

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Helari Viiart

**ELEKTRISEADMEST ALGUSE SAANUD  
ELUHOONETE TULEKAHJUD**

Lõputöö

Juhendaja:

Raido Mets

Kaasjuhendaja:

Kadi Luht-Kallas, PhD

Tallinn 2021

# ANNOTATSIOON

Kolledž/instituut: Sisekaitseakadeemia Päästekolledž	Kaitsmise kuu ja aasta: Juuni 2021
Töö pealkiri eesti keeles: Elektroonikast alguse saanud eluhoonete tulekahjud	
Töö pealkiri võõrkeeles: Residential fires started by electronics	
<p>Lühikokkuvõte: Töö on kirjutatud eesti keeles, eesti- ja ingliskeelse kokkuvõttega. Töö koos lisadega on 55 leheküljel ning sisaldab 8 tabelit ja 18 joonist.</p> <p>Lõputöö eesmärgiks on välja selgitada kodus kasutatavatest elektriseadmest alguse saanud eluhoonete tulekahjude põhjused ja enim põhjustanud elektriseadmest anda põhjalikum ülevaade ning teha ettepanekuid tulekahjude ennetamiseks, kasutas autor uurimismeetoditest valdavalt kvalitatiivset andmeanalüüsi.</p> <p>Uurimisprobleemi, millised on Eestis enim eluhoone tulekahjusid põhjustavad kodus kasutatavad elektriseadmed, lahendamiseks on vastanud autor kolmele uurimisküsimustele:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Millised on kodus kasutatavate elektriseadmete peamised tuleleviku põhjused?</li><li>2. Millised on Eestis ohtlikuima kodus kasutatava elektriseadme paigaldamis- ja kasutamise nõuded?</li><li>3. Millised on Eestis toimunud eluhoonete tulekahjudel olnud suurima tuleohuga elektriseade?</li></ol> <p>Autor leidis, et peamised elektriseadmete rikked on tingitud kehvadest ühendustest ja lühistest. Uurimisküsimuse eesmärk, leida Eestis enim eluhoone tulekahjusid põhjustavad kodus kasutatavad elektriseade, tuli analüüsides Päästeametist saadud andmete põhjal välja, et kuue aasta kokkuvõttes oli kõige ohtlikumaks elektriseadmeks külmkapp.</p>	
Lisad:	
Võtmesõnad: Eesti märksõnastik: hoonetulekahju, elektriseade, lühis, kodumasin	
Võõrkeelsed võtmesõnad: building fire, electrical appliance , short circuit, home appliance	
Säilitamise koht: SKA Raamatukogu	
Töö autor: Helari Viiart	
Olen koostanud lõputöö iseseisvalt. Kõik lõputöö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, seisukohad, kirjalikest allikatest ja mujal allikates saadud info on nõuetekohaselt viidatud. Olen nõus oma lõputöö avaldamisega elektroonilises keskkonnas.	
Allkiri: allkirjastatud digitaalselt	
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja: Raido Mets	Allkiri: allkirjastatud digitaalselt
Kaasjuhendaja: Kadi Luht-Kallas, PhD	Allkiri: allkirjastatud digitaalselt
Kaitsmisele lubatud	
Kolledži direktor/instituudi juhataja: Häli Allas	Allkiri: allkirjastatud digitaalselt

# SISUKORD

MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU .....	5
SISSEJUHATUS.....	6
1. ÜLEVAADE ELUHOONETE TULEKAHJUDEST AASTATEL 2015–2020	
9	
1.1. Elekter tulekahju põhjustajana .....	9
1.2. Elektriseadme tulekahjude jälgede uurimine ja tuvastamine .....	16
1.3. Kodus kasutatavatest elektriseadmest alguse saanud tulekahjude tekkepõhjused Eestis ja välisriigis .....	17
1.4. Kodus kasutatavate elektriseadme tulekahju tekete ennetusmeetmed .....	26
2. KODUS KASUTATAVAST ELEKTRISEADMEST ALGUSE SAANUD ELUHOONETE TULEKAHJUDE ANALÜÜS .....	31
2.1. Metoodika ja valim.....	31
2.2. Andmeanalüüsi tulemused ja analüüs .....	32
2.2.1 Teadmata tekkepõhjused .....	32
2.2.2 Tekkepõhjuste märksõnad.....	33
2.2.3 Kodus kasutatavast elektriseadmest alguse saanud eluhoonete tulekahjud Eestis aastatel 2015–2020 .....	35
2.2.4 Kodus kasutatava elektriseadme kasutamisel alguse saanud eluhoonete tulekahjud Eestis aastatel 2015–2020 .....	37
2.3. Järeldused ja ettepanekud.....	38
KOKKUVÕTE.....	41
SUMMARY .....	44
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU .....	45

TABELITE JA JOONISTE LOETELU .....	51
LISAD .....	53
Lisa 1. Külmkappide kasutusjuhendite loend .....	53
Lisa 2. Kodus kasutatavatest elektriseadme kasutamisel alguse saanud tulekahjud 2015–2020 .....	54
Lisa 3. Kodus kasutatavatest elektriseadme kasutamisel alguse saanud tulekahjud 2015–2020 .....	55

## **MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU**

LFB – London Fire Brigade

NFIRS - National Fire Incident Reporting System

NFPA – National Fire Protection Association

OIS - Ohutuse infosüsteem

PTC - positive temperature coefficient (positiivse takistuse temperatuuriteguriga termotakisti)

USA - United States of America

## SISSEJUHATUS

Päästeameti visiooni elluviimiseks on Päästeameti strateegia aastani 2025. seadnud, et aastaks 2025. on eluhoonete tulekahjude arv alla 700 ja tulekahjus hukkunute arv alla 12, mis aastal 2015. oli vastavalt 790 ja 50 (Päästeamet, 2016, lk 24–25). Autori arvates on Päästeameti visiooni eesmärgi saavutamisel edusammud esialgu kiiremad tulema, kuid et saavutada eesmärgipärane lõpptulemus, on vaja lisaks olemasolevatele kiirematele ja tähtsamatele plaanidele keskenduda detailsematele plaanidele, kus esialgu ei pöörata nii suur tähelepanu, kuid visiooni lõpptulemuse saavutamisel on ka väiksematel tulekahjude ennetamise plaanidel väga oluline roll. Autori arvates ja Siseturvalisuse arengukavas 2020–2030 turvalise Eesti loomise põhimõtetes on välja toodud, et turvalisus algab meist endist ja kõige parem viis luua turvaline elukeskkond on koostöös erinevate osapooltega ennetada ohte ja ennetamisel on tähtis jõuda probleemide algsete põhjusteni, et neid oleks võimalik optimaalsete ja mõistlike ressursidega efektiivselt lahendada. (Siseministerium, 2021)

Teema on **aktuaalne**, kuna kodudes on järjest rohkem igapäevakasutuses olevaid elektriseadmeid, siis selle tõttu suureneb oht eluhoone tulekahjude tekkimiseks. „Siseministeriumi arengukava 2020–2030“ on välja toodud, et uus arengukava on jätk kehtivale „Siseturvalisuse arengukava 2015–2020“, kus tuleb jätkuvalt luua ohutu elukeskkond suurendades elanike teadlikkust muutes inimeste käitumist ja hoiakuid, et vähendada õnnetusi. Jätkuvalt oleks vaja leida lahendus „Siseturvalisuse arengukava 2015–2020“ aruande täitmise probleemile, kus toodi välja, et aastal 2019 eluhoonetulekahjude peamisteks põhjustajateks olid elektripaigaldised ja seadmed ning probleemid vananenud juhtmestikega. (Siseministerium, 2021; Siseministerium, 2020)

Töö on **uudne**, kuna autorile teadaolevalt ei ole varasemalt nii põhjalikult uuritud tulekahju tekke põhjusi kodus kasutatavatest elektriseadmetest. Eelnevalt on uurimisgrupi poolt välja toodud eluhoonete tulekahjude tekkepõhjusi uuringus „Eluruumide tuleohutuse riskihindamise meetodika ja kodukülastuse ankeedi

väljatöötamine“ (Luht, *et al.*, 2016) ja tehtud lõputöö eluruumide küttesüsteemist põhjustatud tulekahjust (Selge, 2016), kuid need on olnud rohkem keskendunud küttesüsteemidele.

Lõputöö **uurimisprobleemiks** on küsimus: millised on Eestis enim eluhoone tulekahjusid põhjustavad kodus kasutatavad elektriseadmed? Oluline on suurendada ühiskonna ohuteadlikkust ohtlikest elektriseadmetest kodus ning nende ohutust kasutustest.

Uurimisprobleemi lahendamiseks on autoril vaja teada järgnevaid **uurimisküsimustele** vastuseid:

1. Millised on kodus kasutatavate elektriseadmete peamised tuleleviku põhjused?
2. Millised on Eestis ohtlikuima kodus kasutatava elektriseadme paigaldamis- ja kasutamise nõuded?
3. Millised on Eestis toimunud eluhoonete tulekahjudel olnud suurima tuleohuga elektriseade?

Lõputöö **eesmärgiks** on välja selgitada kodus kasutatavatest elektriseadmetest alguse saanud eluhoonete tulekahjuste põhjused ja enim põhjustanud elektriseadmetest anda põhjalikum ülevaade ning teha ettepanekuid tulekahjuste ennetamiseks.

Eesmärgi saavutamiseks on autor püstitanud neli **uurimisülesannet**:

1. Analüüsida kodus kasutatavate elektriseadmete tulekahjuste põhjustamiste mehhanisme.
2. Analüüsida 2015.–2020. a toimunud elektriseadmetega seotud eluhoone tulekahjusid.
3. Selgitada välja peamised elektriseadmetega seotud paigaldus- ja kasutusnõuded.
4. Sünteesida teooriat ja uuringu tulemusi ning teha järeldusi ja ettepanekuid eluhoonete tulekahjuste ennetamisel.

Lõputöös viiakse läbi kombineeritud uurimisviis (*Mixed Methods*), mis käsitleb nii kvantitatiivset, kui kvalitatiivset uurimisviisi põimitult. (Creswell, et al., 2017, pp. 86–87) Eesmärgi saavutamiseks kasutatakse Päästeameti poolt kogutavaid tulekahju andmeid 2015.–2020. a perioodi kohta.

Uurimismeetoditest kasutab autor lõputöös valdavalt kvalitatiivset andmeanalüüsi. Andmetena kasutas autor infosüsteemi OIS lühikirjeldusi eluhoonete tulekahjude tekete kohta, kus on menetlejate poolt tulekahjude tekkepõhjused välja toodud.

Kodus kasutatavate elektriseadmete kohta uurib autor suuremate elektriseadmete kasutusjuhenditest, millised on soovitusel ja nõuded elektriseadmete tuleohu vähendamiseks.

Antud lõputöös lähtub autor seadme ja elektriseadme mõiste kasutamisel Seadme ohutuse seadusest, kus § 3. lõige 1 on kirjas, et seade on elektriseade, masin või nendest koosnev tehnosüsteem või muu objekt, milles sisalduv energia tekitab ohtu inimese elule või tervisele, asjale või keskkonnale ja § 3 lõige 4 on kirjas, et elektripaigaldis on elektrienergia edastamiseks, jaotamiseks või kasutamiseks mõeldud ja elektrilisi või elektroonilisi komponente sisalduv seade või seadmetest talituslik kogum, sealhulgas elektripaigaldis elektrituruseaduse tähenduses, kus § 3 terminites punkt 9 on elektripaigaldis veel elektrienergia mõõtmiseks või tarbimiseks kasutatavate seadmete, juhtide ja tarvikute paigaldatud talituslik kogum. (Seadme ohutuse seadus, 2015; Elektriturseadus, 2003)

Lõputöö koosneb kahest peatükist. Esimeses peatükis antakse teoreetiline ülevaade elektriseadmega seotud tulekahjudest ja kodus kasutatavast elektriseadmest alguse saanud eluhoonete tulekahjudest ning lisaks ülevaade välisriigist. Teises, empiirilises peatükis kirjeldatakse uurimustöö metoodikat ja valimit, kirjeldatakse analüüsi tulemusi ja nende põhjal tehakse järeldused ja ettepanekud eluhoonete tulekahjude ennetamise parendamiseks.



# 1. ÜLEVAADE ELUHOONETE TULEKAHJUDEST AASTATEL 2015–2020

Päästeameti visiooni eesmärgis on jõuda Eestis aastaks 2025 igaihe kaasabil õnnetuste arvu ja kahjude ulatusega Põhjamaade tasemele (Päästeamet, 2016, lk. 21). Kuid tabel 1 (vt. tabel 1), on välja toodud, et tulekahjudes hukkunute arv Eestis on kordades suurem kui Põhjamaades. Vaadates Põhjamaade tulekahjude statistikat on näha tabel 1, et Eestis oli 2019. aastal 32,4 tulesurma miljoni elaniku kohta ja teistes põhjamaades keskmiselt 7,1 tulesurma miljoni elaniku kohta, mis on Põhjamaade keskmisest üle 4,5 korra rohkem.

