreerimine ennetusvaldkonna uuringutesse ja praktikasse aitab vältida aktiivsete ja passiivsete strateegiate kaugenemist üksteisest ning ühe strateegia eelistamist teisele ja püüab leida nende vahelist sidusust.²⁸ Siinkohal on

²⁴ Sleet, D., Carlson Gielen, A., Diekman, S., Ikeda, R., „Preventing Unintentional Injury: A Review of Behavior Change Theories for Primary Care“, *American Journal of Lifestyle Medicine* (2010), Vol.4, 25-31, p.26.

²⁵ Liao, C-C., Rossignol, A, M., „Landmarks in burn prevention“, *Burns* (2000), Vol. 26, 422-434, p.425.

²⁶ Carlson Gielen, *Application, supra nota* 23, p.66.

²⁷ Atiyeh, *Burn, supra nota* 16, pp 181-193.

²⁸ Carlson Gielen, *Application, supra nota* 23, p66.

oluline mõista, miks inimeste käitumist on raskem muuta kui näiteks füüsilist keskkonda ning mil moel kujunevad välja harjumused. Harjumuste tekkimine on käitumisteoreetikutel veel täielikult lahti mõtestamata. Mõned käitumismustrid joonistuvad väga kiiresti harjumusteks, samas kui teiste käitumismustritega tuleb vaeva näha ning väga sageli korrata enne kui nendest kujunevad harjumused.²⁹ Seetõttu on raske muuta inimeste tuleohutut käitumist, kui neil on välja kujunenud teatud harjumused, mis soodustavad tuleohtlike olukordade teket ning inimeste teadlikkuse tõus ei tähenda, et sellega kaasneb alati muudatus käitumismustris.

William Haddon Jr., keda teadusmaailmas peetakse kaasaegse vigastuste epidemioloogia rajajaks, jagas vigastuste tekkimise kolme faasi ja paigutas need maatriksisse. Seda maatriksit kasutatakse vigastuste tekkimise põhjuste väljaselgitamiseks ning identifitseerimaks võimalikke ennetavaid strateegiad, mis aitaksid konkreetset vigastuse tüüpi ära hoida või tagajärgi leevendada. Maatriksi täitmine julgustab inimesi laiemalt mõtlema ning aitab arendada uuenduslikke ideid vigastuste ennetamisel.³⁰ Igas faasis on võimalik rakendada ennetavaid ja leevendavaid meetmeid ja nende rakendamisel on võimalik järgmise faasi teket ära hoida või tagajärgi oluliselt vähendada. Õnnetuse faasid jagunevad:³¹

1. Õnnetuse eelne faas (*pre-event*)
2. Õnnetuse faas (*Event*)
3. Õnnetuse järgne faas (*Post-event*)

Autor on lisanud ühe enda poolt koostatud näidise *Haddoni* maatriksist, lähteülesandeks „elektrilöök kodus katkiselt triikraualt“, mis aitab mõista selle olemust (Lisa nr.1).

²⁹ Verplanken, B., „Beyond frequency: habit as mental construct.“ *British Journal of Social Psychology* (2006), Vol.45, pp 639-656.

³⁰ Runyan, C.W., „Introduction: Back to the Future – Revisiting Haddon’s Conceptualization of Injury Epidemiology and Prevention“, *Epidemiologic Reviews* (2003), Vol.25, 60-64, p. 61; Runyan, C.W., „Using the Haddon matrix: introducing the third dimension“, *Injury Prevention* (1998), Vol.4, pp 302-307.

³¹ Haddon, W.J., „The changing approach to the epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively based“, *Injury Prevention* (1999), Vol.5, pp 231-236; Klaos, M., „Lastevanemate hinnangutest ja ootustest lähtumine tuleohutusala turvalisuse arendamisel“, magistritöö, Tallinna Tehnikaülikool (2009)

Maatriksi puhul on oluline välja tuua, et kõigi õnnetusetüüpide puhul ei pruugi olla võimalik kõiki maatriksi ruute täita või on teatud ruudud teostamatud. Seega selgub maatriksi täitmisel hulk meetmeid erinevate õnnetuse faaside korral, mis aitavad selgitada, mida teha, et järgmist õnnetuse faasi ei tekiks või kuidas leevendada juba juhtunud õnnetust. Järgmise sammuna on vaja väljaselgitatud ennetusmeetmed viia elanikkonnani, selleks on vaja analüüsida iga meetet ning selgitada välja, millisel sekkumistasandil neid rakendada.

Ennetustöös eristatakse viite sekkumise tasandit. Need viis sekkumistasandit on seotud Urie Brofenbrenneri ökoloogilise mudeliga, liikudes üldisemalt üksikule ja aitavad mõista kuidas inimese areng on seotud tervise ja vigastuste tekkimisega, mida Susser kasutas oma öko-epidemioloogilises mudelis ning ühtlasi selgitab see ka Haddoni lähtekohtasid, mis on sotsiaalselt laiema kandepinnaga.³²

1. Ühiskonna ehk sotsiaalpoliitiline tasand – teooriad selgitavad, kuidas teemad poliitiliselt atraktiivseks muutuvad ja kuidas toimuvad otsuste tegemise poliitilised protsessid. Sotsiaalpoliitilised faktorid on seadusandjate poolt paika pandud piirnormid, mis reguleerivad teatud protsesse kogu riigi või omavalitsuse piirides. Näiteks, riiklik alkoholipoliitika, tulirelvade käitlemine, liikluseeskirjad jms.
2. Kogukonna ehk kultuuritasand – teooriad selgitavad kogukonnasiseste protsesside toimimist arendustegevuses, kogukonna sotsiaalsete probleemide ja riskide analüüsimist, kogukondliku vastutustunde arengut. Kogukonna ja kultuuritasandi faktorite hulka kuuluvad sotsiaalsed normid ja ühiskonna tõekspidamised. Näiteks, kuidas ühiskond suhtub alkoholitarbimisse või kuidas on konkreetses kultuuriruumis kombeks alkoholi tarvitada.
3. Organisatsiooni ehk institutsionaalne tasand – teooriad selgitavad muudatuste juhtimist organisatsioonides, organisatsioonidevahelise koostöö korraldamist, organisatsioonide arengut. Organisatsioonitasandi faktorid peegeldavad neid institutsioone, kus inimesed töötavad, õpivad või osalevad. Siia hulka kuuluvad

³² Klaos, M., jt., *Tule-, supra nota 23*; Susser, M. *Causal thinking in the health sciences: concepts and strategies of epidemiology*. (Oxford University Press, 1973). - Refereerinud - Runyan, *Introduction, supra nota 30*, p.61.

- töökohad, koolid ja ühiskondlikud organisatsioonid ja kirikud. Näiteks, tööohutus, koolide ohutus, aga ka erinevad tegevused nendes kohtades, mis võivad olla põhjuseks vigastuste tekkimisel.
4. Grupi- ehk interpersonaalne tasand – teooriad selgitavad teiste käitumisest õppimist, sotsiaalsete võrgustike suhteid, teiste veenmise kaudu mõjutamist. Grupitasandi faktorid koosnevad inimestevahelisest läbikäimisest. Selleks võib olla abikaasade omavaheline suhtlemine, lapse- ja lapsevanema, töötaja ja tööandja vaheline suhtlemine. Näiteks, lapsevanema käitumine peegeldub sageli lapse käitumises ehk siinkohal saab lapsevanemaid õpetada läbi laste, mida tuleohutuskampaaniates Eestis on rakendatud.
 5. Individuaalne ehk intrapersonaalne tasand – teooriad selgitavad ohtude tunnetamist, teadmiste, hoiakute ja käitumise muutumise aluseid. Intrapersonaalsed faktorid koosnevad nii inimese arengust kui ka käitumisharjumustest. Näiteks, lapse uudishimu, soov maitsta, katsuda; noorukite suurem kalduvus riskida; vanemate inimeste suurem oht sooritada enesetappe seoses krooniliste haigustega jne. Siia hulka kuuluvad bioloogilised faktorid nagu lapse kõrge raskuse, puudulik tasakaal, väike kasv, väiksem füüsiline jõud; vanematel inimestel hapramad luud, halb nägemine, reaktsioonikiiruse nõrgenemine, õhem nahk jne. Kõik need faktorid annavad märku, et teatud näitajate korral on oluline sekkuda individuaalsel tasandil, näiteks, muutes üksiku vanainimese kodu võimalikult ohutuks tema jaoks.

Kõiki vigastusi saab analüüsida läbi selle mudeli, arvestades erinevate tasandite seotust ja pidevat muutumist. Praktikas on võimalik kasutada teooriaid nii ühel tasandil kui mitmel tasandil korraga. Sekkumised võivad olla suunatud muutuste saavutamiseks erinevatel tasanditel. Üldjuhul peetakse muutusi kõrgemal tasandil laiemat mõju ja paremaid tulemusi saavutavaks kui sekkumisi indiviidile lähemal tasandil.³³ Autor nõustub, et juhul kui ennetuskampaania on edukas, siis avaldavad kõrgema tasandi muutused laiemat mõju, kuid tuginedes eelpool toodud (autorite väidetele) allikatele on praktikas väga keeruline jõuda kõrgema tasandi sekkumisega individuaalsete käitumismuudatusteni ning

³³ Klaos, M., jt., *Tule-, supra nota 23.*

olulisemaid muutusi on täheldatud alates kogukondliku tasandi sekkumisest. Samas uuringus³⁴ tuuakse välja, et ühte efektiivsemat lähenemist, millele tuginedes mõjutatakse inimesi oma käitumist ja ümbritsevat keskkonda ohutumaks kujundama, kirjeldab Uskumuste mudel (*Health belief model*), lisaks mainivad uuringu autorid eraldi ka Põhjendatud tegevuse teooriat (*Theory of reasoned action*). Uskumuste mudel ja Põhjendatud tegevuse teooria kuuluvad individuaalse tasandi teooriate alla,³⁵ mis toetab käesoleva magistritöö autori seisukohta, et parima tulemuse saamiseks ennetustöös on vaja liikuda võimalikult lähedale mõjutatavale indiviidile.

Siinkohal toob autor näite kampaaniast, mis üldjoontes ebaõnnestus, sest puudusid konkreetselt seatud eesmärgid ning sihtgrupp. Ameerika Ühendriikides viidi 1977. aastal läbi ennetuskampaania põletusest tingitud vigastuste vähendamiseks („*Project Burn Prevention*“). Kampaania koosnes kolmest osast: üldine massimeedia kampaania läbi televisiooni, raadio ja ajalehtede, koolilastele suunatud haridusprogramm (lasteaiast keskkoolini) ning kitsale kogukonnale suunatud programm töötubade ja foorumitega, kus olid sihtgrupiks täiskasvanud. Kampaania viidi läbi Bostoni linnas, erinevates piirkondades, et hinnata milline kampaaniatüüp on suurima efektiivsusega. Hilisemal andmete analüüsimisel selgus, et massimeedia kampaania vigastusi ei vähendanud, koolides läbiviidud kampaania ei vähendanud vigastusi kampaania ajal ega peale kampaaniat. Kogukondliku kampaania läbiviimine vähendas vigastuste arvu ja selle peamiseks põhjuseks oli kitsam sihtgrupp ning kitsas eesmärk, mis tüüpi põletusi sooviti ennetada.³⁶ Järelikult ei olnud läbiviidud kampaania piisavalt adresseeritud ning inimesed ei suutnud ennast seostada selle kampaaniaga. Seega, eduka kampaania läbiviimiseks on vaja inimestele läheneda võimalikult personaalselt ning adresseerida konkreetset probleemi. Üks võimalus lähenemiseks on kogukondliku ennetustöö soodustamine.

Selleks, et tekiksid pikaajalised sotsiaalsed muutused, on vaja regulaarseid ja kogukondlikke ennetusprogramme. Professor Manohar Hariram Keswani väitel tuleb

³⁴ *ibid*, lk 13.

³⁵ Carlson Gielen, *Application*, *supra nota* 23, pp 68.

³⁶ MacKay, A.M., Rothman, K.J., „The Incidence and Severity of Burn Injuries Following Project Burn Prevention“, *American Journal of Public Health* (1982), Vol.72, 248-252, p.251.

ennetusprogrammi korrata ligikaudu 11 korda selleks, et saavutada 80% sihtgrupi ulatuses käitumise või mõtlemise muudatus.³⁷ Ulatuslikud kampaaniad peavad saama osaks kogukonna tegevusest, kaasates oma tegevusse võimalikult suure osa kogukonnast. Kitsale eesmärgile suunatud ennetuskampaaniad on edukamad kui üldkampaaniad (näiteks eluhoonete tulekahjude ennetamine vs. üldine tuleohutuskampaania).³⁸ Paljud ennetuskampaaniad ei täida oma eesmärki, sest ekslikult arvatakse, et nende sisu on kõigile aktsepteeritav ning arusaadav.³⁹ Tõhusa ennetuskampaania läbiviimiseks soovivad Girasek ja Gielen eelnevalt läbi viia uuringu sihtgrupi hulgas, mis näitaks sihtgrupi teadmisi planeeritavast teemavaldkonnast. Näiteks, mis põhjustavad teatud liiki õnnetusi ja millised on inimeste arvates parimad ennetusmeetmed nende õnnetuste vältimiseks - see aitaks planeerida kampaaniat ning edastatav sõnum on sihtgrupi hetkeseisule vastav. Surmaga lõppevate tuleõnnetuste ennetamisvõimaluste hulgas pakuti viimasena isekustuvat sigaretti, mis näitab inimeste madalat teadlikkust, sest tegelikult on just suitsetamine enimlevinud surmaga lõppenud tuleõnnetuste põhjus Ameerika Ühendriikides (vastajate arvates põhjustavad kõige rohkem tulekahjusid lapsed).⁴⁰ Eelnevalt läbiviidud uuringud annavad ennetuskampaaniate läbiviijatele võimaluse pakkuda inimestele just seda informatsiooni, mis neil puudub või on puudulik ning julgustada neid kasutama ohutustooteid, millest nad ei tea ning mida nad ei oska seostada ohutuma elukeskkonnaga.

Kress *et al* panid kokku läbi aegade edukamate ennetuskampaaniate Top 20 ning üheks läbi aegade edukamaks kampaaniaks pidasid autorid suitsuandurite paigalduskampaaniat. Alates 1998. aastast on CDC (*Centers for Disease Control and Prevention*) rahastanud suitsuandurite paigaldamist. Selle ajaga on paigaldatud üle poole miljoni anduri eelkõige probleemsetesse majapidamistesse ning ära hoitud ligikaudu 3755 inimese hukkumine. Oluline on siinkohal, et kampaanias paigaldati suitsuandur, mitte ei jagatud neid lihtsalt

³⁷ Linares, *Burn prevention, supra nota* 10, p.283.

³⁸ Atiyeh, *Burn, supra nota* 16, pp 181-193; Ghosh, A., Bharat, R., „Domestic burns prevention and first aid awareness in and around Jamshedpur, India: strategies and impact“, *Burns* (2000), Vol.26, pp 605-608.

³⁹ Girasek, D.C., Gielen, A.C., „The Effectiveness of Injury Prevention Strategies:What Does the Public Believe?“, *Health Education & Behaviour* (2003), Vol.30, pp 287-304.

⁴⁰ *ibid*

elanikkonnale ning tehti ka järelkontrolli, et andur oleks töökorras. Kampaaniasse kaasati ka tuletoõrjujaid kohalikest päästeasutustest, mis liss inimestesse usku suitsuanduri toimimisse.⁴¹ Eestis käib sarnane kampaania alates 2010-ndast aastast, kuhu on samuti kaasatud nii päästjad kui vabatahtlikud päästjad, kuid järelkontrolle alles viiakse läbi ja seetõttu ei saa projekti tulemuslikkust veel analüüsida.

Passiivsed ennetusmeetmed, mis kaitsevad inimesi läbi erinevate toodete, keskkonna ümberkujundamise ja seadusandluse, on üldjuhul efektiivsemad nii rahalises kui surmade ärahoidmises võrreldes aktiivsete meetmetega, mis nõuavad püsivat, pikaajalist käitumise või elustiili muudatust.⁴² Passiivsete meetmete puuduseks võib pidada nende kulukust ja seeläbi kättesaadavuse piiratust. Seega, mida paremal majanduslikul järjel on riik ja tema kodanikud, seda tõenäolisem on erinevate ennetuskampaaniate läbiviimine ja kohustuslike meetmete rakendamine. Hea näitena võib tuua autodesse paigaldatud turvapadjad, ilma milleta tänapäeval uusi autosid müüa ei lubata ehk inimesel puudub võimalus lisakulutust mitte teha ja loobuda turvapadjast. Selle näite puhul on näha, et seadusandluse muudatus tõi kaasa kohustusliku passiivse ennetusmeetme, aga samas muutis autode lõpphinna kallimaks. Kodusprinklersüsteemi kohustuslikuks muutmise vaid ennetusmeetmena tundub isegi mõistlikum lahendus kui turvapadjad, sest tulekahju korral, lisaks elupäästvatele funktsioonidele, vähendab sprinklersüsteem ka varakahjusid. Autode turvapadjad seevastu on suunatud vaid elude päästmisele ja vigastuste vähendamisele, kuid ei aita kuidagi kaasa varakahjude vähendamisele. Siinkohal vaatles autor kodusprinklersüsteemi vaid praktilise ennetusmeetmena, süsteemi kulukuse kalkulatsiooni autor selles peatükis ei käsitle. Passiivsed ennetusmeetmed on lahenduseks inimestele, kellel on raskusi aktiivsete strateegiate rakendamisel, näiteks puuetega inimesed, eakad, lapsed ning alkoholihoobes isikud. Puuetega inimesed ning eakad veedavad rohkem aega kodus kui ülejäänud osa rahvastikust, seega tuleb eriti nende puhul pöörata suuremat tähelepanu kodu ohutuks muutmisele.⁴³

⁴¹ Kress, H.C., Noonan, R., Freire, K., Marr, A., Olson, A., „Top 20 violence and injury practice innovations since 1992“, *Journal of Safety Research* (2012), Vol.43, 257-263, p.259.

⁴² Atiyeh, *Burn, supra nota* 16, pp 181-193.

⁴³ Sherrard, J., Ozanne-Smith, J., Staines, C., „Prevention of unintentional injury to people with intellectual disability: a review of the evidence“, *Journal of Intellectual Disability Research* (2004), Vol.48, 639-645, p.643.

Majanduslikult arenenud riikides on tulest tingitud vigastussurmade arv vähenemas väidetavalt tänu efektiivsetele ennetuskampaaniatele, karmistatud tuleohutusnõuetele ning arenenud põletusravile. Tulest tingitud vigastussurmade arvu vähenemine ja seos eelpool toodud faktoritega ei ole siiski tõestatud ning samamoodi võib oletada, et selle arvu vähenemisele on kaasa aidanud tehnoloogilised muudatused.⁴⁴ Üldjuhul ootavad kõrgema sissetulekuga inimesed pigem koolitust ja harimist ning neile on ohutusalane informatsioon, ohutumad tooted ja ohutum elukeskkond kättesaadavam kui madalama sissetulekuga inimestele, kes eelistavad passiivseid meetmeid ning seaduse muutmist.⁴⁵ Madala ja keskmise sissetulekuga riikides on ennetuskampaaniate läbiviimine raske, sest puuduvad riiklikud ressursid ning sihtgrupil ei ole võimalusi ega tahet oma käitumismustrit muuta. Eestis on majanduslik heaolu kasvamas ning peame ennast majanduslikult arenenud riigiks ja seetõttu on ootused sarnased teistele heaolu ühiskondadele. Järjest rohkem pööratakse tähelepanu vigastussurmadele ning nende vähendamise võimalustele. Passiivsed ennetusmeetmed on kättesaadavad majanduslikult arenenud riikide kodanikele ning seetõttu peab autor oluliseks analüüsida, kas meie ühiskond on valmis kodusprinklersüsteemi kohustuse rakendamiseks. Ameerika Ühendriikides läbiviidud uuring näitab, et tulekahjudes hukub eelkõige vaesem kontingent üldpopulatsioonist, kes sageli elab väljaspool linnasid.⁴⁶

Ennetusvaldkond on kiiresti arenev valdkond, mistõttu on palju teooriaid ja mudeleid väljatöötatud, kuid süstemaatilisi analüüse rakendatud teooriate, mudelite ja meetodite kohta on vähe.⁴⁷ Siinkohal võib välja tuua, et nii hariduslikel kampaaniatel kui ka massimeediakampaaniatel on suured hulgad inimesi, kelleni jõutakse, kuid puuduvad teaduslikult tõestatud faktid, et nendega oleks saavutatud olulisi muudatusi vigastuste

⁴⁴ Atiyeh, *Burn*, *supra nota* 16, pp 181-193.

⁴⁵ Girasek, *The Effectiveness*, *supra nota* 39, pp 287-304.

⁴⁶ Hall, J.R., „U.S. Unintentional fire death rates by state“, National Fire Protection Association (2011)

⁴⁷ Carlson Gielen, *Application*, *supra nota* 23, pp 65-76.

vähendamisele. Pikemaajalisi muudatusi on suudetud tõestada suitsuandurite paigaldamise kampaaniatega, mida peetakse üheks kõige mõjusamaks kampaaniaks.⁴⁸

1.2. Sprinklersüsteemid vigastuste ennetamisel

1.2.1. Sprinklersüsteemide kirjeldus

Antud alapeatüki eesmärk on selgitada sprinklersüsteemi ja tema olemust ning eristada tavasprinklersüsteem ja kodusprinklersüsteem. Autor peab seda vajalikuks, sest nende kahe süsteemi vahel on olulisi erinevusi ning magistritöö ei tohi tekitada muljet, et kui kodusprinklersüsteem on paigaldatud, siis on hoone sama kaitstuse tasemega kui kontori-, kogunemis- või tööstushooned. Lisaks soovib autor rõhutada, et sprinklersüsteem ei ole alternatiiviks suitsuanduritele või automaatsele tulekahjusignalisatsioonile. Parim tulemus on kahe erineva passiivset tüüpi ennetusmeetme kombineerimine ning seeläbi ohutuma elukeskkonna tekitamine, mis ei nõua inimeselt olulist käitumisharjumuste muutmist.

Sprinklersüsteemid pärinevad juba 19. sajandi lõpust, kui nende eesmärk oli kaitsta eelkõige äriettevõtete ja tehaste vara tulekahju eest. Esimene standard (standard on dokument, mis kindlustab et nõudeid, spetsifikatsioone ja juhiseid kasutatakse järjekindlalt selleks, et materjalid, tooted, protsessid ja teenused toimiksid eesmärgipäraselt)⁴⁹ sprinklersüsteemidele ilmus 1896. aastal Ameerika ühendriikides NFPA 13 (*Standard for the Installation of Sprinkler Systems*).⁵⁰ Antud standard on kasutusel tänase päevani, kuigi selle sisu on oluliselt täiendatud. 20. sajandil oli USA arenenud riikidest suurima tulekahjudes hukkunute arvuga, mis küündis 12000 ohvrini aastas. 1971. aastal andis USA president Richard Milhous Nixon korralduse moodustada komisjon, kuhu kuulusid erialaspetsialistid ning Kongressi ja Senati liikmed ja mille ülesandeks oli uurida tulekahju ohtusid ning võimalusi tulekahjudest tingitud ohvrite arvu

⁴⁸ Towner, E., Dowswell, T., Jarvis, S., „Updating the evidence. A systematic review of what works in preventing childhood unintentional injuries: Part 2“, *Injury Prevention* (2001), Vol 7, pp 249-253.

⁴⁹ International Organization for Standardization, „What is a standard?“, <www.iso.org/iso/home/standards.htm> (09.04.2013)

⁵⁰ National Fire Protection Association, *Operation Of Fire Protection Systems*, (Jones & Bartlett Learning,2003), p.278.

ja varakahjude vähendamiseks. 1973. aastal valmis komisjoni raport, kus viidati puudujääkidele eluhoonetes ning anti soovitusi puudujääkide parandamiseks. Muude soovituste hulgas oli suitsuandurite kasutuselevõtt korterites ja koridorides ning sprinklersüsteemide kasutamine vähemalt koridorides, et kindlustada inimestele evakuatsiooniteede kasutusvõimalus.⁵¹

Sprinklersüsteem on täielik objekti sprinklerkaitseks vajalike seadmete ja vahendite kogum, mis koosneb ühest või mitmest sprinklerinstallatsioonist ja nende torustikest ja veevarustusest/veevarustustest.⁵² Sprinklersüsteemid projekteeritakse vee edastamiseks läbi sprinklerite tulekahju kohale, mis on paigutatud arvutusliku intervalli tagant torustiku külge ja asuvad üldjuhul laes või laepiirkonnas. Enamus sprinkleripäid reageerivad temperatuuritõusule ning avanevad ja algab vee edastamine tulekahjukohale. Sprinkleripead on temperatuuritundlikud ning reageerivad konkreetsele temperatuurile, misjärel vesi paiskub läbi sprinkleripea spetsiifilise mustri ja hulgana ettearvutatud piirkonda.⁵³ Sprinkleripea näidis ja tööpõhimõte on toodud Lisas 2.

Esimene kodusprinkleri standard Ameerika Ühendriikides, NFPA 13D (*Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Mobile Homes*) valmis aastal 1975, kus anti juhised sprinklersüsteemide projekteerimiseks eramutesse, paarismajadesse ja elementmajadesse ning osaliselt on sprinklerinõue eluhoonetes Ameerika Ühendriikides ka rakendunud.⁵⁴ Hiljem lisandus NFPA 13R (*Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Residential Occupancies up to and Including Four Stories in Height*), mis sätestab standardi, kuidas paigaldada sprinklersüsteeme kuni neljakorruselistesse (kaasa arvatud) eluhoonetesse. Sellest perioodist alates on kodusprinklersüsteemid tõestanud ennast kui elupäästva funktsiooniga süsteemid. Kahes mahukas uuringus, mis viidi läbi Ameerika Ühendriikides, katsetati kodusprinklersüsteeme ja jõuti järeldusele, et eluhoonete tulekahjudes, kus on

⁵¹ The Report of The National Commission on Fire Prevention and Control „America Burning“ (1973)

⁵² Eesti Standardikeskus, *Paiksed, supra nota 3.*

⁵³ Koonce III, T.R., *Firefighter's handbook: Essentials of Firefighting and Emergency Response* (Delmar Publishers, 2000), Chapter 12

⁵⁴ *Ibid*

sprinklersüsteemid, hukkub vähem inimesi, on vähem vigastatuid ning varalised kahjud on väiksemad kui hoonetes, kus ei ole paigaldatud sprinklersüsteemi. Nende kahe uuringu jooksul ei olnud üheski sprinklerdatud hoone tulekahjus hukkunuid.⁵⁵ Põhjalikum ülevaade nendest kahest projektist on järgmises alapeatükis.

