

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Ivan Egorov

EHITISTE VAHELINE TULEOHUTUSKUJA JÄRGIMINE.
TULE LEVIKU TAKISTAMINE NAABEREHITISTELE

Lõputöö

Juhendaja:

Vassil Hartšuk

Tallinn 2011

ANNOTATSIOON

Kolledž: Päästekolledž	Kuu ja aasta: Mai 2011
Töö pealkiri: Ehitiste vaheline tuleohutuskuja järgimine. Tule leviku takistamine naaberehitistele	
Töö autor: Ivan Egorov	Olen nõus oma lõputöö kättesaadavaks tegemisega elektroonilises keskkonnas. Allkiri:
<p>Lühikokkuvõte:</p> <p>Antud lõputöö on kirjutatud teemal “Ehitiste vaheline tuleohutuskuja järgimine. Tule leviku takistamine naaberehitistele”. Lõputöö põhiosa koos lisadega pikkusega 66 lehekülge. Lõputöö koosneb neljast peatükist, need omakorda jagunevad alapeatükkideks. Töö on kirjutatud eesti keeles ja võõrkeelne kokkuvõte inglise keeles.</p> <p>Töö eesmärgiks oli analüüsida erinevate riikide näitel faktoreid, mis mõjuvad tuleohutuskuja suurusele ehitiste vahel. Eesmärgi saavutamiseks kasutati järgmisi uurimismeetodeid: dokumendianalüüsi, tuleohutuskuja arvutust ja intervjuud. Uurimuse tulemusena selgus, et peamiseks probleemiks on tuleohutuskuja ning kompenseerimismeetmete järgimine tiheasustusega piirkondades vanades elamurajoonides, mis olid varem suvilarajoonideks. Probleemsed rajoonid Tallinna linna näitel on Mähe, Nõmme, Muuga ning Kalamaja ja Kadriorg. Hooned on seal ehitatud vana tuleohutuskuja nõuete järgi ning rekonstrueerimisel või uue hoone ehitamisel tekib projekteerijal probleem, kuidas kompenseerida tuleohutuskuja mittevastavust.</p> <p>Autori olulisemaks ettepanekuks on koostada ühtne tüüpsituatsioonidel põhinev meetodika, mis võimaldaks määrata tuleohutuskuja suuruse ja vajadusel viimase kompenseerimise.</p>	
Võtmesõnad: tuleohutuskuja, tuleohutus, kompenseerimismeetmed, arvutusmeetodika,	
Keywords: fire separation distance, fire safety, compensations measures, calculation methodology	
Säilitamise koht:	
Kaitsmisele lubatud	
Kolledži direktor: Margus Möldri	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja: Vassil Hartšuk	Allkiri:

SISUKORD

ANNOTATSIOON	2
SISUKORD	3
MÕISTETE JA LÜHENDITE SELGITUS	5
SISSEJUHATUS	6
1. TULEOHUTUSKUJA	8
1.1. Linna ehitus	8
1.2. Tuleohutuskuja määramine Šveitsis	10
1.2.1. Tuleohutuskuja määramine	10
1.3. Tuleohutuskuja määramine Austrias	11
1.3.1. Tuleohutuskuja määramine	11
1.3.2 Tuleohutuskuja arvutus	11
1.4. Tuleohutuskuja määramine Saksamaal	12
1.4.1. Üldised andmed	12
1.4.2. Tuleohutuskuja määramine	12
1.5. Tuleohutuskuja määramine Venemaal	13
1.5.1. Normatiivdokumendid	13
1.5.2. Tuleohutuskuja määramine	14
1.5.3. Tuleohutuskuja arvutus	15
1.6. Tuleohutuskuja määramine Eestis	15
1.6.1. Üldised andmed	15
1.6.2. Tule leviku takistamine naaberehitistele	16
2. VIIE RIIGI ANALÜÜS	17
2.1. Tuleohutuskuja suuruse üldtabel	17
2.2. Hoone väljaulatuvad osad	17
2.3. Tuleohutuskujale mõjuvad faktorid	18
2.4 Tuleohutuskujade kompenseerimismeetmed	22
3. TULEOHUTUSKUJA ARVUTAMINE JA INTERVJUUDE TULEMUSTE ANALÜÜS	25
3.1 Tuleohutuskuja arvutamine	25

3.1.1 Venemaa arvutusmeetod	26
3.1.2 Kanada arvutusmeetod	27
3.1.3 Venemaa ja Kanada tuleohutuskuja arvutusmeetodite kokkuvõte	31
3.2 Intervjuude tulemuste analüüs.....	32
4. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD	35
4.1 Järeldused.....	35
4.2 Ettepanekud.....	35
KOKKUVÕTE	37
SUMMARY	38
TABELITE JA JOONISTE LOETELU.....	39
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU	41
LISA 1. Šveits.....	43
LISA 2. Saksamaa.....	44
LISA 3. Eesti	47
LISA 4. Tuleohutuskuja arvutuse tabelid.....	52
LISA 5. Intervjuud	55
LISA 6. Fotod.....	56
LISA 7. Nõmme turu skemaatiline joonis.....	57
LISA 8. Rakenduslik näide suvilarajoonidest	58
LISA 9. Vastus Austriast.....	63

MÕISTETE JA LÜHENDITE SELGITUS

Tuleohutuskaja - on tule leviku takistamiseks kehtestatud minimaalne ehitistevaheline kaugus (EPN 10.1. 1998:5).

Hoone kõrgus- on katuseharja kõrgus maapinnast (EVS 812-7. 2008:17).

Insolatsioon– otsese päikesevalguse ruumi paistmine, päikesekiiritus (Vikipeedia...16.01.2011).

Tulemüür– mittepõlevatest ehitusmaterjalidest rajatud, kogu hoonet või hooneosa teisest hoonest või hooneosast eraldav sein, mis ettemääratud aja jooksul takistab tule ja suitsu levimist ning jääb püsima ka seina ühel või mõlemal küljel paiknevate tarindite varisemise korral (EPN 10.1. 1998:5).

Tuletõkkesektsioon – hoone osa või üksikruum, millest tule levik väljaspoole on tuletõkketarindite või muude tõhusate vahendite abil ettemääratud aja jooksul takistatud. Teatud ruumide puhul tuleb arvestada, et tule levik oleks takistatud sellesse ruumi ka väljaspoolt (EPN 10.1 1998:5).

Põlemiskoormus – ruumis paikneva põleva materjali, inventari ja põlevate ehitustarindite täielikul põlemisel vabanev soojushulk. Nimetatud soojushulk arvatuna põrandapindala ruutmeetri kohta on eripõlemiskoormus. Eripõlemiskoormuse ühikuks on MJ/m² (EPN 10.1 1998:5).

OIB- (Austrian Institute of Construction Engineering) – Austria Ehitus-Inseneer Instituut

MBO- (Musterbauordnung)- Ehituse Tüüpeeskirjad

LBO- (Landesbauordnungen)-Riiklikud ehitus normid ja eeskirjad

ASTM- (American Society for Testing and Materials) - Ameerika Ühing ehitusmaterjalide testimisel ja standartiseerimisel

NFPA- (National Fire Protection Association) - Tuleohutusrahvusliit

ISO- (International Organization for Standardization) - Rahvusvaheline Standardiorganisatsioon

DIN- (German Institute for Standardization) – Saksamaa Standardiseerimise Instituut

СНиП – (Строительные нормы и правила) - Ehituse normid ning reeglid

VKF – (Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen) – Tuleohutuse-Kindlustuse Liit

EVS- Eesti Vabariigi Standard

EPN – Eesti projekteerimisnormid

VVm nr 315 – Vabariigi Valitsuse määrus nr 315 “Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded”

SISSEJUHATUS

Siseministeriumi valitsemisala 2011. - 2014. aasta arengukavas on üheks strateegilistest eesmärkidest inimeste ja vara suurem turvalisus. Päästevaldkonnas on indikaatoriteks statistilised andmed, mis näitavad, et viimasel kolmel aastal eluhoonetes toimunud tulekahjude arv on 1857 ning tulekahjudes hukkunute arv 95 inimest.

Tulekahju nii väikestes hoonetes kui ka suurtes ärihoonetes ning spordirajatistes kujutab endast suurt ohtu inimeste elule ja varale. Veel suurem oht tekib, kui tuli levib ühelt hoonelt teisele.

Juba möödunud sajandil pöörati suurt tähelepanu tuleohutusele, seda tõendavad paljud vastu- võetud normid ja standardid, mille koostamisega tegelesid järgmised organisatsioonid: Rahvusvaheline Standardiorganisatsioon (ISO), Ameerika Ehitusmaterjalide Testimise ja Standardiseerimise Ühing (ASTM), Tuleohutusrahvusliit (NFPA) ning Saksamaa Standardiseerimise Instituut (DIN). Tänapäevaks on igas tsiviliseeritud riigis olemas oma ehitiste tuleohutuse normid, mille eesmärgiks on inimeste elu ja vara kaitsmine.