Tabel 1. Põhjamaade tulesurmad miljoni elaniku kohta 2010–2019 (Nordic Fire Statistics, 2021; autori koostatud)

Riik	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Rootsi	13,8	10,8	10,8	10,0	8,3	11,0	10,5	10,4	7,2	7,7
Norra	13,2	9,4	7,9	11,9	10,5	6,7	7,6	4,9	7,3	7,6
Island	6,3						5,9		8,4	2,7
Soome	14,9	12,2	15,1	10,6	15,7	13,3	14,9	10,5	9,2	8,9
Eesti	51,9	55,1	40,9	35,7	41,1	38,0	29,6	28,8	37,9	32,4
Taani	13,3	11,5	11,8	12,4	14,8	11,9	8,9	10,6	12,3	8,4

Eestis hukkus eluhoonete tulekahjudes 2015.–2020. aastal kokku 234, mis tähendab, et igal aastal hukkub keskmiselt 39 inimest. Eluhoonetes hukkunute arv moodustab 91% kõikidest tulekahjudes hukkunutest. (Päästeamet, 2021c)

## 1.1. Elekter tulekahju põhjustajana

Elektriseadme tulekahju all on mõeldud tulekahjud, mis on alguse saanud elektrivoolu või staatilise elektriga seoses, kuid kõiki elektrit kasutatavate seadmete tulekahjusid ei saa nimetada automaatselt elektritulekahjudeks. Näiteks

elektripliidil oleval pannil õli ülekuumenemisest alguse saanud tulekahju on otseselt seotud elektriseadmega, kuid seda ei loeta elektriseadmest tingitud tulekahjuks, samas aga võib lugeda välgu põhjustatud tulekahju elektritulekahjuks, kuigi see ei ole seotud ühegi seadmega. (Babrauskas, 2016, p. 662)

Elektriseadme tulekahjude koguarvust moodustab staatiline elekter väikese osa, mis on mureks põhiliselt suuremates tööstustes ja seetõttu keskendutakse uuringutes rohkem elektrivooluga seonduvale ja statistikas käsitletakse antud tulekahjusid kahel viisil: 1) füüsiline mehhanism, mis viis süttimiseni ja 2) välised tegurid, mis põhjustasid mehhanismis rikke. Külmkapi kompressorite kahjustuste joonisel 1 ( vt. joonis 1.) on kolm lahti võetud kompressorit, mis on saanud kahjustada kolmel erineval moel, kus joonisel vasakpoolset kompressorit on mõjutanud välised tegurid nagu kuumus, mis põhjustasid mehhaanilise rikke, joonise keskmine kompressor on saanud voolust ülekoormuse, mille käigus on saanud kompressori sees olev mähis tugevaid kahjustusi, mis on joonisel 2 (vt. joonis 2.) nähtav ja joonis 1 parempoolsema kompressori töö on katkenud elektrijuhi lühise tõttu. Tavaliselt arvatakse, et põhiliselt saavad elektriseadme tulekahjud alguse lühistest ja ülekoormustest, kuid tabel 2 saab välja lugeda, et põhiliseks rikkekohtadeks saab lugeda halvad ühendused. Lühis on erinevate põhjuste ühine nimetaja, kuid me ei saa võtta seda konkreetse põhjusena, kuna lühis esineb erineval kujul nagu elektrikaar, ülekoormus, sädelus või muudes vormides. (Babrauskas, 2009, p. 5)

Kodudes kasutatavates külmikutes kasutatakse kompressoreid, milles põhiosaks on kompressor ja mootor, mis on ühes tükis ja suletud metallist korpuses. Kompressor kasutab korduvat liikumisjärjekorda nagu kokku surumine ja paisumine, et töödelda madalatemperatuurilist külmutusainet, mis aurustub aurustist välja, nii et külmaaine muutub kõrge temperatuuriga gaasiks, mis süsteemis ringleb ja jahtub. (Yang, et al., 2013. p. 527)




Joonis 1. Külmkapi kompressorite kahjustused (Luht-Kallas, 2019)

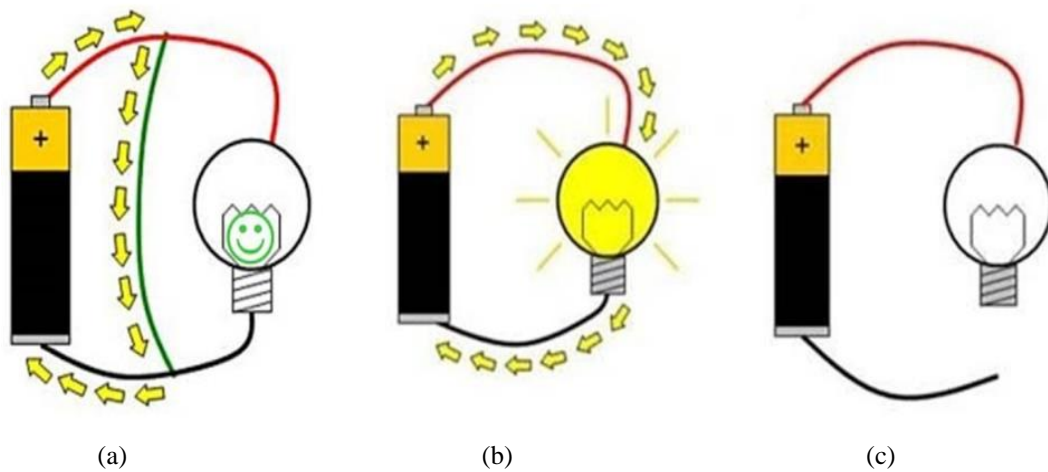


Joonis 2. Külmkapi kompressori voolu ülekoormuse kahjustused (Luht-Kallas, 2019)

Tabel 2. Elektrilisi tulekahjusid põhjustavad mehhanismid (Babrauskas, 2009, p. 5; autori koostatud)

Mehhanism	Tähtsus
Halb ühendus	
Elektrikaar söestunud pinna kaudu	
Elektrikaar läbi õhu	
Liigne soojusisolatsioon	
Ülekoormus	
Sädelus	
Dielektriline lagunemine tahketes või vedelates isolaatorites	
Muud põhjused	

Elektrist põhjustanud tulekahjude analüüsi põhjal on kõige sagedasemalt lühiühendusega ehk lühisega elektrivõrkudes ja elektriseadmetes juhtmete ülekuumenemise tõttu, mis on tekkinud ülekoormuse tagajärjel, kus puuduvad ettenähtud kaitsmed. Lühiühendus on eripingete otsene ühendus läbimata elektrivoolu tarbivat takistust, mis on näidatud joonisel 3 (vt. joonis 3.) vasakul ja samal joonisel 3 on keskel kinnine ühenduse näide, mis on kinnine ehk normaalne töötav vooluahela ühendus ning joonisel 3 paremal on lahti ühendatud ehk avatud vooluahel. Ülekoormuse puhul, kus järsult langeb elektriahela takistus, näiteks lisades mitu suurt voolu tarbivat elektriseadet üheaegselt, sellega ületatakse elektrijuhtide ehk elektrivoolu edastatavate tarindite nagu elektrijuhtmestiku nimikoormus, mille tõttu suureneb elektrijuhtide temperatuur ja mis omakorda võib põhjustada voolujuhi sulamise või koguni isolatsiooni süttimise. Tavaliselt on lühise põhjuseks elektrijuhtide isolatsiooni riknemine mehhaanilise, keemilise või niiskuse mõju tõttu. Kui eri pingele all olevad juhid saavad kokku ja selle ahela takistus on väga väike ja läheneb nullile, siis tekib lühisvool, mis kuumeneb kiiresti tekitades elektrikaare või sädeluse nagu joonisel 4 (vt. joonis 4.). (Lall, 2019, lk. 32; Teemets, 2011, lk. 9)



Joonis 3. Ühendused vooluahelas: (a) lühiühendus; (b) kinnine ühendus; (c) avatud ühendus. (Electrical Pattarai, 2018, aeg 10 sek; autori koostatud)



Joonis 4. Lühis pistikupesas (Schneider-electric, 2021b)

Üldiselt ollakse seisukohal, et kõige olulisem põhjus elektritulekahjude puhul on halvad ühendused, mis põhjustavad ülekuumenemist või hõõguvat ühendust. Seadmeid toitvates vooluringides on väga palju elektriühendusi, mistõttu on suur

tõenäosus ebaõnnestumisele, mis omakorda võib süüdata vastavalt toote iseärasusele läheduses asuvaid põlevmaterjale. Kahe metallpinna vahel olev nõrk ühendus võib tekitada ülekuumenemise äärmusliku olukorra, kus temperatuur võib vase ühenduste korral ületada 1200 °C. Ülekuumenemisega seotud võimsused ei pea olema suured olles tavaliselt 10 kuni 50 W piires ja on täheldatud näiteks kuumenemist väiksel koormusel 0,3 A 120 V juures olevas vooluahelas, kuid koondatuna väikesele alale piisab lähedal olevate materjalide süütamiseks. (Babrauskas, 2009, p. 6)

Üks levinud tulekahju põhjus on erinevast materjalist juhtmete ühendamine, näiteks alloleval joonisel 5 (vt. joonis 5.) on kaks alumiiniumjuhet ja üks vasktraat ühendatud juhtmete ühendusele peale keeratava kiirühenduse abil ning ühendatuna 20 A vooluahelas. Joonisel 5 ühendusel on näha nii hõõgumist kui ka kuumakahjustusi nii keerataval kiirühendusel, kui ka juhtmete isolatsioonil. Soovitav on antud ühenduste kuumakahjustuste vältimiseks liitmikud töödelda mittepõleva korrosiooni aeglustajaga. (Aronstein, 2011, pp. 2–4) Järgmisel joonisel 6 (vt. joonis 6.) on keeratava ühendus ja selle kinnitamise näidis. Tavaliselt on erinevad metallist ja metalli sulamitest tehtud juhtmed kaetud õhukese silmale nähtamatu oksiidikihiga, mis kaitsevad neid väliskeskkonna mõjude eest ja ei lase ühendustel oksüdeeruda. Korrosioon on metallide oksüdeerimine hapniku toimel, mis on rohkem teada roostetamise nime all. Selleks tuleb ühenduskohtades, kus juhtmetelt on ühendamisel eemaldatud korrosiooni eest kaitsev oksiidikiht katta ainega, mis takistab õhul ligipääsu ühendustele, et vältida oksüdeerimist ja ühe näitena on Aronstein toonud välja vaseliini, mis on üheks korrosiooni aeglustajaks (Aronstein, 2011, p. 4).



Joonis 5. Halvasti ja nõrgalt ühendatud juhtmete keeratav kiirühendus (Aronstein, 2011, p. 2)



Joonis 6. Keeratava ühenduse näidis (Sibay-rb.ru, 2018)

Elektripaigaldiste ühendamisel on tähtis järgida tootjate poolseid tootejuhiseid, ning näiteks juhtmete ühendamisel levinud moodulkaitseülilitiga Acti9 K60N (vt. joonis 7) on nõutud kindel pingutusmomendi väärtus 3,5 Nm (njuutonmeeter) (Schneider Electric, 2021a), millega peaks pingutama. Kõige parem on pingutada



momentvõtmega, kuid tihti seda ei tehta ja ühendused jäävad liiga nõrgaks või liiga tugevaks, mille tõttu on tulekahjude tekke võimalus suurem.



Joonis 7. Acti9 K60N 1P 10A C curve 6000 A (Schneider Electric, 2021a)

## 1.2. Elektriseadme tulekahjude jälgede uurimine ja tuvastamine

Tehnika areng on toonud üha ulatuslikuma elektrienergia kasutamise ja mitte ainult mugava keskkonnana, vaid ka peamise jõuallikana, valguse, kütte, side ja erinevate tehnikate juhtimiseks. Sellest sõltuvalt on tõusvas joones tuleõnnetused, mille põhjuseks on elektrist tingitud ohud või vale kasutusviis. Statistika andmetel oli Hiinas 1993.–2007. aastatel kokku umbes 373 700 (Gao, *et al.*, 2016, p. 29) elektritulekahju ehk keskmiselt 24 913 aastas, mis teeb 100 000 inimese kohta umbes 1,9 elektritulekahju aastas, Eestis oli 2015.–2020. aastatel eluhoonetes kokku 909 (Päästeamet, 2021a) elektritulekahju ehk keskmiselt 152 aastas, mis teeb keskmiselt 11,4 elektritulekahju 100 000 inimese kohta aastas, mis on kuus korda Hiinast rohkem. Elektritulekahjud moodustasid Hiinas 25% (Gao, *et al.*, 2016, p. 29) kõikidest tulekahjudest ja Eestis 2015.–2020. aastal 21% (Päästeamet, 2021b) kõikidest tulekahjudest.

Hiinas olid elektritulekahjud esimesel kohal ja peaaegu pooled elektritulekahjudest põhjustasid elektriliinid. Teiseks oluliseks põhjuseks oli elektriseadmete, -



varustuse ja -rajatiste kasutamine ja lisaks toodi välja valgustite tulekahjud, millest 51% olid tingitud lühisest. Uurimiste fookuses oli raskete elektritulekahjude uurimine, et ennetada sarnaste juhtumite kordumist kaitstes inimeste elu, turvalisust ja vara. ( Gao, *et al.*, 2016, p. 29)

Tulekahjude uurimistel eristatakse kahte tüüpi lühist. Esimene on lühis enne tulekahju ehk lühis, mille elektrijuhe on ise tekitanud enne tulekahju, ja teine on lühis, mis on tekkinud tulekahju ajal juhtme isolatsiooni rikkest välise leegi või temperatuuri mõjul ( Gao, *et al.*, 2016, p. 30). Pärast lühist tekivad erinevad jäljed, milleks on pritsmed, randid, süvendid, sulamised ja muud jäljed, mis annavad uurijatel alust arvata, et tegemist võis olla lühisega.

### **1.3. Kodus kasutatavatest elektriseadmest alguse saanud tulekahjude tekkepõhjused Eestis ja välisriigis**

Tänapäeval on kodudes kasutusel igapäevaselt rohkem erinevaid elektriseadmeid, kui vaadata ainuüksi selle järgi, et kodudes on järjest suurema hulga pistikute järgi vajadus. Samas võetakse elektriseadmeid kasutusse ilma, et loeks läbi paigaldus- ja kasutusjuhiseid ohutu kasutuse kohta. See on tulnud sellest, et inimestele on tehnika kasutus igapäevaseks muutunud ja lihtsaks tehtud, ning vajadus elektriseadme kasutusjuhendisse süveneda puudub, kus on kirjas ka ohutusnõuded.