Sprinklersüsteemide töökindlus on 96%, mis tähendab, et 96% tulekahju korral aktiveerunud sprinklersüsteemid kustutasid selle. Ülejäänud 4% korral on tegemist inimfaktorist tingitud hooletuse, lohakuse või kuritahtlikkusega, mis väljendub kas sprinklersüsteemide hooldamata jätmises, sprinklersüsteemi veetoite sulgemises või valesti paigaldatud sprinklersüsteemis.⁵⁶ Sprinklersüsteemid on projekteeritud eeldatava elueaga 50 aastat ning väga töökindlad. Statistika näitab, et sprinkleripea mitteaktiveerumise (näiteks vigane sprinkleripea) tõenäosus on alla 0,0001%.⁵⁷

Peamine põhjus, miks tulekahjud väljuvad kontrolli alt, on nende hiline avastamine. Parim hetk tulekahju rünnata on algfaasis, kuid kui tekib viide tulekahju puhkemise ja avastamise vahel, siis tulekahju areneb ning jõuab teise faasi. Sprinklersüsteemi peamine eelis on reageerida tulekahjule ilma inimese osaluseta ning kustutada või lokaliseerida see, kasutades selleks minimaalselt vett. Sprinklersüsteemi veekulu on ca 40-45 liitrit minutis, samas kui päästjate joatoru transpordib vett tulekahjule ca 600 liitrit minutis. See tagab väiksema veekahju tekkimise tulekahjukohal.⁵⁸

Sprinklersüsteemid jagunevad üldjoontes neljaks:

1. Märgininstallatsioon on installatsioon, mille torustik on pidevalt veega täidetud.⁵⁹ Antud installatsioon võimaldab kiireima sekkumise, kui sprinkleripea avaneb ning see on lihtsaim, odavaim ja enimlevinud installatsioon. Sprinklersüsteemi töö algab sprinkleripea ampulli lõhkemisega, misjärel vesi liigub läbi sprinkleripea tulekahjukohale. Iga sprinkleripea ampull lõhkeb vaid juhul, kui tema juures on

⁵⁵ Butry, D.T., „Economic Performance of Residential Fire Sprinkler Systems“, *Fire Technology* (2009), Vol. 45, 117-143

⁵⁶ Klinoff, R., *Introduction to Fire Protection* (Delmar Publishers, 1997), p. 354

⁵⁷ Vaidogas, E.R., Sakenaite, J., „A brief look at data on the reliability of sprinklers used in conventional buildings“, *Journal of Civil Engineering and Management* (2011), Vol.17, pp 115-125.

⁵⁸ Klinoff, R., *Introduction, supra nota* 56, p.354.

⁵⁹ Eesti Standardikeskus, *Paiksed, supra nota* 3.

temperatuur tõusnud vastavaks tema temperatuuriklassile. Sprinkleri temperatuuriklassi valik sõltub sellest, mis kasutusotstarve on sprinklerdatud ruumil. Tavaruumides kasutatakse temperatuuriklassi 57°-77°, aga kui ruumi temperatuur ületab 38°, siis on vajalik tekitada puhver ning eeldatakse juba järgmise temperatuuriklassi valikut (79°). Puhvri või temperatuurivaru tekitamine on oluline, sest kuigi klaasampull ei lõhke, kui ruumi temperatuur läheneb lubatud piirile, kuid pikemaajaline temperatuuri kõikumine piiripeal tekitab ampullis pinged ning lõpuks võib see soovimatult lõhkeda (ampullis tekib ja kaob õhumull, seoses temperatuurist tingitud vedelikupaisumisega) ja tekitada veekahjusid.⁶⁰ Näiteks, saunas ei ole võimalik kasutada sama ampulli sprinkleris, mida kasutatakse eluruumides, sest saunas tõuseb temperatuur tihti nii kõrgele, et valesti valitud ampulli korral hakkaks sprinkler igal saunakasutamise korral tööle.

Tabel 1. Sprinkleripeas olevate ampullide värvused ja nende seletus⁶¹

Sprinkleris kasutatav ampulli värv	Temperatuur, millal ampull lõhkeb °C
oranž	57
punane	68
kollane	79
roheline	93
sinine	141
violetne	182
must	204/260

2. Kuivinstallatsioon on installatsioon, mille torud täidetakse survestatud õhu või inertgaasiga. Antud süsteemi kasutatakse juhul, kui on oht torustiku külmumiseks, kas välitingimustes või külhoonetes. Kuivinstallatsioon on tulekahjule reageerimisel mõnevõrra aeglasem, sest kui sprinkleripea ampull lõhkeb, siis kõigepealt väljub sealt õhk või inertgaas ning seejärel alles vesi.

⁶⁰ Cote, A. E., Grant, C. C., Hall, J. R. Jr., „Volume 2, Chapter 2“ - Solomon, R. E. (ed), *Fire Protection Handbook*, (20th Edition, National Fire Protection Assoc., Quincy, MA.,2008), p.16/18.

⁶¹ Eesti Standardikeskus, *Paiksed, supra nota 3.*

3. Drenšerinstallatsioon on installatsioon, kus torustik ei ole täidetud ning sprinkleripead on kogu süsteemi ulatuses avatud. Antud installatsiooni kasutatakse tingimustes, kus on kiire ja ulatuslik tulelevikuoht. Kui süsteem saab teate tulekahjust, siis täidetakse see veega ning vesi väljub kõikidest sprinkleripeadest. Drenšersüsteem vajab suure tootlikkusega pumpa ning seda kasutatakse näiteks lennukiangaarides, kütusekäitlemise ettevõtetes ning teistes kõrge riskiklassiga hoonetes.
4. Eelrakendusinstallatsioon on üks kahest tüübist, kas kuivinstallatsioon või kuivrežiimil universaalinstallatsioon, mille alarmklapi avanemist initsieerib kaitstud alas paiknev ja sprinklersüsteemist sõltumatu tulekahjusignalisatsioonisüsteem. Antud installatsioon saab eelhoiatuse sõltumatult tulekahjusignalisatsioonilt, misjärel torustik täitub veega, kuid sprinkleripea avaneb alles juhul, kui temperatuur on tõusnud sprinkleripea juures vastavaks temperatuuriklassile. Süsteemi kasutatakse kohtades, kus vesi võib põhjustada suuri varakahjusid, näiteks, kallid tehnikaga või ajalooliste esemetega seotud hoonetes.

Sprinklersüsteemi eeliseks on tema suur funktsionaalsus. Oma tööpõhimõtete alusel võib jaotada sprinklersüsteemi järgmiselt:

1. Tulekahju lokaliseerimise funktsioon

Tulekahju lokaliseerimise funktsioon on tulekahju kontrolli all hoidmine ning selle edasise leviku takistamine. Antud funktsiooni rakendatakse juhul kui kaitstaval objektil on vesivarustus nõrk või kui objekti eripäradest tingituna on tulekahju kustutamine raskendatud. Lokaliseerimisel avaneb teatud hulk sprinkleripäid tulekahjukohal ning ümber, kuid sprinkleritest tulev vesi ei pruugi jõuda põlevmaterjalini, et see kustutada. Sprinklerid jahutavad tulekahju ja selle ümbrust, takistades tule ja kuumuse levikut, mis omakorda ei lase järgmistel sprinkleripeadel avaneda. Tulekahju ümber avanenud sprinklerite funktsioon on jahutada ning niisutada tulekahju ümbritsevaid pindu, et vältida nende süttimist ja

seeläbi takistada tulekahju levikut.⁶² Üldjuhul on lokaliseerimise funktsiooni eesmärgiks hoida tulekahju niikaua kontrolli all kuni saabub päästemeeskond ning kustutab selle, kuid pikemaajalisel töötamisel võib tulekahju kustuda kui sprinklersüsteem on takistanud tulekahju levikut ning põlevmaterjal tulekahjukohal saab otsa (põleb ära).

2. Tulekahju kustutamise funktsioon

Tulekahju kustutamise funktsioon on tulekahju lokaliseerimise funktsiooni edasiarendus, mille ülesandeks on lisaks lokaliseerimisele tulekahju kustutamine. Selleks, et toimuks tulekahju kustutamine, peab vesi piisava koguse ja muustrina jõudma põlevmaterjali pinnale, jahutades seda ning takistades tulekahju arengut ja lõpuks katkestada põlemisprotsess. Piisava veekoguse ja õige mustriga deflektoriga sprinkler kustutab tulekahju ning ümbritsevad sprinkleripead ei avane.

3. Tulekahju avastamise- ja teavitusfunktsioon

Tulekahju korral hoones on oluline selle avastamine võimalikult varajases staadiumis, et hoones olevad inimesed saaksid iseseisvalt evakueeruda ning teavitus tulekahjust jõuaks esimesel võimalusel päästemeeskondadeni. See annab võimaluse päästa inimeste elud ning aitab hoida ära suuremad varakahjud. Kõige ohtlikum aeg ööpäevas langeda tulekahju ohvriks on öine aeg,⁶³ kui inimesed magavad ja ei pruugi saada õigeaegset infot tulekahju puhkemise kohta ning saades selle hilinenud info, võib olla võimatu hoonest evakueeruda sest tulekahju on blokeerinud evakuatsiooniteed. Seetõttu on oluline, et eluhooned oleksid varustatud tulekahju avastamise ja teavitamise seadmetega, milleks võib olla autonoomne tulekahjusignalisatsiooni andur, automaatne tulekahjusignalisatsioon aga sama funktsioon võib olla ka automaatsel tulekustussüsteemil. Avastamis- ja teavitusfunktsioonil on kolm eemärki, esiteks tuvastada, et hoones on tulekahju ehk tulekahju avastamise eesmärk. Teiseks teavitada helisignaali või muul viisil hoones asuvaid inimesi tekkinud probleemist hoones ehk teavitamise eesmärk. Kolmandaks saadud info töötlemine ja edastamine ehk edastamise eesmärk.

⁶² Cote, A. E., Grant, C. C., Hall, J. R. Jr., „Volume 2, Chapter 1“ - Solomon, R. E. (ed), *Fire Protection Handbook*, (20th Edition, National Fire Protection Assoc., Quincy, MA.,2008), p.16/7

⁶³ Päästeameti statistika. Tulekahjude arv ja tules hukkunute arvu seos tundide kaupa.

Olenevalt paigaldatud süsteemi eripärast on edasine käitumine näiteks saadud info tulekahju kohta edastamine päästemeeskondadele läbi häirekeskuse ning teatud muud programmeeritud tegevused, milleks võib olla ettemääratud uste sulgemine, suitsueemalduse aktiveerimine vms. Kui esimesed kaks eesmärki on otseselt suunatud inimeste elude päästmisele, arvestades et inimene on suuteline hoonest evakueeruma, siis edastamise eemärk on oluline hoonete puhul kus asuvad inimesed ei ole võimelised ise evakueeruma (näiteks hooldekodud, invaliidide kodud jne). Lisaks annab varajane edastamine võimaluse päästemeeskonnale jõuda tulekahjule sellises faasis, kus tulekahju ei ole läinud üle üldsüttimise faasi ning on veel võimalik ära hoida olulisi varakahjusid.⁶⁴ Avastamis- ja teavitamisfunktsiooni puhul on oluline pidada silmas ainult selle funktsiooni põhieesmärki, milleks on tulekahju avastamine võimalikult varajases staadiumis, et anda inimestele võimalus hoonest evakueeruda, kuid vaid avastamis- ja teavitusseade (näiteks autonoomne tulekahjusignalisatsiooni andur või automaatne tulekahjusignalisatsioon) ei peata tulekahju levikut ega kustuta seda. Juhul kui inimene otsustab hoonest mitte lahkuda või ei ole võimeline seda tegema füüsiliselt, siis võib ainult avastamis- ja teavitamisfunktsiooni kasutegurit madalaks, olgugi et päästemeeskonnad saavad info varakult.

4. Juhtimisfunktsioon

Juhtimisfunktsioon võimaldab ühendada sprinklersüsteemi muude tuleohutuspaigaldistega, näiteks suitsueemaldusluukidega, automaatsete ukse sulguritega jms. Lisaks pakub see funktsioon tänapäeval võimalusi juhtida sprinklersüsteemi läbi arvuti ja vastava tarkvara või ühendada süsteem nutitelefoniga ning seeläbi saada infot kodus toimuvast, olles ise eemal.

Sprinklersüsteeme on pidevalt arendatud ning lisatud erinevaid funktsioone. Seega, on tegemist kaasaegsete passiivsete ennetusvahenditega, mis on pidevas muutumises ja seoses ümbritseva keskkonna muutumisega. Sobiva sprinklersüsteemi valikul tuleb arvestada objekti iseärasustega, omaniku vajaduste ning ümbritseva keskkonnaga (näiteks, vältida sprinklersüsteemi külmumist välitingimustes).

⁶⁴ Cote, A., *Fundamentals of Fire Protection*, (Jones & Bartlett Learning, 2011), p.276

1.2.2. Kodusprinklersüsteem

Oluline on eristada tavasprinklersüsteemi ning kodusprinklersüsteemi, sest nende süsteemide tööeesmärk on erinev. Kodusprinklersüsteemi peamine eesmärk NFPA 13R ja NFPA 13D standardite järgi on inimeste elude päästmine, mitte varakahjude vähendamine ja tulekahju lokaliseerimine või kustutamine. Samas on kodusprinkleritega varustatud tulekahjudel märkimisväärselt väiksemad varakahjud, olgugi et see ei ole antud süsteemi peamine eesmärk.⁶⁵ Tavasprinklersüsteemi peamine eesmärk on hoone keerukusest tulenev vajadus lokaliseerida või kustutada tulekahju ning seeläbi vähendada varakahjusid ja alles seejärel inimeste päästmine. Seetõttu loodigi Ameerika Ühendriikides eraldi standardid (NFPA 13D ja 13R), mis on suunatud otseselt kodude sprinklerdamisele. Kuna sprinklersüsteemide ehitamine on kulukas, siis tuli teha põhjendatud järeleandmisi teatud osades, millest tingitult on kodusprinklersüsteemi eesmärk erinev tavasprinklersüsteemist. Inimeste päästmise eesmärgil muudeti paljud nõudmised oluliselt leebemaks kodusprinklersüsteemidele võrreldes tavasprinklersüsteemidega. Kodusprinklersüsteemide standardi väljatöötamisel Ameerika Ühendriikides analüüsiti hukkunute ja vigastatutega eluhoonete tulekahjude tekkepõhjuseid ja –kohtasid ning leiti optimaalne lahendus, milleks on sprinkleri paigaldamine eelkõige nendesse ruumidesse, kust kõige sagedamini algavad tulekahjud. Nii Ameerika Ühendriikides kui Eestis on kolm kõige levinumat kohta köök, elutuba ja magamistuba.⁶⁶

Kodusprinklersüsteemid on oma mahult väiksemad ning tavaliselt märg- või kuivinstallatsioonide odavamad alternatiivvariandid. Kodusprinklersüsteemides kasutatakse kiire reageerimisega sprinkleripäid ning väikeste läbimõõtudega torustikke, mis võivad olla plastikust. Kiire reageerimisega sprinkleripead on projekteeritud selliselt, et tulekahju standardolukorras (kus tulekahju saab areneda normaalselt – piisav põlevmaterjal ja hapnik) ei teki toksilisi gaase sellisel määral, et see oleks inimesele ohtlik. Kui tulekahju on arenenud sellisesse faasi, kus toksiliste gaaside hulk ja

⁶⁵ Butry, D.T., „Comparing the performance of residential fire sprinklers with other life-safety Technologies“, *Accident Analysis and Prevention* (2012), Vol. 48, 480-494, p 480.

⁶⁶ Ahrens, M., „Home structure fires“, report, National Fire Protection Association (2012), p. 43

temperatuur hakkab ohtlikuks muutuma, siis sprinkleripea avaneb ning tulekahju lokaliseeritakse või kustutatakse. Tulekahjud ei pruugi alati areneda arvutuste ja standardolukordade järgi ning seetõttu on mõistlik ikkagi arvestada sprinklersüsteemi kui kustutussüsteemiga ja suitsugaaside sisalduse tuvastamine on tulekahjusignalisatsioonanduri ülesanne. Sprinkleripeade avanemise kiirust mõõdetakse RTI-ga (*Response Time Index*) ja kui $RTI < 50 \sqrt{m \cdot s}$ ehk ca 20-30 sekundit (olenevalt RTI-st), siis on tegemist kiire reageerimisega sprinkleripeaga. Teine peamine erinevus kiire reageerimisega kodusprinkleripeadel on deflektori kuju, mis peab tagama, et torustikust tulev vesi lõhutakse ettenähtud suurusega piiskadeks ning see langeks ühtlase muustrina põlevale pinnale. Kodusprinkleri puhul võib ruumis olla vaid üks sprinkler ning seetõttu on oluline, et avanemisel oleks ta võimeline kustutama mööblit, vaipasid ja muud ruumi sisustust. Tavasprinklerite puhul võib veelangemise muster olla laiem ja katta naabersprinklerite piirkonda, mistõttu on sprinkleripeade deflektorid teise kujuga.

1.3. Kulu-tulu analüüsi rakendamine kodusprinklersüsteemide tasuvuse hindamisel

1.3.1. Kulu-tulu analüüsi olemus

Kulu-tulu analüüs on traditsiooniline meetod, mida kasutatakse ühiskondlike vahendite (riigi, kohalike omavalitsuste jne) kasutamise efektiivsuse hindamiseks. Selleks liidetakse kaudsed ja otsesed kulud ning kui tulude ja kulude vahe on suurem kui 0 või tulude ja kulude suhe on suurem kui 1, siis võib projekti pidada tulusaks.⁶⁷

Kulu-tulu analüüsi juured ulatuvad 19. sajandi Prantsusmaale, kus seda kasutati infrastruktuuride tasuvuse hindamiseks. Uue heaoluökonomika areng algas 19. sajandi

⁶⁷ Kaldor, N., 1939. „Welfare propositions of economics and interpersonal comparisons of utility”, *Economic Journal* (1939), Vol. 49, no. 195, p. 549-552; Hicks, J., R., „The foundations of welfare economics”, *Economic Journal* (1939), Vol. 49, no. 196, p. 696-712.- refereerinud - Schulz, W.,H., “Cost-Benefit Analysis for Transport Policy Considerations: A European Trade-Off between Consumer Benefits, Welfare Effects and Administrative Burden”, cost-benefit analysis, 2011, pp.11-12

lõpus ning kulmineerus Arthur C. Pigou *The Welfare of Economics* ilmumisega 1920. aastal.⁶⁸ Uue heaoluökonomika kaks fundamentaalset teoreemi on:

1. Kui tootjad ja tarbijad käituvad nagu tõelised konkurendid, st ostjad püüavad osta võimalikult odavalt ja müüjad müüa võimalikult kallilt, kui on olemas turud ning majandusagendid valdavad täielikku informatsiooni, siis on nendel turgudel esinev tasakaal Pareto-efektiivne ehk ei saa parandada kellegi heaolu ilma kellegi teise heaolu vähendamata.⁶⁹
2. Kui konkurentsiturul loodud ressursside jaotus ei rahulda ühiskonda, saab vastavate ümberkorraldustega lasta turul ise reguleeruda, kuid Pareto-efektiivne on võimalik saavutada maksude ja toetustega.⁷⁰

Esimene teoreem annab mõista, et teatud tingimustel tagab täielik konkurents efektiivse ressursside kasutamise. Pareto-efektiivne ressursside jaotus tekib ainult täieliku konkurentsi tingimustes, mis eeldab, et:⁷¹

1. turul on suur hulk tarbijaid ja müüjaid, kuid ükski neist ei saa turuhinda mõjutada;
2. turuosalisel on kõik hinnavõtjad, kes maksimeerivad oma kasumeid (tarbijad kasulikkust) ning igal turul tekib turuhind, mille puhul nõutud hüvise kogus võrdub pakutud hüvise kogusega;
3. turul puuduvad sisenemisbarjäärid, st miski ei takista turule sisenemist ega sealt lahkumist;
4. kõikidel tarbijatel ja müüjatel on olemas täielik majanduslik ja tehnoloogiline informatsioon turul toimiva kohta.

Kulu-tulu analüüs baseerub heaoluökonomikal. Uue tehnoloogia kasutuselevõtuks võrreldakse seda üldise majandusliku ja sotsiaalse mõjuga. Teoreetiliselt on efektiivsuse põhimõtteks, et kasu peab saama vähemalt üks inimene ja kahju mitte keegi. Seda olukorda nimetatakse Pareto-efektiivseks, kuid realselt ei ole võimalik tuvastada ühte kasusaajat ja seetõttu kasutatakse Kaldor-Hicksi kriteeriumit. Selle kriteeriumi puhul loetakse efektiivseks olukorda, kui kasusaajate hulk on suurem kui kahjusaaajate hulk, ka

⁶⁸ Pearce, D., Atkinson, G., Mourato, S., „Cost-Benefit Analysis and the Environment RECENT DEVELOPMENTS“, cost-benefit analysis, OECD (2006), p.16

⁶⁹ Kommer, A., „Avaliku sektori ökonomika“, Sisekaitseakadeemia (2004), lk. 9.

⁷⁰ Gowdy, J.M., „The Revolution in Welfare Economics and Its Implications for Environmental Valuation and Policy“, *Land Economics* (2004), Vol.80, 239-257, p.240

⁷¹ Saar, I., „Avaliku sektori ökonomika“, loengukonspekt (2011), lk 5.

käesoleva kodusprinklersüsteemi kulu-tulu analüüsis ei ole võimalik realselt tuvastada ühte kasusaajat. Seetõttu võib mõne projekti või seadusemuudatuse rakendamisel olla küll kahjusaajaid ent kui kasu on suurem, siis loetakse projekt efektiivseks. Kaldor-Hicksi kriteerium on aktsepteeritud heaoluökonomikas ning seda kasutatakse kulu-tulu analüüside tulemuste tõlgendamisel.⁷²

Teooria ja praktika ei ühtinud sinnamaani kui 1930-ndate aastate lõpus hakati Ameerika Ühendriikides nõudma kulude ja tulude võrdlemist veesüsteemide projekteerimisel. Peale II maailmasõda tekkis surve riikide valitsemise efektiivsemaks muutmiseks ning suurte projektide rahastamisel nõuti efektiivsust. Seda võib pidada uue heaoluökonomika praktikasse rakendamiseks, mis väljendus kulu-tulu analüüside koostamise ning praktiliste otsuste vastuvõtmisega. Sellest ajast alates on kulu-tulu analüüs tõusude ja langustega saanud peamiseks meetodikaks, millega hinnatakse avalike investeeringute tasuvust. 1960-ndate alguseks olid kulu-tulu analüüsi põhimõtted paigas. Siiski ei suudetud leida konsensust diskontomäära suhtes, ning pakuti vahemikku 2%-20%. Tänapäeval ei ole see vahemik küll nii suur, kuid siamaani ei ole ühtselt selge, milline peaks olema ideaalne diskontomäär.⁷³ Kulu-tulu analüüsi negatiivseks küljeks võib pidada, et selle analüüsi tarbeks arvutatakse kõik ümber rahalisse väärtusse ning opereeritakse vastavate numbritega, arvestamata, et kõike tegelikkuses ei saa rahaks ümber arvestada.

1.3.2. Varasemad sprinklersüsteemide kulu-tulu analüüsid

Kodusprinklerit peavad päästevaldkonna asjatundjad USA-s ja Suurbritannias üheks parimaks tuleohutuspaigaldiseks ehk passiivseks ennetusmeetmeks, mis aitab päästa inimesid tulekahju korral. Selleks, et oleks võimalik antud ennetusmeetmega jõuda eesmärgini, mis tähendab võimalikult paljude inimesteni, on vaja kindlaks teha, kui kättesaadav on süsteem ning kas meetmele kulutatud summa ennast õigustab. Olgugi, et inimelu on hindamatu väärtusega, siis selleks et liikuda maksimaalse kaitstuse poole ning uurida tasuvust, on majanduses ka inimelule hind olemas. Olenevalt riigi heaolust, on see

⁷² Schulz, *Cost-Benefit*, supra nota 67, p.12.

⁷³ Pearce, *Cost-Benefit*, supra nota 68, p.17.

erinev ning seetõttu on erinevates riikides rakendatavate ennetusmeetmete spektrid erinevad. Mida suurema majandusliku heaoluga on riik, seda rohkem panustatakse oma kodanike turvalisusele, sest iga inimene, olles täie tervise juures, on võimeline riigi heaolu suurendama ja seetõttu rakendab riik järjest kallimaid ja efektiivsemaid meetmeid kodanike heaolu nimel. Selleks, et veenduda kas kasutatav meede on ka tegelikult efektiivne, viiakse läbi analüüsid, mis selgitavad kuivõrd kuluefektiivse meetmega tegemist on. Kodusprinklersüsteem on üks selliseid meetmeid, mis on tõestanud end ühe tõhusaima meetmena tulekahjudes hukkunute ja vigastatute arvu vähendamisel, kuid laiale tarbijaskonnale tundub investering kodusprinklersüsteemi liiga suurena. Seepärast viiakse mitmetes riikides süsteemselt läbi kulu-tulu analüüse, selgitamaks süsteemide efektiivsust ning otsimaks võimalusi kättesaadavuse parandamiseks. Inimesed on nõus ilma igasuguste analüüsideseta investeerima oma kodus raudvälisukse paigaldusse või kallitesse vargavastastes süsteemidesse ja seda tehakse puhuks kui ennast kodus pole, aga muretsetakse vara pärast. Samas suhtutakse skeptiliselt samaväärse summa investeerimisse kodusprinklersüsteemi, mis lisaks varale kaitseb ka inimese elu.

Kulu-tulu analüüsis tuleb vaadelda kahte osa – tulude osa ja kulude osa, mis on teineteisest üldjuhul sõltumatud. Võimalikud faktorid, mida analüüsis arvestada, on esitatud Tabelis 2.

Tabel 2. Kulu-tulu analüüsi faktorid ⁷⁴

KULU	TULU
<ul style="list-style-type: none"> • Kodusprinklersüsteemi paigaldus • Veekulu • Korraline hooldus • Juhuslik veekahju 	<ul style="list-style-type: none"> • Päästetud inimesed • Välditud vigastused • Varakahju vähendamine • Kindlustusmakse vähenemine • Keskkonnakahjude vähenemine • Päästeteenistuse kulutuste vähenemine

⁷⁴ Autori koostatud

Tabelis 2 on kulude veerus loetletud kulutused, mis tuleb teha sprinklersüsteemi paigaldamiseks ja kulud, mis võivad tekkida sprinklersüsteemi aktiveerumisest. Tulude veerus on loetletud võimalikud tulud, mis kodusprinklersüsteemiga kaasnevad, milleks on päästetud inimesed, välditud vigastused ja varakahjude vähenemine juhul, kui tekib tulekahju, lisaks kaudsete tuludena kindlustusmaks vähendamine, tulekahjust tingitud keskkonnakahjude vähenemine ning päästeteenistuse kulude vähenemine seoses tulekahju kustutamise või piiramisega sprinklersüsteemi poolt. Erinevates riikides võib esineda veel konkreetsele riigile omaseid kulusid (Suurbritannias lisamaks veesüsteemiga ühinemiseks jne).