Insenertehnilises büroos on ehitusplaanide läbivaatamise üheks osaks tuleohutuskujade määramine vastavalt standarditele ja projekteerimismõõtudele. Paljud inimesed tahavad oma vana maja suuremaks ja kaasaegsemaks ehitada, aga kuidas seda teha, kui naaber maja on ehitatud liiga lähedale ning normide ja standarditega sätestatud tuleohutuskujade kaugus on rikutud? Eestis on suhteliselt palju vanu elamurajoone, kus on tihedalt rajatud väikeelamuid vanade tuleohutusnõuete järgi, aga tänapäevased tuleohutuskujud on hoopis teised. Tallinna linnas on sellisteks rajoonideks Mähe, Kalamaja, Kadrioru, Nõmme, Muuga. Need elamurajoonid on ehitatud tiheasustusega piirkondades, mis ei vasta tänapäevastele tuleohutusnõuetele: kõrvutiasuvad elamud on üksteisele liiga lähedal, arvestamata hoonete vahelist tuleohutuskujade vahet.

Autori poolt valitud teema on aktuaalne seetõttu, et endised suvilarajoonid, mis olid ehitatud vana tuleohutuskujade normide järgi, on praeguseks saanud juba suure osas elamurajoonideks ning ei vasta tänapäevase tuleohutuskujade normeerimisele.

Antud töö tähtsus seisneb selles, et varem pole tuleohutuskujade valdkonnas keegi uuringud teostanud.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on analüüsida erinevate riikide näitel faktoreid, mis mõjutavad tuleohutuskujade suurust ehitiste vahel ning seeläbi esitada ettepanekuid, arvestades tekkinud olukorda.

Selleks, et jõuda püstitatud eesmärgini, on autor esitanud järgmised uurimisküsimused:

- Kust ehitiste vaheline tuleohutuskuja alguse sai?
- Kuidas määratakse tuleohutuskuja?
- Millest sõltub tuleohutuskuja suurus?
- Millised meetodikad on olemas tuleohutuskuja määramisel?
- Millised on tekkivad probleemid tuleohutuskuja lahendamisel?
- Milliste meetmetega saab kompenseerida tuleohutuskuja puudust?

Uurimismeetoditest kasutatakse antud lõputöös järgmisi: dokumendianalüüs, tuleohutuskuja arvutus ja intervjuud. Dokumendianalüüsiga selgitakse välja, mil viisil määratakse tuleohutuskuja autori poolt analüüsitud riikides (Šveitsis, Austrias, Saksamaal, Venemaal ning Eestis). Tuleohutuskuja arvutuse abil näitab autor, kuidas veel saaks tõendada tuleohutuskuja. Intervjuuga selgitatakse välja võimalikud probleemid tuleohutuskuja määramisel või lahendamisel Eestis.

Lõputöö koosneb neljast peatükist, need omakorda jagunevad alapeatükkideks. Esimeses peatükis antakse ülevaade ehitiste vahelisest tuleohutuskujast ning vaadeldakse eraldi tuleohutuskujasid Austrias, Šveitsis, Saksamaal, Venemaal ning Eestis.

Teises peatükis võrdleb autor erinevate riikide tuleohutuskuja norme, analüüsib tuleohutuskujale mõjuvaid faktoreid ning pakub tuleohutuskuja mittevastavuse puhul kompenseerimismeetmeid.

Kolmandas peatükis annab autor ülevaate läbiviidud tuleohutuskuja arvutuste meetodite kohta, samas on ka analüüsitud intervjuusid käesoleva teema valguses. Viimases peatükis on tulemuste analüüs ja ettepanekud.

Antud lõputöö kirjutamisel tuginetakse Eesti ja välisriikide siseriiklikele seadustele ja määrustele, Statistikaameti ning Siseministeeriumi teabe – ja analüüsiosakonna statistilistele andmetele, eesti- ja võõrkeelsele erialasele kirjandusele.

Autor tänab lõputöö juhendajat Vassil Hartšuki, Pirita rühmapealikut Uku-Jaanus Saart, Päästeameti Tuleohutusjärelevalve osakonnajuhatajat Rait Pukki, Eesti Tuletõrjemuuseumi tehnika-varahoidjat Gustav Massakast, Päästekolledži järelevalve õppejõudu Alar Valget ning Põhja-Eesti Päästkeskuse Insenertehnilise büroo juhtivinspektorit Mart Oleskit.

1. TULEOHUTUSKUJA

1.1. Linna ehitus

Igal aastal leiab aset 8 miljonit tulekahju, milles hukkub kümneid tuhandeid inimesi. Kahjuks ei õnnestu alati piirduda minimaalsete kaotustega, vaatamata kaasaegsetele tehnilistele võimalustele. Pole raske ette kujutada, millise ulatuse võtsid tulekahjud varasematel aegadel, kui puudusid nüüdisaegsed tehnilised võimalused tulekahjude ohjamiseks, märatsev tuli muutis tuhaks terved linnad. (CTIF... 05.01.2011)

Maailmas on palju kurbi näited selle kohta, kui tuli levis ühelt majalt teisele ja süütas terve linna. Üks suurimaid oli Chicago tulekahju 1871. aastal, mis kestis kaks päeva ja hävitas enamuse linnast (hävis 18000 hoonet, hukkus 300 inimest). Tulekahju levikule soodustasid ehitiste vahelised väiksed vahemaad ning tugev tuul, mis puhus leeki järjest kaugemale. (Vikipeedia... 14.02.2011)

Praeguseks on sellise ulatusega tulekahjud võimatud, kuigi suured tulekahjud leiavad aeg- ajalt aset. Inimkond on õppinud paremini tulekahju leviku võimalusi piirama, eraldades ohutsoonidega üksteisest hooneid ja hoonegruppe lähtuvalt hoone kasutusviisist, arvesse võttes tuulte valdavat suunda, hoone iseärasusi jne. (Кудаленкин...1985:179)

Tuleohutuskujade nõuetele vastavus ei garanteeri ka saajaprotsendilist tuleohutust. On küllalt juhtumeid, kus tulekahju levib sädemetest kõrvalhoonetesse, mis asetsevad tunduvalt kaugemal kui vastavad tuleohutusnormid ette näevad. (Кудаленкин...1985:179)

Tulekahju võib levida vahetult leegi kandumisega kõrvalhoonetesse või soojuskiirguse teel, tööstushoonetes plahvatuste, ülekeemiste, põlevvedelike laiali valgumise teel, kõrgete gaasi kontsentratsioonide tõttu või territooriumi mitte vastavusel tuleohutusnõuetele.

(Кудаленкин...1985:179)

Tuleohutuskujade arvutuse meetodi aluseks on klassikaline soojuskiirguse teooria.

(Кудаленкин...1985:179)

Hoonete ehitamisel jäetakse vaba maa, mille üheks ülesandeks on tagada tuleohutus, seda käsitletakse tuleohutuskujana. (International... 2009:42)

Linn on jaotatud territoriaalselt elamurajooniks, tööstusrajooniks (kaubandus, äripiirkond), transpordi järgi (raudtee, lennujaamad, sadamad), lisaks veel eritsoonideks (haiglatekompleksid, hooldekodud, sanatooriumid - hoolekandeesutused jne). Tuleohutuskujad arvestatakse nii

hoonete kui ka linnaosade planeerimisel. Tuleohutuskujad hoonete vahel ei lähtu mitte ainult tuleohutusvajadusest, vaid tulenevad ka sanitaarnormide nõudmistest. Tuleohutuse seisukohalt on oluline ka hoonete orienteeritus lähtuvalt antud piirkonnas valdavast tuulte suunast. (СНИП 2.07.01-89)

Üldplaneeringus tuleb arvesse võtta erinevat ehitustihedust ja sellest tulenevalt vajadust tuleohutuskujade järel või kaasata erinevaid tehnilisi lahendusi tuleohutuse tagamiseks. Paljude maade vastavates normatiivides on juba lähtutud antud asukoha reljeefist, tuulesuunast, päästekomando asukohast, veevõtukohtadest jne. Tuleohutusnõuded teedele ja tänavatele lähtuvad sellest, et päästeautodel oleks võimalik juurdepääs hoonetele. (Щербина...1977:80)

Üks olulisemaid tuleohutuse argumente on tuleohutusvahemaad hoonete vahel ehk kujad, mis peavad välistama tulekahju leviku ühelt hoonelt teisele. Tabelis 1 on kajastatud tulekahju levimise tõenäosus ühelt hoonelt teisele, mis sõltub nende tuleohutuskujast:

Tabel 1. Tuleohutuskuja suurus lähtuvalt tulekahju levimise tõenäosusest (Шувалов...1983:64)

Tuleohutuskuja ehitiste vahel, m	0	5	10	15	20	30	40	50	70	90
Tulekahju levimise tõenäosus, %	100	87	65	47	27	23	9	3	2	0

Tuleohutuskuja – vahemaa hoone välisseinast:

- krundi piirini;
- ühistänava keskpunktini;
- samal krundil asuvate hoonete vahel kujuteldava jooneni. (International... 2009:117)

Tuleohutuskujade planeerimisel lähtutakse tuleohutusnormidest, riigiti on need normid erinevad. Oma töös autor vaatleb Šveitsi, Austria, Saksamaa, Venemaa ja Eesti tuleohutuskuja vastavaid nõudmisi ja normatiive.