Vaadates statistikaameti andmeid 1996–2007 (vt. tabel 3.) ja 2010.–2019. (vt. tabel 4.) kohta on näha, et kodudes oleva tehnika osakaal on aastatega aina kasvanud. Suurematest kodus kasutatavatest elektriseadmetest näiteks oli nõudepesumasin 25 aastat tagasi 1% leibkondades ja 2 aastat tagasi peaaegu 33% leibkondades, seega on peaaegu 33 korda rohkem nõudepesumasinaid Eesti kodudes, kui varem ja pesumasin on tõusnud viimase 25 aastaga 20% ja on 85% leibkondades. Arvuti oli 25 aastat tagasi harv nähtus, kuid tänapäeval on vähesed kodud, kus puudub arvuti, ning tihtipeale on neid kodus rohkem kui üks. Samamoodi on tõusvas joones olnud nii televiisor kui kõik teised kodused elektriseadmed. (Statistikaamet, 2021a; Statistikaamet, 2021b)

Tabel 3. Leibkonnad koduse vara järgi 1996–2007 (Statistikaamet, 2021a)

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Koduse vara liik												
Värviteler	74	77	82	85	91	92	94	93	94	95	95	96
Videomagnetofon	14	16	18	21	28	31	34	35	37	39	45	44
Personaalarvuti	3	4	5	7	12	17	22	29	33	42	45	51
Kodune Interneti-ühendus	..	..	..	..	7	10	14	17	24	34	39	47
Mobiiltelefon	..	..	..	..	36	48	58	67	71	80	83	87
Pesumasin	75	73	75	75	76	77	78	78	79	81	83	85
Nõudepesumasin	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	4	6
Mikrolaineahi	9	12	15	18	22	26	30	33	36	42	49	55
DVD-süsteem	..	..	..	..	..	..	..	..	..	14	24	29

Tabel 4. Leibkonnad püsikauba järgi 1910–2019 (Statistikaamet, 2021b)

	2010	2011	2012	2015	2016	2019
Koduse vara liik						
Mobiiltelefon	92,5	94,1	94,7	96,9	97,3	98,4
Värviteler	98,6	97,4	97,4	96,8	96	96,8
Pesumasin	89,7	90,7	91,6	93,9	94	94,9
Laua- või sülearvuti	65,9	70,1	72,3	76,3	77,9	82,2
DVD-süsteem või videomakk	54,5	53,8	53	47,6	44,7	42,2
Külmik või sügavkülmik	98,5	98,5	99,1	99,2	99,2	99,3
Nõudepesumasin	12,8	14,2	16,9	24,4	23,8	32,8

Eestis on peamised probleemid seotud vanemate hoonetega, kus on vananenud elektrisüsteemid ja ei ole arvestatud tänapäevaste tarbijatega nagu mikrolaineahjud, televiisorid, muusikakeskused jmt ning mille ülekoormamine võib tekitada tulekahju. Külmal ajal perioodidel alternatiivsete kütteseadmete kasutamisel on täiendavad riskid, kui kasutatakse vanu hooldamata kütteseadmeid ning on vale kasutusviis või asukoht, mis võib olla osaliselt ka teadmatusest. (Luht, *et al.*, 2016, lk. 20)

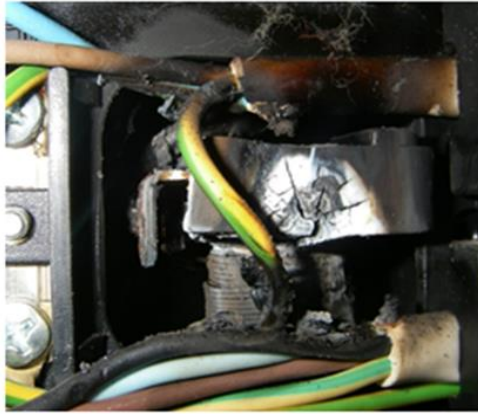
Tulekahjude uurimisel on maailmas üks arvestatavamaid Ameerika Ühendriikide National Fire Protection Association ehk Riiklik Tuletõrjeühing (edaspidi NFPA organisatsioon), kus nende 2014.–2018. aastate uuringutes on välja toodud, et 49% eluhoone tulekahjudest on alguse saanud küpsetamisel, sellele järgneb kütteseade 14% ja elektrilised jaotus- ja valgustusseadmed 10%. Uuringus toodi välja, et toiduvalmistamisel oli sageli täheldatud unustamist ja tähelepanu hajumist, kus toit jäeti järelevalveta ning inimeste hooletus seadmete puhastamisel näiteks rasvast ja sinna kogunenud mustusest. Märgiti ära veel seadmete kulunud detailide vahetamata jätmisest ja seadmete ülekoormamisest mis moodustas 14% toiduvalmistamise tulekahjudest. Tulekahjudest ei olnud 40% inimtegevusega mingit seost, vaid said alguse elektri- või süütesüsteemist, ning peaaegu 10% toiduvalmistamise tulekahjudest olid mehaanilised või elektri rikked. (Ahrens, *et al.*, 2020a, pp. 5–6)

National Fire Incident Reporting System ehk Riiklik Tulekahjujuhtumitest Teatamise Süsteem (edaspidi NFIRS) andmete järgi oli Ühendriikide hoonetulekahjudest 13% elektriseadmete või soojusallikate rike. Eluhoonete tulekahjude elektriliste kodumasinade elektririkked tuvastati 14% ja mehhaanilised rikked 7%, ning tuvastamata oli jäänud 6%. Inimeste poolt oli järelevalveta jäetud ligi 7% elektrilistest kodumasinadest, millest alguse saanud tulekahjudest suudeti pooletele piir peale panna. (Ahrens, *et al.*, 2020b, pp. 8–13) NFPA 2012.–2016. aastate uuringute järgi moodustasid pooled (50%) hoonetulekahjudest elektrijuhtmed, pistikud, valgusseadmed ja toiteallikad, millele järgnes küpsetusseadmed (9%), kütteseadmed (9%), puhurid (6%), õhksoojuspumbad (3%) ja riie kuivatid (3%). (Campbell, 2019, p. 1)

Suurbritannias toimub igal aastal keskmiselt 300 hoonetulekahju, mille on põhjustanud külmkapid või sügavkülmikud ja kuna neist alguse saanud hoonetulekahjusid oli palju, võeti uurimisse 2005.–2015. aastal toimunud Londoni hoonetulekahjud, kus võrreldi neid sarnaste kodumasinatega nagu pesumasinad, nõudepesumasinad ja trummelkuivatid, et leida võimalikke ehitus- ja kasutusvigu,

et tulekahju riske vähendada. London Fire Brigade ehk Londoni Tuletõrje (edaspidi LFB) uuris külmikutega seotud juhtumite üksikasju, kus kohtueksperdiisi teadlased olid varasemalt enam kui 300 elektriseadet lahti võtnud, pildistanud ja põhjalikumalt uurinud ning tõid välja külmutusseadmete sagedased vead, mis põhjustasid tulekahju. (Beasley, *et al.*, 2017, pp. 1–2)

LFB uuringud tegid kindlaks, et vanemates külmikute ja sügavkülmade mudelites kasutati kompressorites käivitusreleed (joonis 8, (a)), mis on vajalikud kompressori käivitamiseks. Kompressori käivituses releed avaneb ja katkestab voolu, seejärel töötab kompressor iseseisvalt. Käivitusreleed rike põhjustab mähise ohtlikku kuumenemist, mis tekitab lähedal olevatele kaablitele kuumakahjustusi. Peale uute PTC (positive temperature coefficient) (joonis 8, (b)) ehk ülekuumenemiskaitse lüliti kasutusele võttu starterlülitites on hakanud juhtumite arv vähenema. Uuemates starterlülitites kasutatakse tavaliselt PTC tablette, mis on paigutatud plastmassist korpusesse, mis sisaldab omakorda elektriühendusi. PTC töötab elektri juhina kuni saavutab umbes 120 °C temperatuuri, millest alates muutub takistiks ja katkestab voolu, seega toimides nagu temperatuurilüliti. Aja möödudes PTC omadused halvenevad, kuni puruneb või lõheneb tekitades ise sulades lühise. Teine põhjus on külmikute välisele tagaküljele paigaldatud sulatuslüliti (joonis 8, (c)), mille korpusel on sulatuslüliti taimer käsitsi reguleerimiseks. Vee sattumine sulatuslülitisse tekitab lühise kontaktides. Sulatuslüliti korpus on valmistatud tulekindlast plastikust, kuid lüliti sees olevad hammasrattad on suure nailoni sisaldusega, mis süttivad kergesti, mille tagajärjel lüliti kate kuumusega deformeerub ja tuli levib lüliti kaanele ja seadme isolatsioonile. Kolmas sagedane põhjus on kondensaatorite (joonis 8, (d)) tõrked, mis on paigaldatud peaaegu kõikidesse kaasaegsetesse külmutusseadmetesse alates aastast 2000, mis on paigaldatud külmutusseadmete alumisse ossa, mille ülesandeks on voolu ühtlustamine elektrisüsteemis. Kondensaator oma eluea jooksul on avatud erinevatele koormustele nagu ülepinge, ülekuumenemine, kiirgus, niiskus, mustus ja vibratsioon, mis põhjustavad ajaga kondensaatori riknemise, ning hakkab toimuma aeglane sulamine ja söestumine, mille tagajärjel kondensaator süttib ja plahvatab. (Beasley, *et al.*, 2017, pp. 2 – 3)



(a)



(b)



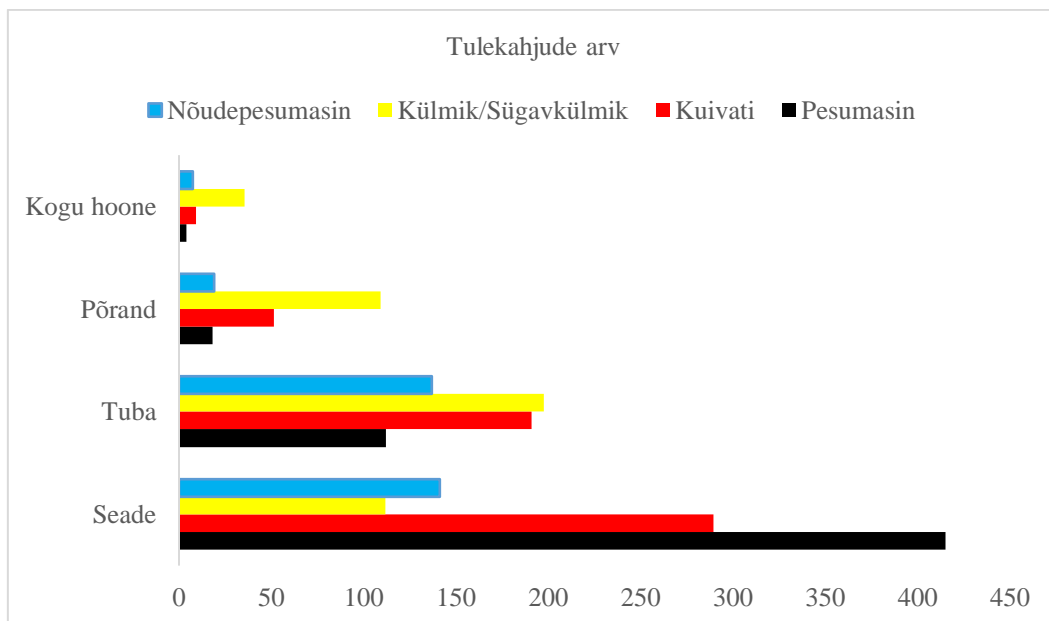
(c)



(d)

Joonis 8. Külmutusseadme tulekahjude süttimisallikate näited: (a) starterreele ehk käiviti; (b) PTC-lüliti; (c) sulatuslüliti; (d) kondensaator. (Beasley, *et al.*, 2017, p. 3)

Kui vaadata LFB registreeritud seadmepõlengute 2008.-2015. aastate andmeid seadme tüübi ja tule levimise järgi, mis on joonisel 9 (vt. joonis 9.), kus on välja toodud neli erinevat seadme tüüpi, siis saab lugeda, et kõige rohkem oli valimist registreeritud pesumasinate tulekahjusid ja kõige vähem külmikute ja sügavkülmade tulekahjusid, kuid enamik neist piirdus süttinud seadmega. Võrreldes teistega saab öelda, et külmikute ja sügavkülmikute seadmete tulekahjud levisid teistest seadmest kaugemale mõjutades nii ruumi, põrandat kui ka kogu hoonet. Võrreldes teiste seadmetega levis külmikute ja sügavkülmikute tulekahjud kogu hoonetele kordades rohkem, mis näitab kui ohtlikud on külmutusseadmed tulekahju levikul. (Beasley, *et al.*, 2017, p. 3)



Joonis 9. LFB kodumasinade tulekahjude arv, liigitatuna tule leviku ja seadme tüübi järgi (Beasley, *et al.*, 2017, p. 4; autori koostatud)

LFB uuringus tehtud tähelepanekud viitavad sellele, et Suurbritannias on külmikute konstruktsioonid ja konstruktsioonimaterjalid aja jooksul muutunud, kasutades kergemini süttivaid materjale ning tekitades suurema tõenäosusega ulatuslikumaid hoonetulekahjusid. Paljude aastate jooksul olid kompressori peal olevad kondensatsioonivee kogujad, mille ülesandeks on kondensatsioonivett hoida kuni selle aurustamiseni, õhukesest metallist tehtud, kuid need metallist hoidjad kippusid roostetama ja lekkima. Seetõttu lekkis vesi kompressorile ja põrandale, ning tootjad reageerisid sellele asendades metallist kondensatsioonivee kogujad plastmassi vastu, mis hoiavad ära küll lekkimise, kuid on kergesti süttiva materjali tõttu väga tuleohtlikud, tekitades eeskätt kiiret leegi levimist. Suurbritannias läbiviidud uuringute kohaselt oli veel hiljuti aastal 2018 turul olevatest külmikutest üle 45% plastikust tagaseinaga külmikud. Plastikust materjal tekitab põledes põlevaid tilkasid, mis soodustab leegi levimist seadme isolatsioonile suurendades tulekoormust veelgi. Samuti on aja möödudes vahetatud külmikute konstruktsioonides kasutatud metallist tagaseinad hõbetatud papiga või kaetud fooliumiga, mis on omakorda kaetud polüuretaaniga ja need omakorda topelt seinaga paneelide vastu, mis on tehtud polüetüleenist või polüpropüleenist. Tulekatsetused on näidanud, et topelt tagaseinad süttivad kergesti levides suurel

kiirusel ja samal ajal tekitades palju mürgist suitsu. LFB avaldas video, kus võrdluses oli plastikust ja metallist tagaseinaga külmkapid, kus on näha suur vahe tuleleviku kiirusel. Joonisetel 10, 11 ja 12 on vasakul plastikust tagaseinaga ja paremal metallist tagaseinaga külmikud, kus on näha joonis 10 (vt. joonis 10.), et juba tulekahju algfaasis on tulekahju areng plastikust tagaosas kiire, tekitades tumedat suitsu, mis viitab plastiku põlemisele. Pool minutit hiljem (vt. joonis 11.) on tulelevik jõudnud plastikust tagaseinaga külmkapil, ulatudes leegiga külmkapi ülemisele osale, tekitades palju tumedat suitsu. Metallist tagaseinaga külmkapil on tulelevik võrreldes plastikust tagaseinaga olnud kordades aeglasem, tekitades olulisemalt vähem suitsu ja kus arvatavasti põlevad ainult kaablid. Algfaasist minut hiljem (vt. joonis. 11) on külmkappi tagaosa täisleekides ja ulatudes laeni. Suurbritannia uuringutes on välja toodud, et plastikust tagaseinakate ei pidanud tulekatsetes isegi 30 sekundit vastu, seevastu alla 1 mm paksune alumiiniumist tagasein pidas üle 5 minuti vastu. Lisaks on asendatud seadmete sisesed soojustuspaneelid polüuretaanivahuga, mis ametlikult on tunnistatud kergesti süttivateks ja ohtlikeks jäätmeteks. (Beasley, *et al.*, 2017, pp. 4–5; Contact ChronicleLive, 2018)



Joonis 10. Külmkapi leegilevimise võrdlus plastikust ja metallist tagaseina vahel algfaas (London Fire Brigade, 2017, aeg 0 sek)