Kulu-tulu analüüse kodusprinkleri majandusliku tasuvuse kohta on läbi viidud viimase 30 aasta jooksul, kuid suurem osa nendest viimase 10 aasta jooksul, kui sprinklersüsteemid on odavnenud ning tehnoloogia arenenud (Siarnicki 2001, Ford 2003, Sziklai 2007, Butry *et al* 2007, Gros *et al* 2010, Robbins *et al* 2008 jne). Põhjus, miks see teema on jätkuvalt uuringuobjektiks, on katsetuste ja uuringute käigus tuvastatud elupäästefunktsioon ja oluline varakahjude vähenemine, kuid takistuseks laiemale levikule on suhteliselt kõrge hind, mis on langustrendis, sest kodusprinklersüsteemide tootjaid lisandub.

Siinkohal tuleb autor tagasi eelnevas alapeatükis toodud autode turvapatjade ja kodusprinklersüsteemi näite juurde. David Butry võrdles kodusprinklerit eramutes ja autodesse paigaldatavaid turvapatju.⁷⁵ Butry võttis aluseks riiklikud andmed, et USA-s on 86 miljonit eramat ning aasta jooksul teatati 304 500 tulekahjust, milles hukkus 2155 ning vigastada sai 8800 inimest. Võttes aluseks eelnevad kalkulatsioonid, jõudis Butry järeldusele, et kodusprinkler hoidis ära 0,0076 inimese hukkamise eramu tulekahju kohta. Arvestades eramu tulekahju puhkemise võimalust (0,0035 tulekahju eramu kohta, mille Butry arvutas jagades eramute koguarvu tulekahjude koguarvuga) ja hukkunuga tulekahju tõenäosust, sai Butry tulemuseks 2.7 inimese hukkamise ennetamise 100 000 tulekahju kohta. Butry väidab, et kuigi liiklusõnnetuse juhtumise tõenäosus on ligi 12 korda suurem kui tulekahju, siis elupäästva tehnoloogiana on kodusprinkler märgatavalt tulemuslikum. Näites toodud hukkunute ennetamise number võib tunduda väiksena, sest kui arvestada,

⁷⁵ Butry, *Comparing, supra nota* 65, p.490.

et USA-s oli üle 300 000 tulekahju, siis lihtsa tehtega saame tulemuseks 8 inimese päästmise kogu aasta peale. Seega võib tekkida küsimus süsteemi vajalikkuses, kuid siinkohal on oluline märkida, et kodusprinklersüsteem on paigaldatud USA-s vaid ca 1%-le kogu eramute hulgast ja Butry võttis siinkohal aluseks 2002-2006 aastal toimunud tulekahjud, millest samuti ca 1% toimus kodusprinkleritega varustatud hoonetes. Kokkuvõtteks on eelneva näite puhul tegemist olukorraga, kus kodusprinkler ennetusmeetmena on tõhus, kuid esialgne hind tundub kõrge, samas on tasuvusperiood tunduvalt pikem kui autode turvapadjal. Sellel peatub töö autor allpool, kui võrdleb erinevates riikides läbiviidud analüüse.

Selgitamaks, et kodusprinklersüsteem ei ole tõhus ainult laboritingimustes, toob autor kaks praktilist näidet, kus terves piirkonnas on kehtestatud kodusprinklerinõue ning millised on tulemused. Alates 1975. aastast, kui USA-s kehtestati esimene kodusprinkleri standard NFPA 13D, on kodusprinklersüsteem tõestanud elupäästvat funktsiooni.⁷⁶

Scottsdale-is, Arizona osariigis, Ameerika Ühendriikides, muudeti 1985. aastal kohustuslikuks uutes eramutes kodusprinklersüsteemi paigaldamine. Esimese kümne aasta jooksul vähenes süsteemi paigaldamise hind ligikaudu 45% ning kodukindlustuse hinna keskmine langus sprinklersüsteemiga kaitstud eramus oli 10%. Viieteistkümne aasta jooksul ei ole olnud ühtegi hukkunud sprinklerdatud eramu tulekahjus ning arvestuslikult on ära hoitud 13 inimese hukkumine. Tulekahju kustutamiseks kulunud veehulk oli keskmiselt 1130 liitrit, päästemeeskonna keskmine veekulu eramu tulekahjul on keskmiselt 22 000 liitrit ning varakahju sprinklerdatud hoones keskmiselt 2166 USA dollarit (edaspidi – USD), kui sprinklerdamata hoone tulekahjul oli see number keskmiselt 45 019 USD.

Prince Georges County, Marylandi osariigis, Ameerika Ühendriikides, kehtestati sprinkleri paigaldamise kohustus uutesse eramutesse, ridaelamutesse ja kortermajadesse 1990. aastal. Kokkuvõttes peale esimese kümne aasta möödumist näitasid, et sprinklerdatud hoone tulekahju keskmine varakahju oli 3429 USD ja siinkohal arvutati potentsiaalne kahju, mis oleks võinud tekkida kui sprinklereid ei oleks olnud - 326 752

⁷⁶ Butry, D.T., *Economic, supra nota* 55, 117-143

USD. Scottsdale-i näitega on see number oluliselt suurem, sest Prince Georges County puhul näidati kogu hoone hävimise maksumust. Kuigi väidetakse, et hoiti ära 154 inimese hukkumine kümne aasta jooksul, siis olulisem on fakt, et ükski inimene ei hukkunud sprinklerdatud hoonete tulekahjudel.⁷⁷

Tegemist on praktikast lähtuvate andmetega ning need ei anna kindlust, et kui kodusprinklersüsteem on eluhoonesse paigaldatud, siis tulekahjus hukkunute arv väheneb 100%. Eelnevas alapeatükis käsitleti sprinklersüsteemide töökindlust, mis jäi ca 96% juurde ehk 4% jääb võimalus, et süsteem ei rakendu mingil põhjusel. Lisaks on oluline mõista, et tulekahjus hukkumise põhjus võib olla inimese füüsiline või psühholoogiline seisund, näiteks, vanusest tingitud halvem liikuvus või vähene otsustusvõime (väikelapsed, vanurid), liikumispuue, haigusseisund (teadvusekadu vms), alkoholitarbimisest tingitud võimete vähenemine, enesetapu sooritamine läbi tulekahju või kuriteo ohvriks langemine. Seega ei saa väita, et kodusprinklersüsteemi ning tulekahjusignalisatsioonanduri olemasolu välistavad inimeste hukkumise eluhoonete tulekahjudel.

Mujal maailmas läbiviidud analüüsid

Autor analüüsis kolme erinevat kulu-tulu analüüsi, mis olid viidud läbi Ameerika Ühendriikides,⁷⁸ Suurbritannias⁷⁹ ja Uus-Meremaal.⁸⁰ Viimatimainitud riigid osutasid valituks, sest nendes riikides on kodusprinklersüsteemide paigaldamise praktika kõige pikaajalisem ning nendes riikides on kehtestatud eraldi standardid kodusprinklersüsteemidele. Seetõttu on kulu-tulu analüüse viidud nendes riikides läbi süsteemselt ja analüüsitud võimalusi süsteemide kättesaadavuse parandamiseks nii läbi hindade languse kui kehtestatud normide põhjendatud leevendamise, mis aitaks kaasa tulekahjus hukkunute ja vigastatute vähendamisele.

⁷⁷ Cote, A. E., Grant, C. C., Hall, J. R. Jr., „Volume 2, Chapter 6“ - Solomon, R. E. (ed), *Fire Protection Handbook*, (20th Edition, National Fire Protection Assoc., Quincy, MA.,2008), p. 16/104.

⁷⁸ Butry, D.T., *Economic*, *supra nota* 55, 117-143

⁷⁹ Fraser-Mitchell, J., Williams, C., „Cost Benefit Analysis of residential sprinklers – Final Report“, Final report prepared for The Chief Fire Officers Association, Building Research Establishment Global (2012)

⁸⁰ Duncan, C.R., Wade, C.A., Saunders, N.M., „Cost-Effective Domestic Fire Sprinkler Systems“, New Zealand Fire Service Commission (2000)

Analüüside eesmärgiks oli hinnata, kas kodusprinklersüsteemi paigaldamine on kuluefektiivne või mitte ehk milline on suhe süsteemi paigaldamise ja hooldusega kaasnevate kulutuste ja tulekahjudes hukkunute ning vigastatute arvu vähendamisest saadava tulu vahel. Kokkuvõtetes hinnati võimalusi, mis võiksid tulevikus vähendada kodusprinklersüsteemide maksumust, muutes selle kättesaadavamaks ning kuluefektiivsemaks.

Seoses kultuuriliste erinevustega, oli kolme erineva riigi analüüsides kasutatud mõnevõrra erinevaid hoonetüüpe, kuid autori hinnangul see olulist mõju analüüsile ei avaldanud. Arvutuslikes parameetrites esines erinevusi, mis on seotud kohalike iseärasustega. Näiteks, Suurbritannias on üldjuhul nõutud kodusprinkleri paigaldamisel liitumistasu vee ettevõttele ning teatud piirkondades on vesivarustus ebapiisav sprinklersüsteemi toitmiseks, mistõttu lisandusid hinnakalkulatsioonidele pumpade või veereservuaaride hinnad, mida USA ja Uus-Meremaal ei olnud. USA arvestas tulude pool kindlustusfirmadelt saadavat soodustust, kui hoones on sprinklersüsteem, teiste riikide analüüsis seda soodustust ei esinenud.

Suurimad lahknevused erinevates uuringutes olid inimelu väärtuses, mis on määrava kaaluga kulu-tulu analüüsi lõpptulemuse arvutamisel. Lisaks moonutas märgatavalt erinevate analüüsile tulemusi süsteemi kasutusea erinev pikkus eri riikides. Võrdlused lähteparameetrites on toodud tabelis 3.

Tabel 3. Kolme riigi kulu-tulu analüüside võrdlused ⁸¹

	Ameerika Ühendriigid ⁸²	Suurbritannia ⁸³	Uus-Meremaa ⁸⁴
Inimelu hind eurodes ⁸⁵	5 958 724	1 966 527	1 771 815
Sprinklersüsteemi eluiga	Üle 30 aasta	40-50 aastat	30 aastat (arvutused tehakse 20-le aastale)
Ärahoitud vigastuse maksumus eurodes	128 535	58 452	18 984
Keskmine varakahju tulekahjul eurodes	16 469	10 196	10 124
Sprinklersüsteemi maksumus eurodes	619 – 2468 (olenevalt hoone- ja sprinkleritüübist)	ei ole võimalik üheselt välja tuua, sest vahemik oli ülisuur ning meetodika hinnapakkumistel erinev	4634 – 7724 (NZ standardi järgi) 688 (NFPA 13D standardi järgi)

Kodusprinklersüsteemi kulu-tulu analüüs Ameerika Ühendriikides

Ameerika Ühendriikide analüüsis kasutati kolme hoonetüüpi: suurem eramu (*colonial house*), korterelamu (*townhouse*) ja maamaja (*ranch*). Iga hoonetüübi kohta uuriti kuute erinevat sprinklersüsteemi, mis kõik vastasid NFPA 13D standardile. Eeldati, et vastavalt standardile on hoonetes olemas tulekahjusignalisatsioonidurid ning sprinklersüsteem paigaldatakse lisaks.

Kulu-tulu arvutusmeetod, mida analüüsis kasutati, oli järgmine:

$$PVNB = \sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t)}{(1+d)^t} \quad (1)$$

⁸¹ Autori koostatud

⁸² Butry, D.T., *Economic*, supra nota 55

⁸³ Fraser-Mitchell, *Cost*, supra nota 79

⁸⁴ Duncan, *Cost-Effective*, supra nota 80

⁸⁵ Eesti Pank, „Euro päevakursid”, < www.eestipank.ee/valuutakursid > (16.02.2013).

Valemis (1) on *PVNB* netokasude nüüdisväärtus, B_t on tulu väärtus perioodi t jooksul, C_t on kulu väärtus perioodi t jooksul, T tähistab vaadeldava perioodi pikkust (arv) (*number of discounting time periods in the study period*) ja d on diskontomäär vaadeldaval ajal.

Positiivne netokasude nüüdisväärtus tähendab, et tulude nüüdisväärtus on suurem kui kulud ja seega on kodusprinklersüsteem efektiivne. Kui kulu ja tulu eelpool toodud valemist komponentideks teha, siis nüüdisväärtuse tulu väljendub:

$$\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+d)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{DI_t + PL_t + IL_t + IP_t + OB_t}{(1+d)^t} = PVDI + PVPL + PVIL + PVIP + PVOB \quad (2)$$

Valemis (2) tähistab *PV* nüüdisväärtust, *DI* on ärahoitud surma ja vigastuse väärtus, *PL* on otseste kindlustamata varakahjude väärtus, mille hävimine hoiti ära sprinklersüsteemiga, *IL* on kaudsete kindlustamata varakahjude väärtus, mida ei tulnud kanda, sest sprinklersüsteem kustutas tulekahju (näiteks, asenduspinid, transpordikulud ümberkolimiseks jms), *IP* on kindlustusmakse soodustus, mis on saadud kodusprinklersüsteemi installeerimisega, *OB* tähistab muid soodustusi, mis kaasnevad kodusprinklersüsteemi installeerimisega (näiteks, madalamad ehituskulud seoses leebemate tuleohutusnõuetega konstruktsioonidele).

Nüüdisväärtuse kulu väljendub:

$$\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+d)^t} = \sum_{t=0}^T \frac{PI_t + OP_t + M_t + OC_t}{(1+d)^t} = PVPI + PVOP + PVM + PVOC \quad (3)$$

Valemis (3) on *PV* nüüdisväärtus, *PI* on kodusprinklersüsteemi soetamise ja paigaldamise kulud, *OP* on kodusprinklersüsteemi jooksvad kulud, *M* on kodusprinklersüsteemi hoolduskulud, *OC* on muud kulud, mis kaasnevad sprinklersüsteemi kasutamisega.

Paigaldatud kuuest sprinklersüsteemist kaks omasid tagasilöögiklappi, mis takistab tarbevee ja sprinklerivee segunemist. Tagasilöögiklappidega süsteemid osutusid mitteefektiivseteks, sest neid süsteeme tuleb iga-aastaselt kontrollida ning see tähendab iga-aastasest lisakulutust. Ülejäänud neli süsteemi olid üldiselt kuluefektiivsed, kuigi

tasuvusajad olid erinevad. Siinkohal on oluline märkida, et USA-s arvestati sprinklersüsteemide elueaks mitte vähem kui 30 aastat ning kalkulatsioonid lõppesid 30. aastaga, kui eeldada, et sprinklersüsteemi eluiga on veel pikem, siis vastavalt jagunevad ka kulutused pikemale perioodile. Eramu ja korterelamu puhul jõudis netokasude nüüdisväärtus positiivseks 7. ja 8. aasta vahel (s.t. kulutatud summa muutus tuluks) ja maamajal muutus netokasude nüüdisväärtus positiivseks 2. ja 3. aasta vahel.

Analüüsi autori väitel on tulekahju korral eramus, kus on tulekahjusignalisatsioonid ja sprinklersüsteem paigaldatud, 100% vähem hukkunuid, 57% vähem vigastatuid ning 32% väiksemad varakahjud võrreldes eramuga, kus on vaid tulekahjusignalisatsioonid.

Analüüsi kokkuvõttes osas toodi välja viimase 20 aasta jooksul läbiviidud sarnaste uuringute tulemused, kus leiti, et kodusprinklersüsteemid ei ole kuluefektiivsed ning vaadeldi, mis on selle ajaga muutunud, et nüüd on süsteemid efektiivsed. Välja toodi neli peamist põhjust:

1. Kodusprinklersüsteemide paigaldus on muutunud oluliselt odavamaks, mille on tinginud süsteemide tootjate ning paigaldajate arvu suurenemine ehk pakkumine on turul suurenenud.
2. Sprinklersüsteemide toimimise efektiivsuse tõus, mis väljendub väiksemates hukkunute ja vigastatute arvus.
3. Statistilise inimelu hinna suurenemine.
4. Suuremad soodustused kindlustuse pakkujate poolt kodusprinklersüsteemidega varustatud hoonetele.

Kodusprinklersüsteemi kulu-tulu analüüs Suurbritannias

Suurbritannias kasutati analüüsis: eramut (*house, single occupancy*); mitme pere elamut (*house, multiple occupancy*); ühiselamu tüüpi hooneid (*house, multiple occupancy – bedsit type*), see on Suurbritannia eripära ehk suurem eramu, mis on jagatud üüritavateks tubadeks; kortereid korterelamus (*flat – purpose built*); suuri eramuid, mis on jaotatud korteriteks (*flat – converted*) ning lisaks erinevaid hooldekodusid. Sprinklersüsteemid paigaldati Suurbritannias kehtiva standardi BS 9251:2005 (*Sprinkler systems for*

residential and domestic occupancies. Code of practice) järgi. Kulu-tulu analüüsis arvestati sprinklersüsteemi kui lisameedet tulekahjusignalisatsioonanduritele ja muudele tuleohutuspaigaldistele, mitte asendusmeedet.

Kulu-tulu arvestusmeetod

Antud analüüsis lähtuti kodusprinklersüsteemi elueast ja arvestati süsteemi maksumus iga eluea aasta kohta.

Aastane kulu arvestati järgmiselt (rahaühikutes):

$$C = K(S + W) + M \quad (4)$$

Valemis (4) on C iga-aastane kulu kodusprinklersüsteemile, K on aastamaksetegur ehk kapitali taastumistegur (*Capital Recovery Factor*), S on kodusprinklersüsteemi soetamise ja paigaldamise maksumus, W on veevärgi ühendustasu ja M on iga-aastane kodusprinklersüsteemi hooldustasu.

Aastane tulu B arvestati vastavalt hukkunute, vigastatute ja varakahjude vähendamisele (rahaühikutes):

$$B_d = V_d * R_d * r * \varepsilon_d \quad (5)$$

$$B_i = V_i * R_i * r * \varepsilon_i \quad (6)$$

$$B_p = V_p * R_p * r * \varepsilon_p \quad (7)$$

Valemities (5),(6) ja (7) on B iga-aastane tulu, V on ennetuse või ärahoidmise tulu, R on risk, r on sprinkleri usaldusväärsus (kas aktiveerub kui tulekahju on piisavalt suur), ε on sprinkleri efektiivsus vähendamaks riske (oletades näiteks 100% efektiivsust), indeksite tähendused on:

d on hukkunud, i on vigastatud, p on varakahjude vähendamine.

Iga-aastased riskid saadakse iga-aastase konkreetset tüüpi eluhoones hukkunute arvu jagamisel samatüüpi hoonete arvuga Suurbritannias. Sprinklerite efektiivsus riskide vähendamisel väljendub sprinklerite etteantud rakendumise ajas (kas rakendub tootjapoolt lubatud viitega) ja sprinklerite usaldusväärsus.

Kogu aastane tulu on

$$B_{tot} = B_d + B_i + B_p \quad (8)$$

Valemis (8) tähistab *tot* summat.

Selleks, et kodusprinklersüsteem oleks kuluefektiivne, peab järgmine mitte range võrratus olema täidetud:

$$\left(\frac{B_{tot}}{C}\right) \geq 1 \quad (9)$$

Analüüsi tulemusena tõid autorid välja, et kodusprinklersüsteem ei ole kuluefektiivne eramutes ja mitme pere elamutes ning on kuluefektiivne kõikides korteritüüpides ja ühiselamu tüüpi majades, kus on vähemalt 6 voodikohta, sest paigaldus- ja hoolduskulud jagatakse.

Suurbritannia analüüsi autorid on sarnast analüüsi läbi viinud varemgi ning lõpp-raportis pööratakse tähelepanu faktoritele, mis on muutnud sprinklersüsteeme kuluefektiivsemaks võrreldes eelnevate analüüsidega ning vaadatakse tulevikku, mis faktorid võivad muuta sprinklersüsteeme veel laiemalt kättesaadavaks, aga ka ohtusid mis võivad seda takistada. Peamiste muutujatena märgiti:

1. Sotsiaalsed muutused, milleks on elanikkonna vananemine (viibimine rohkem kodus, liikuvuse halvenemine), pikaajaline tööpuudus ja sellest tulenev asotsiaalsus, kodus töötamine (inimene viibib rohkem kodus, järelkult on ka tulekahju tekkimine tõenäolisem), immigratsioon (inimesed, kelle arusaamad turvalisest elustiilist on väga erinevad), üksi elamine.
2. Majanduslikud muutused, milleks on majanduslangus ja vananevad kodumasinad (kauem kasutuses ja seega tuleohtlikumad), veetrassi liitumistasud, veetorustike üldine tarbimine.
3. Ehituslikud muutused, milleks on uute ehitusmaterjalide kasutuselevõtt (mis eeldab nende tulekahjus käitumise katsetamist, et oleks võimalik võtta kasutusele asjakohased aktiivsed või passiivsed ennetusmeetmed, leevendamaks võimalikku tulekahju tekkimist), kõrgemad hooned ja avatud planeeringud, kus tuli ja suits levib kiiremini, äärelinnades on majad väga tihedalt planeeritud.

4. Standardite ja regulatsioonide muutused, milleks on tulekahjusignalisatsiooniandurid (mille paigaldamise maksimummäär on ilmselt saavutatud ja kui igas kodus oleks tulekahjusignalisatsiooniandur, siis ei saaks hukkunute tekkimist ikkagi välistada, näitena tuuakse, et 2010. aastal oli pooltel tulekahjudel hukkunutest kodus paigaldatud töötav suitsuandur ning mõned hukkunud oleksid täna elus juhul, kui oleks lisaks suitsuandurile olnud ka sprinklersüsteem), kodusprinklersüsteemide nõuete lihtsustamine praeguse standardiga võrreldes (siinkohal viidatakse Uus-Meremaa kulu-tulu analüüsile, millest autor kirjutab allpool) ja sprinklersüsteemi kohustuslikust hooldusrežiimist kinnipidamine.

Kodusprinklersüsteemi kulu-tulu analüüs Uus-Meremaal

Uus-Meremaal läbiviidud analüüsis uuriti kohalike kehtivate standardite järgi ehitatud kodusprinklersüsteemi kuluefektiivsust ning võrreldi seda Ameerika Ühendriikides kehtiva standardi NFPA 13D järgi projekteeritud kodusprinklersüsteemi kuluefektiivsusega. Põhjus selleks oli kohaliku kehtiva standardi jäikus ning analüüsi autorite esialgsed tulemused, mis näitasid, et kehtivate standardite järgi kodusprinklersüsteemi projekteerides oli selle kulu 20 aasta kohta kümme korda kallim kui inimelu statistiline hind ning selle säästmisega saadav tulu. Seega projekteerisid autorid kodusprinklersüsteemi NFPA 13D järgi lubatud mõõndustega ning hindasid seejärel selle süsteemi kuluefektiivsust. Uuringus kasutati analüüsiks väiksemat tüüpi eramut (*Three-Bedroom Design House*), mille kogupindala oli ligikaudu 70 m² ehk selle võib võrdsustada kolmetoalise korteriga.

Uus-Meremaa analüüsis kasutatud kulu-tulu arvestusmeetod oli järgmine:

$$\text{Maksumus päästetud inimelu kohta} = \frac{(\text{paigaldus} + \text{hooldus} - \text{ärahoitud vigastuse maksumus} - \text{päästetud vara väärtus})}{\text{prognoositav päästetud inimeste arv}}$$

Saadud tulemust võrreldi inimelu hinnaga ning juhul, kui maksumus päästetud inimelu kohta ületas inimelu hinna, siis ei olnud süsteemi paigaldamine kuluefektiivne. Uuringu

tulemusel leiti, et NFPA 13D järgi projekteeritud süsteem on kuluefektiivne. 2010. aastal võeti Uus-Meremaal vastu uus kodusprinkleristandard, mis on analoogne NFPA 13D-le ning lubab mööndustega sprinklersüsteemide paigaldust. Seega oli koostatud analüüsist kasu ning lähtuti põhimõttest, kus nõrgem kaitsesüsteem on parem kui ilma kaitsesüsteemita olemine. Uuele Uus-Meremaa standardile ning analoogse standardi vajadusele Suurbritannias viitab ka seal läbiviidud eelpool kirjeldatud analüüs.

Autori hinnangul näitavad läbiviidud analüüsid, et erinevad muutujad mõjutavad analüüside lõpptulemusi oluliselt. Seetõttu on oluline kodusprinklersüsteemi kuluefektiivsuse hindamiseks Eestis viia läbi kulu-tulu analüüs, arvestades kohalikke olusid. Vajadus passiivsete ennetusmeetmete rakendamiseks suureneb, sest Uus-Meremaal läbiviidud analüüsi autorid tõid välja, et hoonetulekahjude osakaalu suurenedes muutub kodusprinklersüsteem järjest kuluefektiivsemaks. Eestis on üldine tulekahjude arv vähenenud, kuid hoonetulekahjude osakaal üldisest tulekahjude arvust on tõusvas trendis, seega on põhjendatud passiivsete meetmete rakendamise uurimine.

2. KODUSPRINKLERSÜSTEEMI KULU-TULU ANALÜÜS KORTERITES JA ERAMUTES

Töö empiirilises osas viidi läbi kulu-tulu analüüs, selgitamaks kodusprinklersüsteemi paigaldamise tasuvust eelkõige hukkunute ja vigastatute arvu vähendamiseks eluhoonete tulekahjudel, aga ka varakahjude vähendamist. Majanduslik mõju koduomanikule seoses sprinklersüsteemi paigaldamisega, esitatakse analüüsis kulude ja tuludena. Kulu-tulu analüüs viiakse läbi eraldi korterile ning eramule, mis on enamlevinud eluruumide tüübid Eestis. Esimeses alapeatükis selgitatakse kasutatud kulu-tulu analüüsi meetodikat, teises alapeatükis tuuakse välja lähteandmed ning kolmandas alapeatükis esitatakse kulu-tulu analüüsi tulemused ning viiakse läbi sensitiivsusanalüüs erinevate parameetritega.

Automaatsete tulekustutussüsteemide paigaldamise nõuded Eestis

Enne kulu-tulu analüüsi meetodikat ja analüüsi läbiviimist toob autor välja põhjused, miks kodusprinklersüsteemi hetkel Eestis ehitada ei saa. Nõuded, millistele hoonetele on kohustuslik paigaldada automaatne tulekustutussüsteem, tulenevad Vabariigi Valitsuse määrusest nr.315 „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded“. Määrus on kehtestatud Ehitusseaduse § 3 lõike 11 alusel, mis annab Vabariigi Valitsusele õiguse kehtestada nõuded ehitisele või selle osale, tulenevalt ehitise omadustest ja kasutamise ohutusnõuetest. Tuleohutuse seaduse §30 lg1 p4 järgi on automaatne tulekustutussüsteem tuleohutuspaigaldis. Automaatne tulekustutussüsteem on tuleohutuspaigaldis, mis projekteeritakse tulekahju avastamiseks, kustutamiseks või tulekahju lokaliseerimiseks võimalikult varajases staadiumis ning mis käivitub ilma inimeste abita.⁸⁶ Automaatne tulekustutussüsteem kasutab tulekahju kustutamiseks või lokaliseerimiseks vett, veudu, vahtu, pulbrit, gaasi vms. Seega kuulub automaatne sprinklersüsteem automaatsete tulekustutussüsteemide hulka ja kasutab tulekahju kustutamiseks või lokaliseerimiseks vett.