1.2. Tuleohutuskuja määramine Šveitsis

1.2.1. Tuleohutuskuja määramine

Šveitsis on tuleohutuskujad määratud Šveitsi standardite assotsiatsiooni eeskirjaga (SNV) ja kinnitatud normidena ehitusseadustes ja tuleohutusreeglites (edaspidi VKF). Ehitusseaduses on tuleohutuskuja see, mis on normidega ette nähtud kahe hoone vahel, eesmärgiga tagada tuleohutus. Tuleohutuskuja peab välistama võimaluse tulekahju kandumiseks ühelt hoonelt teisele. Arvesse tuleb võtta ehitusmaterjalide omadusi, ehitise iseärasusi, hoone asetust ümbruskonna suhtes, hoone kasutusviisi. (VKF...2008:3)

1. Tuleohutuskuja on kindlaks määratud selliselt, et ehitised ja seadmed ei oleks vastastikku ohustatud tulekahju levikul. Ehitise liiki, asukohta, suurust ja kasutusviisi tuleb samuti arvesse võtta (vt Lisa 1.).

2. Ehitusnõuetega on kindlaks määratud minimaalsed tuleohutuskuja vahemaad: (vt joonis 6)

- a) 10 m, kui kaks kõrvuti asuvat hoonete välisseinal on kaetud kergestisüttiva väliskihiga;
- b) 7,5 m, kui ühe hoone välisseinal on kergestisüttiv väliskiit ja teisel ei ole;
- c) 5 m, kui kummalgi hoone välisseinal ei ole kergestisüttivat väliskihti.

3. Ehitise väljaulatuvad osad, nt rõdud ning katuseräästad, võetakse samuti arvesse.

4. Kui ehitusõiguslikult kindlaks määratud kaugusest tuleohutuskuja jaoks ei piisa, aga seda pole võimalik ka suurendada, siis tuleb kasutusele võtta vastavad meetmed, et tulekahju levikut ja puhkemist vältida. (VKF...2008:3-4)

Kui ehitusõigusest tulenevad reeglid ei nõua teisiti, siis kõrvalhoonete jaoks (nt aiamaajakesed, jalgratta varjualused, väikeloomade laudad (eluasemed), väikehoidlad), mis ei ole mõeldud alalise elamisloaga isikutele, pole ette nähtud kindlat kaugust maatükil asuvate hoonete vahelise vahemaa jaoks, kui nende pindala ei ületa 20 m². (VKF...2008:3-4)

Berni linna ehitamise ja kindlustusfirma doktori Christoph Lienert sõnul on tuletõrjekomandode reageerimise aeg on 10 minutit linnas ja 15-20 minutit maakohas.

1.3. Tuleohutuskuja määramine Austrias

1.3.1. Tuleohutuskuja määramine

Tuleohutuskuja mõiste on Austrias leidnud käsitlust konstruktiivsetes tuleohutuse alase dokumentides ja insener-tuleohutusdokumentides. Igas provintsis on omad kõrvalekaldumised üldisest seadusest, seepärast on Austrias suured probleemid tuleohutuse järgimisega. Siit ka otsene vajadus tsentraliseerida tuleohutuse põhiprintsiibid (edaspidi OIB).

Tuleohutuskuja-see on minimaalne vahemaa krundipiirist või hoone fassaadist teise hooneni. Austrias tehakse vahet fassaadi tuleohutuskuja, külgtuleohutuskuja ja tagakülje tuleohutuskuja vahel. Üldmõistes ei tohi tuleohutuskuja olla vähem kui 3 meetrit, kuid peab olema pool hoone kõrgusest. Minimaalne (3 m) tuleohutuskuja on küllaldane, kui naaberhoone ei varja päikest. Kui maja ei ole paralleelne krundipiiriga, siis võib tuleohutuskuja vähendada. Hoone kõrguseks loetakse kõrgus maapinnast katuse tipuni. (OIB-Richtlinien...2007)

Hoonete vaheline tuleohutuskuja on määratud konstruktiivsete tuleohutusnõuetega, mis tähendab, et hoonete vahemaa määratakse sõltuvalt hoone kõrgusest ja põlemiskoormusest. (OIB-Richtlinien...2007)

Keskmine tuleohutuskuja suurus on Austrias 10 meetrit. (OIB-Richtlinien...2007)

Väikeelamu ehitamisel tiheasustusega piirkondades, kui ajutine ja alaline põlemiskoormus on küllalt väike, on 3 meetrit on piisav. See tähendab, et alalise põlemiskoormuse juures on vajalik mittepõlevast materjalist kaitse, näiteks mittepõlevast materjalist katus. (vt.Lisa 9)

1.3.2 Tuleohutuskuja arvutus

Austria Tuletõrjefederatsiooni inseneri sõnul võib iga kodanik tuleohutuskuja arvutamisel pöörduda tuleohutusinseneri poole, kui teda ei rahulda "10 m – kui tava", ja lasta välja arvutada optimaalne kuja suurus. Suuruse määrab nii ajutine kui ka alaline põlemiskoormus.

Konstruktiivne tuleohutuse puudus võib olla kompenseeritud kas tavalise tuletõrjekomando või vabatahtliku tuletõrjekomando piirkonnas asumisega. Objekti tuletõrjekomandod tööstusterritooriumil ei ole registreeritud ning nad ei või osaleda tulekustutustöödel väljaspool oma territooriumit. Sellegi- poolest eksisteerib Austria tuletõrjestandard, kus reguleeritakse tuletõrjekomandode paiknemist.

Samuti on ehitusmaterjalidel tähtis osa põlemiskoormuse arvutustes. Olulist osa tuleohutuskuja määramisel mängib hoone kasutusviis, suured rahvahulgad ja nende mõeldud evakuatsiooni teed võivad juba iseendast kujutada tuleohutuskuja suurused.

Kliendi soovil viiakse läbi tuleohutuskuja arvutused, mis on kahe ja kolmemõõtmelised. Viimasel ajal kasutatakse enam kolmemõõtmelist meetodit, mis on täpsem. Selline arvutusmudel on rahvusvaheline ja seda õpetatakse Austrias ja Tšehhis. Analüüsitud vastavalt vastusele Austriast (vt. Lisa 9).

1.4. Tuleohutuskuja määramine Saksamaal

1.4.1. Üldised andmed

Tuleohutuskuja Saksamaal tuleneb Saksa ehitusnormide eeskirjadest ja seda käsitletakse kui tuleohutuskujad hoonete välisseinte vahel, kui selles piirkonnas ei ole võimalikku põlevmaterjali. Tuleohutuskuja moodustavad ka ventilatsioon, isnsolatsioon nõuded, tulekindlus ja samuti ka sotsiaalne distants. Saksamaal on 16 liidumaad, seal võib piirkonniti tuleohutuskuja vahemaad vastava otsusega veidi muuta, kuid üldiselt on tuleohutuskujad paika pandud oma ehituse tüüp-eeskirjadega (edaspidi MBO). Saksamaal on tuleohutuskuja kehtestatud liidumaade ehitusnormidega. Aluseks on võetud MBO, samuti on olemas riiklikud ehitusnormid ja eeskirjad (edaspidi LBO). Ainus erinevus MBO ja LBO vahel, mis puudutab tuleohutuskujasid, on esimesel juhul ettenähtud 3 meetrit kujaulatust ja teisel 5 meetrit. Saksamaal on ehitiste jaoks ette nähtud seadusest tulenevad kaugused hoonete vahel. Iga liidumaades eeskirjade aluse moodustub ehitise näidismääruste kord (MBO), mida liidumaad ühiselt arendavad. MBO on tegelikult ainult raamistik, millel iseseisvalt ei ole seaduslikku jõudu. See saab seadusliku jõu alles siis, kui üksikud liidumaad sellest teatud soovitusel ja määrused üle võtavad. Kuna ehitiste kauguste eeskirjad on eraldi riikides väga sarnased üksteisele, viitab autor ainult MBO-le. (Wikipedia...02.03.2011)

1.4.2. Tuleohutuskuja määramine

Tuleohutuskuja ulatus mõõdetakse perpendikulaarselt seina kõrgusest ($1H$), viimase vähenemist võivad mõjutada mõningad faktorid. Tuleohutuskuja ei tohi olla väiksem kui 3 meetrit. Tuleohutuskuja mõõdetakse seina kõrgusest; see mõõdetakse perpendikulaarselt seina suhtes. Seina kõrgus on vahemaa maapinnast kuni seina kokkupuutepunktini katusega või siis lamekatuse puhul seina lõpuni. Elumajades on see mõõdetud $0,4 H$ ($0,4$ seina kõrgust). Seina kõrgus on vahemaa maast kuni seina kokkupuutepunktini katusega (vt Lisa 2). Äri ja tööstushoonetes mõõdetakse tuleohutuskuja suurus $0,2 H$ seina kõrgusest (seina kõrgus korrutatud $0,2$). Osas liidumaades on loobutud mõlemast meetodist ja tuleohutuskujad vähendavatest faktoritest. Näiteks Põhja-Reinimaal Vestfalenis on elumajade tuleohutuskuja

mõõdetud 0,8 H, Kreibeitenes 0,5 H, aga äripiirkondades 0,25 H. Seejures ei tohi tuleohutuskuja olla väiksem kui 3 meetrit. (MBO...2002)

Kui katuse nurk on 45 kraadist kuni 75 kraadini, siis seina kõrgusele lisatakse 1/3 katuse kõrgusest. Kui katus on rohkem kui 75 kraadi, siis lisatakse kogu katuse kõrgus. Saadud suurust tähistatakse tähisega H. 16 meetri privileeg annab õiguse vähendada tuleohutuskuja suurust.