Joonis 11. Külmkapi leegilevimise võrdlus plastikust ja metallist tagaseina vahel pool minutit hiljem ( London Fire Brigade, 2017, aeg 30 sek)

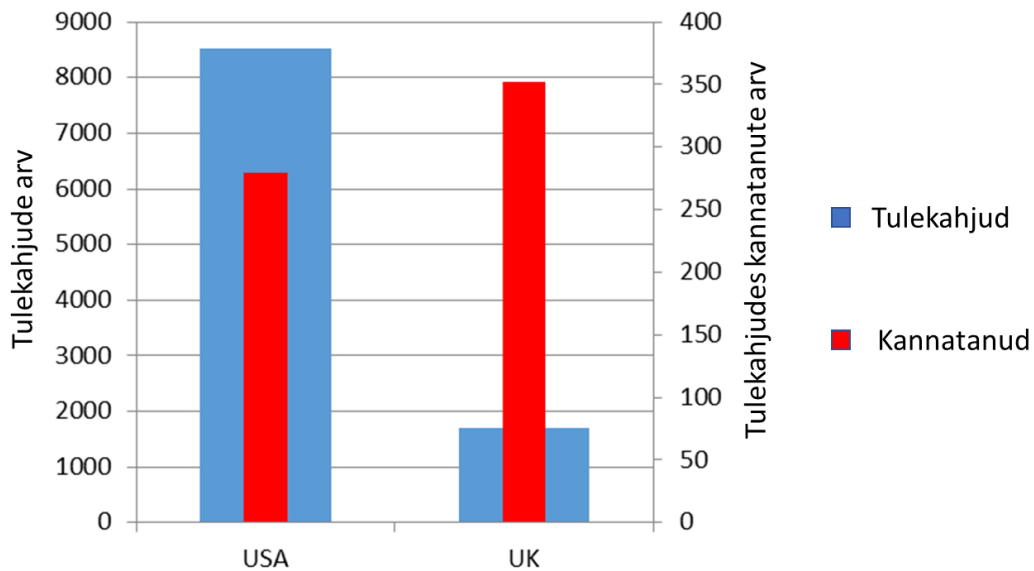


Joonis 12. Külmkapi leegilevimise võrdlus plastikust ja metallist tagaseina vahel minut hiljem ( London Fire Brigade, 2017, aeg 63 sek)

Ühendkuningriigid on teinud külmutusseadmete põhjustanud tulekahjude ja tulekahjudes kannatanute vahel võrdluse vahemikus 2006–2010 USAs (United States of America) registreeritud juhtumitega ja kuigi USAs on samal ajavahemikul toimunud külmutusseadmete tulekahjusid viis korda rohkem, mis on ka ootuspärasem, kuna elanikkonna arv on ligikaudu viis korda suurem, oli näha



joonisel 13 (vt. joonis 13), et tulekahjus kannatanute arv oli Ühendkuningriigis tunduvalt suurem (Beasley, *et al.*, 2017, p. 5).



Joonis 13. LFB kodumasinade tulekahjude arv, liigitatuna tule leviku ja seadme tüübi järgi (Beasley, *et al.*, 2017, p. 5; autori koostatud)

Riikide võrdlus näitab, et USA kasutab külmutusseadmete konstruktsioonides, nagu korpus, tagasein ja kondensatsioonimahutid endiselt suures osas metallist konstruktsioone ja lisaks kasutavad kõrgkvaliteetseid kondensaatoreid ja teisi komponente. USAs on nõue isoleerida kergesti süttivad komponendid metallkattega hoidmaks ära lähedal asuvate materjalide süttimist. Teadmine on, et elektriliste komponentide rike jääb ja sellest tulenevalt on tulekahju levik peale rikke tekkimist prognoositav oleks lahendus tihti rahaliselt saavutatav, kasutades kõrgetele standarditele vastavaid komponente, metallist katteid isoleerimaks tulekahju levikut seadmest väljapoole ning metallist mittesüttivast materjalist tagaseinasid ja kondensatsioonimahuteid. Külmikute sisemises isolatsioonis kasutatavale isolatsioonivahule lisada või isolatsioonipindadele kanda tuleaeplastit. Lahendused on sageli rahaliselt lahendatavad, kuid ollakse arvamusel, et elektriseadmete turvalisemaks muutmise kõige tõhusam viis Ühendriikides ja Euroopa Liidus on läbi seaduste ja standardite muutmise. (Beasley, *et al.*, 2017, p. 5)

#### **1.4. Kodus kasutatavate elektriseadme tulekahju tekete ennetusmeetmed**

Suur roll eluhoonete tulekahjude ära hoidmisel on inimeste enda teha, kus nad peavad ennetusmeetmetena järgima ja täitma paigaldusjuhendites, hooldusjuhendites ja kasutusjuhendites olevaid nõudeid ja soovitusi, ning kasutama nõuetele vastavaid ja hooldatud seadmeid ja rakendama abinõusid, mis aitavad tagada ohutust.

Tuleohutuse seaduses § 3 on välja toodud, et tuleohutuse tagamisel on isikul kohustus järgida tuleohutusnõudeid, kontrollima tema valduses oleva seadme ja nende kasutamise ohutust ja nõuetekohasust, tagades ohutuse inimese elule, varale ja keskkonnale ja § 5 ütleb seadmete ja paigaldiste kasutamisel peab välistama tulekahju ohu ja tulekahju tekkimise. Lisaks tuleohutuse seaduses § 27 tuleb seadmetele ja paigaldistele esitatavates nõuetes seadme ja paigaldise paigaldamisel, kasutamisel, hooldamisel ja kontrollimisel vältida tuleohtu ning juhendada tootja kasutusjuhendist ja õigusaktidest ja keelatud on kasutada tuleohtu põhjustada võiva rikkera seadet või paigaldist. (Tuleohutuse seadus, 2010)

Analüüsid erinevaid külmikute paigaldus-, kasutus- ja hooldamisjuhendeid (vt. lisa 1) oli erinevate firmade juhenditel palju ühiseid nõudeid ja soovitusi paigalduse ja kasutuse osas. Osad tootjad kasutasid erinevatele toodetele ühtset ja üldiseid juhendeid, kuid oli ka tootjaid nagu Bosch ja Miele, kes olid grupeeritud toote seeriate järgi ja oli ka igale tootele eraldi. Analüüsis olnud toodete juhendites, kus oli märgitud kliimaklass ehk ruumi temperatuuri vahemik, kus seade on mõeldud kasutamiseks, et ei tekiks seadmele kahjustusi, olid kõik seadmed mõeldud kasutamiseks +10 °C – + 43 °C ja ideaalne ruumitemperatuur on külmikutele on 20 °C (Miele & Cie. KG, anon. p. 14). Eesti kliima puhul oleks probleemiks juhud, kus külmikud on paigaldatud külma garaaži. Elektriõhutuse tagamisel rõhutati oluliseks turvanõudeks järgida, et külmikud tuleb ühendada ainult nõuetekohaselt paigaldatud maandussüsteemi. Maandamise eesmärgiks on ohtlike elektri pingete kandumise takistamine ühest süsteemist teise ja ohtlike lekkevoolude, sädeluse ja

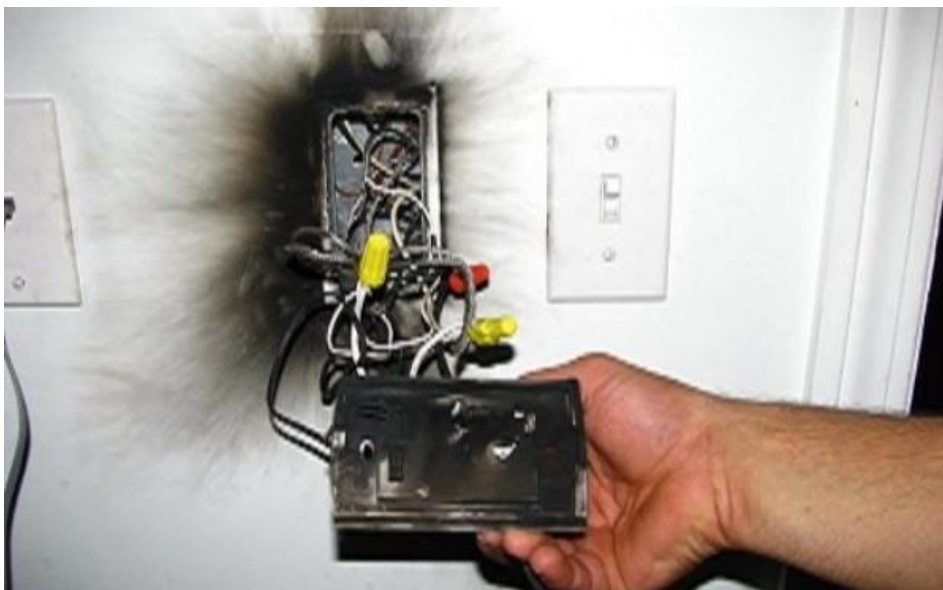
elektrikaare tekkimise takistamine (Masing, T., & Metusala, T., 2009, lk. 106). Külmikute ühendamisel elektrivõrku ei tohi kasutada harupesasid ega pikendusjuhtmeid, kuna need ei ole turvalised ja võivad tekitada ülekuumenemisohu. Külmiku pistikupesa ja toitejuhe ei tohi kokku puutuda seadme tagaküljega, kuna kokkupuutel võib vibratsiooni tõttu tekkida kahjustused ning sellest tingituna ka lühis ja osadel tootjatel oli keelatud pistikupesa paiknemine seadme taga. Seadme ühendus peab asuma hädaolukorra puhul hästi ligipääsetavas kohas või kui integreeritud seadmetel ei ole see võimalik, peab olema paigaldatud lahklüliti, mis võimaldab luua isoleervahemike elektriahelas ohutuse eesmärgil (Auner, K., 2018). Tavaliselt ühendatakse külmikutele 10 A kaitsmed ja suuremad. Õhutusavad, mis tuleb külmikute paigaldusel tagada on antud kas kaugus mm või ava pindala cm<sup>2</sup>. Tagumisele seinale tuleb jätta vähemalt 50 mm ja osadel toodetel kuni 100 mm. Enamustel külmikutel ei ole alt õhutus määratud, kuid oli toode Electrolux ERT1501FOW, kus oli alt 15 mm (Electrolux Eesti OÜ, 2019, lk. 7) nõutud ning külgedelt ja pealt oli mitmetel toodetel 50 mm kuni 100 mm, kuid tihti oli kasutusjuhendites (vt. lisa 1) välja toodud üldine õhutusava ristlõike pindala, mis jäi vahemiku 300 – 600 cm<sup>2</sup>.

Külmikute kasutamisel tuleb jälgida seadme taga olevaid õhutusreoste, mida tuleb regulaarselt puhastada tolmuimejaga või pintsliga vastavalt tootja juhiste. Konkreetset ajavahemiku ei toodud kasutusjuhendites välja, kuid mitmel tootel oli lisafunktsioonina võimalik panna automaatne meeldetuletusaeg iga 12 kuu järel, mis annab põhjust arvata, et vähemalt kord aastas tuleb puhastada, kuid puhastuse sagedus sõltub palju keskkonnast, kus külmik asub, sest sädemete tekkel võib tolm ja ämblikuvõrgud kergesti süttida.

Kõiki seadmeid enne kasutusele võttu, kasutades või peale kasutust tuleb seadmete korrasolekut kontrollida ja vigastuste ilmnemisel koheselt lõpetada seadme kasutamine. Selleks, et tagada ohutu elektriseadme töö on võimalik kasutada ennetavaid meetmeid välise keskkonna mõjude eest, milleks on näiteks pikselöök, ülekoormus või lühis kasutades erinevaid kaitsmeid nagu ülepingekaitse,

ülekuumenemiskaitse, rikkevoolukaitse, piksekaitse, elektrikilpides olevad liinikaitselülitid ja teisi.

Looduslikudest ohtudest kõige rohkem kodustele seadmetele teeb kahju pikselöök ehk rahvakeeli välk ja selleks, et hoida ära võimalikult palju välgu tekitatud kahjusid on mõistlik kasutada piksekaitset. Joonisel 14 (vt. joonis 14.) on näha pikselöögi kahjustuse tagajärg. Üks terviklik piksekaitse koosneb nii väli- kui sisesüsteemist, kus on korralik maandus, kuid esimese kasutusviisiga hoonetes nagu eluhooned, kuhu alla kuuluvad näiteks üksik- ja kaksikelamud, ridaelamud, korterelamud ja abihooned eramajades, välja arvatud eluhooned, mille kõrgeim osa ulatub ümbruskonna hoonestusest enam kui 15 meetrit kõrgemale, ei ole piksekaitse nõutud. Ehitisele esitatavate tuleohutusnõuete § 39 järgi (Siseminister, 2017) on piksekaitse hoonele, hoonesse või hoonega seotud territooriumile paigaldatud välgu otsetabamuste ja erinevate metallist tehnosüsteemide kaudu hoonesse siseneva ja seal tekkiva välgu elektromagnetilise impulsi eest kaitsev seadmete kogum, vältimaks hoone tulekahju ehk välise piksekaitstesüsteemi ülesanne on ehitist tabava pikselöögist tuleva voolu hajutatult maasse juhtimine. Piksekaitse sisemine süsteem koosneb põhiliselt liigpingekaitsest ehk kaitsmest, mis piirab liigpingepiirikute (vt. joonis 15) abil väga lühiajalisi liigpingeid või hoopis lülitab välja ohtliku amplituudi ja kestusega ajutiste liigpingete tekkel. Lisaks on ülepingekaitse, mis on mõeldud samuti pikselöögi kaitseks, kuid rohkem on mõeldud ülepingetele, mis tulevad sisse vahelduvvoolu või andmeside liinide kaudu. Piksekaitstesüsteemid on mõeldud kasutamiseks pikselöögist tulenevate kahjustuste vältimiseks või vähendamiseks, kaitstes hoones olevaid elektriseadmeid, hoida ära tulekahjusid või elektrilööke, aga 100% kaitset ei paku ükski kaitse ega seade. Piksekaitse üks väga oluline osa on maandus ja selle puudumisel võib piksekaitse teha hoopis vastupidiselt kasu asemel kahju, toimides välgupüüdjana ja lüües süsteemi ja rikkudes elektriseadmeid või tekitades hoonetulekahju. (Siseminister, 2021; Siseminister, 2017; Piksekaitse, 2021; Prosurge, 2021)



Joonis 14. Pikselöögi kahjustus (Prosurge, 2021)