⁸⁶ Eesti Standardikeskus, „Ehitiste tuleohutus. Osa 6: Tuletõrje veevarustus“, Eesti standard (2012)

Üheselt esitatud nõudeid automaatsete tulekahjusüsteemide paigaldamise kohta on keeruline leida ja autor esitab selles alapeatükis üldistatud nõuded. Vabariigi Valitsuse määruse nr.315 §35 lg1 järgi on automaatsed tulekustutussüsteemid nõutud:

- 1) ehitistes, kus tuletõkkeseksioonid asuvad läbi kolme või enama korruse, välja arvatud tuletõkkeseksioonina rajatud tule- ja suitsukindel trepikoda;
- 2) mitme korrusega keldrites;
- 3) VI (tööstus- ja laohooned) ja VII (garaažid) kasutusviisiga ehitistes, kus sõltuvalt ehitises toimuva tegevuse iseloomust, ehitise korruse pindalast, korruselisusest või muudest põhjustest on kasutajate turvalisus vähene ja päästetööde läbiviimine on ohtlik;
- 4) hoonetes, milles kasutamise otstarbest, kõrgusest või muudest põhjustest tingituna on kasutajate turvalisus vähene ja päästetööd on ohtlikud ning hooned ületavad lisades 2 ja 5 toodud piirväärtusi (sama määruse lisad);
- 5) pindalalt suurtes või suure põlemiskoormusega, kuid seejuures vähevalvatavates ruumides, milles tekkiv tuli võib ohustada ümbrust või põhjustada märgatavat ainelist kahju või asendamatu kultuuriväärtuste hävimist;
- 6) TP2-klassi (tuldtakistav – ehitise kandekonstruktsioon ei tohi ettenähtud aja jooksul tulekahjus variseda, kusjuures ettenähtud aeg on lühem tulekindla ehitise suhtes ettenähtud ajast) kolme- ja neljakorruseliste hoonete trepikodades, mille materjalid vastavad tuletundlikkuse klassile D-s2,d2 (tegemist on üldjuhul puitmaterjaliga) ning ehitise korruse pindala, korruselisuse või muude põhjuste tõttu on kasutajate turvalisus vähene ja päästetööde läbiviimine ohtlik.

Eelnev loetelu selgitab üldpõhimõtted hoonete kaitsmisele automaatsete tulekustutusseadmetega, kuid täpsustavad viited leiab erinevatest standarditest, mille täitmist nõuavad tuleohutusjärelvalve inspektorid lähtudes neile antud kaalutusõigusest. Selgitamaks eelnevat loetelu, siis Eestis kehtiv standard „Paiksed tulekustutussüsteemid. Automaatsed sprinklersüsteemid. Projekteerimine, paigaldamine ja hooldus“ on suunatud eelkõige varakahjude vähendamiseks. Standardi järgi projekteeritakse automaatne sprinklersüsteem tulekahju avastamiseks ja kustutamiseks veega selle varajases

staadiumis või tulekahju lokaliseerimiseks selleks, et täielik kustutamine oleks võimalik muude vahenditega, lisaks omab süsteem konstruktsioonide kaitsmise eesmärki. Sellest tulenevalt on sprinklersüsteemide paigaldusnõue Eestis eelkõige suunatud tööstushoonetele, kõrghoonetele ja kogunemishoonetele.

Praegu kehtib Eestis Tuleohutuse seaduse §32 lg 3 nõue, et elamu või korteri omanik peab elamu või korteri vähemalt ühe ruumi varustama autonoomse tulekahjusignalisatsioonanduriga. See tähendab, et ükskõik kui suur on korter või elamu, siis seadusandja poolt nõutud on vaid üks suitsuandur. Kui analüüsida tulekahju arengut, siis on oluline võimalikult varajane teavitus tulekahju puhkemisest ning suuremate korterite või elamute puhul on see nõue selgelt ebapiisav. Näitena toob autor 15.01.2013 tulekahju Märjamaa alevis, kus eluhoone tulekahjus hukkus inimene, olgugi et Tuleohutuse seadusest tulenev nõue omada eluruumides ühte tulekahjusignalisatsioonandurit oli täidetud.⁸⁷ Tulekahju algas elamu ühest toast, kus ka ohver paiknes, kuid suitsuandur asus kõrvaltoas. Seega, juhul kui tulekahju ei puhke samas ruumis kus asub suitsuandur, siis info tulekahjust jõuab andurini alles sellel momendil, kui suits on jõudnud samasse ruumi lae alla, kus andur paikneb. Eeldusel, et inimene viibib samas ruumis, kus asub suitsuandur, võib see tähendada seda, et evakuatsioonitee on samuti suitsu täis või on seal juba puhkenud tulekahju. Seega, selleks, et inimesel oleks võimalus varajases staadiumis saada infot hoones puhkenud tulekahjust, on vajalik paigutada tulekahjusignalisatsioon süsteemselt. Parima lahendusena näeb autor tulekahjusignalisatsiooni ja tulekustutussüsteemi paralleelset kasutamist, mil signalisatsioon annab teada puhkenud tulekahjust ja tulekustutussüsteem lokaliseerib või kustutab selle ning seeläbi jääb inimesele võimalus evakuatsiooniks hoonest. Vaid tulekustutussüsteemi omamine ei pruugi päästa inimese elu, sest sprinklersüsteem rakendub tööle temperatuuri tõusmisel eelnevalt määratud tasemele. Seega, kui ruum täitub vaid suitsuga, siis sprinklersüsteem ei rakendu ning inimene võib saada vingumürgituse.

⁸⁷ Päästeameti operatiivinfo süsteem OPIS, sündmuse nr. 154301845

Kokkuvõtlikult saab öelda, et automaatset tulekustutussüsteemi peab kasutama üldjuhul kas kõrghoonete puhul, olenemata nende kasutusviisist või juhul, kui tegemist on suurte pindala- ja/või ohuga hoonetega. Siinkohal ei ole pööratud tähelepanu niivõrd inimese kaitsmisele, kuivõrd just varakahjudele ning objekti keerukusele, juhul kui peaks süttima tulekahju. Hetkel on eramu või korteriomanikul võimalik vabatahtlikult endale kodusprinklersüsteem ehitada, kuid kui lähimal ajal muutuks see kohustuslikuks, siis kodusprinklersüsteemiga hoone kasutusluba ei saaks, sest süsteem ei vasta kehtivatele nõuetele. Kui lähtuda sprinklersüsteemi paigaldamisel kehtivast standardist, siis on kodusprinklersüsteemi ehitamine kehtivate nõuete järgi kallis, ebaoproportsionaalsete nõuetega ning kättesaamatu eramu- ja sageli ka korteriomanikule. Seega, kui Eestis kehtestada kodusprinklersüsteemi kohustuslik paigaldamise nõue, siis on oluline vaadata ümber kehtivad nõuded sprinklersüsteemidele. Siiaamaani on kodusprinklersüsteemi tasuvuse üle spekulieritud ning pigem tõdetud, et kodusprinklersüsteem ei ole tasuv. Tartu Ülikooli poolt koostatud lõppraportis „Esmaste kustutusvahendite eluruumides kohustusliku kasutamise mõjude hindamine“, toodi välja vajadus enne sprinklersüsteemi kui ennetusmeetme kohustuse kehtestamist, viia läbi kuluefektiivsusanalüüs⁸⁸. Tuginedes eelpool toodule, viib autor läbi kulu-tulu analüüsi veendumaks, kui kuluefektiivne on kodusprinklersüsteem, mida peetakse küll tõhusaks, kuid kulukaks passiivseks ennetusmeetmeks.

2.1. Kulu-tulu analüüsi meetodika

Kulu-tulu analüüsi meetodika valikul lähtus autor Ameerika Ühendriikides⁸⁹ läbiviidud analoogse kulu-tulu analüüsi meetodikast, kuid nii kulude kui tulude poolel oli erinevusi, mistõttu autor muutis analüüsi meetodika sobivaks Eestis kasutamiseks. Baasarvestus tasuvuse osas jäi samaks ning valemi kujul väljendub järgmiselt:

$$PVNB = (PVDI + PVDL) - PVC \quad (10)$$

⁸⁸ Tartu Ülikool, „Esmaste kustutusvahendite eluruumides kohustusliku kasutamise mõjude hindamine“, lõppraport, Tartu Ülikool (2010), lk. 15.

⁸⁹ Butry, D.T., Brown, M.H., Fuller, S.K., „Benefit-Cost Analysis of Residential Fire Sprinkler Systems”. National

Valemis (10) tähistab *PVNB* netokasude nüüdisväärtust, *PVDI* on ärahoitud surma ja vigastuse maksumuse nüüdisväärtus, *PVDL* on eluhoone tulekahjul varakahju vähenemisest tingitud tulu nüüdisväärtus ja *PVC* on kulude nüüdisväärtus. Kui netokasude nüüdisväärtus on positiivne, siis võib kodusprinklersüsteemi paigaldamist lugeda efektiivseks.

Tulud

Tulude arvestamisel lähtuti hukkunute ja vigastatute ravi maksumusest, mille arvestamisel kasutati järgmist valemit:

$$PVDI = P(F) * \{(\Delta_D * E[\frac{D}{F,S_0}] * V_D) + (\Delta_I * E[\frac{I}{F,S_0}] * V_I)\} * U \quad (11)$$

Valemis (11) tähistab *PVDI* ärahoitud surma ja vigastuse maksumuse nüüdisväärtust, $P(F)$ on aastane tulekahju puhkemise tõenäosus hoones, $E\left[\frac{D}{F,S_0}\right]$ tähistab oodatavat hukkunute arvu (D) tulekahju kohta (F) sprinklerdamata hoones (S_0), V_D on inimelu väärtus (eurodes), $E\left[\frac{I}{F,S_0}\right]$ tähistab oodatavat vigastatute arvu (I) tulekahju kohta (F) sprinklerdamata hoones, V_I on vigastuse maksumus (eurodes), Δ_D on hukkamise tõenäosuse vähenemine sprinklerdamata hoone võrdluses sprinklerdatud hoonega, mis matemaatiliselt väljendub järgmiselt:

$$\frac{P*\left(\frac{D}{F,S_0}\right) - P*\left(\frac{D}{F,S_1}\right)}{P*\left(\frac{D}{F,S_0}\right)} \quad (12)$$

valemis (12) tähistab

$P * \left(\frac{D}{F,S_0}\right)$ hukkamise tõenäosust sprinklerdamata hoone tulekahjus aasta kohta ja

$P * \left(\frac{D}{F,S_1}\right)$ omakorda hukkamise tõenäosust sprinklerdatud hoone tulekahjus aasta kohta,

Δ_I on vigastuse tõenäosuse vähenemine sprinklerdamata hoone võrdluses sprinklerdatud hoonega ja matemaatiliselt väljendub see järgmiselt:

$$\frac{P * \left(\frac{I}{F, S_0} \right) - P * \left(\frac{I}{F, S_1} \right)}{P * \left(\frac{I}{F, S_0} \right)} \quad (13)$$

valemis (13) tähistab

$P * \left(\frac{I}{F, S_0} \right)$ vigastada saamise tõenäosust sprinklerdamata hoone tulekahjus aasta kohta ja

$P * \left(\frac{I}{F, S_1} \right)$ on vigastada saamise tõenäosus sprinklerdatud hoone tulekahjus aasta kohta.

U all mõistetakse nüüdisväärtuse faktorit, millega summat korrutades saame diskonteeritud nüüdisväärtuse (perioodi T jooksul, diskontomääraga d), matemaatiliselt väljendub see järgmiselt:

$$\frac{(1+d)^T - 1}{d * (1+d)^T} \quad (14)$$

Lisaks kuulub tulude hulka varakahjude vähenemine sprinklersüsteemidega kaitstud hoonete tulekahjudel ja neid arvutatakse järgmiselt:

$$PVDL = P(F) * \left\{ E \left[\frac{L_D}{F, S_0} \right] - E \left[\frac{L_D}{F, S_1} \right] \right\} * U \quad (15)$$

Valemis (15) tähistab $PVDL$ eluhoone tulekahjul varakahju vähenemisest tingitud tulu nüüdisväärtust ja

$P(F)$ on aastane tulekahju puhkemise tõenäosus hoones,

U all mõistetakse nüüdisväärtuse faktorit,

$E \left[\frac{L_D}{F, S_0} \right]$ on varakahjude summa (L_D) sprinklerdamata eluhoone (S_0) tulekahju kohta ning

$E \left[\frac{L_D}{F, S_1} \right]$ on varakahjude summa (L_D) sprinklerdatud eluhoone (S_1) tulekahju kohta.

Kulud

Kodusprinklersüsteemi paigaldamise, projekteerimise ja hooldamisega seotud kulud arvutatakse järgmiselt:

$$PVC = PI + OP * U \quad (16)$$

Valemis (16) on *PVC* kulude nüüdisväärtus, *PI* tähistab kodusprinklersüsteemi projekteerimise, paigaldamise ja vajalike komponentide hinda ja *OP* märgib kodusprinklersüsteemi regulaarseid hoolduskulusid ning *U* tähistab nüüdisväärtuse faktorit.

2.2. Kulu-tulu analüüsis kasutatud andmed

Tulekahjus vigastatu maksumus

Tulekahjus vigastatu ravi maksumuse kindlakstegemiseks pöördus autor teabenõudega Eesti Haigekassasse, et saada vastavaid andmeid alates aastast 2005. Haigekassa kasutab ravijuhtude klassifitseerimiseks rahvusvahelist haiguste ja nendega seotud terviseprobleemide statistilist klassifikatsiooni (RHK-10). RHK on muutuva telje klassifikatsioon. Selle struktuur on välja arendatud varastel rahvusvahelistel klassifikatsioonistruktuuri diskussioonidel William Farri poolt soovitatust lähtudes. Tema kava järgi tulnuks, eelkõige praktilistel ja epidemioloogilistel kaalutlustel, statistilisi andmeid haiguste kohta rühmitada järgmiselt:

1. epideemilised haigused
2. konstitutsionaalsed või üldhaigused
3. paikmeti korrastatud paiksed haigused
4. arenguhäired
5. vigastused

Klassifikatsiooni põhiosa, sisaldab 21-ks peatükiks jaotatud kõigi haiguste neljakohaliste koodidega nimetusi, mis peaks hõlbustama klassifikatsiooni kasutamist erinevalt

spetsialiseerunud raviasutustes. Arvestades vajadust asuda Eestis kiiresti sageneva traumatismi analüüsimisele, ilmus XIX ja XX ptk köide 1995. aastal.⁹⁰

Eesti Haigekassa väljastas 06.03.2013.a. andmed ravijuhtumite, isikute ja neile kulunud rahaliste vahendite kohta viimase kolme aasta põhjal (2010-2012) ning kaasas vastusesse suurema hulga andmeid, kui autor küsis. Seetõttu oli vajalik saadud andmete detailsem analüüs ja filtreerimine, mille tulemused on esitatud tabelina (vt. Tabel 4).

Tabel 4. Tulekahjus vigastatu ravikulud eurodes⁹¹

	Isikute arv	Raviks kulunud summa	Keskmine kulu vigastatu kohta
2010	162	276264	1705
2011	149	188977	1268
2012	168	433030	2578
Keskmine	160	299424	1850

Käesoleva magistritöö raames, kasutab autor XX jaotise „Haigestumise ja surma välispõhjused“ andmeid ning see jaguneb omakorda alampeatükkideks. Alampeatükk X00-X09 käsitleb suitsu, tule ja leekide toimet, millest täpsustub soovitud andmete detailsus. Analüüsides Eesti Haigekassast saadud tulemusi selgus, et alampeatükk X00-09 kohta on selgitused väga lakoonilised ning ei anna ülevaadet, mis sündmuste kohta ravijuhud konkreetselt on. Seega kaasati esialgu X00.0 (kontrollimata tule toime hoones või ehitises, täpsustatud kodus) ja X97.0 (rünne tule ja leekidega, täpsustatud kodus). Nende kahe jaotise puhul leidis autor, et tegemist on otseselt tulekahjudega eluhoonetes ja antud sündmustest tingitud vigastuste ja ravi maksumusega. Antud kahe jaotise analüüsimisel selgus, et ravi vajanud isikute arv on tunduvalt väiksem kui Päästeameti statistika tulekahjudes vigastatute kohta. Seetõttu kaasas autor analüüsi lisaks jaotise X08.0 (muu täpsustatud suitsu, tule ja leekide toime, täpsustatud kodus), mis arvestab vigastuste ravi maksumuse hulka vingugaasi ja muid põlemisgaase sissehinganud isikute

⁹⁰ Sotsiaalministeerium, „RHK-10 instruksioonide käsiraamat“, <www.sm.ee/fileadmin/meedia/Dokumendid/Tervisevaldkond/E-tervis/kaesiraamat.pdf> (21.03.2013), lk.7-18.

⁹¹ Allikas: Haigekassa, autori arvutatud ja koostatud.

raviks kulunud rahalised vahendid. Lisaks selgus, et ravi vajanud isikute ning ravijuhtude arv ei kattu, mis on tingitud sellest, et ravi vajav isik võib vajada erinevaid ravitüüpe (statsionaarne, taastusravi jne) ja seetõttu võttis autor ravikuludena arvesse kogu ravijuhtudeks kulunud summa. Vigastuse maksumus V_I (valemis 11) arvutati välja vigastatute arvu ja ravikuludeks kulunud summa alusel ning keskmiseks vigastatu ravikuluks kujunes 1850 eurot. Olemasolevate andmete põhjal ei ole võimalik eristada eramu ning korteritulekahjus vigastatu ravikulude erinevust, seega arvutustes kasutati mõlema eluruumi tüübi puhul sama vigastatu maksumust.

Eluruumide arv Eestis

Statistikaameti andmetel oli Eestis 31.12.2011 seisuga 657 791 eluruumi, millest 447 136 oli korterid, 178 069 ühepereelamud ning 23 053 muud väikeelamud⁹². Lisaks arvestati eluruumide hulka ühiselamutoad ja mitteeluruumid, mida kasutati elamiseks. Käesolevas analüüsis kasutab autor andmeid korterite, ühepereelamute ja väikeelamute kohta ning jätab välja ühiselamutoad ja mitteeluruumid, mida kasutati elamiseks, sest analüüsi eesmärk on uurida kodusprinklersüsteemi efektiivsust korterites ja eramutes.

Eelmine rahvaloendus Eestis oli 2000. aastal, seega puuduvad täpsed andmed vahepealsete aastate eluruumide arvust. Sellisel juhul on võimalik kasutada olemasolevate andmete lineaarset interpoleerimist, kuid antud olukorras on kahe rahvaloenduse vahel liiga pikk ajaline vahe ning tulemused erineksid tegelikust olukorrast oluliselt. Ajavahemikul 2000-2011 on Eestis olnud perioode, mil toimus kinnisvara arvu hüppeline suurenemine, kuid ka perioode, mil kinnisvara arv märgatavalt ei muutunud, seega kasutab autor viimase kolme aasta kohta käivates analüüsides rahvaloenduse tulemusi, mis on saadud seisuga 31.12.2011. Täpsemad andmed 2011. aasta rahvaloenduse tavaeluruumide ja hoonete kohta avaldatakse 22.10.2013⁹³. Eluruumide arvu kasutatakse analüüsi tarvis tulekahjude puhkemise tõenäosuse arvutamisel.

⁹² Statistikaamet, „Eluruumid ja eluruumidega hooned“, < pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Rahvaloendus/REL2011/02Eluruumid/02Eluruumid.asp> (02.04.2013)

⁹³ Statistikaamet, „Rahvaloendus 2011“, < www.stat.ee/rel2011> (30.03.2013)

Tulekahjude arv ja tulekahju puhkemise tõenäosus eluhoonetes

Päästeameti statistika 2006-2012 näitab, et tulekahjude üldarv langeb iga aastaga ning seitsme aastaga on number vähenenud pea kolm korda 14 900-lt, 4973-le. Samas tuleb märkida, et eluhoonete tulekahjude arv on vähenenud samal ajavahemikul vaid ligikaudu kaks korda 2226-lt 1155-le, mis märgib eluhoonete tulekahju osakaalu suurenemist kogu tulekahjude üldarvust (vt. Lisa 3. Eluhoonete tulekahjude osakaal tulekahjude üldarvust).⁹⁴

Arvutustes kasutab autor viimase kolme aasta statistikat, sest sel perioodil on tulekahjude arv püsinud stabiilsemana. Kaasates suurema valimi, on keskmiste väärtuste arvutamisel väga suured vahed viimaste aastate arvudega ning see võib moonutada liigselt analüüsi tulemust. Arvestades Eestis juhtunud eluhoonete tulekahjusid ning Statistikaametist saadud eluruumide jaotust, arvutas autor välja tulekahju puhkemise tõenäosuse korteris ja eramus viimase kolme aasta andmetega (Vt tabel 5 ja tabel 6).

Tabel 5. Tulekahju puhkemise tõenäosus eramus⁹⁵

	Tulekahjude arv elamutes	Eramute arv	Tulekahju puhkemise tõenäosus
2010.aasta	518	201 122	0,0026
2011.aasta	458	201 122	0,0023
2012.aasta	475	201 122	0,0024
Keskmine	484	201 122	0,0024

⁹⁴ Päästeamet, „Päästeala statistikatabelid“ (2006-2012).

⁹⁵ Allikas: Statistikaamet ja Päästeamet, autori koostatud.

Tabel 6. Tulekahju puhkemise tõenäosus korteris ⁹⁶

	Tulekahjude arv korterites	Korterite arv	Tulekahju puhkemise tõenäosus
2010.aasta	635	447 136	0,0014
2011.aasta	680	447 136	0,0015
2012.aasta	659	447 136	0,0015
Keskmine	658	447 136	0,0015

Tulekahju puhkemise tõenäosuse $P(F)$ (valemis 11) arvutamiseks jagati tulekahjude arv eluhoones vastava eluruumide üldarvuga ning saadud lähteandmed ja tulemused on esitatud tabelites 5 ja 6. Kortoris on tulekahju puhkemise tõenäosus 0,0015 ning eramus vastavalt 0,0024. Need numbrid lahtiseletatult tähendavad, et vaadeldaval perioodil juhtus 15 tulekahju iga 10 000 korteri kohta aastas ning 24 tulekahju iga 10 000 eramu kohta aastas, seega on eramus tulekahju tekkimise võimalus 1,6 korda suurem kui korteris.

Eluhoonete tulekahjudes hukkunud ja hukkumise tõenäosus

Tulekahjudes hukkunute andmed põhinevad Päästeameti statistikal viimase kümne aasta kohta (2002-2012), millest autor kasutab viimase kolme aasta andmeid, et neid oleks võimalik võrrelda muu statistikaga. Viimase kolme aastaga hukkus Eestis tulekahjudes 196 inimest ja nendest 86% eluhoonete tulekahjudes (vt Lisa 4. Hukkunute jaotus 2002-2012).⁹⁷ Selline hukkunute jaotus ei ole erandlik võrreldes muu maailma praktikaga, näiteks Ameerika Ühendriikides on eluhoonetes hukkunute osakaal 75% ja Londonis vastavalt 78% ⁹⁸.

⁹⁶ *ibid*

⁹⁷ Päästeamet, *Päästeala, supra nota 94*.

⁹⁸ Chien, S-W., Wu, G-Y., „The strategies of fire prevention on residential fire in Taipei“, *Fire Safety Journal* (2008), Vol. 43, pp 71-76, p. 71.

Eluhoonete tulekahjudes hukkmise tõenäosuse arvutamine näitab olulist erinevust korterite ja eramute vahel (vt tabel 7 ja tabel 8).

Tabel 7. Eramu tulekahjus hukkmise tõenäosus ⁹⁹

	Tulekahjude arv	Hukkunute arv	Hukkmise tõenäosus	Hukkmise tõenäosus sprinkleriga kaitstud eramu puhul
2010.aasta	518	43	0,0830	0
2011.aasta	458	34	0,0742	0
2012.aasta	475	28	0,0589	0
Keskmine	484	35	0,0724	0

Tabel 8. Kortertulekahjus hukkmise tõenäosus ¹⁰⁰

	Tulekahjude arv	Hukkunute arv	Hukkmise tõenäosus	Hukkmise tõenäosus sprinkleriga kaitstud korteri puhul
2010.aasta	635	19	0,0299	0
2011.aasta	680	21	0,0309	0
2012.aasta	659	23	0,0349	0
Keskmine	658	21	0,0319	0

Tabelites 7 ja 8 esitatakse tulekahjus hukkmise tõenäosus sprinklerdamata hoone puhul $P * \left(\frac{D}{F, S_0}\right)$ (valemis 12), mis arvutati välja jagades hukkunute arvu vastavas eluhoones tulekahjude üldarvuga konkreetse eluhoone kohta. Viimases veerus esitatakse tulekahjus hukkmise tõenäosus sprinklerdatud hoone puhul $P * \left(\frac{D}{F, S_1}\right)$ (valemis 12). Eramu tulekahjus hukkmise tõenäosus 0,0724 on üle kahe korra suurem kui kortertulekahjul 0,0319. Üheks põhjuseks, miks hukkmise tõenäosus kahe eluhoone puhul on nii erinev, on korterelamute paiknemine üldjuhul suuremates keskustes, kus päästeteenistuse kohalejõudmise aeg on lühike võrreldes eramutega, mis sageli paiknevad hajaasustatud

⁹⁹ Allikas: Päästamet, autori arvutatud ja koostatud.

¹⁰⁰ *ibid*

piirkonnas ning päästekomandod on kaugemal ja seega kohalejõudmise aeg pikem. Teiseks põhjuseks on tulekahju avastamise aeg, mis korterites on lühem naabrite ja teiste majaanike olemasolu tõttu, eramutes võib tulekahju avastamise aeg olla pikem, sest lähedal ei ole naabreid, autonoomse tulekahjusignalisatsiooni anduri signaali ei pruugi majast väljapoole kuulda ning tulekahju avastamine toimub hilises faasis, kui on juba näha väliseid tundemärke.