Kui katuse nurk on alla 75, siis lisatakse 1/3 katuse kõrgusest ja see jagatakse kahega, saadud tulemus tähistatakse tähega H.

Üldiselt on tuleohutuskuja laius elamurajoonides 0,4 H, aga mitte vähem kui 3 meetrit.

Tööstusrajoonides on ette nähtud suuruseks 0,2 H, aga mitte vähem kui 3 meetrit.

Tuleohutuskujade puhul tuleb arvestada ka hoonest väljaulatavate elementidega, mis ületavad 1,5 meetrit.

Linnas ja maal on tuletõrjekomando reageerimisaeg on 15 minutit, kuid see võib ka kohati erineda.

Garaažidele ja ajamajadele on tehtud erandid. Aga samuti kehtib erand hoonetele, mis on ehitatud kokku või ühele krundile.

Tuleohutuskujad võivad olla dikteeritud ka ajaloolise arhitektuuri poolt mõningates piirkondades või siis asukoha iseärasuste poolt (reljeef). (MBO...2002)

1.5. Tuleohutuskuja määramine Venemaal

1.5.1. Normatiivdokumendid

Nõuded tuleohutuskujadele on kirja pandud Ehituse normides ning reeglites (edaspidi СНиП) ning föderaalseaduses 22. juuli 2008. a. (N 123-ФЗ Tuleohutusnõuete tehniline reglement).

Projekteerimise ja rekonstrueerimise põhidokument on СНиП 2.07.01-89

“Градостроительство”, mis kätkeb endas põhinõudmisi projekteerimiseks, planeerimiseks ja ehitamiseks. Ehitusnormid ja eeskirjad reglementeerivad tuleohutuskuja suuruse hoonete vahel, lähtudes hoonete kasutusviisist, tulepüsivusest ja tuleohust. Venemaa normid sisaldavad ka kompensatsioonivõimalusi mittevastava tuleohutuskuja puhul. Tuleohutuse tagamise võimaluseks on õige tuleohutusvahemaa ehk tuleohutuskuja. Tuleohutuskuja on vahemaa projekteeritavast hoonest lähema hooneni.

Tuleohutuskuja on mõeldud tule leviku piiramiseks ja takistamiseks ühelt hoonelt teisele aja jooksul, mis on vajalik tulekustutustööde alustamiseks ja läbiviimiseks. Tuleohutuskuja normeerimisel arvestatakse põlevast majast eralduva soojuskiirgusega.

1.5.2. Tuleohutuskuja määramine

Tuleohutuskuja määramisel arvestatakse majanduslikke, tehnilisi, sanitaar- ja tuleohutusnõuded. Tuleohutuskuja suuruse määramisel elumajade, ühiskondlikke hoonete ja abihoonete puhul tuleb lähtuda tabelist 2, aga tööstushoonete ja põllumajandushoonete puhul tuleb lähtuda СНиП II-89-80 II-97-76, naftasaaduste terminalide ja hoidlate puhul СНиП II-106-79. Lisanõudeid tuleohutuskujadele võib leida ka teistest normatiivsetest dokumentidest ning instruksioonidest. On veel eraldi nõuded tuleohutuskujadele, mis lähtuvad konkreetse tööstusharu spetsiifikast. Tehnoloogilise protsessi paremaks organiseerimiseks jaotub kaasaegne tööstus tsoonideks. Hoonete vahelised kaugused tsoonis nagu ka tsoonide kujad on reglementeeritud normidega. Samuti reglementeeritakse normid hoonete ja sõidutee vahel, hoonete ja raudtee vahel. Kujade moodustamisel võetakse arvesse hoonete tulepüsivust, põlemiskoormust, samuti peab tagama efektiivse tulekustutusvahendite kasutamise, arvestades tuletõrjekomando suurust ja kaugust, samuti arvestatakse võimalike majanduslike ja ökoloogiliste tagajärgedega.

(Ройтман...1985:317)

Kuja suurus sõltub hoone tulepüsivusklassist vastavalt tabelile 2.

T a b e l 2*. Tuleohutuskuja suurus (СНиП 2.07.01-89)

Hoone tulepüsivusklass	Kaugus, m, hoone tulepüsivusklassi korral		
	I, II	III	IIIa, IIIб, IV, IVa, V
I, II	6	8	10
III	8	8	10
IIIa, IIIб, IV, IVa, V	10	10	15

Märkused*

1. Hoonete vaheline kaugus on vahemaa hoonete välisseinte vahel või konstruktsioonide vahel. Kui põlevmaterjalist konstruktsioonid ulatuvad hoonest kaugemale kui 1 meeter, siis tuleohutuskuja mõõdetakse nendest konstruktsioonidest.
2. Ilma akendeta seinte puhul on lubatud kuja vähendada 20% , välja arvatud hoonete puhul, mis kuuluvad tulepüsivusklassi IIIa, IIIб, IV, IVa ja V.

3. Esimese ja teise tulepüsivusklassi hoonete vahel lubatud tuleohutuskuja võib olla vähem kui 6 meetrit, eeldusel et kõrgema hoone seinaks on tulemüür.
4. Tuleohutusnõuded suvilarajoonides elumaja ja muude hoonete vahel ühel krundil ei normeerita.
5. Väljaspool suvila krunti asuvate hoonete vahel ei ole kuja normeeritud, kui nende ehituspind ei ületa 800 m².
6. Linnades ettenähtud kohale jõudmise aeg tuletõrjekomandodel on 10 minutit, maakohtades 20 min.

1.5.3. Tuleohutuskuja arvutus

Üldjuhul Venemaal tuleohutuskujasid ei arvutata, vaid need on määratud vastavalt СНиП 2.07.01-89 “Градостроительство”. Samas võib iga kodanik pöörduda vastavasse organisatsiooni sooviga arvutada välja tuleohtlikkuse risk ja vajadusel muuta tuleohutuskujad. Seda ülesannet võib täita organisatsioon, kellele on vastav litsents välja antud МЧС – poolt.

1.6. Tuleohutuskuja määramine Eestis

1.6.1. Üldised andmed

Ehitiste tuleohutuskuja on Eestis paika pandud Vabariigi Valitsuse määrusega nr 315 “Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded” (edaspidi VVm nr 315) ja see on min 8 m.

VVm nr 315 § 2 lg 1 p 2 olulised tuleohutusnõuded sätestab, et võimaliku tulekahju puhkemise korral on tule levik ehitisest naaberehitistele takistatud.

Tuleohutuskuja peamised ülesanded on ühelt hoonelt teisele tule levikut takistada ning tagada päästemeeskonna reageerimine. Samas VV määruses nr 315 § 19 lg 1, 2 ja 3 on sätestatud nõuded kujale:

- 1) Tule levik ühelt ehitiselt teisele ei tohi ohustada inimeste turvalisust ega põhjustada olulist majanduslikku või ühiskondlikku kahju.
- 2) Lõikes 1 nimetatud täitmiseks peab hoonetevaheline kuja takistama tule levikut teistele hoonetele, kusjuures juhul, kui hoonetevahelise kuja laius on alla 8 m, tuleb tule leviku piiramine tagada ehituslike või muude abinõudega.
- 3) Lõikes 2 nimetatud hoonetevahelise kuja arvestamisel võib lugeda üheks hooneks tuletõkkesektsiooni nõuetele vastavat hoonetekompleksi, kusjuures:
 - a) sellised hooned peavad olema tuleohutusest lähtuvalt samases klassis, vastavalt kas TP1, TP2

või TP3;

Tuleohutuskuja – on tule leviku takistamiseks kehtestatud minimaalne ehitistevaheline kaugus. Kujat määratakse horisontaalselt hoonete välisseinte vahemaana. (EPN 10.1)

Tuleohutuskuja mõõdetakse välisseinte välispinnast. Rõdu või räästast ohutuskuja mõõtmisel ei arvestata, kui selle laius on alla 50 cm. (EVS 812-7)

VVm nr 315 §19 lg 2 on märgitud, et kui hoonetevahelise kujat laius on alla 8 m, tuleb tule leviku piiramine tagada ehituslike või muude abinõudega. Üldjuhul, kui hoonete omavaheline kujat on vähemalt 8 m, ei esitata hoonetele lähedusest tingitud tuletõrjetehnilisi nõudeid. Juhul kui hoonetevahelise kujat laius on alla 8 m, annab ehituslikke lahendusi EVS 812 – 7. osa. Erandiks on objektid, milles on eriline tulekahju- või plahvatusoht, sel puhul nõuab hoonete paigutus objektikohast kaalutlust. (EVS 812-7)

EPN 10.1 osa pakub ka tuletõrjetehnilisi lahendused ehitistevahelise tuleohutuskuja mittevastavuse puhul ja selle projekteerimismäärust kasutati hoonete projekteerimise puhul. Võib öelda, et EPN 10.1 osa 1 pakutud tuletõrjetehnilised variandid ning EVS 812 – 7. osa lahendused tuleohutuskuja mittevastavuse puhul omavad sarnast jõudu, aga viimast kasutatakse ikkagi rohkem. Eesti Standardi EVS 812 – 7. osas on pakutud rohkem lahendusevariante kui Eesti projekteerimismäärust EPN 10.1 osas 1, seepärast autor viitab rohkem Eesti Standardi EVS 812 -7. osale (vt Lisa 3).