Joonis 15. Liigpingepiirik (Obo Bettermann Holding GmbH & Co. KG, 2021)

Kuna ükski isolatsiooni materjal pole ideaalne, siis isegi korras ja normaaltingimustes olevates elektriseadmetes ja elektrivõrkudes ei ole pingestatud vool ainult faasi- ja neutraaljuhtides, vaid ka elektrijuhtide ja maanduse vahel, ehk vool, mis normaalses töös suundub maasse või kõrvalistesse juhtivatesse osadesse ja seda nimetatakse lekkevooluks. Korras isolatsiooni korral on lekkevool väike,

kuid kui lekkevool suureneb üle ohutu piiri, siis nimetatakse seda rikkevooluks, mis on tingitud isolatsioonirikkest, kus on tekkinud isolatsioonikahjustus üksteisest isoleeritud osade vahel. Rikkevoolu võib tingida näiteks isolatsiooni üldine halvenemine, kuid ka juhtmete niiskumise teel, tekib suurem pingele elektriseadme kereühendustes ja inimeste või loomade poolt pingestatud voolujuhtide puudutamine. Selleks, et ära hoida rikkevoolust tingitud seadmete kahjustusi, tuleb kasutada rikkevoolukaitsmeid (vt. joonis 16.), eriti niisketes oludes, kus oht on eriti suur ja arvestama, et elektriliste soojaveeseadmete nagu boiler võib pidev niiskuse, kondensaadi ja korrosiooni toimel suureneb lekkevoolust tulenev oht. (Teemets, R., Risthein, E., 2007, lk. 8–42; Teemets, R., 2011, lk. 6–106)



Joonis 16. Rikkevoolukaitsme (Sakale Tööstusautomaatika, 2021)

Sädelukaitse ehk elektrikaare tuvastusseade on mõeldud elektrikaarest põhjustatud tuleohtude kaitseks, kus näiteks liigvoolu- ja rikkevoolukaitsme ei tuvasta sädelust või kehvasid kontaktühendusi. Kuna kehvade kontaktühenduste korral ei tõuse juhtmetes olev elektrivoolu hulk piisavalt, et tekiks voolujuhtides piisav takistus, et ülepingekaitse rakenduks. Rikkekaitse oskab elektrikaare ja sädelusega seotud vigasid tuvastada ehk on mõeldud tuvastama vahelduvvoolu sinusoidil tavapärasest erinevat häiringut, mis on sädelusele ainuomane, ja kaitseb ka siis, kui juhtmete vahelist lühist pole otseselt veel tekkinud. Kuna sädeluse tekkimisel tõuseb soojuseraldus, on tulekahju tekke oht väga suur, kui see juhtub kohtades, kus inimene seda ei näe nagu seintes, harupesades või seadmetes sees. (Ühinenud Ajakirjad, 2021; Pärna, 2019)

## **2. KODUS KASUTATAVAST ELEKTRISEADMEST ALGUSE SAANUD ELUHOONETE TULEKAHJUDE ANALÜÜS**

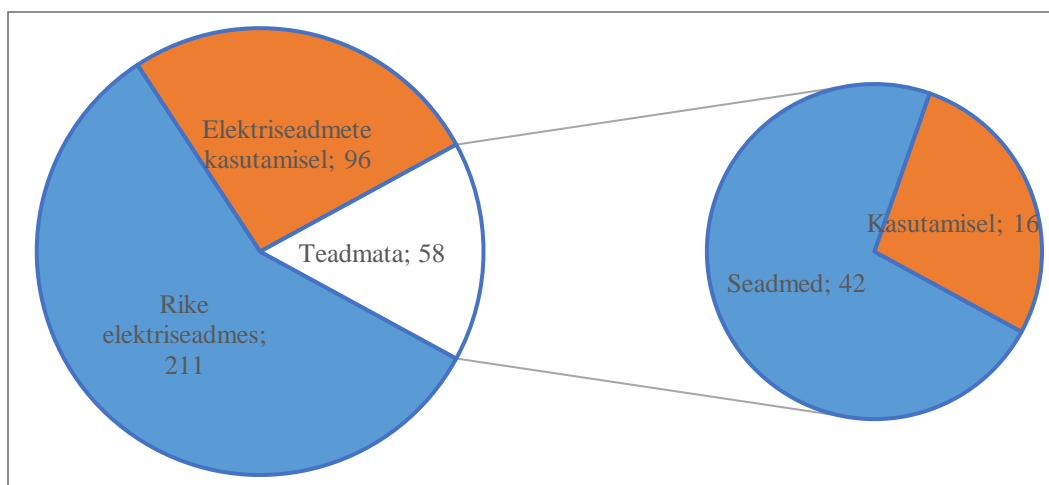
### **2.1. Metoodika ja valim**

Käesolevas töös lähtutakse kombineeritud meetodist, kus põimitakse kaks uurimisviisi kvantitatiivne ja kvalitatiivne uurimisviis. Uuringu käigus kogutakse ja analüüsitakse numbrilisi andmed ja seejärel järjestikus teisenä kogutakse ja analüüsitakse tekstiandmeid, mis aitavad selgitada ja täpsustada kvantitatiivsete andmete tulemusi. Tulemused ühendatakse, kus kvalitatiivne tulemus ehitatakse üles kvantitatiivsele tulemusele, mis on uuringu vaheetapis omavahel seotud. Selle meetodi lähenemisviisi põhjenduseks on see, et kvantitatiivse analüüsi tulemus annab üldise ülevaate uurimisprobleemist ja kvalitatiivsed andmed ja nende analüüs täpsustavad ja selgitavad neid statistilisi tulemusi. (Creswell, *et al.*, 2017, pp. 86–87)

Uuringu valimiks on eluhoonete tulekahjud, mis on alguse saanud kodus kasutatavates elektriseadmetes või nende kasutamisest. Aluseks on võetud Päästeameti 2015.–2020. aastatel toimunud hoonetulekahjude statistika, kus uuringus kasutatavateks andmeteks on hoone kasutusotstarbe liigist valitud eluhooned ja lõpliku tekkepõhjuse liigist rike elektriseadmes ja elektriseadmete kasutamisel. Nende filtrite abil saab analüüsida lõpliku põhjuse selgitus ja tekkepõhjuse märksõna andmeid. Analüüsides on kasutatud andmeid, kust on välja filtreeritud teadmata tekkepõhjused. Elektriseadmest alguse saanud eluhoonete tulekahju andmete analüüsides keskendub autor andmetele, millel on tulekahju tekkepõhjus teada, ning teeb ülevaate analüüsist välja jäetud andmetest. Lisaks ei võta autor andmete analüüsimisel arvesse elektriseadmete paigaldisi, et välja tuua teisaldatavad elektriseadmeid, mis on abiks kodumajapidamises.

## 2.2. Andmeanalüüsi tulemused ja analüüs

Päästeameti 2015.–2020. aastatel toimunud hoonetulekahjude statistika andmetest kvalifitseerus 253 sündmust rike elektriseadmes ja 112 sündmust elektriseadme kasutamisest. Kokku kvalifitseerus 365 tuvastatud sündmust, kus hoone tulekahju tekkel oli põhjuseks elektriseade või selle kasutus. Analüüsi töötlusel jäeti välja teadmata tekkepõhjused, milleks on sisestamata andmed, mille puhul ei ole leitud piisavalt tõendeid, et määrata konkreetne tulekahju algataja ning millel on määratletud üldsõnaline märkus milleks oli näiteks rike, rike elektriseadmes ja elektriseadmete kasutamisel. Hoonetulekahjude rike elektriseadmes ja elektriseadme kasutamisest moodustasid teadmata tekkepõhjused kokku 16% (58) ja tekkepõhjus on märgitud kokku 307 korral, neist 211 korral rike elektriseadmes ja 96 korral elektriseadme kasutamisest, mis on välja toodud joonise 17 (vt. joonis 17) struktuurdiagrammis. (Päästeamet, 2021a)



Joonis 17. Päästeameti 2015.–2020. aastatel toimunud hoonetulekahjude tuvastatud sündmused (Päästeamet 2021a; autori koostatud)

### 2.2.1 Teadmata tekkepõhjused

Tabel 5 andmetest saab välja lugeda, et teadmata põhjuste üks suuremaid põhjuseid on üldsõnaliselt määratud, millel puudus sisuline tähendus, mis on sarnane sisestamata tulemusega ja need kokku moodustavad teadmata tekkepõhjustest 78%.



Tabel 5. Teadmata tekkepõhjused (Päästeamet 2021a; autori koostatud)

Teadmata tekkepõhjused	Rike elektriseadmes		Elektriseadmete kasutamisel		Kokku	
Sisestamata	5	12%	0	0%	5	9%
Üldsõnaliselt	32	76%	8	50%	40	69%
Ülejäänud märkused	5	12%	8	50%	13	22%
<b>Üldkokkuvõte</b>	<b>42</b>	<b>100%</b>	<b>16</b>	<b>100%</b>	<b>58</b>	<b>100%</b>

Autori arvates peaks märkustes kindel märksõna olema, näiteks põhjus teadmata või sellele analoog, mis annab kinnitust mõtestatud sisestamisest. Ülejäänud märkustes oli selgelt välja toodud, et ei saa välja tuua konkreetset põhjust või on kombineeritud mitmest põhjustajast. Kombineeritud juhul ei saa kajastada küll kindlat tulekahju tekkepõhjust, kuid on näha, et sisestamine on toimunud korrektselt ja arusaadavalt. Kui andmeid korralikult sisestada, siis oleks hoonetulekahjude rike elektriseadmes ja elektriseadmete kasutamisest statistikas võimalik tekkepõhjuste avastamata protsendi osakaal paremaks saada, kui seda on hetkel ning andmeid täpsemad ja ülevaatlikumad.

## 2.2.2 Tekkepõhjuste märksõnad

Päästeameti 2015–2020 aastatel toimunud eluhoonete tulekahjude statistikas oli elektriseadmes ja elektriseadmete kasutamise tekkepõhjuste märksõna ridades kokku 192 erinevat kodus kasutatavat elektriseadet. Autor analüüsis erinevate hoonetulekahjude sündmusi ühildades erinevaid tekkepõhjuste märksõnu, millel oli tulemuseks sama elektriseade, kuid mis olid sarnaselt nimetatud, kirjavigadega, lisatud kirjavahemärke või täiendatud erinevate märksõnadega, mis on välja toodud tabel 6 märksõnade näidistes ja selle tulemusel sai autor vähendada tekkepõhjuste arvu 63%, saades tulemuseks 192 hoonetulekahjude tekkepõhjuste asemel 71 erinevat tekkepõhjust. Põhjuseks on andmete tõlgendamine Exceli andmetöötlus tabelis, kus väiksema erinevus on loetav, kui erinev märksõna, mille heaks näiteks on tabelist nähtav „Rike külmkapis“ ja „Rike külmkapis.“, kus vahe on ainult punktis, mis on märksõna lõpus, või näiteks „külmkapp“ ja „kümkkapp“, kus on sisestamisel tekkinud viga ja jäänud l täht sisestamata. Sellele oleks võimalik leida

lahendus, kui tabelitöötlusprogrammi kirjutaks sisse programmi osa, mis tuvastaks inimlikud eksimused.

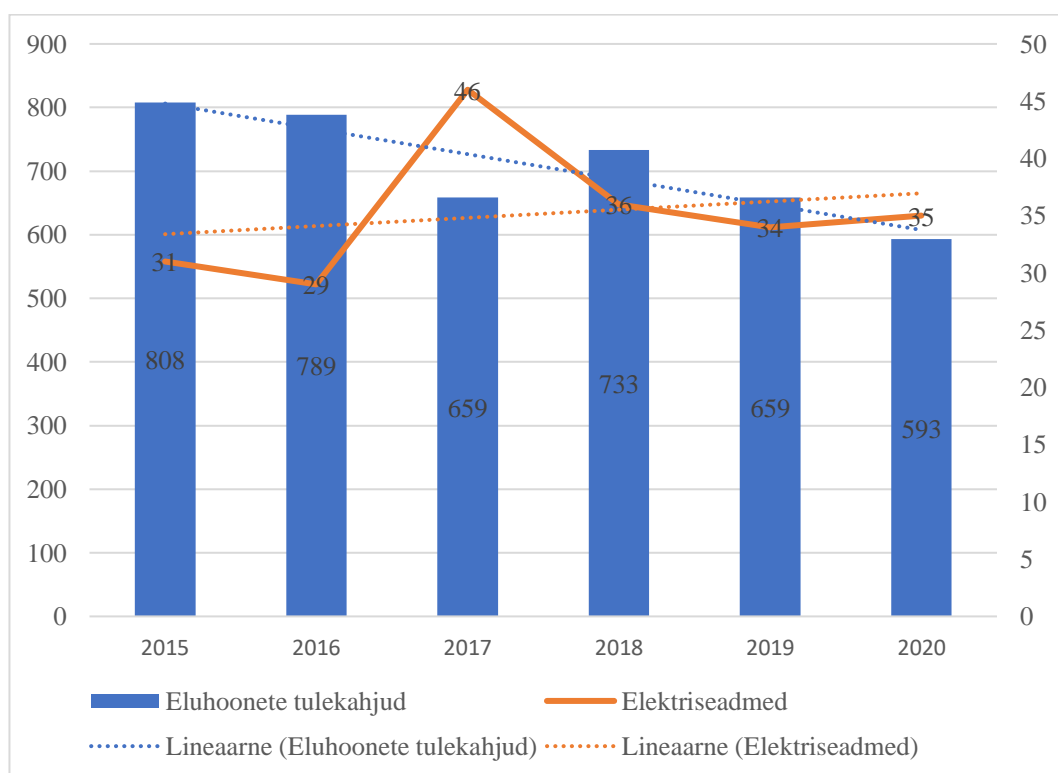
Selleks, et oleks võimalik saada kiirem ja selgem ülevaade probleemsematest kohtadest tulekahjude tekkepõhjustes, tuleks välja töötada süsteem, mis toetaks statistiliste andmete tõhusamat kasutamist ja kasutaja lihtsust andmete sisestamisel. Üheks ressursi vähenõudvaks ja kiiremaks võimaluseks oleks kasutada märksõnade katalogiseerimist, kus andmete sisestaja saab valida etteantud märksõnade vahel vältimaks olukorda, kus eksitakse lihtsalt sisestamisel või ka keelelise barjääri tõttu ning mille tulemusel andmeanalüüsi programmid loevad antud tulemust erinevalt.