Sprinklersüsteemide efektiivsust eluhoonete tulekahjudel hukkunute ärahoidmiseks on hinnatud erinevate meetoditega ning tulemused on erinevad ning vahel ei ole saadud tulemuste arvutuskäigud selged. Arvutuslikult on leitud sprinklersüsteemide efektiivsuseks hukkunute ärahoidmisel 62%- 98,5%. Reaalsete tulekahju sündmuste põhjal on sprinklersüsteemide efektiivsus hukkunute ärahoidmisel tulekahjudel 100%, sest sprinklersüsteemidega eluhooneid on suhteliselt vähe ning nendes hoonetes toimunud tulekahjudes ei ole hukkunud inimesi.¹⁰¹

Eesti Vabariigis ei ole autori andmetel eluhoonetes kodusprinklersüsteeme ning analüüsi koostamisel kasutatakse Ameerika Ühendriikide andmeid. 2002-2005 aasta jooksul ei registreeritud Ameerika Ühendriikides üheski kodusprinklersüsteemiga varustatud eluhoone tulekahjus hukkunuid, seega lähtub autor analüüsi koostamisel, et kodusprinklersüsteemiga varustatud hoonete tulekahjudes hukkunuid ei ole ning arvutustes on lähtunud kodusprinklersüsteemiga varustatud eluhoone tulekahjus hukkamise tõenäosuseks 0. Siiski on katsetustel selgunud, et sprinklersüsteemide efektiivsus on 97%, seega ei saa väita et sprinklersüsteem kustutab 100%,¹⁰² kuid enamasti on sel juhul tegemist inimliku eksimusega kas projekteerimisel või sprinklersüsteemi ehitusel.

Eluhoonete tulekahjudes vigastatud inimeste arv ja vigastada saamise tõenäosus

Arvutustes kasutab autor Päästeameti statistikat vigastatute kohta, mis on kantud Päästeameti operatiivinfo süsteemi OPIS päästetöö juhtide poolt sündmustel. Selle

¹⁰¹ Fraser-Mitchell, *Cost, supra nota* 79.

¹⁰² Butry, D.T., *Benefit-Cost, supra nota* 89.

statistika eeliseks on konkreetsete vigastatute arvude jaotamine sündmuste kaupa, mis annab võimaluse eristada eluhoonete tulekahjudes vigastatuid näiteks tööstushoonete omadest ning eluhoonete tulekahjude korral täpsustada, mis tüüpi eluhoonega oli tegemist (eramu või korterelamu). Erinevuse Eesti Haigekassa vigastatute arvust tingib asjaolu, et vigastatud võivad pöörduda meditsiinilise abi saamiseks peale tulekahjusündmuse lõppu ja ka erinevate meditsiinasutuste töötajate RHK-10 klassifikaatorite sisestamise täpsusest. Seega ei saa olla kindel, et tulekahjus vigastatu maksumus on antud analüüsis täpne, kuid ligikaudne maksumus on võimalik kindlaks määrata.

Andmed eluhoonete tulekahjudes vigastatute kohta on viimase kolme aasta põhjal koostatud. Hetkel ei ole Päästeametil ametlikku vigastatu definitsiooni, seetõttu ei pruugi andmed sündmustel vigastatute kohta olla alati tõesed, sest see sõltub päästetöö juhi hinnangust. Vigastatute hulka arwab päästetöö juht üldjuhul inimese, kellele sündmuskohal antakse esmaabi või kes hospitaliseeritakse. Vigastatute arv näitab langustrendi ning eluhoonete tulekahjudes vigastatute osakaal samuti väheneb kogu vigastatute arvu suhtes (Vt lisa 5. Tulekahjudes vigastatute jaotus 2010-2012).

Arvutuslikult selgus, et korteritulekahjudes vigastada saamise tõenäosus on keskmiselt 0,079 ning eramu tulekahjus keskmiselt 0,0517 (Vt tabel 9 ja tabel 10).

Tabel 9. Korteritulekahjus vigastada saamise tõenäosus¹⁰³

	Tulekahjude arv	Vigastatute arv	Vigastada saamise tõenäosus	Vigastada saamise tõenäosus sprinkleriga kaitstud korteri puhul
2010	635	36	0,0567	0,0244
2011	680	61	0,0897	0,0386
2012	659	59	0,0895	0,0385
Keskmine	658	52	0,0790	0,0340

¹⁰³ Allikas: Päästeamet, autori arvutatud ja koostatud.

Tabel 10. Eramu tulekahjus vigastada saamise tõenäosus ¹⁰⁴

	Tulekahjude arv	Vigastatute arv	Tõenäosus	Tõenäosus sprinkleriga kaitstud hoone puhul
2010	518	22	0,0425	0,0183
2011	458	17	0,0371	0,0160
2012	475	36	0,0758	0,0326
Keskmine	484	25	0,0517	0,0222

Tabelites 9 ja 10 esitatakse lähteandmed tulekahjus vigastada saamise tõenäosuse arvutamiseks ning tulemused, mis saadi vastavas eluhoones vigastatute arvu jagamisel konkreetse hoonetüübi tulekahjude arvuga. Seega arvutati välja $P * \left(\frac{I}{F, S_0}\right)$ (valemis 13), mis korteris oli keskmiselt 0,079 ja eramus 0,0517. Põhjusena, miks vigastuste tõenäosus korterite ja eramute tulekahjudel on vastupidine hukkamise ja tulekahju puhkemise tõenäosusele, võib välja tuua päästeteenistuse kiire sekkumise korteritulekahjudel, sest korterelamud paiknevad üldjuhul keskustes. Seega on suurem võimalus päästa kiirelt inimesed ning kuna korterelamutes viibib suurem hulk inimesi, siis suuremat vigastadasaamise tõenäosust võib seletada tulekahjust puutumata korterite elanike vigastustega.

Vigastadasaamise tõenäosuse kodusprinkleriga kaitstud eluhoones arvutas autor toetudes Ameerika Ühendriikide uuringule.¹⁰⁵ NIST (*National Institute of Standards and Technology*) poolt läbiviidud analüüsis arvestati kodusprinkleri olemasolu korral eluhoone tulekahjus vigastadasaamise tõenäosus 57% väiksemaks kui seda oli vaid suitsuanduriga varustatud hoone tulekahjus vigastada saamise tõenäosus ning see toetus reaalselt sündmustelt pärinevatele andmetele. Eestis on sama väärtuse kasutamine põhjendatud, sest tulekahju leviku kiirus ning tulekahju üleveeremise faasi saavutamise kiirus ei erine Ameerika Ühendriikides ja Eestis, mistõttu võib nii tulekahjudes hukkunute kui vigastatute andmeid füüsikalises mõistes võrrelda. Seetõttu kahanes

¹⁰⁴ *ibid*

¹⁰⁵ Butry, D.T., Brown, M.H., Fuller, S.K. 2007. Benefit-Cost Analysis of Residential Fire Sprinkler Systems. NIST.

keskmise tõenäosus sprinkleriga kaitstud hoone tulekahjus vigastada saada $P * \left(\frac{I}{F, S_1}\right)$ (valemis 13) korteri puhul 0,034-le ja eramu puhul 0,0222-le.

Kindlustuse soodustus

Eestis tegeleb Finantsinspektsiooni poolt antava tegevusloaga tule- ja loodusjõudude kindlustusega viis kindlustusseltsi.¹⁰⁶ Autor saatis nendele viiele kindlustusseltsile e- kirjad, milles küsis kodusprinkleri olemasolu korral soodustuse võimalust. Viiest kindlustusseltsist vastas kolm ja nendest ühelgi seltsil ei ole ette nähtud soodustust eluhoonesse paigaldatud sprinklersüsteemi korral, samas kui tööstushoonesse paigaldatud sprinklersüsteem annab kindlustusmaksele soodustuse. Seega ei saa kulu-tulu analüüsis arvestada tulude hulka odavamalt kindlustuse makset, sest Eestis seda võimalust ei pakuta.

Nüüdisväärtuse faktor

Tegemist on faktoriga U (valemis 11, 15 ja 16), mis arvestab tuleviku perioodi (antud juhul 50 aastat) regulaarsed maksed praegusesse rahalisse väärtusse. Faktori arvutamiseks on vajalik otsustada diskontomäär ning projekti perioodi pikkus. Sprinklersüsteemi elueaks arvestati 50 aastat, mis on enamlevinud arvestu hoonesiseste tehnosüsteemide kohta. Diskontomäära leidmisel lähtuti Ameerika Ühendriikides (*Office of Management and Budget*) pikaajaliste projektide kulu-tulu analüüside jaoks soovitatud diskontomäärast, mis 2012. aastal oli 2% 30-aastase projekti korral. Olgugi, et soovituslikult tuleb vähendada diskontomäära¹⁰⁷ kui projekt pikeneb, siis antud analüüsis jäeti 2% , 50-aastase projekti pikkusega.

Varakahjud

Autor tegi päringu eluhoonete varakahjude kohta tulekahjudel Eesti Kindlustusseltside Liidule kuid selgus, et nemad vastavaid andmeid üldjuhul ei koonda ning seda teeb iga kindlustusselts ise. Erandiks oli 2011. aasta, mil koondati üldandmed tulekahjust tingitud

¹⁰⁶ Finantsinspektsioon, „Eestis tegevusloa alusel tegutsevad kahjukindlustusseltsid”, <www.fi.ee/index.php?id=1768> (01.04.2013)

¹⁰⁷ Harrison, M., „Valuing the Future: the social discount rate in cost-benefit analysis” Visiting Researcher Paper, 2010, p. 154.

varakahjude hüvitamise kohta.¹⁰⁸ Sellest kokkuvõttest selgub, et 2011.aasta andmetel oli vaid 21% eraisikute varaga seotud juhtumitest objekt kindlustatud. Kindlustusandjad hüvitasid eraisikutele kahjusid 313 juhul kokku ligikaudu 4,2 miljoni euro eest, keskmine kahju oli 13 300 eurot,¹⁰⁹ kuid ei selgu, mis objektidega oli tegemist (sõiduk, kõrvalhoone või muu mitteeluruum). Seega, kuna ei selgu mis objektidega konkreetselt tegemist on ning kajastatakse vaid kindlustatud objekte, ei saa andmeid kasutada käesolevas analüüsis. Autor tegi päringu tule- ja loodusjõudude vastu kindlustust pakkuvatele kindlustusseltsidele, milles uuris kui palju on olnud kindlustusjuhtumeid sprinklerdatud hoonete tulekahjudega ning kui suured on olnud varalised kahjud. Viiest tegutsevast kindlustusseltsist vastasid kolm seltsi, et neil selliseid juhtumeid esinenud ei ole, kus oleks tulekahju puhkenud sprinklerdatud hoones, ülejäänud kaks seltsi ei vastanud autori päringule.

Analüüsis kasutatud andmed eluhoonete tulekahjude tagajärjel tekkinud varakahjude suuruse kohta on koostanud Päästeamet. Päästeameti andmed kajastavad nii kindlustatud objekte kui kindlustamata objekte ning on võimalik objektide filtreerimine kasutusviisi järgi, mis annab võimaluse eristada korteritele ning eramutele tekkinud varakahjusid. Eluhoonete tulekahjust tingitud varakahjude täpsustatud tulemuste saamiseks kasutas autor nii hoonele kui sisustusele tekkinud kahjude summat, mille arvutas ümber eurodesse.

¹⁰⁸ Eesti Kindlustusseltside Liit, „Hoonete ja rajatiste põlengud ning põlengutega seotud kindlustusjuhtumid Eestis“, <[www.eksl.ee/images/files/Kokkuvote\(2\).pdf](http://www.eksl.ee/images/files/Kokkuvote(2).pdf)> (31.03.2013).

¹⁰⁹ *ibid*

Tabel 11. Eramu tulekahju varakahjud eurodes ¹¹⁰

Eramu	Tulekahjud e arv	Kahju hoonetele	Sisustuskahju d	Kahju kokku (hoone + sisustus)	Keskmine kahju eramu kohta	Sprinklersüsteemiga kaitstud eramu varakahju
2010.aasta	518	7 090 231	1 191 000	8 281 231	15 987	10 926
2011.aasta	458	6 141 808	568 472	6 710 279	14 651	10 013
2012.aasta	475	5 462 190	288 599	5 750 790	12 107	8274
Keskmine	484	6 231 410	682 690	6 914 100	14 248	9737

Tabel 12. Korteritulekahju varakahjud eurodes ¹¹¹

Korter	Tulekahjude arv	Kahju hoonetele	Sisustuskahjud	Kahju kokku (hoone + sisustus)	Keskmine kahju korteris kohta	Sprinklersüsteemiga kaitstud korteris varakahju
2010.aasta	635	1 008 820	136 215	1 145 035	1803	1232
2011.aasta	680	1 189 062	132 731	1 321 793	1944	1329
2012.aasta	659	1 304 070	72 975	1 377 045	2090	1428
Keskmine	658	1 167 317	113 974	1 281 291	1946	1330

Tabelites 11. ja 12. on kajastatud 2010-2012 aastate tulekahjude arvud vastavalt eramu ja korteri kohta ja varakahju korteritele ja eramutele ning sisustuskahjud. Autor arvutas kokku kogukahju ning leidis keskmise varakahju $E \left[\frac{L_D}{F, S_0} \right]$ (valemis 15) sprinklerdamata eramu ja korteri kohta, milleks oli vastavalt 14 248 ja 1946 eurot. Sprinklersüsteemiga varustatud hoone tulekahjus tekkivate kulude vähenemine $E \left[\frac{L_D}{F, S_1} \right]$ (valemis 15) arutati lähtudes Ameerika Ühendriikide kulu-tulu analüüsi meetodikast ning arvestuslikuks

¹¹⁰ Allikas: Päästeamet, autori arvutatud ja koostatud.

¹¹¹ *ibid*

väheneb võeti 32%¹¹² ning saadi tulemuseks eramu puhul varakahju 9737 eurot ja korteri puhul 1330 eurot.

Päästeamet lähtub andmete kogumisel ja varakahjude määramisel järgmisest metoodikast:¹¹³

1. Lisaks üldandmete sisestamisele objekti kohta, lisatakse hoone või rajatise ehitusaasta.
 - a. Eeltingimuseks hoone nimetus klassifikaatori järgi (näit eramu, korter, tööstushoone jne)
 - b. Eeltingimuseks objekti materjal (kivi, puit jne), millest tulenevalt süsteem arvutab vastavalt ehitusmaterjalile ruutmeetri hinna ning saadakse baasruutmeetri maksumus. Maksumuse aluseks on kord aastas uuendatav järelepärimine ehituse maksumuse kohta, vastavalt materjalidele ehitusekspertiisbüroost.
 - c. Tulenevalt ehitusaastast arvutab süsteem ehitise kulumi ja ehitise jäägi, seejärel tuleb sisestada valikvastustega “jah” või “ei” andmed teostatud sanitaarremondi ja/või renoveerimise kohta ning süsteem arvutab objekti jääkväärtuse.
2. Seejärel selgub objekti maksumus.
3. Järgnevalt sisestatakse põlenud pindala ruutmeetrites ning süsteem arvutab protsentarvutuse.
4. Kuvatakse kahju – maksumus kroonides (jäägi ja põlenud pindala korrutis).

Lisaks on võimalik sisestada objekti sisustuskahjusid (kodutehnika, väärisesemed, kunstiteosed jne) kuid nende summad on hinnangulised ning pärinevad objekti valdaja poolt antud kahjuhinnangutele. Kuigi sisustuskahjude hinnangud võivad olla subjektiivsed, siis autor kaasas nad varakahjude arvutustesse, sest kogu tulekahjude arvust oli sisustuskahjude hinnang vaid ligikaudu veerandil juhtumitest. Seega võib oletada, et tegelik sisustuskahjude suurus võib olla veelgi suurem.

¹¹² Butry, D.T., Brown, M.H., Fuller, S.K. 2007. Benefit-Cost Analysis of Residential Fire Sprinkler Systems. NIST.

¹¹³ Päästeamet, „Ettepanek tulekahjude läbi hävinenud ehitiste ja rajatiste varakahjude hindamissüsteemi loomiseks“, Päästeamet (2007) (asutusesiseseks kasutamiseks).

Inimelu väärtus

Inimelu väärtust on üle maailma hinnatud väga erinevalt, alates 200 000 kuni 30 miljoni USA dollarini ¹¹⁴. Kui vaadelda inimelu väärtust vaid Euroopas, siis siingi on erinevused riikide vahel suhteliselt suured. Inimelu väärtuste arvutusmeetodid ning uuringutes kasutatavad numbrilised väärtused on erinevad. Autor kasutab käesolevas analüüsis IMPACT uuringu meetodikat ning kohandab selle vastavalt Eestile (vt tabel 13) ¹¹⁵.

Tabel 13. Inimelu väärtus 2002.a. ja 2012.a. eurodes ¹¹⁶

	Inimelu väärtus	SKP
2002	650 618	5724
2012	1 497 284	13 172

IMPACT uuringus soovitatakse võtta inimelu väärtuse aluseks üle-Euroopaline keskmine, mis on 1,5 miljonit eurot. Riiklikuks väärtuseks tuleks see teisendada, kasutades ostujõupariteediga kohandatud SKP-d inimese kohta. 2002. aasta hindades oleks surmaga lõppenud õnnetuse riskiväärtus Eestis 650 618 eurot. ¹¹⁷ Seega kohandades 2002.aasta inimelu väärtuse 2012. aasta SKP-ga oli inimelu väärtus V_D (valemis 11) 1 497 284 eurot, mida autor kasutab analüüsi läbiviimisel.

Muud kulud

Analüüsis ei arvestata muude kuludega, sest usaldusväärsed andmed nende kohta puuduvad, olgugi et teatud juhtudel võivad nad olla märkimisväärsed. Olenevalt tulekahju poolt tekitatud kahjude suurusest ning tulekahju põhjustest (ehitajapoolsed

¹¹⁴ De Blaeij, A. „The Value of Statistical Life: a Meta Analysis“, *Accident Analysis and Prevention* (2003), Vol. 35, pp. 973-986 - Refereerinud - Maibach, M., Schreyer, C., Sutter, D., van Essen, H.P., Boon, B.H., Smokers, R., Schrotten, A., Doll, C., Pawlowska, B., Bak, M., *Handbook on estimation of external cost in the transport sector*, Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT 2007). Report. Delft, CE. p.40.

¹¹⁵ Maibach, *Handbook*, supra nota 114, p.42.

¹¹⁶ Allikas: Statistikaamet, „Statistika andmebaas: Majandus“ <pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/databasetree.asp> (03.04.2013); Maibach, supra nota 114, p.42, autori arvatud ja koostatud.

¹¹⁷ Jüssi, M., Anspal, S., Kallaste, E., „Transpordi väliskulude hindamine: hindamismetoodika ja sisendandmete kaardistus“, uuringuraport Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumile, Eesti Rakendusuurigute Keskus CentAR ja Säästva Eesti Instituut (2008), lk 28.

möödalaskmised) võib muude kulude alla liigitada õigusabi kulud, alternatiivse elamispinna kulud kuni tulekahju poolt tekitatud kahju taastamiseni jne.

Juhuslik sprinklersüsteemi rakendamine

Käesolevas analüüsis ei arvesta autor sprinkleripea juhusliku lõhkemisega, sest vigase sprinkleripea tõenäosus on 1:16 000 000¹¹⁸ ning samuti inimlikust veast tingitud vale paigalduse tõttu tekkinud juhusliku lõhkemisega.

Sprinklersüsteemi projekteerimise, paigaldamise ja hoolduse kulud

Kulu arvutamiseks saadeti hinnapakumuste soovid 08.04.2013 (vt. lisa 6 ja lisa 7) korterelamu ning eramu kohta üheksale ettevõttele, kelle kodulehekülgedel oli sprinklersüsteemide projekteerimise teenus märgitud. Lähteülesandeks oli pakkuda hind projekti koostamisele, tööle ja materjalidele eraldi, lähtudes NFPA 13 D ja NFPA 13 R standarditest. 18.04.2013 saatis autor meeldetuletuse ning palve vastata ka hinnapakumise tegemisest keeldumise korral. Üheksast ettevõttest viis vastasid, et ei tegele sprinklersüsteemide projekteerimisega, kuigi kodulehel oleva info kohaselt nad sellega tegelevad ning kolm ettevõtet ei vastanud üldse. Üks ettevõtte vastas osaliselt, kajastades hinnapakumises sprinklersüsteemi komponentide ja projekteerimise hinda. Saadud komponentide hinnad paigutas autor tabelisse (Lisa 8. Eramu ja korteri sprinklersüsteemi paigaldamise hinna arvutus) ning lisas juurde sprinklersüsteemi paigalduse eeldatava hinna, millest arvutas kogu süsteemi maksumuse. Sprinklersüsteemi paigalduse eeldatav hind kujunes välja enamlevinud torutööde tunnihinna ning tööstusliku sprinklersüsteemi paigaldusele kuluva töötundide korrutisena. Seega on paigalduse hinnas piisav varu, sest tööstusliku sprinklersüsteemi paigaldusega kaasneb ka pumpade paigaldus, mida kodusprinklersüsteemi paigaldus ei eelda.

Kulu arvutustes kasutatakse erinevat sprinklersüsteemi paigalduse hinda korteri ja eramu kohta, sest sprinklersüsteemi komponentide hulk erineb nendel eluhoonetel märgatavalt ning seetõttu kujuneb süsteemi lõplik hind erinevaks. Korteri kodusprinklersüsteemi komponentide arvutuseks arvestas autor kahetoalise, 60 m² suuruse eluruumiga.

¹¹⁸ Butry, D.T., *Benefit-Cost, supra nota* 89, p. 47

Statistikaameti andmetel on Eestis enamlevinud tubade arvuga eluruumid kahetoalised korterid, millele järgnevad kolmetoalised korterid.¹¹⁹ Seega valis autor 60 m², mis annab välja suure kahetoalise korteri või väikse kolmetoalise korteri pindala. Eramu puhul oli arvestuslik eluruumi pind ca 140 m², mis on keskmine eramu pindala. Komponentide kokkupanekul lähtuti sellest, et hilisem hoone sisemus oleks esteetiline ja seega valiti kallimad sprinkleripead, mis on varjatud ning praktiliselt ei hakka hoone laes silma. Odavam alternatiivina on võimalik kasutada poole odavamaid sprinkleripäid, kuid nad on visuaalselt märgatavad laes ning ei pruugi kõigile sobida. Tabelis 14 on näidatud sprinklersüsteemi paigaldamiseks ja hooldamiseks tehtavad kulutused.

Tabel 14. Korterite kulude tabel¹²⁰

Sisendid		Tulemus
Korterite omaniku kulu sprinklersüsteemi projektile ja paigaldusele (ühekordne kulu) eurodes	Korterite omaniku kulu sprinklersüsteemi hooldusele (regulaarne kulu) eurodes	Kulu nüüdisväärtus eurodes
1398,40	15	1869,75

Tabel 15. Eramu kulude tabel¹²¹

Sisendid		Tulemus
Eramu omaniku kulu sprinklersüsteemi projektile ja paigaldusele (ühekordne kulu)	Eramu omaniku kulu sprinklersüsteemi hooldusele (regulaarne kulu)	Kulu nüüdisväärtus eurodes
2884,70	30	3827,41

Kulude arvestamisel lähtuti põhimõttest, et hoone omanikul esineb kahte liiki kulusid, mis jagunevad ühekordseks *PI* (valemis 16) ning korduvateks *OP* (valemis 16). Ühekordse kuluna arvestati kodusprinklersüsteemi projekteerimist ning paigaldamist, mis hõlmas ka süsteemi komponentide kulu. Ühekordse kulu korral on tegemist praeguse hetke rahalise väljaminekuna ning selle kulu korral ei arvestata nüüdisväärtuse faktoriga. Juhul kui sprinklersüsteem soetatakse teatud perioodi rahaliste maksetega, siis tuleks ka see kulu viia üle praeguse hetke rahalisse väärtusse. Korduvate kulutuste alla liigitati regulaarsed hoolduskulud, mis tagavad kodusprinklersüsteemi korrasoleku 50-aastase

¹¹⁹ Statistikaamet, „Elamumajandus”, <pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/09Kinnisvara/01Elamumajandus/01Elamumajandus.asp> (22.04.2013)

¹²⁰ Allikas: autorile laekunud hinnapakkumine, autori arvutatud ja koostatud.

¹²¹ *ibid*

perioodi jooksul. Süsteemile ei pea igal aastal hooldust tegema ning hoolduse tüübid on erinevad, kuid selleks et oleks võimalik arvestada rahalise suurusega, jagas autor need kulud ligikaudsete väärtustena vaadeldavatele aastatele. Korduvad kulud korrutati nüüdisväärtuse faktoriga, misjärel on neid võimalik vaadelda kui praeguse rahalise väärtusega väljaminekuid. Seega kogu kulude osa PVC (valemis 16) on arvutuste järgi korteri puhul 1869,75 eurot ning eramu puhul 3827,41 eurot.

2.3. Kulu-tulu analüüsi tulemused

2.3.1. Kodusprinklersüsteemi netokasud

Tulu arvutuste tulemused korteritulekahju ja eramutulekahju tulu nüüdisväärtuse leidmiseks on esitatud alljärgnevalt tabeli kujul:

Tabel 16. Korteritulekahju tulude tabel ¹²²

Sisendid				Tulemus
Tulekahju puhkemise tõenäosus korteris	Hukkumise tõenäosuse vähenemine sprinklerdamata korteri võrdluses sprinklerdatud korteriga	Oodatav hukkunute arv sprinklerdamata korteri tulekahjus	Inimelu väärtus eurodes	Tulekahjus ärahoitud hukkunu nüüdisväärtus eurodes
0,0015	1,0000	0,0319	1 497 284	2251,35
Tulekahju puhkemise tõenäosus korteris	Vigastuse tõenäosuse vähenemine sprinklerdamata korteri võrdluses sprinklerdatud korteriga	Oodatav vigastatute arv sprinklerdamata korteri tulekahjus	Tulekahjus vigastatu ravi maksumus eurodes	Tulekahjus ärahoitud vigastatu nüüdisväärtus eurodes
0,0015	0,5700	0,0790	1850,40	3,92
Tulekahju puhkemise tõenäosus korteris	Varakahjud sprinklerdamata korteri tulekahjul	Varakahjud sprinklerdatud korteri tulekahjul		Korteri tulekahjul varakahju vähenemisest tingitud tulu nüüdisväärtus eurodes
0,0015	1946	1330		29,04
Tulu kokku				2284,31

¹²² Autori arvutatud ja koostatud.