1.6.2. Tule leviku takistamine naaberehitistele

Tulepüsimise nõuded tarinditele (katus, välisseinad, hoone väljaulatavad osad, tuletõkkeseinad, tulemüürid), materjali valik ja avade paigutus on peamised tegurid, millele on esitatud oma nõuded tuleohutuskuja määramisel.

Ehitise osad peavad olema sellised, et need ei süttiks kergesti naaberhoone tulekahjust.

Avade paigutus on samuti tähtis osa. Näiteks tuleohutuskuja mittevastavuse puhul ei pea kõrvalasuvate hoonetel aknad asuma teineteisele vastu, kuna tulekahju korral see on otsene oht, ühelt hoonelt teisele levib tuli avade kaudu väga kiiresti. Üldjuhul avad peavad olema ka sellised, et tuli ei leviks kergesti läbi nende, näiteks akendele, ustele ja väravatele on esitatud oma tulepüsimisajad, väiksed avad peavad olema kinni pannud tulekindla vahuga.

Konkreetse ehitusloa käsitlemise etapil ei saa enam nõuda hoonete vahele suuremaid kujasid kui seda lubab detailplaneering. Ehitise projekteerimise lähteülesandeks on kohaldada konstruktiivsed lahendused lubatud kujadele vastavaks. Vahendiks on tulepüsimisaja nõuded tarinditele, materjali valik ja avade paigutus. (EVS 812–7)

2. VIIE RIIGI ANALÜÜS

2.1. Tuleohutuskuja suuruse üldtabel

Selleks, et lihtsustada eelpool kirjutatud, koostas autor viie analüüsitud riigi põhjal tuleohutuskuja suuruse tabeli (vt. Tabel 3).

Tabelist nähtub suur erinevus tuleohutuskuja normeerimisel analüüsitud riikides.

Tabel 3. Tuleohutuskuja suuruse üldtabel (autor)

		Tuleohutuskuja suurus, m		
		Maksimaalne	Keskmine	Minimaalne
1	Šveits	10	7,5	5
2	Austria		0,5 H / 10	3
3	Saksamaa		0,4 H / 0,2 H	3 (5)
4	Venemaa	15	8-10	6
5	Eesti	-	-	8

2.2. Hoone väljaulatuvad osad

Üheks lisafaktoriks, millele tuleb kindlasti tähelepanu pöörata tuleohutuskuja määramisel, on hoonest väljaulatuvad osad. Väljaulatuvad osad on: etteulatuvad katuseräästad, rõdud, talveaiad, reklaamplakatid, ventilaatorid, verandad, välistrepid, terrassid, hoone konstruktsiooni elemendid jne. Kui hoonest väljaulatuvad osad ületavad lubatud väärtused, lisatakse need tuleohutuskujale. Väljaulatumise ulatus on igas riigis erinev.

Šveitsis mõõdetakse tuleohutuskuja fassaadide vahelise kaugusega, kui väljaulatuvad osad hoonest ei ulatu kaugemale kui 1 meeter. Vastasel juhul lisatakse kõik, mis ulatub üle 1 meetri, tuleohutuskujale.

Austrias tuleohutuskujade määramisel arvesse võetakse väljaulatuvad osad, mis ulatuvad kaugemalt kui 1,5 meetrit

Saksamaal tuleohutuskujade määramisel tuleb arvestada konstruktsiooni elementidega, mis ulatuvad kaugemale kui 1,5 meetrit. Tuleohutuskuja mõõtmisel ei arvestata konstruktsiooni elementidega, mis ulatuvad üle välisseina nagu karniisid ja katuseääred, kui nende pikkus on vähem kui 1,5 meetrit ja kui need on vähemalt 2 meetri kaugusel krundi piirist.

Venemaal ei võeta kuni 1 meetri võrra hoonest eralduvad konstruktsiooni osi arvesse, üle selle lisatakse tuleohutuskujale.

Meie riigis, kui hoonel on põlevate tarinditega väljaulatuvaid osi eendumisega üle 0,5 m, tuleb kuja mõõta nendest (sellest).

Et oleks parim ülevaade lubatud hoone väljaulatuvate osade ulatusest, pakub autor koostatud võrdluseks tabelit 4, kus on ära toodud viie riigi vastavad normid.

Tabel 4. Väljaulatuvad osad (autor)

	Lubatud hoone väljaulatuv osa, m
Šveits	1
Austria	1,5
Saksamaa	1,5
Venemaa	1
Eesti	0,5

2.3. Tuleohutuskujale mõjuvad faktorid

Oma töö alguses puudutas autor põgusalt tegureid, mis mõjutavad tuleohutuskuja suurust, nüüd peatutakse sellel pikemalt.

Hoone asukoht

Seda faktorit ei võeta arvesse tuleohutuskuja määramisel analüüsitud riikides. Autori arvamus on, et tuleohutuse seisukohalt on väga oluline hoonete orienteeritus lähtuvalt antud piirkonnas valdavast tuulte suunast. Valdav tuule suund võiks määrata tuleohutuskuja suuruse.

Hoone kasutusviis

Hooned jagunevad kasutusotstarbe järgi: elamud ja eluruumid, majutushooned, ehitised, mis on ööpäevaringses kasutuses ja kus on hooldusaluseid või isoleeritud inimesi, suurte rahvahulkade koogunemishooned, ehitised, mis on üldjuhul päevases kasutuses ja milles reeglina viibivad ruume tundvad isikud, tööstus- ja tootmishitised, milles reeglina viibivad ruume tundvad isikud ning garaažid.

Kasutusviis määrab suuresti tuleohutuskuja ulatuse enamuses analüüsitud riikides – Šveitsis, Saksamaal, Venemaal ning Austrias. Kasutusviisiga on mõõdetud võimalikud riskid ja seepärast on kasutusviis üks olulisemaid faktoreid tuleohutuse tagamisel ja tuleohutuskuja määramisel. Erinevused tuleohutuskujade suuruses on tööstusrajoonides võrreldes elurajoonidega - kus on suurem ohu tõenäosus, seal peab olema ka suurem tuleohutuskuja.

Austrias pööratakse erilist tähelepanu inimeste hulgale hoones just evakuatsiooni seisukohalt, inimeste hulgast sõltub ka tuleohutuskuja suurus.

Hoone tulekaitsetase

Hoone tulekaitsetase all mõtleb autor automaatset tulekahjusignalisatsiooni süsteemi ning automaatset tulekustutussüsteemi. Sellise faktori mõju tuleohutuskuja suurusele autor ei leidnud, vaid läbiviidud intervjuude käigus intervjuueerivad arvasid, et need komponendid võiksid mõjutada tuleohutuskuja suurust.

Hoone tuleohutusklass

Tuleohutuskuja määramisel selline faktor võetakse arvesse Saksamaal, Austrias ning Šveitsis. Nendes riikides tuleohuklassi moodustab hoonete välisseinte ehitusmaterjal. Kui kahe hoone välisseinad on ehitatud tulekindlast ehitusmaterjalist siis nende vahel tuleohutuskuja suurus on väiksem, juhul kui hoonete välisseinad on ehitatud tuldkartvast ehitusmaterjalist, siis tuleohutuskuja suurus hoonete vahel peaks olema suurem, lähtudes tulekahju ohu tõenäosusest.

Varem selline faktor mõjus tuleohutuskuja suurusele Eestis. Kui hoone loetati kolmandasse tuleohuklassi, tuli tuleohutuskuja suurendada 50% võrra.

Hoone tulepüsivusklass

Võetakse aluseks tuleohutuskujade määramisel Venemaal, varem oli see ka Eestis. Tuleohutus sõltub valitud ehitismaterjalidest ja nende omadustest. Vastavalt VVm nr 315 ehitise või selle osa tuleohutuse näitajaks on tuletundlikkus ja tulepüsivus. Ehitised ja selle osad jaotatakse tulepüsivuse seisukohalt kolmeks:

- 1) tulekindel (TP1)- ehitise konstruktsioon ei tohi ettenähtud aja jooksul tulekahjus variseda, kusjuures üldjuhul sellise ehitise kandekonstruktsioon tulekahjus ei varise;
- 2) tuldtakistav (TP2)- ehitise konstruktsioon ei tohi ettenähtud aja jooksul tulekahjus variseda, kusjuures ettenähtud aeg on lühem tulekindla ehitise suhtes ettenähtud ajast;
- 3) tuldkartev (TP3)- ehitise kandekonstruktsioonile ei seata nõudeid kandekonstruktsiooni tulepüsivuse suhtes.