Tabel 6. Märksõna näidised (Päästeamet 2021a; autori koostatud)

Külmkapp	Pliit	Veekeetja	Pesumasin
elektririke külmkapis	elektri pliit	Elektriline veekeedukann	lühis pesumasinas
Külmkapi põleng	Elektripliidi kasutamine	Rike keedukannus	pesumasin
Külmkapi valgusti rike	Elektripliit	süttis veekeetja	Pesumasina mootori süttimine
külmkapp	esemed elektripliidil	Veekeedukann	pesumasina rike
Külmkappi põlemine	pliit	Veekeetja	Pesumasina rike.
külmkapp	Rike elektripliidis	Veekeetja hooletu kasutamine	Rike pesumasinas
külmkapp	rike elektriseadmes (elektripliit)		
rike elektriseadmes (külmkapp)	rätik el. pliidil		
rike elektriseadmes, külmkapp	vana elektripliit	<b>Nõudepesumasin</b>	<b>Kubu</b>
Rike külmikus		Nõudepesumasin	Kubu rike
rike külmkapi elektriosas		nõudepesumasina rike	Köögikubu rike
rike külmkapi elektrisüsteemis		Rike nõude pesumasinas	Köögikubu, mis töötas veel peale toidu valmistamist süttis.
Rike külmkapis			Rike tõmbekapis (kubus)
Rike külmkapis.			

### 2.2.3 Kodus kasutatavast elektriseadmest alguse saanud eluhoonete tulekahjud Eestis aastatel 2015–2020

2015–2020 aastatel oli kokku 4241 (Päästeamet, 2021b) hoonetulekahju. Päästeametilt saadud eluhoonete tulekahjude andmeid analüüsides saab välja lugeda, et aastatel 2015–2020 oli kodus kasutatavast elektriseadmest alguse saanud eluhoonete tulekahjusid kokku 211, mis moodustas kõikidest hoonetulekahjust kokku 5%. Joonis 18 saab välja lugeda, et eluhoonete tulekahjud on langevas tempos, kuid elektriseadme tulekahjude arv on tõusvas tempos.



Joonis 18. Eluhoonete tulekahjude võrdlus elektriseadme tulekahjudega (Päästeamet 2021b; autori koostatud)

Tabelist 7 saab välja lugeda, et 71 erinevast elektriseadme tulekahjust 10 enamlevinut seadet, mis on kõikidest seadmetest 14,08%, moodustab kokku 63,51% kõikidest elektriseadmest alguse saanud tulekahjust. Viis kõige levinumat tulekahju tekkepõhjustajat kodumasinade ja -elektroonikast on külmkapp 15,6%, pesumasin 8,5%, veeboiler 8,1%, televiisor 6,2% ja pliit 4,5%. Kõik viis põhilist elektriseadet ühendab see, et nad on keskmisest suuremad seadmed ning

pidevas kasutuses. Elektriseadmest alguse saanud tulekahjude 2015–2020 täielik tabel on lisatud lisadesse (vt. lisa 2).

Tabel 7. Elektriseadmest alguse saanud hoonetulekahjud 2015–2020 kümme enim põhjustajat (Päästeamet 2021a; autori koostatud)

Märksõnad	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Kokku	Kokku
Külmkapp	2	2	9	9	4	7	33	15,64%
Pesumasin	2	4	4	2	5	1	18	8,53%
Veeboiler	3	4	3	2	3	2	17	8,06%
Televiisor	3	2	4	2	2		13	6,16%
Pliit			2	5	2	1	10	4,74%
Akulaadija		1	4	2	2	1	10	4,74%
Veekeetja	2	1	1		1	4	9	4,27%
Nõudepesumasin	3	2	1	3			9	4,27%
Radiaator	1	1	2	1	2	1	8	3,79%
Kubu			2		2	3	7	3,32%
<b>Kokku</b>								<b>63,51%</b>

Kui vaadata esikümnes olevaid hoonetulekahjusid põhjustavaid elektriseadmeid, siis on ülekaalukalt kodumasinad, mis on pidevas kasutuses ja peale paigaldamist ei muudeta nende asukohta. Statsionaarsed masinad koguvad olmetolmu, mis on ohuks elektririketest tekkinud tulekahjudele vastuvõtlikumad. Kui vaadata käesolev töö 1.4 peatükis elektriliste kodumasinade hooldus- ja kasutusjuhendite kokkuvõtet, siis tuleb välja, et kodumasinad tuleb tolmust regulaarselt puhastada, mida tavaliselt ei tehta juba sellepärast, et ligipääs on piiratud või sootuks puudulik, nagu näiteks integreeritud kodumasinad või veeboilerid, mida eemaldada on peaaegu võimatu.

Kui tuua paralleelse Suurbritannia LFB uuringust (Beasley, *et al.*, 2017, pp. 1–2), siis Eesti on koht, kus samuti kasutatakse uuemaid kodumasinad ja tehnikaid, ning probleemid külmikutega, kus kasutatakse palju tuletundlikke materjale. Autorile teadaolevalt ei ole sellist statistikat Eestis veel läbi viidud, kuid kindlasti oleks vaja ühiskonna teadlikkuse suurendamiseks külmikute ja teiste sarnaste kodumasinade

tuleohtlikkust uurida rohkem, teha sellest järeldusi, kokkuvõtted ja mõtteid, mida inimestele edastada, et kodud rohkem tuleohutuks teha. Kõige rohkem saavad inimesed ise enda turvalisuse heaks ära teha, kuid tihti puudub teadmine antud tuleohtudest.

#### 2.2.4 Kodus kasutatava elektriseadme kasutamisel alguse saanud eluhoonete tulekahjud Eestis aastatel 2015–2020

Tabel 8 saab välja lugeda, et 28 erinevast elektriseadme kasutusest tulenevate tulekahjudest 5 ehk 18% kõigist erinevatest elektriseadmetest moodustab 70,8% enamlevinut seadet kokku. Kõigist kodus kasutatavate elektriseadme tulekahju tekkepõhjustajatest kasutamisel on suurelt üle pliit 41,7%. Kodus kasutatavatest elektriseadme kasutamisel alguse saanud tulekahjude 2015–2020 täielik tabel on nähtav lisa 3 (vt. lisa 3).

Tabel 8. Kodus kasutatavatest elektriseadme kasutamisel alguse saanud tulekahjud 2015–2020 viis enim põhjustajat (Päästeamet 2021a; autori koostatud)

Reasildid	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Kokku	
Pliit	6	2	5	7	11	9	40	41,7%
Valgusti	5	2	2	1			10	10,4%
Soojapuhur	1	1	3	2		1	8	8,3%
Radiaator	1	4	1			1	7	7,3%
Televiisor				1	1	1	3	3,1%
<b>Kokku</b>								<b>70,8%</b>

Kui vaadata tabel 8 andmeid, siis ülekaalukalt on kodus kasutatavatest elektriseadme kasutamisel tulekahju põhjustajaks pliit, kus Eesti statistika sarnaneb NFPA organisatsiooni 2014–2018 aasta uuringutes välja toodud andmetega. Näiteks USAs on samuti kõige rohkem eluhoone tulekahjudest saanud alguse küpsetamisel 49%, millest 10% oli seadmete rike, saame, et kasutamisel tekitati tulekahju 44,1%, mis oli Eesti 41,7% sarnane, kui Eestis kokku liita kõik elektriliste kütteseadmete

kasutamisest põhjustatud hoonetulekahjud, siis saame tulemuseks 21,9%, mis on oluliselt suurem USA-st, kus see arv on 14%, olles samuti tulekahju põhjustamisel tabeli teisel kohal. USA kolmas põhjus oli 10% valgusseadmetest tekkinud tulekahjud Eesti seevastu 10,4%. Sellest võrdlusest saab välja tuua, et inimesed eksivad sarnaste elektriseadmete kasutusel. (Ahrens, *et al.*, 2020b, p. 5)

### 2.3. Järeldused ja ettepanekud

Lõputöö eesmärk oli välja selgitada kodus kasutatavatest elektriseadmetest alguse saanud eluhoonete tulekahjude põhjused ja enim põhjustanud elektriseadmest anda põhjalikum ülevaade ning teha ettepanekuid tulekahjude ennetamiseks.

Uurimistulemustest lähtudes esitab lõputöö autor järeldused ja ettepanekud tulekahjude ennetamiseks ja ühiskonna teadlikkuse suurendamiseks ohtlikest elektriseadmetest kodus. Selle saavutamiseks püstitas lõputöö autor järgmised uurimisküsimused:

1. Millised on kodus kasutatavate elektriseadmete peamised tuleleviku põhjused?
2. Millised on Eestis ohtlikuima kodus kasutatava elektriseadme paigaldamis- ja kasutamise nõuded?
3. Millised on Eestis toimunud eluhoonete tulekahjudel olnud suurima tuleohuga elektriseade?

Teoreetilises teemakäsitluses andis autor ülevaate elektriseadmete peamistest tuleleviku põhjustest (käesolev töö lk. 10–25). Autor leidis, et peamised elektriseadmete rikked on tingitud kehvadest ühendustest ja lühistest, mis tekivad ülekoormusest või elektrijuhtide isolatsiooni riknemistest (käesolev töö lk. 10–14). Elektriseadmete tulekahju ohtu suurendab veel vananevad elektrisüsteemid, mis ei ole mõeldud tänapäevaste tarbijatega (käesolev töö lk. 18) ja uuemates elektriseadmetes kasutatakse kergesti süttivaid materjale, mis põhjustavad kiiremat tulelevikut (käesolev töö lk. 20–25). Lähtuvalt eeltoodust teeb töö autor **esimese ettepaneku** Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Ametile ja Päästeametile teha teavituskampaania elektriseadme kasutajatele, kus tuuakse välja elektriseadmete ohud ja seoses kodudes suurenenud elektriseadmete kasvuga ja vananevatele

elektrisüsteemidele tehakse soovitusel kutsuda pädevad isikud kontrollima elektriõhutus.

Analüüsidest Päästeametist saadud hoonetulekahjude andmeid analüüsi osas, oli Eestis enim hoonetulekahjusid põhjustav kodus kasutatav elektriseade külmkapp ja kuna teoreetilises teemakäsitluses oli eesmärk teha põhjalikum ülevaade enim tulekahju põhjustanud elektriseadmest, uuris autor külmkappide kasutus- ja paigaldusjuhendeid (käesolev töö lk. 26–36). Päästeametist saadud andmete analüüsi tulemusel tuli välja, et kõige rohkem tulekahjusid põhjustanud elektriseadmed olid suuremad kodumasinad, mida peale paigaldamist enam ei liigutata ja nende juurde koguneb tuleohtlik mustus ja tolmu (käesolev töö lk. 36). Analüüsidest külmkappide juhendeid, tuleb õhutusrestide regulaarselt puhastada tuleohtu ära hoidmiseks ning enamuse külmkappe tohib kasutada +10 °C – +43 °C vahemikus, ning külmas tingimustes nagu verandad ja külmad garaažid on nende kasutus keelatud (käesolev töö lk. 26–27). Ühendamisel elektrivõrku ei tohi kasutada harupesasid ega pikendusjuhtmeid, kuna need ei ole turvalised ja seadme ühendus peab olema hästi ligipääsetavas kohas või kasutama lahklülitit, kui tekib ohtuolukorras vajadus elektrivõrgust välja võtta (käesolev töö lk. 27). Lisaks peab olema elektriühendus korralikult maandatud ja kasutatud vajalikke kaitsmeid, mis kaitsevad näiteks lekkevoolu, ülekoormuse, pikse ja sädeluse eest, ning paigaldamisel tuleb järgida juhendites olevaid nõudeid õhutusavade suuruste kohta (käesolev töö lk. 26–28). Sellest tulenevalt teeb autor **teise ettepaneku** Päästeametile töötada välja teabeleht ühiskonna teadlikkuse suurendamiseks, mis sisaldab kodus kasutatavate elektriseadmete paigaldamise kui ka kasutamise nõudeid ja ohtusid.

Lisaks tuli andmeanalüüsi järelduste osas esile puudus andmete täpsuses (käesolev töö lk. 33–34), kus andmete sisestamisel kasutati üldsõnalist määratlust millel puudus sisuline tähendus ja millest ei saanud välja lugeda tulekahju tekke põhjust ning mis moodustas kokku teadmata tekkepõhjustest 78%. Teine probleem oli märksõnade sisestamine, kus sama tulekahju põhjustanud elektriseade sisestati andmebaasi erineva märksõnaga või kirjavigadega. (käesolev töö lk. 33) **Kolmanda ettepaneku** teeb autor Päästeametile välja töötada süsteem, mis toetaks

andmete lihtsamat ja täpsemat sisestamist, kas läbi tabelitöötlusprogrammi, mis tuvastaks sisestamise eksimused või kasutada märksõnade katalogiseerimist, kus andmete sisestajal on kindlad valikud ja mis annab täpsema ja kiirema ülevaate tulekahjude tekkepõhjustest, et seeläbi toetada tulekahjude ennetustegevust.



## KOKKUVÕTE

Käesolev lõputöö otsis autor vastust uurimisprobleemile, millised on Eestis enim eluhoone tulekahjusid põhjustavad kodus kasutatavad elektriseadmed? Lõputöö eesmärk oli välja selgitada kodus kasutatavatest elektriseadmetest alguse saanud eluhoonete tulekahjude tekke põhjused ja enim põhjustanud elektriseadmetest anda põhjalikum ülevaade ning teha ettepanekuid tulekahjude ennetamiseks. Uurimis tulemustest lähtudes esitas lõputöö autor järeldused ja ettepanekuid hoonetulekahjude ennetamiseks ja ühiskonna teadlikkuse suurendamiseks ohtlikest elektriseadmetest kodus, ning nende ohutust kasutustest, mille tulemusel sai täidetud lõputöö eesmärk.

Antud lõputöös viidi läbi uuring valdavalt kvalitatiivsel uurimismeetodil ja saadud andmete analüüsimisel sai autor vastused järgmistele **uurimiküsimustele**:

1. Millised on kodus kasutatavate elektriseadmete peamised tuleleviku põhjused?
2. Millised on Eestis ohtlikuima kodus kasutatava elektriseadme paigaldamis- ja kasutamise nõuded?
3. Millised on Eestis toimunud eluhoonete tulekahjudel olnud suurima tuleohuga elektriseade?