Tabel 17. Eramutulekahju tulude tabel ¹²³

Sisendid				Tulemus
Tulekahju puhkemise tõenäosus eramus	Hukkumise tõenäosuse vähenemine sprinklerdamata eramu võrdluses sprinklerdatud eramuga	Oodatav hukkunute arv sprinklerdamata eramu tulekahjus	Inimelu väärtus eurodes	Tulekahjus ärahoitud hukkunu nüüdisväärtus eurodes
0,0024	1,0000	0,0724	1 497 284	8175,42
Tulekahju puhkemise tõenäosus eramus	Vigastuse tõenäosuse vähenemine sprinklerdamata eramu võrdluses sprinklerdatud eramuga	Oodatav vigastatute arv sprinklerdamata eramu tulekahjus	Tulekahjus vigastatu ravi maksumus eurodes	Tulekahjus ärahoitud vigastatu nüüdisväärtus eurodes
0,0024	0,5700	0,0517	1850,40	4,12
Tulekahju puhkemise tõenäosus eramus	Varakahjud sprinklerdamata eramu tulekahjul	Varakahjud sprinklerdatud eramu tulekahjul		Eramu tulekahjul varakahju vähenemisest tingitud tulu nüüdisväärtus eurodes
0,0024	14 248	9737		340,20
Tulu kokku				8519,74

Eluhoonete tulude arvutuses on toodud ridade kaupa ära kolm tuluparameetrit, milleks on ärahoitud hukkunu, ärahoitud vigastatu ning varakahjude vähenemine. Kõik parameetrid on viidud nüüdisväärtusesse ning summeeritud. Tulu kodusprinkleri olemasolul *PVDI* + *PVDL* (valemis 10) korteris on 2284, 31 eurot ning eramus 8519,74 eurot. Kui kuludena *PVC* (valemis 10) saime korterisse sprinklersüsteemi projekteerimisel ja paigaldamisel 1869,75 eurot ja eramusse 3827,41 eurot, siis netokasude nüüdisväärtuseks *PVNB* (valemis 10) saadi korteris 414,55 eurot ja eramus 4692,33 eurot. Seega mõlema eluruumi puhul on kodusprinklersüsteemi paigaldamise kulu-tulu analüüsi lõpptulemus positiivne ning paigaldamine efektiivne. Eramu puhul on kodusprinklersüsteemi paigaldamise efektiivsus enam kui 10 korda suurem korteri omast.

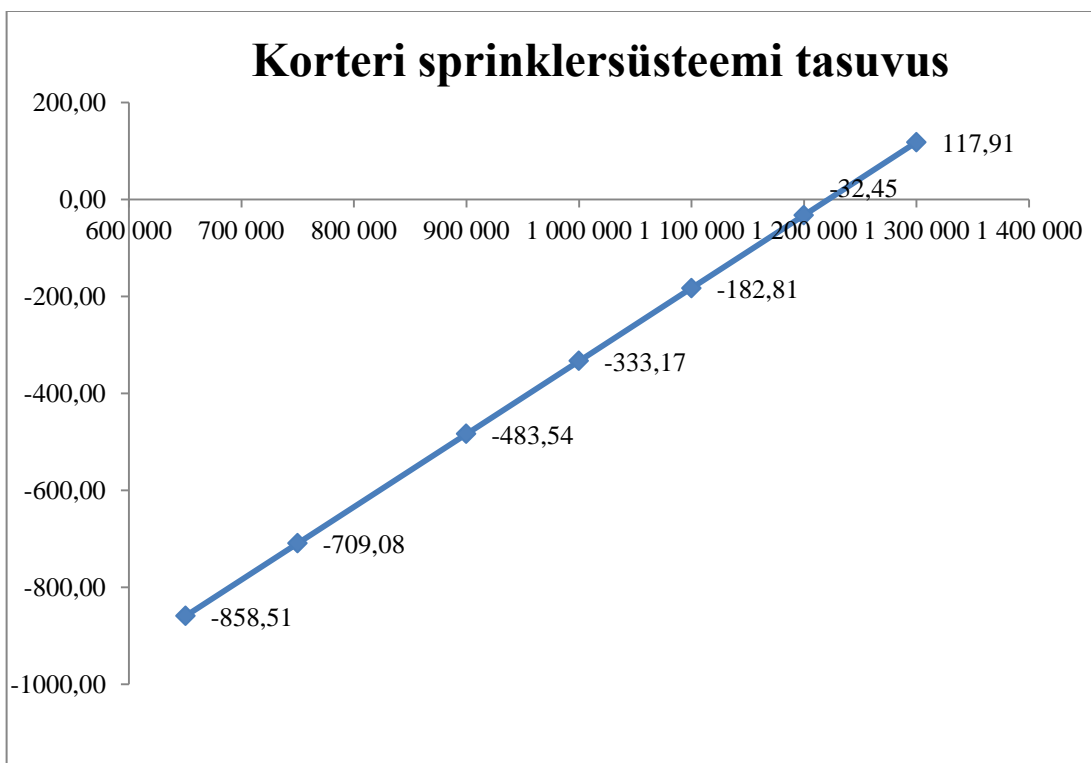
¹²³ *ibid*

2.3.2. Sensitiivsusanalüüs

Sensitiivsusanalüüsi mõte on tasandada eelnevate kulu-tulu arvutuste robustsust ning vaadelda olukorda, kus konkreetset parameetrid muutuvad ning kuidas kujuneb sel juhul lõplik tulemus. Mõnede lähteparameetrite puhul võib tekkida kahtlus nende täpsuses ja sensitiivsusanalüüs näitab kui palju võivad need lähteandmed muutuda ilma et muutuks lõpptulemus. Sensitiivsusanalüüsi läbiviimine on oluline, sest mõned lähteparameetrid on arvatud väheste andmetega ja seetõttu võib nende usaldusväärsuses ja ka lõpptulemustes kahelda. Käesolevas analüüsis kasutab autor sensitiivsusanalüüsi lisaks eelnevale ka vaatluseks, selgitamaks, mis juhtub kui mõni faktiline parameeter muutub (näiteks hukkunute arv väheneb või vigastatute arv suureneb).

Inimelu väärtuse sensitiivsusanalüüs

Esimese sensitiivsusanalüüsi tegi autor inimelu väärtuse kohta, muutes praeguse parameetri 2002. aasta väärtuseks, ülejäänud parameetrid arvutuses jäid samaks. Eramu puhul muutus netokasude nüüdisväärtus, kuid jäi siiski positiivseks. Korterelemusse muutus kodusprinklersüsteemi paigaldamine ebaefektiivseks, misjärel asuti otsima optimaalset inimelu hinda, mille korral muutub sprinklersüsteemi paigaldus korterelemusse efektiivseks. Sama analüüs viidi läbi eramu kohta, kuid analüüsi tulemusel selgus, et eramus on sprinklersüsteemi paigaldamine efektiivne ka 2002. aasta inimelu väärtuse korral.



Joonis 1. Korteri sprinklersüsteemi tasuvus sõltuvalt inimelu väärtusest¹²⁴

Tabel 18. Korteri ja eramu sprinklersüsteemi tasuvus sõltuvalt inimelu väärtusest¹²⁵

Inimelu väärtus eurodes	Korteri sprinklersüsteemi tasuvus	Eramu sprinklersüsteemi tasuvus
650 618	-858,51	69,40
750 000	-709,08	612,04
900 000	-483,54	1431,06
1 000 000	-333,17	1977,08
1 100 000	-182,81	2523,10
1 200 000	-32,45	3069,11
1 300 000	117,91	3615,13

Korteri puhul muutus sprinklersüsteemi paigaldamine efektiivseks, kui inimelu väärtus tõusis 1,3 miljoni euroni ning oluliseks võib seda pidada, sest inimelu väärtuse arvutamise meetodid on erinevad ja seetõttu võivad ka tulemused varieeruda.

¹²⁴ Autori koostatud.

¹²⁵ Autori arvatud ja koostatud.

Diskontomäärade sensitiivsusanalüüs

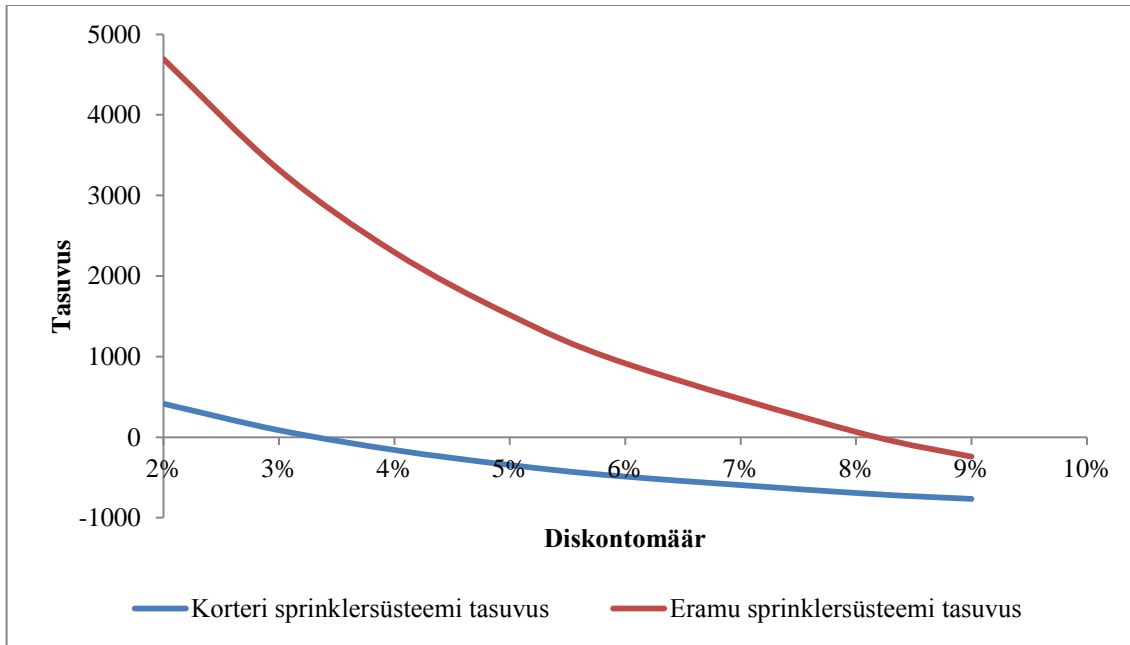
Teise sensitiivsusanalüüsi käigus muudeti diskontomäära. Diskontomäärade muutmise ja sellega sprinklersüsteemi tasuvuse selgitamine on oluline, sest ühtset diskontomäära, mida kasutada Eestis kulu-tulu analüüsi läbiviimiseks, ei ole ning seetõttu tuleb jälgida välisriikide praktikat.

Kulu-tulu analüüsi käigus arvestas autor diskontomääraks 2% ning sensitiivsusanalüüsi käigus suurendati seda, selgitamaks, millise diskontomääraga juures muutub sprinklersüsteemi paigaldamine ebaefektiivseks. Suurendades diskontomäära, väheneb kogu projekti tulude hetkeväärtus ehk tulevikus saadav tulu väheneb tänases rahalises väärtuses ning seega muutub sprinklersüsteemi paigaldamine teatud diskontomääraga ebaefektiivseks.

Tabel 19. Korterite ja eramute sprinklersüsteemi tasuvus sõltuvalt diskontomäärast ¹²⁶

Diskontomäär	Korterite sprinklersüsteemi tasuvus	Eramute sprinklersüsteemi tasuvus
2%	414,55	4692,33
3%	86,05	3319,40
4%	-159,01	2295,20
5%	-345,14	1517,27
6%	-489,04	915,89
8%	-692,60	65,10
9%	-765,98	-241,56

¹²⁶ *ibid*



Joonis 2. Korteri ja eramu sprinklersüsteemi tasuvus sõltuvalt diskontomäärast

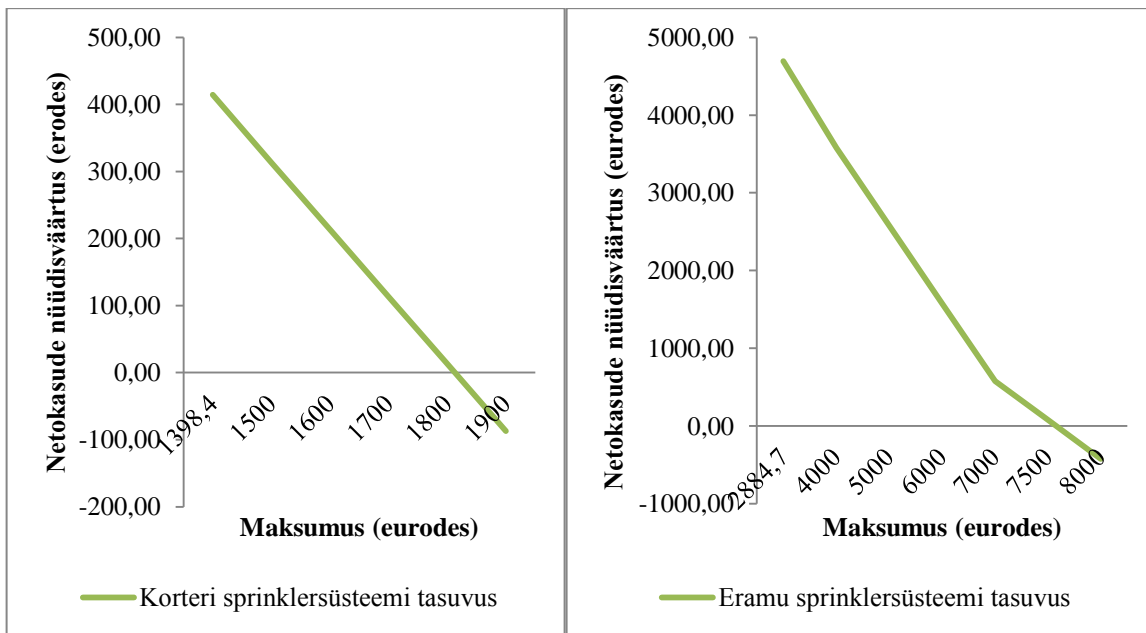
Tabelis 19 ja joonisel 2 on näha kuidas muutub kodusprinklersüsteemi tasuvus, kui diskontomäära muudetakse sammuga 1 %. Diskontomäära suurendamisega väheneb nüüdisväärtuse faktor, mis omakorda vähendab sprinklersüsteemi perioodi rahalist väärtust. Seega diskontomäära suurendades muutub sprinklersüsteemi paigaldus ebaefektiivseks korterisse 3-4% vahel ning eramusse 8-9% vahel.

Kodusprinklersüsteemi maksumuse sensitiivsusanalüüs

Käesoleva magistritöö autoril ei õnnestunud saada korralikke hinnapakkumisi kodusprinklersüsteemidele ja seega arvutuslik maksumus, mida kasutati kulu-tulu analüüsis ei pruugi olla täpne. Maksumuse sensitiivsusanalüüsis muudeti kodusprinklersüsteemi paigalduse hinda, kuid mitte hooldusele kuluvaid summasid, sest viimased on võrreldes paigaldusega marginaalsed ning ei oma suuremat mõju lõpptulemusele. Muudetud hinnad on toodud tabelis 20. „Kodusprinklersüsteemi maksumuse sensitiivsusanalüüs“ ning graafiliselt joonistel 4 ja 5 „Korteri kodusprinklersüsteemi maksumuse sensitiivsusanalüüs“ ning „Eramu kodusprinklersüsteemi maksumuse sensitiivsusanalüüs“.

Tabel 20. Kodusprinklersüsteemi maksumuse sensitiivsusanalüüs ¹²⁷

Korteri sprinklersüsteemi hind	Korteri sprinklersüsteemi tasuvus	Eramu sprinklersüsteemi hind	Eramu sprinklersüsteemi tasuvus
1398,4	414,55	2884,7	4692,33
1500	312,95	4000	3577,03
1600	212,95	5000	2577,03
1700	112,95	6000	1577,03
1800	12,95	7000	577,03
1900	-87,05	7500	77,03
		8000	-422,97



Joonis 3. Korteri kodusprinklersüsteemi maksumuse sensitiivsusanalüüs

Tabelis 20 ja joonisel 3 on toodud korteri ja eramu sprinklersüsteemide paigalduse maksumuse seos tasuvusega. Korteri puhul muudeti süsteemi paigalduse hinda sammuga 100 eurot ning vaadeldi tasuvust. Eramu puhul oli süsteemi paigalduse hinna muutmise samm 1000 eurot ja vahetult enne mittetasuvaks muutumist 500 eurot, et täpsustada, millal muutub tulemus negatiivseks. Kodusprinklersüsteemi maksumuse

¹²⁷ *ibid*

sensitiivsusanalüüsidest selgub, et kui korterisse süsteemi paigaldamine on efektiivne 1398,40 euro juures, siis oluliselt süsteemi maksumus suurenda ei tohiks. Kui süsteemi paigaldamise maksumus ületab 1800 euro piiri, siis muutub korterisse kodusprinklersüsteemi paigaldamine ebaefektiivseks. Seega on oluline just korterite puhul arvestada välja täpne maksumus. Lisaks arvestas autor kahetoalise 60 m² suuruse korteriga, kuid suurema pinnaga korteri korral on ka paigalduse hind suurem ning käesoleva kulu-tulu analüüsi teostamisel ei olnud võimalik saada täpseid andmeid tulekahjude, hukkunute ja vigastatute kohta erinevate tubade arvuga korterite kohta, seetõttu võttis autor aluseks Eestis enamlevinud korteri ning keskmise pindala.

Eramusse kodusprinklersüsteemi paigaldamine on efektiivne käesolevas kulu-tulu analüüsis kasutatud hinna 2884,70 euro korral ning ebaefektiivseks muutub see, kui süsteemi paigalduse hind ületab 7500 euro piiri. Seega võivad eramu puhul võimalikud hinnapakkumiste erinevused olla tunduvalt suuremad, kui korteri puhul, ilma lõpptulemust oluliselt muutmata. See tulemus on oluline, sest eramute pindalad on erinevad ning käesolevas analüüsis lähtuti keskmisest eramust. Kui eramu pind on suurem, siis suureneb ka hind, ent sensitiivsusanalüüsi põhjal on hinnas rohkem kui kahekordne varu.

Kodusprinkleri maksumuse sensitiivsusanalüüsidest selgus, et korter on tundlikum kodusprinklersüsteemi hinnale kui eramu. Põhjus peitub nende kahe eluruumi erinevatel lähteparameetritel, millest tulekahju puhkemise tõenäosus eramus oli ligikaudu kaks korda suurem kui korteris ning hukkamise tõenäosus üle kahe korra suurem eramus. Kulu-tulu analüüsis oli oluline roll inimelu hinnal ning kui tulekahju puhkemine ja selles hukkamine on kordades suurem eramus, siis on ka kodusprinklersüsteemi tasuvus suurem eramus. Käesolevas analüüsis arvestas autor korteri kodusprinklersüsteemi puhul maksumusena vaid ühte konkreetset korterisse süsteemi paigaldamise hinna. Juhul kui kodusprinklersüsteemiga kaitstakse terve korterelamu, siis on tööde mahu suurenemisega võimalik vähendada iga korteriomaniku kulutusi, sest osad kulud on võimalik jagada ning seeläbi võib arvestuslik väljaminek kodusprinklersüsteemile olla ka autori arvatust väiksem. Eramu puhul sellist tööde mahust tingitud hinna vähenemist autor prognoosida

ei saa. Teiste riikide kogemuste põhjal võib prognoosida kodusprinklersüsteemide maksumuse vähenemist, kui nende paigaldus laiemalt levib ja see toob kaasa konkurentsi turul ning ka hindade languse.¹²⁸

Tulekahjus hukkumise tõenäosuse sensitiivsusanalüüs

Autor otsustas vaadelda olukorda, kui tulekahjude arv hoonetes ei vähene, kuid hukkunute arv väheneb. Selle jaoks muudeti hukkunute arvu ning seeläbi muutus tulekahjus hukkunise tõenäosus. Kõik muud parameetrid arvutustes jäid samaks. Kulu-tulu analüüs näitas, et praeguse hetke hukkunute arvu juures on kodusprinklersüsteemi paigaldamine tulus, mistõttu asuti vähendama hukkunute arvu, et selgitada millise tõenäosuse juures muutub kodusprinklersüsteemi paigaldamine mitte tulusaks.

Tabel 21. Korteris ja eramu tulekahjus hukkumise tõenäosuse seos kodusprinklersüsteemi tasuvusega¹²⁹

Hukkunute arv korteris	Kodusprinklersüsteemi tasuvus korteris	Hukkunute arv eramus	Kodusprinklersüsteemi tasuvus eramus
21	414,55	35	4692,33
20	308,35	30	3516,09
19	201,09	25	2349,56
18	93,84	20	1183,03
17	-13,42	18	716,41
		16	249,8
		15	16,5
		14	-216,81

Tabelis 21 on esimeses ja teises veerus hukkunute arvu ja kodusprinklersüsteemi tasuvuse seos korteri kohta ning kolmandas ja neljandas veerus eramu kohta. Korteris on näha, et hukkunute vähenemine korteritulekahjudel mõjutab oluliselt

¹²⁸ Fraser-Mitchell, *Cost, supra nota* 79, p. 27

¹²⁹ Autori arvutatud ja koostatud.

kodusprinklersüsteemi tasuvust. Vaid nelja hukkunu vähendamine muudab süsteemi mittetasuvaks ja seda juhul, kui muud lähteparameetrid (tulekahjude puhkemise tõenäosus, tulekahjude arv, inimelu hind jne) ei muutu. Eramu puhul alustati hukkunute vähendamist suurema sammuga, algselt viie kaupa, seejärel kahe kaupa ning lõpuks ühe kaupa, et selguks täpne arv. Eramu tulekahjudes hukkunute arv peaks vähenema 21 võrra, et kodusprinklersüsteem muutuks mittetasuvaks. Sellist suurt erinevust tulemustel võib seletada korterite kui eluruumide suure üldarvuga erinevalt eramutest, mis omakorda tingis korteris tulekahju puhkemise tõenäosuse väiksemaks kui eramul.

Tulekahjus vigastatute sensitiivsusanalüüs

Tulekahjus vigastatute sensitiivsusanalüüsis lähtus autor olukorrast, kus tulekahjus hukkunuid pole, kuid arvestas kõik hukkunud tulekahjudes vigastatuteks. Seega tekkis olukord, kus Eestis eluhoonete tulekahjudes hukkunuid ei ole ning kodusprinklersüsteemi paigaldamine ei ole tasuv. Seejärel asuti muutma hukkunute arvu, et selgitada millise tulekahjudes vigastatute arvu korral muutuks kodusprinklersüsteem tasuvaks. Vigastatute arvu muutmine muudab omakorda vigastada saamise tõenäosust, sest tulekahjude arvu autor ei muuda. Lisaks muutub vigastuse vähenemine sprinklerdatud hoones, sest vigastuse tõenäosus on seotud vigastuse vähenemisega 57% võrra.

Tabel 22. Korterite ja eramu tulekahjus vigastatute ja kodusprinklersüsteemi tasuvuse seos¹³⁰

Vigastatute arv korteris	Kodusprinklersüsteemi tasuvus korteris	Vigastatute arv eramus	Kodusprinklersüsteemi tasuvus eramus
73	-1835,2	60	-3477,34
100	-1833,16	100	-3470,77
200	-1825,61	200	-3454,33
2000	-1689,61	2000	-3158,51
20000	-329,626	20000	-200,264
24500	10,37	21500	46,26

¹³⁰ *ibid*

Tabelis 22 on esimeses ja teises veerus vigastatute arvu ja kodusprinklersüsteemi tasuvuse seos korteri kohta ning kolmandas ja neljandas veerus vastavalt eramu kohta. Algselt liitis autor keskmisele vigastatute arvule juurde hukkunute arvu, tekitades tinglikult olukorra, kus inimesed ei hukku vaid pääsevad tulekahjudest vigastustega. Tulemuseks oli kodusprinklersüsteemide mittetasuvus ning seetõttu asuti vigastatute arvu suurendama, et saada teada, millise vigastatute arvu juures muutub kodusprinklersüsteem tasuvaks. Vigastatute numbrite vähene suurendamine olulist mõju tasuvusele ei omanud, seepärast suurendati vigastatute arvu kordades. Lõplikult tasuvaks muutus kodusprinklersüsteem korteris olukorras, kus igal aastal peaks tulekahjudes vigastada saama ligikaudu 24 500 inimest ning eramu tulekahjudel 21 500 inimest. Põhjus selliste suurte numbrite tekkimiseks peitub tulekahjudes vigastatu ravi maksumuses. Ravi maksumus on sedavõrd madal, et see ei oma olulist mõju kulu-tulu analüüsi lõpptulemusele. Vigastuse madal hind on tingitud sellest, et lisaks ravi maksumusele ei arvestata vigastatu ajutist või püsivat töövõimetust ning sellest tekkivat majanduslikku kahju, mida võib pidada käesoleva analüüsi suurimaks puuduseks. Ajutise või püsiva töövõimetuse tekkimise kohta ning kuidas see liigitub, puuduvad autoril andmed ning autori teada sellelaadset arvestust tulekahjude kohta ei peeta. Samale probleemile viidati ka uuringuraportis „Transpordi väliskulude hindamine: hindamismetoodika ja sisendandmetekaardistus“, kus kergemate ja raskemate vigastuste tinglik maksumus transpordiavariil tuletati Euroopa Liidu suunistest, kuid vigastuste raskusastmete jaotamisega oli probleeme.¹³¹ Käesolevas analüüsis ei saa vigastuste maksumuse küsitavust probleemiks pidada, sest ka väikese vigastuse maksumusega oli kodusprinklersüsteemi paigaldamine tulus mõlemas vaadeldud eluhoone tüübis ja seega lõpptulemust see oluliselt mõjutada ei saanud. Vigastatu maksumuse täpsustamine võib osutada vajalikuks tulevikus, kui suurema mõjuga parameetrid, nagu inimelu hind ja tulekahjudes hukkunute arv, muutuvad.

¹³¹ Jüssi, *Transpordi, supra nota* 117, lk. 27-28

2.4. Järeldused ja ettepanekud

Läbiviidud tasuvusuuring kulu-tulu meetodil kodusprinklerite paigaldamiseks eramutesse ja korteritesse näitas, et netokasude nüüdisväärtuseks saadi korteris 414,55 eurot ja eramus 4692,33 eurot. Korteris puhul oli tasuvus madalam kui eramus puhul, kuid arvestades korteritulekahju iseärasusi, kus ühe korteri tulekahju mõjutab ka teisi hoones asuvaid kortereid, siis ei tohi madalamat tasuvust alahinnata. Kulu-tulu analüüs on läbiviidud võimalikult kaasaegsete andmetega, kuid andmete olulisel muutmisel võib muutuda ka lõpptulemus, mida näitas selgelt läbiviidud sensitiivsusanalüüs. Saadud tulemuse võrdlemine Ameerika Ühendriikide, Suurbritannia ja Uus-Meremaa kulu-tulu analüüsides¹³² näitas selgelt, et juhul kui projekteerida kodusprinklersüsteem NFPA 13D või 13R sarnaselt, siis üldiselt on ta efektiivne. Erisused Eesti ja teiste riikidega tekkisid peamiselt inimelu hinna, kodusprinklersüsteemi paigalduse maksumuse ning tulekahjudes hukkunute ja tulekahju puhkemise tõenäosuse erinevustest.