Tulepüsivuse all mõeldakse konstruktsiooni püsivust säilitada oma kandevõime ja terviklikkus tulekahju tingimustes ettenähtud aja jooksul. Venemaal on 8 tulepüsivusklassi ning need jaotatakse kolmeks grupiks I,II; III; IIIa, IIIb, IV, IVa, V. Eestis on 3 tulepüsivusklassi: TP1 (tulekindel), TP2 (tuldtakistav), TP3 (tuldkartev).

Praegu Eestis tulepüsivusklass ei mõjuta hoonete vahelise tuleohutuskuja suurust, kuna tänasepäevased TP1 kõrvalasetsevad hooned klaasfassaadidega võivad isegi olla ohtlikum, kui kõrvalasetsevad TP3 klassi hooned.

Hoone kõrgus, pikkus ja katuse kalle

Kõrgusele pööratakse tähelepanu Austrias. Seal mõõdetakse tuleohutuskuja suurust otseselt hoone kõrgusest ja see peab olema pool hoone kõrgusest ja mitte vähem kui 3 meetrit.

Saksamaal arvestatakse samuti hoone kõrgust. Lamekatuse puhul lähtutakse seina kõrgusest ja viilkatuse puhul arvestatakse kaldnurgaga. Eluhoonete puhul 0,4 seina kõrgust ning äri- ja tööstushoonete puhul – 0,2 seina kõrgusest. Erinevates piirkondades Saksamaal on tuleohutuskuja määramisel olemas erinevad variandid, aga minimaalne tuleohutuskuja peaks olema mitte vähem kui 3 meetrit.

Saksamaal on ka katuse kaldenurk tuleohutuskuja määramisel otsustava tähtsusega. Kui katuse nurk on 45 kraadist kuni 75 kraadini, siis sein kõrgusele lisatakse 1/3 katuse kõrgusest. Kui katus on rohkem kui 75 kraadi, siis lisatakse kogu katuse kõrgus. Saadud kõrgus on aluseks tuleohutuskuja määramisel sõltuvalt hoone kasutusviisist, kas 0,2 H või 0,4 H.

Seina pikkust võetakse arvesse Saksamaal. Sein pikkusega üle 16 meetri- tuleohutuskuja määratakse sein kõrgusega korrutades 0,4-ga, kui sein pikkus vähem kui 16 meetrit siis saab vähendada tuleohutuskuja poole võrra, kuid mitte vähem kui 3 meetrit. Tööstuspiirkondades selline reegel ei kehti. Seoses sellega tekkis Saksamaal mõiste - autoriteetne sein.

Tuleohutuskujade arvestamisel võetakse aluseks autoriteetne sein.

Insolatsiooni tingimused

Saksamaal ja Austrias võetakse ehitusnormidena arvesse ka insolatsiooni (päikese valgustus) ja ventilatsiooni ja seetõttu nende normide täitmine moodustab iseenesest teatud juhtudel juba tuleohutuskuja. Näiteks Austrias on tuleohutuskuja küllaldane, kui päike paistab akendes 45-kraadise nurga all.

Põlemiskoormus

See on ruumis paikneva põleva materjali, inventari ja põlevate ehitustarindite täielikul põlemisel vabanev soojushulk. Nimetatud soojushulk arvatuna põrandapindala ruummeetri kohta on eripõlemiskoormus. Eripõlemiskoormuse ühikuks on MJ/m². See on väga oluline faktor, mis võetakse arvesse Austrias ning Venemaal tuleohutuskuja suuruse määramisel. Eristatakse alalist ja ajutist põlemiskoormust. Alaline põlemiskoormus moodustub ehitusmaterjalist, millest on hoone ehitatud lisaks ka viimistlusmaterjal ning ajutine põlemiskoormus on mööbel ja muu põlevmaterjal, mis hoones võib ajutiselt olla.

Lähema tuletõrjekomando asukoht

Võimalik, et tuletõrjekomando asukoht ja tema reageerimisaeg on tähtsam tuleohutuskujale mõjuvatest faktoridest. Autor arvab, et kiire reageerimisaeg ning kohale saabumise aeg sõltuvad ka õigeaegsest teavitamisest, kas see on ATS või siis õnnetusjuhtumi pealtnägija, teavitamine on väga oluline asi. Teavitamine ja komando kohalesaabumine linnades, kus arväärtuses inimeste hulk on suurem võrreldes maakohtadega, toimub kiiremini. Kohalesaabumine maakohtades on raskendatud, mitte ainult kauguse, vaid ka maastiku iseärasuste ja halbade ilmastikutingimuste tõttu. Autor arvab, et selline mõjuv faktor laseb mitte vähendada, vaid suurendada tuleohutuskuja suurust maakohtades.

Ühel krundil tuletõkkeseptsiooni pindala arvestamine

Tuletõkkeseptsioon mängib olulist rolli tuleohutuskuja määramisel nii Eestis, Venemaal, Šveitsis kui ka Saksamaal.

Näiteks, Eestis vastvalt EPN 10.1 p 6.2 ning tabelile 8, sama kinnistu hooneid võib ehitada üksteisele lähemale, sel puhul loetakse lubatavaks korruste või tuletõkkeseptsiooni pindalaks kõikide selles rühmas olevate hoonete ja nende vaheliste täisehimata alade üldpindala. Selle maksimaalsuurus määratakse EPN 10.1 tabelile 4 ja 5 alusel rühma madalaima tulepüsivusega hoone järgi. Hoonerühmade projekteerimisel tuleb täita tuletõkkeseptsioonide moodustamise nõudeid.

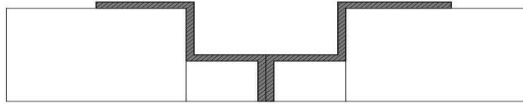
2.4 Tuleohutuskujade kompenseerimismeetmed

Tuleohutuskuja puudujääk võib olla kompenseeritud erinevate tehniliste ja konstruktsiooniliste lahendustega. Oma töös autor tahab pakkuda vastavaid lahendusi tema poolt tehtud fotode alusel:

Tuleohutuskuja vähendamist lubavad järgmised kompensatsiooni meetmed:

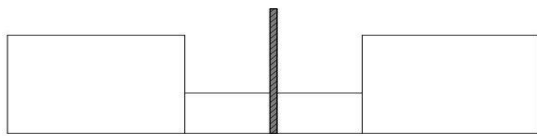
- 1) Tulemüür.
- 2) Automaatne tulekahjusignalisatsiooni süsteem (ATS).
- 3) Automaatne tulekustutussüsteem. (AKS)
- 4) Lähemaa päästekomando asukoht (kaugus).
- 5) Tuletõkkesein.
- 6) Hoone tulepüsivus (hoonetulepüivusklassi tõstmine).
- 7) Veekardin.
- 8) Avade pindala vähendamine.

Autor pakub kompenseerimismeetmeid reaalse juhtumite alusel Tallinna linnas, selleks on tehtud ka fotod (vt Lisa 6).

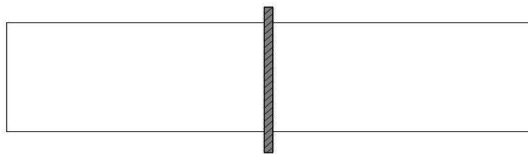


Joonis 1. Põlevmaterjali katmine tulekindla materjalidega (vt Foto 1) (autor).

Põlevmaterjali katmine tulekindlate materjalidega tulepüsivusega vähemalt EI60. Sama puudutab ka hoone väljaulatuvaid osi, mis paiknevad tuleohutuskuja alas.



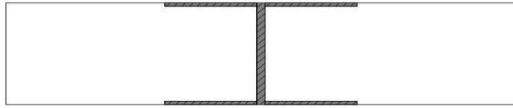
Joonis 2. Tulemüüri rakendamine (vt Foto 1) (autor).



Joonis 3. Tulemüüri ulatus ja kõrgus (vt Foto 2) (autor).

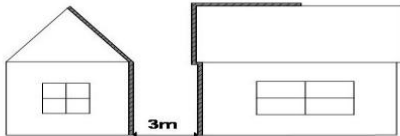
Joonistel 2 ja 3 peab tulemüür ulatuma külgsuunas vähemalt 100 mm ja kui põlemiskoormus ületab 1200 MJ/m², siis vähemalt 750 mm seina tasapinnast väljapoole (EVS 812-7).

Kui katuse pealispinna kõrguste erinevus on väiksem kui 300 mm, peab tulemüür ulatuma katusekattest kõrgemale kui 300 mm. Seda on võimalik asendada piisava horisontaalsuunalise katkestusega. Kui põlemiskoormus ületab 1200 MJ/m², peab tulemüür ulatuma vähemalt 750 mm katuse pealispinnast kõrgemale, seda kõrgendamist ei saa üldjuhul korvata horisontaalsuunalise katkestamisega (EVS 812-7).



Joonis 4. Tulemüür ning põlevmaterjali katmine tulekindlate materjalidega (vt Foto 2) (autor).

Juhul kui tulemüür ei vasta Eesti Vabariigi standardis määratud suurustele, võiks hoone parempoolse ja vasakpoolse külje 1 meetri ulatuses nii eest kui ka tagant katta tulekindlate materjalidega.



Joonis 5. Põlevmaterjali katmine tulekindlate materjalidega (vt. Foto 3) (autor).