Teoreetilise teemade käsitlemisega ning analüüsidest Päästeametist saadud 2015.–2020. a hoonetulekahjude kogutud andmete analüüsi tulemusel jõudis autor alljärgnevatele järeldusteni:

- Peamised elektriseadmete rikked on tingitud kehvadest ühendustest ja lühistest, mis tekivad ülekoormusest või elektrijuhtide isolatsiooni riknemistest.
- Elektriseadmete tulekahju ohtu suurendab vananevad elektrisüsteemid, mis ei ole mõeldud tänapäevaste tarbijatega ning elektriseadmetes kasutavad kergesti süttivad materjalid.
- Päästeametist saadud andmete analüüsi tulemusel tuli välja, et kõige rohkem tulekahjusid põhjustanud elektriseadmed olid suuremad kodumasinad ja kõige rohkem 15,6% (käesolev töö lk. 36) põhjustas tulekahjusid külmkapp

- Külmkappe tuleb tuleohu ära hoidmiseks regulaarselt puhastada ning kasutada +10 °C – + 43 °C vahemikus, ning ühendamisel elektrivõrku ei tohi kasutada harupesasid ega pikendusjuhtmeid ja seadme ühendus peab olema hästi ligipääsetavas kohas.
- Elektriseadmed peavad olema korralikult maandatud ja kasutatud vajalikke kaitsmeid, mis kaitsevad lekkevoolu, ülekoormuse, pikse ja sädeluse eest.
- Andmeanalüüsi järelduste osas oli puudus andmete täpsuses, kus andmete sisestamisel kasutati üldsõnalist määratlusi ja millest ei saanud välja lugeda tulekahju tekke põhjust.
- Päästeameti poolt saadud andmete analüüsimisel oli raskendatud andmebaasis sisestatud märksõnade töötlus, kuna sama tulekahju põhjustanud elektriseade sisestati andmebaasi erineva märksõnaga või kirjavigadega.

Antud uuringu tulemuste põhjal tegi autor **ettepanekud** Päästeametile ja Tarbijakaitse ja Tehnilise Järelevalve Ametile:

1. Välja töötada ja teha teavituskampaania elektriseadme kasutajatele, kus tuuakse välja elektriseadmete ohud ja soovitused nende ennetuseks.
2. Seoses kodudes suurenenud elektriseadmete kasvuga ja vananevatele elektrisüsteemidele teha soovitused kutsuda pädevad isikud kontrollima elektriohutust.

Uuringu tulemuste põhjal tegi autor ettepaneku Päästeametile:

1. Töötada välja teabeleht ühiskonna teadlikkuse suurendamiseks, kus on välja toodud kodudes kasutatavate elektriseadmete paigaldamise ja kasutamise peamised nõuded ja ohud.
2. Töötada välja teabeleht elektriseadmete kasutajatele, kus tuuakse välja erinevate kaitsmete kasutamise võimalused lähtudes kaitsmete tööpõhimõtetest.
3. Töötada välja süsteem, mis toetaks hoonetulekahju andmete lihtsamat ja täpsemat sisestamist.

Tuleviku vaates näeb autor, et antud teemat tuleks täpsemalt uurida, võttes põhifookusesse andmete sisestamise, kuna käesoleva töö uuringust selgus, et töödeldavad andmed on ebakvaliteetsed, mis nõudvad palju aega ja ei ole täpsed, tuleks leida lahendus andmete kvaliteedi tõstmiseks. Lisaks tuleks uurida kodudes olevate elektriseadmete olukorda ja ühiskonna ohuteadlikkust, et leida paremaid lahendusi tulekahjude ennetamisel.

## SUMMARY

Residential fires started by electronics thesis is written in Estonian language and the thesis with appendices is 55 pages long, it contains 8 tables and 18 figures, and the thesis defence in June 2021, at the The Estonian Academy of Security Sciences. The aim of the thesis is to find out the causes of fires in residential buildings caused by electrical appliances used at home and based on the data on residential building fires received from the Rescue Board, to make a more comprehensive overview of the causes of fires caused by electrical appliances used at home, which caused the most residential building fires in Estonia in 2015–2020, and to make suggestions for fire prevention the author used mainly qualitative data analysis as research methods.

In order to solve the research problem, which are the home electrical appliances causing the most fires in residential buildings in Estonia, the author has answered three research questions:

1. What are the main causes of home electrical appliances fire?
2. What are the installation and use requirements for the most dangerous home electrical appliances in Estonia?
3. Which electrical appliance has been the most fire-prone electrical appliance in residential fires in Estonia?

The author found that the main electrical equipment failures are caused by poor connections and short circuits due to insulation failure or overloading.

With the aim of identifying the most dangerous domestic electrical appliance in residential fires in Estonia, an analysis of data from the Rescue Board found that the most dangerous electrical appliance over a six-year period was the refrigerator, whose instructions for use require that electrical appliances be cleaned regularly, properly grounded, no extension cords used, and that connections be easily accessible.

In addition, the author found that a system to support easier and more accurate data entry should be developed to improve data quality and processing.

## VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

Ahrens, M., Maheshwari, R., 2020a. *Home Structure Fires*. [Võrgumaterjal]  
Leitav: <https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Building-and-life-safety/oshomes.pdf> [Kasutatud 30.03.2021].

Ahrens, M., Maheshwari, R., 2020b. *Home Structure Fires Supporting Tables*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Building-and-life-safety/oshomefirestables.pdf> [Kasutatud 30.03.2021].

Aronstein, J., 2011. *Reducing the Fire Hazard in Aluminum-Wired Homes*. Report., New York, Ballston Spa 25.11.2011.

Auner, K., 2018. *Alajaama lülitusseadmete online mõõtmised ning nende rakendatavus seadmete tehnilise seisukorra määramiseks*. Magistritöö. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool.

Babrauskas, V., 2009. *Research on Electrical Fires: The State of the Art*. Fire Safety Science, 9, pp. 3-18.

Babrauskas, V., 2016. *Electrical Fires*. In: Hurley M.J., et al., ed-s. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. New York: Springer-Verlag, pp. 662-704.

Beasley, M., Holborn, PG., Ingram, JM. & Maidment, GG., 2017. *Domestic Refrigerator Design -Safety Issues and Opportunities*. Report., London, South Bank University 02.03.2017 Conference: The Institute of Refrigeration.

Campbell, R., 2019. *Home electrical fires*. US: National Fire Protection Association [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and->

Research/Fire-statistics-and-reports/US-Fire-Problem/Fire-causes/osHomeElectricalFires.pdf [Kasutatud 30.03.2021].

Contact ChronicleLive, 2018. *The full list of fridges you should avoid as watchdog claims 250 models pose serious fire risk.* [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.chroniclive.co.uk/news/north-east-news/which-fire-risk-fridge-avoid-14496022> [Kasutatud 30.04.2021].

Creswell, J.W., Clark, V.I.P., 2017. *Desining and Conducting Mixed Methods Research.* 3. Edition. London/New Delhi: Sage Publications.

Electrical Pattarai, 2018. *Short Circuit.* [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.youtube.com/watch?v=NQGmCu7QGfQ> [Kasutatud 30.04.2021]

Electrolux Eesti OÜ, 2019. *User manual.* [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.electrolux.ee/search/?q=ERT1501FOW> [Kasutatud 02.02.2021].

*Elektriturseadus<sup>1</sup>* (2003) RT I 2003, 25, 153.

Gao, D., Liu, Q., 2016. *Review of the Research on the Identification of Electrical Fire Trace Evidence.* Edit. Procedia Engineering, 135, pp. 29-32.

Lall, A., 2019. *Tulekahjuekspertiis tulekahjude menetlemisel.* Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

London Fire Brigade, 2017. *Plastic backed fridge freezer vs. metal backed fridge freezer.* [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.youtube.com/watch?v=Pvko16hqJ7g> [Kasutatud 30.04.2021].

Luht, K., Käerdi, H., Tammepuu, A., Valge, A., Kull, T. ja Mumma, A., 2016. *Eluruumide tuleohutuse riskihindamise metoodika ja kodukülastuse ankeedi väljatöötamine.* Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

Luht-Kallas, K., 2019. Erakogu.

Masing, T., & Metusala, T., 2009. *Elektripaigaldustööd*. Tallinn: Eesti Elektritööde Ettevõtjate Liit.

Miele & Cie. KG, anon. *Kasutus- ja paigaldusjuhend Jahutuse ja külmutuse kombinatsioonis*. [Võrgumaterjal] Leitav: [https://www.miele.ee/pmedia/ZGA/TX3587/10140140-000-00\\_10140140-00.pdf](https://www.miele.ee/pmedia/ZGA/TX3587/10140140-000-00_10140140-00.pdf) [Kasutatud 24.04.2021].

Nordic Fire Statistics, 2021. *Fire deaths*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://ida.msb.se/nfs#page=e6775bde-9e16-4a22-81a1-3ea2e5ec0821> [Kasutatud 20.01.2021].

Obo Bettermann Holding GmbH & Co. KG, 2021. *Uus piirikusari V20/V50*. [Võrgumaterjal] Leitav: [https://obo.ee/et-ee/tooted/Uus-piirikusari-V20\\_V50-3234.html](https://obo.ee/et-ee/tooted/Uus-piirikusari-V20_V50-3234.html) [Kasutatud 30.04.2021].

Piksekaitse, 2021. *Piksekaitse*. [Võrgumaterjal] Leitav: <http://piksekaitse.ee/wp-content/uploads/2021/02/Piksekaitse.pdf> [Kasutatud 28.04.2021].

Prosurge, 2021. *Surge Protection Device*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://prosurge.com/surge-protection-device/> [Kasutatud 29.04.2021].

Pärna, E. 2019. Varjatud ohuallikas sinu kodus! Ekspert selgitab, mis on elektrileke ja kuidas enda kodu selle eest kaitsta. *Ärileht*, [Võrgumaterjal] Leitav: <https://arileht.delfi.ee/artikkel/86634625/varjatud-ohuallikas-sinu-kodus-ekspert-selgitab-mis-on-elektrileke-ja-kuidas-enda-kodu-selle-eest-kaitsta> [Kasutatud 29.04.2021].

Päästeamet, 2016. *Päästeameti strateegia aastani 2025*. Tallinn: Päästeamet.

Päästeamet, 2021a. *2015-2020 elektriseadmed TK*. Tallinn: Päästeamet.

Päästeamet, 2021b. *Hoonetulekahjud* [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.rescue.ee/et/hoonetulekahjud> [Kasutatud 29.03.2021].

Päästeamet, 2021c. *Tulekahjudes hukkunud*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.rescue.ee/et/tulekahjudes-hukkunud> [Kasutatud 20.01.2021].

Sakale Tööstusautomaatika, 2021. *PFL6-10/1N/C/003 Kombineeritud rikkevoolukaitselüliti*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.sakt.ee/et/rikkevoolukaitselulitid/7075-pfl6-10-1n-c-003-kombineeritud-rikkevoolukaitseluliti-4015082864651.html> [Kasutatud 30.04.2021].

Schneider Electric, 2021a. *Acti9 K60N 1P - 10 A - C curve 6000 A*. [Võrgumaterjal] Leitav: <https://www.se.com/ee/et/product/A9K02110/acti9-k60n-1p---10-a---c-curve-6000-a/> [Kasutatud 28.01.2021].

Schneider Electric, 2021b. *Ülepinge kahjustused*. [Võrgumaterjal] Leitav: [https://www.google.com/search?q=%C3%BClepinge+kahjustused&tbm=isch&ved=2ahUKEwj7iIfJ-aLwAhXWySoKHQLcDFwQ2-cCegQIABAA&oq=%C3%BClepinge+kahjustused&gs\\_lcp=CgNpbWcQA1DYV FjoYmDVa2gAcAB4AIABS4gB-AOSAQE4mAEOAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=vWK KYLu2BdaTqwGCuLPgBQ&bih=880&biw=1920#imgsrc=JFO14V-Xc86s6M](https://www.google.com/search?q=%C3%BClepinge+kahjustused&tbm=isch&ved=2ahUKEwj7iIfJ-aLwAhXWySoKHQLcDFwQ2-cCegQIABAA&oq=%C3%BClepinge+kahjustused&gs_lcp=CgNpbWcQA1DYV FjoYmDVa2gAcAB4AIABS4gB-AOSAQE4mAEOAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=vWK KYLu2BdaTqwGCuLPgBQ&bih=880&biw=1920#imgsrc=JFO14V-Xc86s6M) [Kasutatud 28.01.2021].

*Seadme ohutuse seadus* (2015) RT I, 23.03.2015, 4.

Selge, S., 2016. *Eluruumide küttesüsteemist põhjustatud tulekahjude analüüs*. Tallinn: Sisekaitseakadeemia.



Sibay-rb.ru, 2018. *Correct twist. Connection of wires with caps.* [Võrgumaterjal]  
Leitav: <https://sibay-rb.ru/en/wiring/correct-twist-connection-of-wires-with-caps.html> [Kasutatud 12.05.2021].

Siseministeerium, 2020. *Aruanne „Siseturvalisuse arengukava 2015–2020“ täitmisest 2019. aastal.* Tallinn: Siseministeerium.

Siseministeerium, 2021. *Siseturvalisuse arengukava 2020-2030.* [Võrgumaterjal]  
Leitav: <https://www.siseministeerium.ee/et/STAK2030> [Kasutatud 27.04.2021].

Siseminister, 2017. *Siseministri 30.03.2017 määrusega nr 1-1/17 „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded ja nõuded tuletõrje veevarustusele“ LISA 1.*

Siseminister, 2021. *Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded.* Määrus. RT I, 04.04.2017, 14.

Statistikaamet, 2021a. *LE18: Leibkonnad koduse vara järgi.* [Võrgumaterjal]  
Leitav: [https://andmed.stat.ee/et/stat/Lepetatud\\_tabelid\\_Sotsiaalelu.%20Arhiiv\\_Leibkonnad.%20%20Arhiiv\\_kuu-sissetulek/LE18/table/tableViewLayout1](https://andmed.stat.ee/et/stat/Lepetatud_tabelid_Sotsiaalelu.%20Arhiiv_Leibkonnad.%20%20Arhiiv_kuu-sissetulek/LE18/table/tableViewLayout1) [Kasutatud 27.04.2021].

Statistikaamet, 2021b. *LET109: Leibkonnad.* [Võrgumaterjal] Leitav: [https://andmed.stat.ee/et/stat/sotsiaalelu\\_leibkonnad\\_leibkonnad-elamistingimused\\_leibkonnad-elukoha-jargi/LET109/table/tableViewLayout1](https://andmed.stat.ee/et/stat/sotsiaalelu_leibkonnad_leibkonnad-elamistingimused_leibkonnad-elukoha-jargi/LET109/table/tableViewLayout1) [Kasutatud 27.04.2021].

Teemets, R., 2011. *Elektripaigaldised.* Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool.

Teemets, R., Risthein, E., 2007. *Elektripaigaldiste aparatuuri ja juhtimise täiendkoolitus. Täiendkoolituse õppematerjal.* Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool.

*Tuleohutuse seadus* (2010) RT I 2010, 24, 116.