Kodusprinklersüsteemi kulu-tulu analüüsi olulisemad komponendid on ka omavahel seotud. Autor viis läbi sensitiivsusanalüüsi ühe parameetri muutmisega, kuid pikaajaliste järelduste jaoks oleks vaja teostada sensitiivsusanalüüsi mitme parameetri samaaegse muutmisega. Selliste analüüsides läbiviimine on käesoleva töö jaoks liiga mahukas ning see võiks olla tulevikus järgmiste magistr tööde teema. Vajaduse mitme parameetri muutmisega sensitiivsusanalüüsides läbiviimiseks tingivad Eesti väiksus, mistõttu igal parameetri muutus võib oluliselt muuta lõpptulemust ning lisaks on teatud parameetrid ajas pidevalt muutuvad. Seega peab autor vajalikus kulu-tulu analüüsides regulaarset läbiviimist, sest näiteks vaid hukkunute arvu vähenemine ei pruugi tähendada, et kodusprinkler muutub ebaefektiivseks. Selleks, et efektiivsuse üle otsustada, tuleb arvestada ka teisi parameetreid. Kulu-tulu analüüsi teostamise intervalliks pakub autor ligikaudu 5 aastat, see annab piisava võimaluse jälgida statistilisi muutusi nii tulude kui kulude poolel. Järgnevalt esitab autor läbiviidud tööst selgunud piirangud:

1. Inimelu hind

¹³² *supra*, lk.33-41.

Inimelu hind on analüüsis sedavõrd suure kaaluga, et selle muutus võib tuua kaasa kogu analüüsi tulemuse muutuse. Inimelu hind käesolevas analüüsis on seotud SKP *per capita*-ga ja ühe muutumisel, muutub ka teine. Läbiviidud sensitiivsusanalüüsi põhjal selgus, et korteri puhul on kodusprinklersüsteem tasuv kui inimelu hind on 1,3 miljonit eurot ja rohkem ning eramu puhul oli tasuvuse piiriks 650 000 eurot ja rohkem. Sensitiivsusanalüüs selgitas kuidas muutub lõpptulemus juhul, kui inimelu hinda muuta, kuid kulu-tulu analüüsis on inimelu hind seotud ka hukkunute arvu ning tulekahju puhkemise tõenäosusega. Nende parameetrite üheaegsel muutmisel võib lõpptulemus olla ettearvamatu.

2. Tulekahjus hukkamise tõenäosus

Tulekahjus hukkamise tõenäosuse arvutamisel kasutati hukkunute arvu ning vastavalt hoonetüübile esinenud tulekahjusid. Kui hukkunute arv väheneb ja seega tulekahjus hukkamise tõenäosus väheneb, siis sensitiivsusanalüüs tõi välja, millise hukkunute arvu korral oleks kodusprinklersüsteem veel tulus. Soomes ja Rootsis arutletakse kodusprinklersüsteemi kohustuse rakendamise üle, kuigi tulekahjus hukkamise tõenäosus on Eestiga võrreldes kordades väiksem. Põhjus selleks on inimelu hinnas ehk tulekahjus hukkamise tõenäosus ning tulekahju puhkemise tõenäosus on küll väiksemad, kuid inimelu hind on nendes riikides kõrgem ja seega on suurem võimalus, et kodusprinklersüsteemi paigaldamine on tulus. Sellest võib järeldada, et kui Eestis tulekahjudes hukkunute arv tulevikus väheneb, siis ei saa väita, et kodusprinklersüsteemi paigaldamine ei ole enam tulus, sest vaadelda tuleb paralleelselt ka inimelu väärtuse muutust.

3. Vigastuse maksumus

Vigastuse maksumus on käesolevas analüüsis arvestatud autori arvates parimal võimalikul moel. Selleks, et tulevikus oleks võimalik täpsemalt määrata tulekahjus vigastatu ravi hinda, peavad Eesti Haigekassa ning Päästeameti andmed tulekahjudes vigastatute kohta ühtima. Praegu on võimalik saada andmeid tulekahjudes vigastatute ravi maksumuse kohta Eesti Haigekassast, kuid vigastatute jaotuse kohta tulekahjudel Päästeametist ning kokkuvõttes need numbrid omavahel ei ühti. Lisaks ei selgu, mis saab edasi vigastatutest, kas nad saavad püsiva töövõimetuse või naasevad tööle ning kui kaua see aega võtab.

Tuginedes eelnevale, on autor seisukohal, et vigastuse tegelik maksumus (sh kahju) võib olla kordades suurem, kui käesolevas analüüsis on kajastatud, kuid selle kohta puuduvad andmed. Seega, kui vigastuse maksumus suureneb, siis on selle osakaal kulu-tulu analüüsis suurem ning see omab lõpptulemusele suuremat väärtust.

4. Kindlustuse poolt pakutav soodustus

Hetkel Eestis tegutsevad kindlustusseltsid ei paku soodustust kodusprinklersüsteemi omanikele. Autor ei saa ettepanekut teha kindlustusseltsidele, kuid teiste riikide näitel võib prognoosida, et kodusprinklersüsteemide laiem leviku korral selline soodustus tulevikus tehakse. See oleks üks vahend motiveerimaks eluhoonete omanikke panustama oma turvalisusse, sest pikemas perspektiivis annab see märgatava kokkuhoiu kindlustusmaksete pealt.

5. Kodusprinklersüsteemi hind

Kodusprinklersüsteemi täpset hinda käesolevas analüüsis autor esitada ei saa, kuid ligikaudne väärtus arvutati välja. Süsteemi kokkupanekul kasutas autor konkreetseid Eestis saadaval olevaid komponente ja seega kujunes hind välja piiratud komponentide valiku tõttu. Kodusprinklersüsteeme enam propageerivates riikides on komponentide valik laiem ning lõpphinna skaala samuti suurem. Kodusprinklersüsteemi riikliku kohustuse kehtestamisel tekib turul rohkem pakkujaid ning vastavalt sellele on võimalik hinna korrigeerumine madalama poole.

6. Diskonto määr

Diskontomääraks valis autor Ameerika Ühendriikide *Office of Management and Budget* poolt 2012. aasta pikaajaliste projektide soovitusliku määra. Konkreetne soovitus Eestis tasuvusuuringute läbiviimisel diskontomäära kasutamiseks puudub, mis tähendab, et iga uuringu puhul valib autor diskontomäära vastavalt oma põhjendustele. Diskontomäära valiku pehmemdamiseks viis autor läbi sensitiivsusanalüüsi, mille alusel on võimalik jälgida kuidas diskontomäär muudab projekti tasuvust. Ettepanek oleks kehtestada riiklikult avalikele projektidele soovituslik diskontomäär, et projekte oleks võimalik võrrelda.

Autor viitas esimeses peatükis mitmele piirkonnale Ameerika Ühendriikides, kus on kehtestatud kodusprinklersüsteemi paigaldamise kohustus.¹³³ Mujal Ameerika Ühendriikides kodusprinklersüsteem laialt levinud ei ole, kuigi võimalused standardite näol on olemas. Seega, selleks, et kodusprinklersüsteem oma mõju ennetusvahendina rakendada saaks, oleks vaja kehtestada riiklik kohustus kodusprinklersüsteemi paigaldamiseks korteritesse ja eramutesse. Autori ettepanek on kehtestada kodusprinklersüsteemi kohustus uutesse ehitatavatesse ning renoveeritavatesse eluhoonetesse. Kohustuse kehtestamine olemasolevatesse eluhoonetesse ei ole otstarbekas, sest süsteemi väljaehitamine läheb kulukamaks, kui käesolevas analüüsis arvestatud kodusprinklersüsteemi maksumus. Paigalduse hinna tõusu tingib olemasolevate konstruktsioonide lammutamine, selleks et paigaldada sprinklersüsteem ning hilisem taastamine. Riikliku kohustuse kehtestamine toob vajaduse muuta kehtivat automaatsete tulekustutussüsteemide standardit, kus tuleb ette näha odavam alternatiivne lahendus eluhoonetesse nagu on seda NFPA 13R ja NFPA 13D. Lihtsustatult võib kodusprinklersüsteemi ehitada üles joogivee trassist ilma võimsate pumpadeta ning teatud mõõndused on lubatud torustiku valikul. Kokkuvõttes tähendab see halvema veevarustusega piirkondades väiksemat veevooluhulka, kuid torustiku õigel dimensioneerimisel ja sprinkleripea valikul, täidab süsteem oma ülesande. Lisaks antakse nendes standardites võimalus paigutada sprinklerid ohtlikemasse kohtadesse ning ei ole tarvis sprinklerdada tervet hoonet. Sprinklerite paigutusel lähtutakse kohtadest eluhoones, kus on suurim võimalus sellise tulekahju puhkemiseks, mis võib ohustada inimelu.

Kodusprinklersüsteemi võib pidada odavamaks ja kättesaadavamaks alternatiivseks ennetusmeetmeks võrreldes tavasprinklersüsteemidega. Kodusprinklersüsteemi eeliseks on odavam hind, kuid sisuliselt sama kaitsetase, mis tavasprinklersüsteemil ja selle tingivad järeleandmised materjalide nõuetele ning kaitstava hoone erisused. Kodusprinklersüsteemi kasutatakse eramutes ning kuni viiekordsetes hoonetes. Seega,

¹³³ *supra*, lk.32

kuna tegemist ei ole suure ohuga hoonete, suurte avatud pindade ja kõrgustega, siis rahuldab kodusprinklersüsteem vajaduse kaitsta inimest eramus ja korteris.¹³⁴

Eelneva arutelu põhjal esitab autor järgmised ettepanekud:

1. Läbiviidud analüüs näitas, et kodusprinklersüsteemi kui tõhusa ennetusmeetme kasutuselevõtuks eluhoonetes on vajalik riikliku kohustuse rakendamist.
2. Kodusprinklersüsteemi kohustuse kehtestamisel peab kehtivad sprinklersüsteemide nõuded ümber tegema nii, et nad võimaldaksid kättesaadava sprinklersüsteemi projekteerimist ja paigaldamist eluhoonetesse.
3. Kulu-tulu analüüside teostamine kodusprinklersüsteemide efektiivsuse uurimiseks peab olema regulaarne. Sensitiivsusanalüüsi läbiviimisel tuleb kasutada erinevate lähteandmete kombineeritud muutmist.

¹³⁴ *supra*, lk.20

KOKKUVÕTE

Tulekahjudes hukkunute ning vigastatute arv on alates Eesti Vabariigi taasiseseisvumisest olnud Euroopas tipus. Oleme suutnud vähendada tulekahjudes hukkunute arvu ligi kolmandiku võrra võrreldes tippaastatega, kuid sellegipoolest oleme arenenud maadest vastava näitaja poolest tublisti maas. Tulekahjudes hukkunute ja vigastatute arvu vähendamiseks on Eestis läbiviidud erinevaid ennetuskampaaniaid ning kasutusele võetud mitmeid ennetusmeetmeid (kohustuslik tulekahjusignalisatsiooniantur, isekustuv sigaret, piirangud kulu põletamisele ning lõkete tegemisele jne.), kuid jätkuvalt ei ole me hukkunute arvestuses jõudnud järele teistele arenenud riikidele. Tulekahjudes hukkunute vähendamine on järjekindlalt olnud riikliku sisejulgeoleku üks prioriteetsemaid valdkondi.

Käesolevas magistritöös käsitletakse kodusprinklersüsteemi kui passiivse ennetusvahendi kasutuselevõtmise tasuvust. Magistritöö eesmärk oli hinnata kodusprinklersüsteemi sotsiaalmajanduslikku tasuvust. Selleks, et saavutada töö eesmärk, püstitati kaks uurimisülesannet. Esimeses uurimisülesandes antakse teoreetiline käsitlus kasutatavatest ennetusmeetoditest, varasematest kulu-tulu analüüsides ning selgitatakse kodusprinklersüsteemi kui ühe sprinklersüsteemi liigi olemust. Teises uurimisülesandes teostatakse kodusprinkleri tasuvuse uuring kulu-tulu analüüsi baasil.

Esimese uurimisülesande raames tehtud ennetusteooria uuring näitas, et tõhusaima ennetusvahendi leidmiseks on vaja kombineerida erinevaid ennetusstrateegiaid. Passiivsete ning aktiivsete strateegiate kombineerimine viib parimate tulemusteni, mis suudavad ära hoida rohkem hukkunuid ja vigastatuid kui vaid ühe strateegia kasutamine. Tulekahjudes hukkunute ja vigastatute ennetamisel aktiivse strateegiana kasutatakse tulekahjusignalisatsioonianturit, kuid kombineerituna kodusprinklersüsteemi kui passiivse ennetusstrateegiaga annaks see parema tulemuse.

Kodusprinklersüsteem erineb oma olemuselt tavasprinklersüsteemist nõudmise poolest materjalidele, komponentidele ning lahenduse loogikast. Kodusprinklersüsteemi esmane

ülesanne on päästa inimelu, vältida vigastuste tekkimist ning kõrvalülesandena varade kaitse. Seega, on kodusprinklersüsteemi alustalad erinevad tavasprinklersüsteemist, mille esmane ülesanne on suurte varaliste kahjude vältimine.

Kodusprinklersüsteemide tasuvuse kohta on viidud erinevates riikides läbi mitmeid uuringuid, millest käesoleva magistritöö raames kasutati Ameerika Ühendriikides, Suurbritannias ning Uus-Meremaal läbiviidud uuringuid. Seda eeskätt seetõttu, et nendes maades on kodusprinklersüsteemide kasutamisega eelnevad kogemused olemas ning nende analüüside põhjal võib teha järeldusi, mis on seotud praktilise kodusprinklersüsteemi kasutamise kogemusega. Analüüsides selgus, et kodusprinklersüsteemide paigaldamine on olulisel määral seotud kohaliku seadusandlusega ning kohalike lähteparameetritega, millest olulisemad olid vastava riigi inimelu hind ning kodusprinklersüsteemi paigalduse maksumus.

Teises uurimisülesande raames selgitati välja, kas Eestis kehtivate nõuete järgi on võimalik kodusprinklersüsteemi paigaldada ning viidi läbi tasuvusanalüüs kulu-tulu analüüsi meetodil eramu ja korteri kohta. Selleks analüüsiti Eestis kehtivaid nõudeid sprinklersüsteemidele ning jõuti järeldusele, et olemasolevate nõuetega ei ole võimalik projekteerida kodusprinklersüsteeme, mis oleksid kättesaadavad eluhoonete omanikele. Lisaks selgitati kulu-tulu analüüsi metoodikat, mille alusel viidi läbi tasuvusanalüüs.

Kulu-tulu analüüsi läbiviimiseks selgitati välja vajalikud parameetrid ning vajadusel sooritati lisaarvutused, et saada analüüsis vajaminevad lähteparameetrid. Kulu-tulu analüüsi lõpptulemusena selgus, et olemasolevate lähteparameetritega arvutades on kodusprinklersüsteemi paigaldamine tulus nii eramus kui korteris, kuid eramus oli tasuvus enam kui 10 korda suurem, mis numbriliselt väljendus korteris 414,55 eurot ja eramus 4692,33 eurot ja millega saavutati magistritöö eesmärk. Teise uurimisülesande käigus saadud tulemuste täpsustamiseks viidi läbi sensitiivsusanalüüs, mis täpsustas võimalike lähteparameetrite robustsust või kohendas nende usaldusväärsust. Sensitiivsusanalüüsi läbiviimine näitas, kui tundlik on üks või teine lähteparameeter juhul, kui see peaks muutuma.

Analüüsi tulemusena esitati järgmised ettepanekud:

1. Läbiviidud analüüs näitas, et kodusprinklersüsteemi kui tõhusa ennetusmeetme kasutuselevõtuks uutes ja renoveeritavates eluhoonetes, on vajalik riikliku kohustuse rakendamist.
2. Kodusprinklersüsteemi kohustuse kehtestamisel peab kehtivad sprinklersüsteemide nõuded ümber tegema nii, et nad võimaldaksid kättesaadava sprinklersüsteemi projekteerimist ja paigaldamist eluhoonetesse.
3. Kulu-tulu analüüside teostamine kodusprinklersüsteemide efektiivsuse uurimiseks peab olema regulaarne. Sensitiivsusanalüüsi läbiviimisel tuleb kasutada erinevate lähteandmete kombineeritud muutmist.

SUMMARY

The subject of the Master's Thesis is "Social cost-effectiveness of residential sprinkler systems in Estonia". The thesis is written in Estonian with a summary in Estonian and English. The thesis consists of 104 pages, 73 of which form the main part. 82 different sources in Estonian and English have been used and the thesis contains 23 tables, 3 figures and 8 appendices. The objective of the thesis is to evaluate the cost-effectiveness of residential sprinkler system.

In order to reach the set objective, the author has set two research tasks:

1. To analyse the possible application of residential sprinkler systems according to prevention theories and on the basis of earlier conducted cost-benefit analyses abroad.
2. To analyse the cost-effectiveness of residential sprinkler on the basis of cost-benefit analysis.

This thesis is a design research, where quantitative analysis is used to process the data. The necessary data for cost-benefit analysis was officially requested from Estonian Health Insurance Fund, all the insurance companies that are active in Estonia and from companies that design sprinkler systems.

The cost-benefit analysis revealed that residential sprinkler system is cost-effective in apartments as well as in one family private dwellings, with the results 414,55 Euros and 4692,33 Euros respectively.

After analysing the data and conducting the cost-benefit analysis, the following propositions are presented:

1. The conducted analysis refers to a need of official requirement from state to make residential sprinklers as passive prevention measures mandatory in new and reconstructed residential buildings.
2. If the residential sprinkler system is made mandatory, then the code for designing sprinkler systems has to be changed. The valid code is not suitable for mandating residential sprinkler systems.

3. In the future cost-benefit analyses on residential sprinkler systems must be conducted on a regular basis. The sensitivity analyses should comprise the varying of more parameters at the same time.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

- Ahrens, M., „Home structure fires“, report, National Fire Protection Association (2012).
- Atiyeh, B.S., Costagliola, M., Hayek, S.N., „Burn prevention mechanisms and outcomes: Pitfalls, failures and successes“, *Burns* (2009), Vol.35, pp 181-193.
- Austin, L.C., Fischhoff, B., „Injury prevention and risk communication: a mental models approach“, *Injury Prevention* (2012), Vol.18, pp 124-129.
- Barss, P., *Injury Preventions: An International Perspective Epidemiology* (Oxford University Press, 1998).
- Butry, D.T., „Economic Performance of Residential Fire Sprinkler Systems“, *Fire Technology* (2009), Vol. 45, pp.117-143.
- Butry, D.T., „Comparing the performance of residential fire sprinklers with other life-safety Technologies“, *Accident Analysis and Prevention* (2012), Vol. 48, 480-494
- Butry, D.T., Brown, M.H., Fuller, S.K., „Benefit-Cost Analysis of Residential Fire Sprinkler Systems“. National Institute of Standards and Technology (2007).
- Chien, S-W., Wu, G-Y., „The strategies of fire prevention on residential fire in Taipei“, *Fire Safety Journal* (2008), Vol. 43, pp 71-76.
- Committee on Trauma Research, Institute of Medicine, National Research Council, *Injury in America: A Continuing Public Health Problem* (Washington, D.C.: National Academy Press, 1985)
- Cote, A., *Fundamentals of Fire Protection*, (Jones & Bartlett Learning, 2011)
- Cote, A. E., Grant, C. C., Hall, J. R. Jr., „Volume 2, Chapter 1“ - Solomon, R. E. (ed), *Fire Protection Handbook*, (20th Edition, National Fire Protection Assoc., Quincy, MA.,2008)
- Cote, A. E., Grant, C. C., Hall, J. R. Jr., „Volume 2, Chapter 2“ - Solomon, R. E. (ed), *Fire Protection Handbook*, (20th Edition, National Fire Protection Assoc., Quincy, MA.,2008).
- * De Blaeij, A. „The Value of Statistical Life: a Meta Analysis“, *Accident Analysis and Prevention* (2003), Vol. 35, pp. 973-986.
- Duncan, C.R., Wade, C.A., Saunders, N.M., „Cost-Effective Domestic Fire Sprinkler Systems“, New Zealand Fire Service Commission (2000).

- Eesti Haigekassa, „Taastusravi“, <www.haigekassa.ee/kindlustatule/tervishoid/taastus/taastus> (12.02.2013)
- Eesti Kindlustusseltside Liit, „Hoonete ja rajatiste põlengud ning põlengutega seotud kindlustusjuhtumid Eestis“, <[www.eksl.ee/images/files/Kokkuvote\(2\).pdf](http://www.eksl.ee/images/files/Kokkuvote(2).pdf)> (31.03.2013).
- Eesti Pank, „Euro päevakursid“, <www.eestipank.ee/valuutakursid> (16.02.2013).
- Eesti Standardikeskus, „Ehitiste tuleohutus. Osa 6: Tuletõrje veevarustus“, Eesti standard (2012)
- Eesti Standardikeskus, „Paiksed tulekustutussüsteemid Automaatsed sprinklersüsteemid Projekteerimine, paigaldamine ja hooldus“, Eesti Standard (2009)
- Finantsinspeksioon, „Eestis tegevusloa alusel tegutsevad kahjukindlustusseltsid“, <www.fi.ee/index.php?id=1768> (01.04.2013)
- Fraser-Mitchell, J., Williams, C., „Cost Benefit Analysis of residential sprinklers – Final Report“, Final report prepared for The Chief Fire Officers Association, Building Research Establishment Global (2012)
- Garcia, K., Kauffmann, R., Schelble, R., *Positive Pressure Attack for Firefighting & Ventilation* (Portland: PennWell Books, 2006)
- Ghosh, A., Bharat, R., „Domestic burns prevention and first aid awareness in and around Jamshedpur, India: strategies and impact“, *Burns* (2000), Vol.26, pp 605-608.
- Carlson Gielen, A., Sleet, D., „Application of Behavior-Change Theories and Methods to Injury Prevention“, *Epidemiologic Reviews* (2003), Vol.25, pp 65-76.
- Girasek, D.C., „Public beliefs about the preventability of unintentional injury deaths“, *Accident Analysis and Prevention* (2001), Vol.33, pp 455-465.
- Girasek, D.C., Gielen, A.C., „The Effectiveness of Injury Prevention Strategies: What Does the Public Believe?“, *Health Education & Behaviour* (2003), Vol.30, pp 287-304.
- Gowdy, J.,M., „The Revolution in Welfare Economics and Its Implications for Environmental Valuation and Policy“, *Land Economics* (2004), Vol.80, pp.239-257.

- Haddon, W.J., „The changing approach to the epidemiology, prevention, and amelioration of trauma: the transition to approaches etiologically rather than descriptively based“, *Injury Prevention* (1999), Vol.5, pp 231-236.
- Hall, J.R., 2011. U.S. Unintentional fire death rates by state. National Fire Protection Association (NFPA).
- Harrison, M., „Valuing the Future: the social discount rate in cost-benefit analysis“ Visiting Researcher Paper, 2010.
- * Hicks, J., R., „The foundations of welfare economics“, *Economic Journal* (1939), Vol. 49, no. 196, p. 696-712.
- International Organization for Standardization, „What is a standard?“, <www.iso.org/iso/home/standards.htm> (09.04.2013)
- Jüssi, M., Anspal, S., Kallaste, E., „Transpordi väliskulude hindamine: hindamismetoodika ja sisendandmete kaardistus“, uuringuraport Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumile, Eesti Rakendusuuringu Keskus CentAR ja Säästva Eesti Instituut (2008).
- Kaasik, T., Uusküla, L., *Vigastused Eestis Levimus, tagajärjed, ennetus*, (Tartu: OÜ Dada AD, 2007)
- * Kaldor, N., 1939. „Welfare propositions of economics and interpersonal comparisons of utility“, *Economic Journal* (1939), Vol. 49, no. 195, p. 549-552
- Klinoff, R., *Introduction to Fire Protection* (Delmar Publishers, 1997).
- Kommer, A., „Avaliku sektori ökonomika“, Sisekaitseakadeemia (2004).
- Koonce III, T.R., *Firefighter's handbook: Essentials of Firefighting and Emergency Response* (Delmar Publishers, 2000), Chapter 12
- Kress, H.C., Noonan, R., Freire, K., Marr, A., Olson, A., „Top 20 violence and injury practice innovations since 1992“, *Journal of Safety Research* (2012), Vol.43, pp 257-263.
- Krug, E.G., Sharma, G.K., Lozano, R., „The global burden of injuries“, *American Journal of Public Health* (2000), Vol.90, pp 523-526.
- Liao, C-C., Rossignol, A, M., „Landmarks in burn prevention“, *Burns* (2000), Vol. 26, 422-434.

- Linares, A.Z., Linares, H.A., „Burn prevention: the need for a comprehensive approach“, *Burns* (1990), Vol.16, pp 281-285.
- MacKay, A.M., Rothman, K.J., „The Incidence and Severity of Burn Injuries Following Project Burn Prevention“, *American Journal of Public Health* (1982), Vol.72, pp 248-252.
- Maibach, M., Schreyer, C., Sutter, D., van Essen, H.P., Boon, B.H., Smokers, R., Schroten, A., Doll, C., Pawlowska, B., Bak, M. *Handbook on estimation of external cost in the transport sector. Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport (IMPACT). Report. Delft, CE, 2007. p. 42.*
- National Fire Protection Association, “Integration of Residential Sprinklers with Water Supply Systems”, raport, (National Fire Protection Association 2009), <www.firesprinklerinitiative.org/Research-Reports/Reports.aspx> (07.08.2011)
- National Fire Protection Association, “Home Fire Sprinkler Cost Assessment” (2008), <www.firesprinklerinitiative.org/Research-Reports/Reports.aspx> (07.08.2011)
- National Fire Protection Association, *Operation Of Fire Protection Systems*, (Jones & Bartlett Learning, 2003)
- Nilsen, P., Bourne, M., Verplanken, B., „Accounting for the role of habit in behavioural strategies for injury prevention“, *International Journal of Injury Control and Safety Promotion* (2008), Vol.15, pp 33-40.
- Nilsen, P., Hudson, D., Gabrielsson, F., Lindqvist, K., „Strategies and goals of community-based injury prevention programmes- a mixed-methods study of 25 Scandinavian WHO Safe Communities“, *International Journal of Injury Control and Safety Promotion* (2006), Vol.13, pp 27-33.
- Olszynski, J., „Residential sprinklers--an idea whose time ought to come“, Vol.2 *PM Engineer* (1996), Issue 9, p.24
- Pearce, D., Atkinson, G., Mourato, S., „Cost-Benefit Analysis and the Environment Recent developments“, cost-benefit analysis, OECD (2006)
- * Peterson, L., Farmer, J., Kashani, J.H., „Parental injury prevention endeavors: a function of health beliefs?“, *Health Psychol* (1990), Vol.9, pp 177–19.
- Päästeamet, ”2009 Tulekahjudes hukkunute statistika ja analüüs” (2009), <www.rescue.ee/1455> (08.08.2011)

- Runyan, C.W., „Using the Haddon matrix: introducing the third dimension“, *Injury Prevention* (1998), Vol.4, pp 302-307.
- Runyan, C.W., „Introduction: Back to the Future – Revisiting Haddon’s Conceptualization of Injury Epidemiology and Prevention“, *Epidemiologic Reviews* (2003), Vol.25, 60-64.
- Saar, I., „Avaliku sektori ökonomika“, loengukonspekt (2011).
- Schulz, W.,H., “Cost-Benefit Analysis for Transport Policy Considerations: A European Trade-Off between Consumer Benefits, Welfare Effects and Administrative Burden“, cost-benefit analysis, 2011.
- Sherrard, J., Ozanne-Smith, J., Staines, C., „Prevention of unintentional injury to people with intellectual disability: a review of the evidence“, *Journal of Intellectual Disability Research* (2004), Vol.48, pp 639-645.
- Siseministeerium, ”Sisejulgeoleku tegevusvaldkonna hetkeolukorra analüüs” (2011), <www.siseministeerium.ee/public/Hetkeolukorra_analuus_sisejulgeolek.rtf> (08.08.2011)
- Sleet, D., Bonzo, S., Branche, C., „An overview of the National Center for Injury Prevention and Control at the Centers for Disease Control and Prevention“, *Injury Prevention* (1998), Vol.4, pp 308-312.
- Sleet, D., Carlson Gielen, A., Diekman, S., Ikeda, R., „Preventing Unintentional Injury: A Review of Behavior Change Theories for Primary Care“, *American Journal of Lifestyle Medicine* (2010), Vol.4, pp 25-31.
- Sotsiaalministeerium, „RHK-10 instruksioonide käsiraamat <www.sm.ee/fileadmin/meedia/Dokumendid/Tervisevaldkond/E-tervis/kaesiraamat.pdf> (21.03.2013)
- Statistikaamet, „Eluruumid ja eluruumidega hooned”, < pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Rahvaloendus/REL2011/02Eluruumid/02Eluruumid.asp> (02.04.2013)
- Statistikaamet, „Rahvaloendus 2011“ < www.stat.ee/rel2011> (30.03.2013)
- Statistikaamet, „Statistika andmebaas: Majandus“ <pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Majandus/databasetree.asp> (03.04.2013)

- Statistikaamet, „Surmad“, <pub.stat.ee/px-web.2001/Database/Rahvastik/03
Rahvastikusundmused/10Surmad/10Surmad.asp> (14.02.2013)
- * Susser, M. *Causal thinking in the health sciences: concepts and strategies of epidemiology*. (Oxford University Press, 1973)
- Tehnilise Järelevalve Amet, „Elektriohutuse meelespea“, <www.ohutus.ee
/index.php?id=11062>, (19.10.2012)
- The Geneva Association, „World Fire Statistics. 2009“ (2009)
<www.genevaassociation.org/pdf/wfsc/ga2009-fire25.pdf> (30.04.2013)
- The Report of The National Commission on Fire Prevention and Control „America
Burning“ (1973)
- Towner, E., Dowswell, T., Jarvis, S., „Updating the evidence. A systematic review of
what works in preventing childhood unintentional injuries: Part 2“, *Injury
Prevention* (2001), Vol 7, pp 249-253.
- Tule-, vee- ja liiklusohutuse alane ennetusuuring. Lõppraport (2012),
Sisekaitseakadeemia
- Vabariigi Valitsuse määrus nr.315 “Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded”
27.10.2004, jõustunud 01.01.2005 – RT I 2004, 75, 525
- Vaidogas, E.R., Sakenaite, J., „A brief look at data on the reliability of sprinklers used in
conventional buildings“, *Journal of Civil Engineering and Management* (2011),
Vol.17, pp 115-125.
- Verplanken, B., „Beyond frequency: habit as mental construct.“ *British Journal of Social
Psychology* (2006), Vol.45, pp 639-656.