Põlevmaterjali katmine tulekindlate materjalidega tulepüsivusega vähemalt EI60.

Tulekaitset võib teha plaatimise, pihustuskatmise, krohvimise või värvimise teel.

Soojusmahtuvusvõimet suurendatakse ka näiteks terastoru täitmisel betooniga. (EVS 812–7)

3. TULEOHUTUSKUJA ARVUTAMINE JA INTERVJUUDE TULEMUSTE ANALÜÜS

3.1 Tuleohutuskuja arvutamine

Autori poolt käsitletud maadest on Venemaa ja Austria ainukesed riigid, kus tuleohutuskujad on võimalik ka arvutada lisaks ettenähtud normidele ja eeskirjadele. Selliseid arvutusi tehakse kas tellimustöödena või siis kohtuvaidluses, sest arvutused on iseenesest keerulised, teadmistemahukad ja nõuavad suurt kogemust. Tavaliselt kasutatakse siiski kehtivad norme. Mõlemas riigis on arvutustespetsiifika, aga põhiolemuselt on arvutus ühesugune. Tuleohutuskuja määramisel on põhiteguriteks põleva hoone soojuskiirgus kõrvalhoonele. Kui teistes riikides on tekkinud olukord, kus tuleohutuskujaga seotud vaidlusküsimused vajavad kontrollimist, kasutatakse naabermaade vastavasisulisi arvutusmeetodid. Näiteks Eesti kasutab Venemaa versiooni tuleohutuskujade arvutamiseks, Saksamaa, Šveitsi ja Tšehhi kasutavad Austria arvutussüsteemi. Kahjuks Austria arvutussüsteemi autor esitleda ei saa, kuna see on riigi siseinformatsioon. Et oleks võrdlusmoment, esitab autor Kanada versiooni.

Venemaa arvutusmeetod on esitatud vastava õpikule Ройтман, М.Я. 1985. Противопожарное нормирование в строительстве: Обоснование противопожарных расстояний между зданиями, 3, 317-341.

Kanada arvutusmeetodi puhul on võetud aluseks NFPA 80A Recommended Practice for Protection of Buildings from Exterior Fire Exposures 2007.

Autor esitleb mõlemad meetodid, lähtudes konkreetsest ülesandest, mille aluseks on reaalne tulekahju, mis leidis aset 29.04.2010 Nõmmel, kus põles maha Nõmme turg ja kannatada sai naaberhoone, mis asus teiselpool tänavat.

Eraldi on toodud rakenduslik näide suvilarajoonidest. (vt.Lisa 9)

Arvutusülesanne:

Määrata tuleohutuskuja puidust turuhoone ja üle tänava asetseva elamu-büroohoone vahel järgmiste lähteandmete põhjal:

Andmed on saadud Nõmme turuhoone projekteerija firmast WSP Talone OÜ

Hoone pikkus-38,4 m

Hoone laius-11,3 m

Hoone kõrgus-10 m (külg-4,6 m)

Hoone põlemiskoormus – 650 MJ/m²

IV Kasutusviis (Turuhoone)

Lähteandmed Venemaa arvutusmeetodi jaoks: Leegi pinna keskmine temperatuur $T_1=1300\text{K}$, leegi laius=(võrdne hoone külje pikkusega) $L=38\text{ m}$, leegi kõrgus $h=10\text{ m}$, minimaalne soojuskiirguse intensiivsus $q_{\min}=13900\text{ W/m}^2$.

Lähteandmed Kanada arvutusmeetodi jaoks: Hoone pikkus=38 m, hoone kõrgus=10 m, hoone laius=11 m, hoone kasutusviis- IV (turuhoone), korruse arv – 1, hoone tulepüsivusklass - tuldkartev.

3.1.1 Venemaa arvutusmeetod

Kuna puuduvad tehnilised andmed arvestuste tegemiseks ja polüstireeni omaduste kohta põlengu korral, kaasa arvatud EPS-i kasutamisel ehituskonstruktsioonides ja õhekrohviga fassaadisoojustamise süsteemis, siis kasutame analüüsi teostamisel NSVL-s ja Venemaal välja antud norme ja teatmekirjandust. Lähtudes eeltoodust kasutame analoogmeetodit ja võtame EPS-i asemel analoogiks puidu/puitehitise, mille tehnilised andmed on teada. Puidule lubatud/ohutu temperatuur on 353°K (80°C), milline on väga lähedane katmata polüstireeni kasutuspiirile ($85^\circ\text{...}90^\circ\text{C}$). Käesoleval juhul on uuritava hoone välisseinu katvad EPS-plaadid kaetud õhukrohvi kihiga. Selline kaitsekiht tagab EPS-ile tuletundlikkusega seonduvalt 2 klassi kõrgema taseme kui analoogiks võetud puit.

Analoogiks võetud puidu puhul on meil tegemist kahe puitehitisega ehk tulepüsivuse seisukohalt kahe TP3 klassi kuuluva ehitisega. Eesmärgiks on kindlaks teha kahe TP3 klassi kuuluva hoone vaheline tuleohutusküsimus.

Kuna soojuskiirgusest kannatada saanud hoonel oli fassaadi katematerjalina kasutatud polüstireeni ja viimase kohta puuduvad andmed, siis autor kasutab analüüsis NSVL –is ja praegu Venemaal ehitusmaterjalide kohta kasutatavaid andmeid .

Lähteandmed ja arvutus:

1. Leegi pindala $S=h \times L$

h - leegi kõrgus 10m

L - leegi pikkus 38m

Leegi pindala $S=h \times L= 10 \times 38= 380\text{m}^2$

2. K -soojusvahetuse tegur

Tegur sõltub:

-Soojuskiirguse minimaalsest intensiivsust (q)

-Leegi keskmisest temperatuurist ($T1$)

2.1 Soojuskiirguse min intensiivsus puidu puhul (vt. tabel 6)

• $t= 3\text{min}$ $q_{\text{min}}= 18800 \text{ W/m}^2$

• $t= 5\text{min}$ $q_{\text{min}}= 16900 \text{ W/m}^2$

• $t= 15\text{min}$ $q_{\text{min}}= 13900 \text{ W/m}^2$

Märkus: Soojuskiirguse intensiivsuse juures arvestatakse 3 ja 5 min puhul, et tulekahju ei lähe veel hoonest välja, kui hoonet ei pandud põlema väljaspool. Seega me valime arvutustes $q_{\text{min}}= 13900 \text{ W/m}^2$.

2.2 Leegi keskmine pinnapealne temperatuur $T1=1300 \text{ K}$

Teguri k leiame tabelist 7 (vt Lisa 4), mille puhul:

$ah= 45^\circ$ - suurim kiirguse nurk horisontaalpinnal

$av= 10^\circ$ - suurim kiirguse nurk vertikaalpinnal

Saadud algandmetel: $q_{\text{min}}= 13900 \text{ W/m}^2$; $T1= 1300$; $ah= 45^\circ$; $av= 10^\circ$

saame tabelist 7 soojusvahetuse teguri väärtuseks $k= 1.42$.

2. Puitkonstruktsioonis (TP3) hoonete vaheline vajalik tuleohutuskuja (1):

$$L= k\sqrt{S}= 1.42\sqrt{380} = 1.42 \times 19.49 = 27.7 \text{ m}$$

Vastus: Ehitiste vaheline tuleohutuskuja on 28 meetrit.

3.1.2 Kanada arvutusmeetod

Kanada arvutusmeetodi puhul tehakse arvutus kõigi nelja suuna suhtes: põhi, lõuna, ida, lää. Arvutustes kahe põhilist tegurid: soojuskiirgus ja leegi vahetu toime.

Tuleohutuskuja suuruse arvutamisel võetakse aluseks hoone põlemiskoormust, seinte ja seintes olevate avade protsentuaalset suhet, leegi kõrgust ja laiust. Põlemiskoormuse moodustab nii ajutine(mööbel hoone sees jne) kui ka alaline põlemiskoormus(välised ehitusmaterjalid). Põlemiskoormus jaguneb: kergeks, keskmiseks ja raskeks. Ühes hoones võib olla mitu ruumi erineva ohtlikkuse astmega, vaadatakse eraldi igat ruumi põlemiskoormuse seisukohalt ja tuuakse välja kõige suurem põlemiskoormus.

Näiteks:

Põhjakülg: kontor, elektritarvete ladu

Kontori põlemiskoormus: keskmine

Lao põlemiskoormus: raske

Kontori ajutine põlemiskoormus: keskmine

Lao ajutine põlemiskoormus: raske

Üldine põlemiskoormus: raske (alati lähtutakse raskemast põlemiskoormusest).

Seinad, mis 20 minuti jooksul ei suuda kinni pidada tuld käsitletakse kui 100% avaust. Seinad, mis peavad põlemisele vastu üle 20 minuti vaadatakse kui seinad mille protsentuaalne suhe avadega on 75 %. Mõningatel juhtudel võetakse avade protsendiks ka tegelik avade protsentuaalne suhe, näiteks kivisein aknaga (McGuire....1966:56). Et määrata tuleohutuskuja suurust tuleb tabelis 9 toodud arvvärtus korrutada hoone kõrguse või laiusega (väiksema suurusega) ja lisada 1,5 meetrit (vajalik puhvervahemaa arvutuse puhul).