Ühinenud Ajakirjad, 2021. Sädeluskaitse elektriõhtude vastu. *TM Kodu&Ehitus*,  
[Võrgumaterjal] Leitav: <https://kodus.ee/artikkel/sadeluskaitse-elektriõhtude-vastu>  
[Kasutatud 29.04.2021].

Yang, W., Ling, S., Mo, S., Liang, D. & Wang, Y., 2013. *Research of Trace Analysis and Investigation Method for Refrigerator caused Fire*. Edit. *Procedia Engineering* 52, pp. 526–531.

## TABELITE JA JOONISTE LOETELU

- Joonis 1. Külmkapi kompressorite kahjustused (Luht-Kallas, 2019)
- Joonis 2. Külmkapi kompressori voolu ülekoormuse kahjustused (Luht-Kallas, 2019)
- Joonis 3. Ühendused vooluahelas: (a) lühiühendus; (b) kinnine ühendus; (c) avatud ühendus. (Electrical Pattarai, 2018, aeg 10 sek; autori koostatud)
- Joonis 4. Lühis pistikupesas (Schneider-electric, 2021b)
- Joonis 5. Halvasti ja nõrgalt ühendatud juhtmete keeratav kiirühendus (Aronstein, 2011, p. 2)
- Joonis 6. Keeratava ühenduse näidis (Sibay-rb.ru, 2018)
- Joonis 7. Acti9 K60N 1P 10A C curve 6000 A (Schneider Electric, 2021a)
- Joonis 8. Külmutusseadmete tulekahjude süttimisallikate näited: (a) starterreele ehk käiviti; (b) PTC-lüliti; (c) sulatuslüliti; (d) kondensaator. (Beasley, *et al.*, 2017, p. 3)
- Joonis 9. LFB kodumasinade tulekahjude arv, liigitatuna tule leviku ja seadme tüübi järgi (Beasley, *et al.*, 2017, p. 4; autori koostatud)
- Joonis 10. Külmkapi leegilevimise võrdlus plastikust ja metallist tagaseina vahel alfaas ( London Fire Brigade, 2017, aeg 0 sek)
- Joonis 11. Külmkapi leegilevimise võrdlus plastikust ja metallist tagaseina vahel pool minutit hiljem ( London Fire Brigade, 2017, aeg 30 sek)
- Joonis 12. Külmkapi leegilevimise võrdlus plastikust ja metallist tagaseina vahel minut hiljem ( London Fire Brigade, 2017, aeg 63 sek)
- Joonis 13. LFB kodumasinade tulekahjude arv, liigitatuna tule leviku ja seadme tüübi järgi (Beasley, *et al.*, 2017, p. 5; autori koostatud)
- Joonis 14. Pikselöögi kahjustus (Prosurge, 2021)
- Joonis 15. Liigpingepiirik (Obo Bettermann Holding GmbH & Co.KG, 2021)
- Joonis 16. Rikkevoolukaitse (Sakale Tööstusautomaatika, 2021)
- Joonis 17. Päästeameti 2015.–2020. aastatel toimunud hoonetulekahjude tuvastatud sündmused (Päästeamet 2021a; autori koostatud)
- Joonis 18. Eluhoonete tulekahjude võrdlus elektriseadme tulekahjudega (Päästeamet 2021b; autori koostatud)

Tabel 1. Põhjamaade tulesurmad miljoni elaniku kohta 2010–2019 (Nordic Fire Statistics, 2021; autori koostatud)

Tabel 2. Elektrilisi tulekahjusid põhjustavad mehhanismid (Babrauskas, 2009, p. 5; autori koostatud)

Tabel 3. Leibkonnad koduse vara järgi 1996–2007 (Statistikaamet, 2021a)

Tabel 4. Leibkonnad püsikauba järgi 1910–2019 (Statistikaamet, 2021b)

Tabel 5. Teadmata tekkepõhjused (Päästeamet 2021a; autori koostatud)

Tabel 6. Märksõna näidised (Päästeamet 2021a; autori koostatud)

Tabel 7. Elektriseadmest alguse saanud hoonetulekahjud 2015–2020 kümme enim põhjustajat (Päästeamet 2021a; autori koostatud)

Tabel 8. Kodus kasutatavatest elektriseadme kasutamisel alguse saanud tulekahjud 2015–2020 viis enim põhjustajat (Päästeamet 2021a; autori koostatud)

# LISAD

## Lisa 1. Külmkappide kasutusjuhendite loend

Lisa 1. Külmkappide kasutusjuhendite loend (autori koostatud)

Firma	Mark	Juhend
Miele	KFN16947DE	<a href="https://www.miele.com/pmedia/ZGA/TX3587/10758850-000-01_10758850-01.pdf">https://www.miele.com/pmedia/ZGA/TX3587/10758850-000-01_10758850-01.pdf</a>
Miele	KFN29233DW	<a href="https://www.miele.ee/pmedia/ZGA/TX3587/10403960-000-02_10403960-02.pdf">https://www.miele.ee/pmedia/ZGA/TX3587/10403960-000-02_10403960-02.pdf</a>
Miele	KFN29283DB	<a href="https://assetscdn.loadbee.com/catalogue/7xgh9k4mctrhs2ks/assets/d5370f62955d707c4fca7d5186328df4.pdf">https://assetscdn.loadbee.com/catalogue/7xgh9k4mctrhs2ks/assets/d5370f62955d707c4fca7d5186328df4.pdf</a>
Bosch	KGF56PI40	<a href="https://media3.bosch-home.com/Documents/8001089779_C.pdf">https://media3.bosch-home.com/Documents/8001089779_C.pdf</a>
Bosch	KGF39PI45	<a href="https://www.manua.ls/bosch/kgf39pi45/manual">https://www.manua.ls/bosch/kgf39pi45/manual</a>
Bosch	KGN36IJEB	<a href="https://www.manua.ls/bosch/kgf39pi45/manual">https://www.manua.ls/bosch/kgf39pi45/manual</a>
Bosch	KGN39AIEQ	<a href="https://www.manualscat.com/en/bosch-kgn36ijeb-manual">https://www.manualscat.com/en/bosch-kgn36ijeb-manual</a>
Bomann	CB255RCA	<a href="https://www.manualscat.com/en/bosch-kgn36ijeb-manual">https://www.manualscat.com/en/bosch-kgn36ijeb-manual</a>
Bomann	KG320.2R	<a href="https://www.manua.ls/bomann/kg-320/manual">https://www.manua.ls/bomann/kg-320/manual</a>
Bomann	KGR7328R	<a href="https://www.manualscat.com/en/bomann-kgr-7328-manual">https://www.manualscat.com/en/bomann-kgr-7328-manual</a>
Electrolux	EN3790MKX	<a href="https://www.electrolux.ee/search/?q=EN3790MKX">https://www.electrolux.ee/search/?q=EN3790MKX</a>
Electrolux	ERT1501FOW	<a href="https://www.electrolux.ee/search/?q=ERT1501FOW">https://www.electrolux.ee/search/?q=ERT1501FOW</a>
Electrolux	LNT3LE34X4	<a href="https://www.electrolux.ee/support/user-manuals/?q=LNT3LE34X4">https://www.electrolux.ee/support/user-manuals/?q=LNT3LE34X4</a>
LG	GBB92STAQP	<a href="https://www.lg.com/ee/toetus/kasutusjuhendid?csSalesCode=GBB92STAQP.ASTQEUR">https://www.lg.com/ee/toetus/kasutusjuhendid?csSalesCode=GBB92STAQP.ASTQEUR</a>
LG	GBP31SWLZN	<a href="https://www.lg.com/ee/toetus/kasutusjuhendid?csSalesCode=GBB92STAQP.ASTQEUR">https://www.lg.com/ee/toetus/kasutusjuhendid?csSalesCode=GBB92STAQP.ASTQEUR</a>
LG	GBB548PZQZ	<a href="https://www.lg.com/ee/toetus/kasutusjuhendid?csSalesCode=GBB92STAQP.ASTQEUR">https://www.lg.com/ee/toetus/kasutusjuhendid?csSalesCode=GBB92STAQP.ASTQEUR</a>
Whirlpool	W9931DKSH	<a href="https://whirlpool-cdn.thron.com/static/CJPDWO_400011323942EN_XAQRU8.pdf?xseo=&amp;response-content-disposition=inline%3Bfilename%3D%22400011323942EN.pdf%22">https://whirlpool-cdn.thron.com/static/CJPDWO_400011323942EN_XAQRU8.pdf?xseo=&amp;response-content-disposition=inline%3Bfilename%3D%22400011323942EN.pdf%22</a>
Whirlpool	W5721EOX2	<a href="https://whirlpool-cdn.thron.com/static/CJPDWO_400011323942EN_XAQRU8.pdf?xseo=&amp;response-content-disposition=inline%3Bfilename%3D%22400011323942EN.pdf%22">https://whirlpool-cdn.thron.com/static/CJPDWO_400011323942EN_XAQRU8.pdf?xseo=&amp;response-content-disposition=inline%3Bfilename%3D%22400011323942EN.pdf%22</a>
Whirlpool	W7821OOX	<a href="https://whirlpool-cdn.thron.com/static/GG4Q29_400011332917EN_TMAMX.pdf?xseo=&amp;response-content-disposition=inline%3Bfilename%3D%22400011332917EN.pdf%22">https://whirlpool-cdn.thron.com/static/GG4Q29_400011332917EN_TMAMX.pdf?xseo=&amp;response-content-disposition=inline%3Bfilename%3D%22400011332917EN.pdf%22</a>
BRANDT	SF2621X	<a href="http://manualretriever.com/lect.php?ID=153502&amp;lg=]&amp;h=d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e">http://manualretriever.com/lect.php?ID=153502&amp;lg=]&amp;h=d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e</a>
BRANDT	BST524SW	<a href="http://manualretriever.com/lect.php?ID=153502&amp;lg=]&amp;h=d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e">http://manualretriever.com/lect.php?ID=153502&amp;lg=]&amp;h=d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e</a>
BRANDT	BST534SW	<a href="http://manualretriever.com/lect.php?ID=153502&amp;lg=]&amp;h=d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e">http://manualretriever.com/lect.php?ID=153502&amp;lg=]&amp;h=d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e</a>

## Lisa 2. Kodus kasutatavatest elektriseadme kasutamisel alguse saanud tulekahjud 2015–2020

Lisa 2. Kodus kasutatavatest elektriseadme kasutamisel alguse saanud tulekahjud 2015–2020 (Päästeamet 2021a; autori koostatud)

Reasildid	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Kokku	Kokku
Külmkapp	2	2	9	9	4	7	33	15,64%
Pesumasin	2	4	4	2	5	1	18	8,53%
Veeboiler	3	4	3	2	3	2	17	8,06%
Televiisor	3	2	4	2	2		13	6,16%
Pliit			2	5	2	1	10	4,74%
Akulaadija		1	4	2	2	1	10	4,74%
Veekeetja	2	1	1		1	4	9	4,27%
Nõudepesumasin	3	2	1	3			9	4,27%
Radiaator	1	1	2	1	2	1	8	3,79%
Kubu			2		2	3	7	3,32%
Valgusti	1		3		1		5	2,37%
Röster	1	2	1	1			5	2,37%
Lauaarvuti	1					2	3	1,42%
Muusikakeskus			1		1	1	3	1,42%
Konditsioneer	1		1			1	3	1,42%
Sülearvuti	1	1				1	3	1,42%
Soojapuhur	1		1	1			3	1,42%
Sügavkülmik	1	1		1			3	1,42%
Mikrolaineahi			1			1	2	0,95%
Niiskusekoguja			1			1	2	0,95%
Ruuter			1			1	2	0,95%
Tahvelarvuti			1			1	2	0,95%
Mobiiltelefon					2		2	0,95%
Elektri jalgratas				1	1		2	0,95%
Generaator	1				1		2	0,95%
Mobiililaadija		1		1			2	0,95%
Kõlar	1	1					2	0,95%
Blender						1	1	0,47%
Digiboks						1	1	0,47%
El. pann						1	1	0,47%
Laserlood						1	1	0,47%
Soojenduskott						1	1	0,47%
Tasakaaluliikur						1	1	0,47%
Aegrelee					1		1	0,47%
El. küünlad					1		1	0,47%
Fritüür					1		1	0,47%
Kuivatuskapp					1		1	0,47%
Leivaahi					1		1	0,47%
eSigaret				1			1	0,47%
Ionisaator				1			1	0,47%
Kajalood				1			1	0,47%
Pesukuivati				1			1	0,47%
Õhupuhastaja				1			1	0,47%
Köögikombain			1				1	0,47%
Mullivann			1				1	0,47%

Ventilaator			1				1	0,47%
Föön		1					1	0,47%
Gaasipliit		1					1	0,47%
Marjakuivati		1					1	0,47%
Raadio		1					1	0,47%
Survepesur		1					1	0,47%
Õliradiaator		1					1	0,47%
Kunstkuusk	1						1	0,47%
Monitor	1						1	0,47%
Prožektor	1						1	0,47%
Saag	1						1	0,47%
Tolmuimeja	1						1	0,47%
Videomakk	1						1	0,47%
Üldkokkuvõte	31	29	46	36	34	35	211	100,00%

### Lisa 3. Kodus kasutatavatest elektriseadme kasutamisel alguse saanud tulekahjud 2015–2020

Lisa 3. Kodus kasutatavatest elektriseadme kasutamisel alguse saanud tulekahjud 2015–2020 (Päästeamet 2021a; autori koostatud)

Reasildid	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Kokku	
Pliit	6	2	5	7	11	9	40	41,7%
Valgusti	5	2	2	1			10	10,4%
Soojapuhur	1	1	3	2		1	8	8,3%
Radiaator	1	4	1			1	7	7,3%
Televiisor				1	1	1	3	3,1%
Soojuskiirgur	2		1				3	3,1%
Kuumapuhur				1		1	2	2,1%
Mikrolaineahi				1		1	2	2,1%
Föön			2				2	2,1%
Veekeetja	1	1					2	2,1%
Aku						1	1	1,0%
Saag					1		1	1,0%
Triikraud					1		1	1,0%
Kohvikann				1			1	1,0%
Praeahi				1			1	1,0%
Trell				1			1	1,0%
Veekeeduspiraal				1			1	1,0%
Frees			1				1	1,0%
Pesumasin			1				1	1,0%
Röster			1				1	1,0%
Ventilaator			1				1	1,0%
Õliradiaator			1				1	1,0%
Grillahi		1					1	1,0%
Nõudepesumasin		1					1	1,0%
Plekilõikur		1					1	1,0%
Gaasipliit	1						1	1,0%
Teekann	1						1	1,0%
Üldkokkuvõte	18	13	19	17	14	15	96	100,0%