Publitseerimata allikad:

- Kodusprinklersüsteemi hinnapakkumisele laekunud vastus. Autori valduses.
- Päästeamet, „Ettepanek tulekahjude läbi hävinenud ehitiste ja rajatiste varakahjude
hindamissüsteemi loomiseks“, Päästeamet (2007) (asutusesiseseks kasutamiseks).
Autori valduses.
- Päästeamet, „Päästeala statistikatabelid“ (2002-2012).
- Haigekassa infopäringu vastus tulekahjudes vigastatute kohta. Autori valduses.

Klaos, M., „Lastevanemate hinnangutest ja ootustest lähtumine tuleohutusosalase turvalisuse arendamisel“, magistritöö, Tallinna Tehnikaülikool (2009)

Päästeameti operatiivinfo süsteem OPIS, sündmuse nr. 154301845 andmed. Autori valduses, juurdepääs paroolidega.

Tartu Ülikool, „Esmaste kustutusvahendite eluruumides kohustusliku kasutamise mõjude hindamine“, lõppraport, Tartu Ülikool (2010).

TABELITE JA JOONISTE LOETELU

Tabel 1. Sprinkleripeas olevate ampullide värvused ja nende seletus	23
Tabel 2. Kulu-tulu analüüsi faktorid	31
Tabel 3. Kolme riigi kulu-tulu analüüside võrdlused	36
Tabel 4. Tulekahjus vigastatu ravikulud eurodes	50
Tabel 5. Tulekahju puhkemise tõenäosus eramus	52
Tabel 6. Tulekahju puhkemise tõenäosus korteris	53
Tabel 7. Eramu tulekahjus hukkumise tõenäosus	54
Tabel 8. Korteritulekahjus hukkumise tõenäosus	54
Tabel 9. Korteritulekahjus vigastada saamise tõenäosus	56
Tabel 10. Eramu tulekahjus vigastada saamise tõenäosus	57
Tabel 11. Eramu tulekahju varakahjud eurodes	60
Tabel 12. Korteritulekahju varakahjud eurodes	60
Tabel 13. Inimelu väärtus 2002.a. ja 2012.a. eurodes	62
Tabel 14. Korteritulekahju kulude tabel	64
Tabel 15. Eramu kulude tabel	64
Tabel 16. Korteritulekahju tulude tabel	65
Tabel 17. Eramutulekahju tulude tabel	66
Tabel 18. Korteritulekahju ja eramu sprinklersüsteemi tasuvus sõltuvalt inimelu väärtusest	68
Tabel 19. Korteritulekahju ja eramu sprinklersüsteemi tasuvus sõltuvalt diskontomäärast	69
Tabel 20. Kodusprinklersüsteemi maksumuse sensitiivsusanalüüs	71
Tabel 21. Korteritulekahju ja eramu tulekahjus hukkumise tõenäosuse seos kodusprinklersüsteemi tasuvusega	73
Tabel 22. Korteritulekahju ja eramu tulekahjus vigastatute ja kodusprinklersüsteemi tasuvuse seos	74
Tabel 23. Eramu ja korteri sprinklersüsteemi paigaldamise hinna arvutus	103
Joonis 1. Korteritulekahju ja eramu sprinklersüsteemi tasuvus sõltuvalt inimelu väärtusest	68
Joonis 2. Korteritulekahju ja eramu sprinklersüsteemi tasuvus sõltuvalt diskontomäärast.....	70

Joonis 3. Korteris kodusprinklersüsteemi maksumuse sensitiivsusanalüüs 71

LISAD

LISA 1. HADDONI MAATRIKS „ELEKTRILÖÖK KODUS VIGASELT TRIIKRAUALT“¹³⁵

Ennetusmeetmed	Ohustatud isik (vanusegrupp 20-40 a.)	Riskiallikas	Füüsiline keskkond	Sotsiaalne keskkond
Õnnetus-eelne faas	Lugeda läbi kasutusjuhend. Visuaalne vaatlus triikrauale ja mitte töötada vigase riistaga. Kui elektriseadme ohutuse osas tekib kahtlus, tuleb pöörduda elektriala spetsialisti poole, mitte hakata seadet ise parandama. ¹³⁶ Mitte triikida märjas keskkonnas. Võimalusel kasutada pistikupesasid, rikkevoolukaits e.	Kontrollida triikraua seisundit, vajadusel viia remonti (mitte mingil juhul ise remontida). Kui triikraud on kasutuskõlbmatu, siis soetada uus.	Pikemas perspektiivis vaadata üle kodune elektrisüsteem ja võimalusel uuendada see turvalisemaks (rikkevoolukaits e ja liigpingekaitse).	Suurendada inimeste teadlikkust katkiste kodumasinatega töötamisega kaasnevatest ohtudest. Kasutada rohkem pesumaja teenust.

¹³⁵ Autori koostatud.

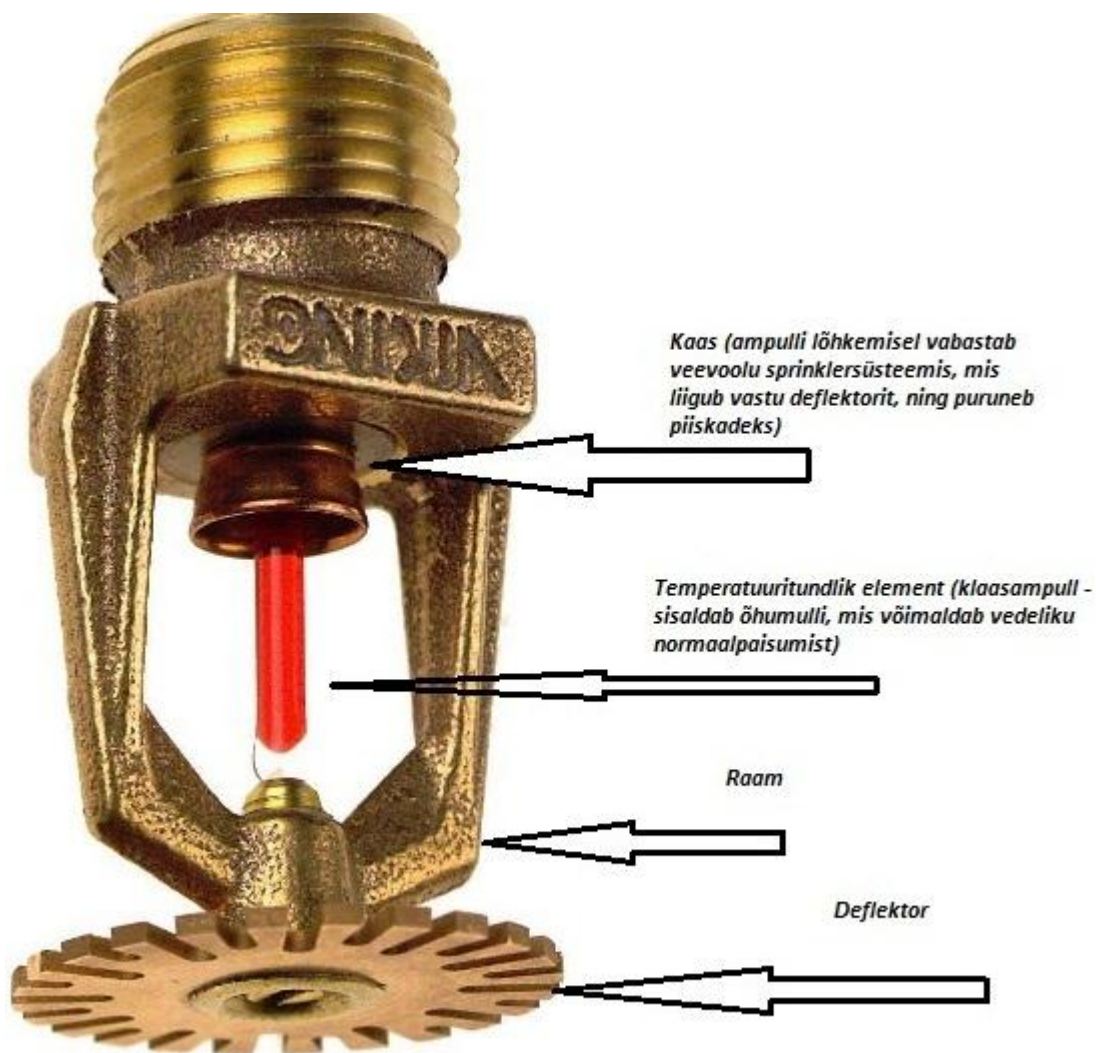
¹³⁶ Tehnilise Järelevalve Amet, <www.ohutus.ee/index.php?id=11135> (18.10.2012)

Õnnetuse faas	<p>Kui ohver on pinge all, siis on ta seotud vooluringiga ning abistaja ei tohi teda puutuda. Kannatanut peaks proovima vooluringist eemaldada näiteks kuiva puuroikaga, kusjuures vajadusel tuleb pinge all olevat krampis kätt ka tugevalt kaikaga lüüa, et haare vabastada. Tuleb meeles pidada, et niisked riided, niiske maapind ja keskkond juhivad hästi elektrit. Kummikindad ja kummijalatsid on head kaitsevahendid, kuiv puu, kuiv riie ja näiteks kuiv ajaleht on keskmiste omadustega isolaatorid.¹³⁷</p>	Triikraudade tootmisel teha kummist käepidemed.		
Õnnetus-järgne faas	Kannatanule esmaabi andmine,	Paigaldada triikraua sisse kaitsmed, mis		Suurendada inimeste teadlikkust

¹³⁷ Tehnilise Järelevalve Amet, „Elektriohutuse meespea“, <www.ohutus.ee/index.php?id=11062>, (19.10.2012).

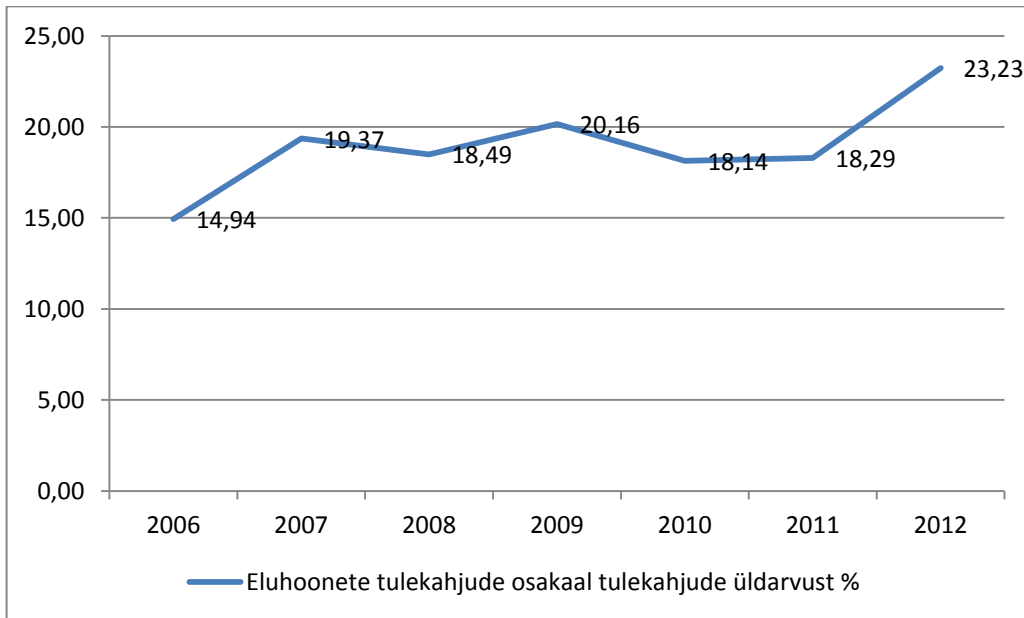
	arvestades enda ohutusega ning kindlasti kutsuda välja kiirabi.	lühise korral vabastavad triikraua korpuse pingest.		elektrilöögijärgs est esmaabi andmisest, et oleks võimalik kodus õnnetuse korral ohvrit aidata.
--	---	---	--	---

LISA 2. SPRINKLERIPEA ¹³⁸



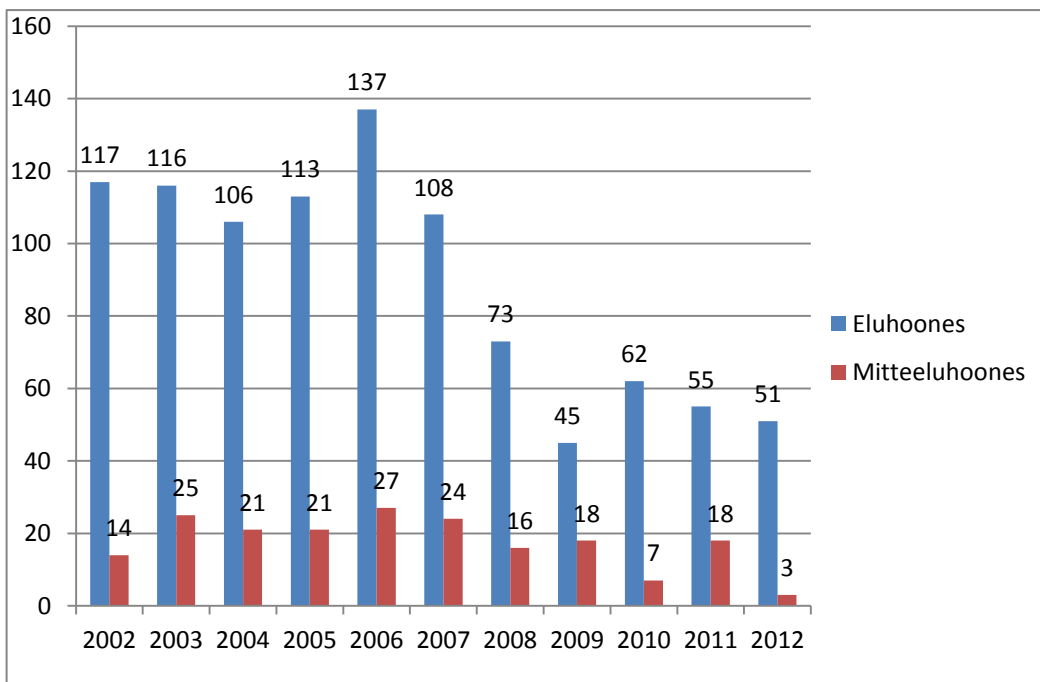
¹³⁸ Autori koostatud

LISA 3. ELUHOONETE TULEKAHJUDE OSAKAAL TULEKAHJUDE ÜLDARVUST¹³⁹



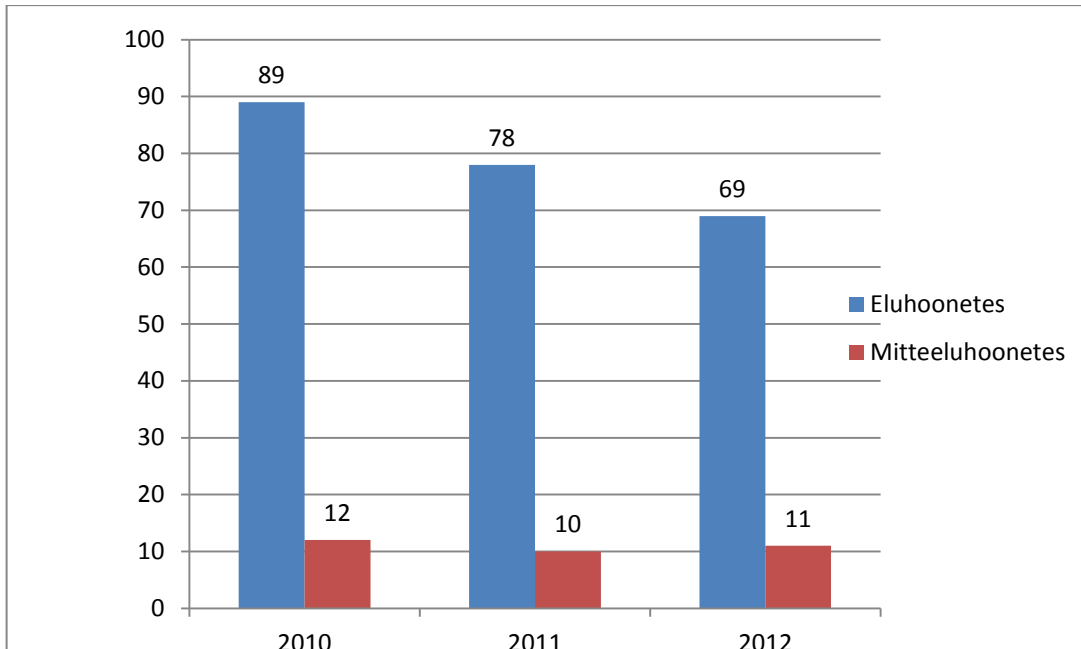
¹³⁹ Allikas: Päästeamet, „Päästeala statistikatabelid 2006-2012“, autori arvutatud ja koostatud.

LISA 4. HUKKUNUTE JAOTUS 2002-2012¹⁴⁰



¹⁴⁰ *ibid*

LISA 5. TULEKAHJUDES VIGASTATUTE JAOTUS 2010-2012¹⁴¹



LISA 6. KORTERELAMU KODUSPRINKLERSÜSTEEMI HINNAPAKKUMISE KÜSIMISE VORM

Hinnapakkumuse küsimine

Palun koostada orienteeruv hinnapakkumine kodusprinklersüsteemi projekteerimiseks ja ehitamiseks rajatavale korterelamule. Projekt tuleb koostada põhiprojekti mahus, lähtudes Ameerika Ühendriikide standardist NFPA 13R „*Standard for the Installation of Sprinkler Systems in Low-Rise Residential Occupancies*“

Sprinkleritega tuleb varustada ainult korterite pinnad. Sansõlme sprinklersüsteemiga ei varusta.

Nõuded materjalidele ja töö kvaliteedile

¹⁴¹ *ibid*

Sprinklersüsteemi torustiku on kavas rajada valatava r/b konstruktsiooni sisse. Torustikuks on sobilik kas sertifitseeritud CPVC toru või tsiingitud terastoru.

Sprinklerpead peavad olema nn „peidetud“. Need monteeritakse kipsplaatide sisse laes.

Signaal SPR süsteemi töölerakendumisest viia välja ATS süsteemi keskseadmele (ei kuulu töö mahtu), mis hakkab paiknema elamu esimesel korrusel.

Objekti iseloomustus:

Kolmekordne korterelamu ühe trepikojaga. Hoone kõrguseks on 11 m. Hoone tulepüsivusklass on TP-1.

Tehnilised ruumid paiknevad keldris.

Elamus on plaanis rajada järgmised korterid:

Korrus	Korteri tüüp	Pindala (r.m)	Kogus
1 korrus	1 toaline	47	1
1 korrus	2 toaline	71	2
2 korrus	3 toaline	95	2
3 korrus	4 toaline	119	1
3 korrus	2 toaline	71	1

Ehitusmaterjaliks on Fibo kergplokk ning raudbetoon.

Objektile on tagatud vesivarustus survega 3,0 Bar lokaalsest puurkaevust.

Palume esitada orienteeruva hinnapakumise materjalidele ja tööle (sh projekteerimise ja kooskõlastamise maksumus) eraldi.

Märkus: materjalide spetsifikatsioon ei ole nõutud, kuid tuleb esitada valitud sprinklerpea *data-sheet* ja valitud tegevusulatus ühe sprinleripea kohta.

LISA 7. ERAMU KODUSPRINKLERSÜSTEEMI HINNAPAKKUMISE KÜSIMINE

Hinnapakumuse küsimine

Palun koostada hinnapakumine kodusprinklersüsteemi projekteerimiseks ja ehitamiseks paariselamule.

Projekt tuleb koostada põhiprojekti mahus, lähtudes Ameerika Ühendriikide standardist NFPA 13 „Standard for the Installation of Sprinkler Systems in One- and Two-Family Dwellings and Manufactured Homes“.

Samuti palun esitada orienteeruv hinnapakkumine vastavalt allpool esitatud spetsifikatsioonile, mis on koostatud lähtudes sama objekti kaitseks koostatud eelprojektist.

Esialgne spetsifikatsioon (ühe elamu poole)

Pos nr	Seadme nimetus	Kogus (ühik)	Võimalik tootja	Märkused
1	Sprinkleripea vk458 (k7.4) pendent chrome 3/4"	17	Viking	
2	toru dn32	9 jm		
3	toru dn25	80		
4	toru dn20	10		
5	Poogen 90 SK3/4" / SK 3/4"	38		
6	Poogen 90 SK32 / SK 32	4		
7	Kolmik SK 1" / SK 3/4" / SK 1"	17		
8	Kolmik SK 32 / SK 25 / SK 32	2		
9	Muhv SK 3/4"	17		
10	Tagasilöögiklapp Dn32 paigalduskomplektiga	1	Eccua	
11	Veevooluandur Dn32 paigalduskomplektiga	1	Tyco	
12	Kuulkraan Dn32	1	Eccua	
13	Kuulkraan Dn25	7	Eccua	
14	Kuulkraan Dn20	1	Eccua	
15	Kolmik SK 32 / SK 32 / SK 32	1	Eccua	
16	Manomeeter glütseriiniga mõõteulatus 0 - 6Bar 80mm BSP	1		

märkused:

toru materjaliks pakkuda kas CPVC toru või tsingitud toru.

Objekti iseloomustus:

kahekordne paariselamu. Koosneb kahest, peegelpildis olevast osast.

Ühe osa netopindala on 141 m². Hoone kõrgus on 8,5 m. Esimese ja teise korruse lae kõrguseks on 2,5 m.

Hoone kuulub TP-3 tulepüsivusklassi. Ehitusmaterjaliks on Fibo kergplokk.

Objektile on tagatud vesivarustus survega 3,0 Bar.

LISA 8. ERAMU JA KORTERI SPRINKLERSÜSTEEMI PAIGALDAMISE HINNA ARVUTUS

Tabel 23. Eramu ja korteri sprinklersüsteemi paigaldamise hinna arvutus¹⁴²

Pos nr	Seadme nimetus	Kogus (ühik) eramu	Hind eramu	Kogus (ühik) korter	Korter
1.	Sprinkleripea (varjatud paigaldusega) vk458 (k7.4) pendent chrome 3/4"	17 tk	323,34	6 tk	114,1 2
2.	toru dn32	9 jm	49,5	3 jm	16,5
3.	toru dn25	80 jm	344	26 jm	111,8
4.	toru dn20	10 jm	28	3 jm	8,4
5.	Poogen 90 SK3/4" / SK 3/4"	38 tk	41,8	12 tk	13,2
6.	Poogen 90 SK32 / SK 32	4 tk	12	1 tk	3
7.	Kolmik SK 1" / SK 3/4" / SK 1"	17 tk	39,1	6 tk	13,8
8.	Kolmik SK 32 / SK 25 / SK 32	2 tk	8,4	2 tk	8,4
9.	Muhv SK 3/4"	17 tk	18,7	6 tk	6,6
10.	Tagasilöögiklapp Dn32 paigalduskomplektiga	1 tk	26,3	1 tk	26,3
11.	Veevooluandur Dn32 paigalduskomplektiga	1 tk	102	1 tk	102
12.	Kuulkraan Dn32	1 tk	6,66	1 tk	6,66
13.	Kuulkraan Dn25	7 tk	30,24	3 tk	12,96
14.	Kuulkraan Dn20	1 tk	2,66	1 tk	2,66
15.	Kolmik SK 32 / SK 32 / SK 32	1 tk	4	1 tk	4

¹⁴² Allikas: Autorile laekunud hinnapakkumine, autori arvutatud ja koostatud.

16.	Manomeeter glütseriiniga mõõteulatus 0 - 6Bar 80mm BSP	1 tk	48	1 tk	48
17.	Kinnitustarvikute komplekt	1 tk	100	1 tk	50
18.	Projekteerimine	1	600	1	300
19.	Paigalduse hind	110 h	1100	55 h	550
	KOKKU (EUR)		2884,7		1398,4