Tabelis 9 on toodud tuleohutuskuja sellisena, mis võimaliku tulekahju korral välistab naaberhoonete põlema süttimise. Arvestuses eeldatakse, et ühelgi naabermajadest ei ole lisa tulekindlust.

Põhimõtted, mille põhjal see tabel on koostatud, leiavad käsitlemist raamatust "Fire and the Spatial Separation of Buildings" (McGuire, 1966).

Arvutuse aluseks on mitmed katsed, mille käigus selgitati välja tuule ja soojuskiirguse toime hoonele, mis oli ehitatud erinevatest materjalidest.

Mõõtühikud vastavad SI süsteemile, mõningad koefitsiendid võivad olla ligilähedased.

Arvutuseks on tehtud ka Nõmme turu skemaatiline joonis, mis asub lisa 7. (vt Joonis 16)

I. Põlemiskoormuse tase määramine:

- Määrata soojuskiirgus mis erastatakse turuhoone kogu põlevmaterjalide maha põlemisel.
- Määrata palju materjale on turuhoones.
- Määrata põlemiskoormuse hulk kg/m².

Konstruksioonid:

Seinad:

Korruselisus: 1 korrus

Põhi- ilma tulepüsivusklassita

Seintes olevad avad: ilma tulepüsivuseta

Lõuna- ilma tulepüsivusklassita

Siseviimistlus: 100% põlevmaterjalist

Ida – ilma tulepüsivusklassita

Hoone kasutusviis: IV (туруhoone)

Lääs - ilma tulepüsivusklassita

Kasutusotstarbe: Kaubandus

1) Hoone piirdekonstruktsiooni üldpindala(sein, põrand, lagi)

$$S1=(L \times w) \times 2=38 \times 11=418 \times 2=836 \text{m}^2$$

$$S2=(L \times h) \times 2=(38 \times 10) \times 2=760 \text{m}^2 \quad = 1816 \text{m}^2 \text{ (piirdekonstruktsiooni üldpindala)}$$

$$S3=(w \times h) \times 2=(11 \times 10) \times 2=220 \text{m}^2$$

$$S(\ddot{u})=S1+S2+S3=836+760+220=1816 \text{m}^2 \text{ (piirdekonstruktsiooni üldpindala)}$$

2) Üldsoojuskiirgus kogu turuhoone põlemisel:

650 MJ/m² - turuhoone põlemiskoormus

$$650 \text{ MJ/m}^2 \times 1816 \text{m}^2=1180400 \text{ MJ}$$

3) Põlemiskoormuse tase

20 MJ/kg – puidu kütteväärtus (vt tabel 8)

$$1180400:20:1816=32,5 \text{ kg/m}^2 \text{ - põlemiskoormuse tase – kerge (vt tabel 10)}$$

a) **Põhi-Lõuna** (hoone on sümmeetriline mõlemas küljes)

Külje põlemis ulatus : laius(pikkus) $w=38m$

kõrgus $h=10m$

Alaline puhvermaa = 1,5m

Põlemiskoormuse tase (vastavalt tabelile 10)

Alaline põlemiskoormus: kerge

Ajutine põlemiskoormus: kerge

Üldine põlemiskoormus: kerge

w/h või $h/w - 38m/10m = 3.8 = 4m$

Avade protsent: 100% (tulepüsisivus on alla 20 minuti-hoone on tuldkartev)

Arvväärtus (tabelist 9) – 2,55

Valem: $[k \times w/h$ või $h/w] + 1.5m$

Tuleohutuskuja: $[2,55 \times 10m] + 1.5m = 27m$

b) Ida-Lääs (küljed on sümmeetrilised)

Külje põlemis ulatus : laius(pikkus)=11m

kõrgus=5m

Põlemiskoormuse tase (vastavalt tabelile 10)

Alaline põlemiskoormus: kerge

Ajutine põlemiskoormus: kerge

Üldine põlemiskoormus: kerge

w/h või $h/w - 11m/5m = 2,2m=2,5m$

Avade protsent on 100% (hoone on tuldkartev)

Arvväärtus tabelist (tabelist 9) on 2,13

Tuleohutuskuja: $[2,13 \times 5m] + 1.5m = 12,15m = 13m.$

Vastus: Tuleohutuskuja lõuna ja põhja külje jaoks on 27m ning ida ja lääne külje jaoks on 13m. Kuna elamu-büroohoone on TP1 klassina, siis ohtu temalt vähem, ohutu kuja moodustab ikkagi objekt suurema ohuga, ehk Nõmme turult 27 meeter põhja poole.

3.1.3 Venemaa ja Kanada tuleohutuskuja arvutusmeetodite kokkuvõte

Vastavalt VVm nr 315 "Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded" kohaselt on tulepüsiva/TP1-klassi ja tuld kartva/TP3-klassi kuuluvate ehitiste vaheline minimaalne tuleohutuskuja 8m. Tegelikult asub Turu plats 5/7 olev hoone põlenud Nõmme turuhoonest ca 32 m kaugusel.

Venemaa läbi viidud tuleohutuskuja arvutuses kasutati analoogmeetodit, kuna puuduvad tehnilised- ja katseandmed polüstüreeni (EPS i) ja õhekrohviga fassaadisoojustuse liitsüsteem omaduste kohta põlengu/tulekahju korral. Selle puhul oli EPS- i asemel analoogiks võetud puit, kuna puidu lubatud kasutuspiir on väga lähedane polüstüreeni sama näitajaga.

Läbiviidud arvutuse ülesandeks oli analoogmeetodil leida puidu kasutamisel kahe TP3 klassi kuuluva hoone vaheline vajalik tuleohutuskuja ehk vahekaugus, mille puhul puitkonstruktsioonis ehitised ei ohusta põlemise korral teises hoones kasutatud puitu (analoogina lahtis EPS-i). Vajalikuks vahekauguseks arvutuse põhjal ca 28 m. Elamu-büroohoone kaugus Nõmme turuhoonest on aga 32 m.

Eeltoodu põhjal tuleb Nõmme turuhoone põlengut mõjutegurina Turu plats 5/7 asuva elamu-büroohoone välispiirete kahjustuste osas lugeda erandlikuks, mille kohta teoreetilised arvutused ei kehti (arvutused ei suuda kajastada kõiki põlengu nüansse ja detaile, millest osa algandmetena teadmata ja seejuures osa neist määratlematud (põlemise intensiivsus, tuule suund ja selle tugevus, kustutamise kiirus jne)).

Arvutades tuleohutuskuja kanada meetodi järgi, oleks olnud ohutu distants turuhoone ja naaberhoone vahel 27 meetrit, mis on väga lähedane venemaa arvutuse vastusega (28 m).

Arvutuse põhjal teeb autor järelduse, et Kanada meetod, mille aluseks on hoone põlemiskoormus ja seinapinna ja avade pindala protsentuaalne suhe ning Venemaa meetod, mille aluseks on hoone tulepüsivusklass, leegi pindala, pinnapealne leegitemperatuur, maksimaalne kiirguse intensiivsus ning kiirguse tegur, on väga sarnased. Mõlemate meetodite järgi saadud vastused on suhteliselt samad. Kokkuvõtteks võib saadud vastuste alusel järeldada, et arvutused on tehtud õigesti ning saadud tulemused võib lugeda usaldusväärseks. Mõlema meetodiga on seega võimalik tõendada tuleohutuskuja vajalikku suurust .

Autor arvab, et sellised suured tuleohutuskujad ei ole puht majanduslikult põhjendatud, kuid on õigustatud tuleohutuse seisukohalt. Tuleohutuskuja suuruse määramise otsustavaks faktoriks on siiski majanduslik faktor, millele lisandub tuletõrjekomandode reageerimiskiirus ehk ajafaktor, seepärast peab autor palju mõistlikumaks suurt tuleohutuskujad rakendada maakohtades, kus tuletõrjekomandode reageerimine toimub pikema aja jooksul (paiknevad kaugemal, võrreldes linnadega), kohalejõudmine on raskendatud teolude tõttu ja samas on maa väärtus odavam linnaga võrreldes. Kaasaegne tuleohutuskuja Eesti linnades on 8 meetrit, mis tagab küllaldase aja päästekomandode reageerimiseks. Tuleohutuskuja arvutused näitavad, kui palju võivad erineda arvutuslik kuja ja tegelik kuja. Arvutuses võeti arvesse ainult hoone karakteristikat, arvesse ei võetud päästekomando reageerimise aega, tulekahju avastamist ning kustusseadmeid hoones.

3.2 Intervjuude tulemuste analüüs

Intervjuu oli läbi viidud perioodil 23.03.2011-28.03.2011, kogu perioodi käigus on intervjuueeritud 5 päästametnikku (vt Lisa 5).

Intervjuu eesmärgiks oli tuleohutuskuja uuring ning tuleohutuskuja järgimisega seotud probleemide analüüs Eestis. Eesmärgi saavutamiseks oli küsimused jagatud kaheks, esimeses osas olid küsimused valitud selliselt, et intervjuueeritav analüüsiks päästemeeskonda (suurus, tehnika võimekus, kohale saabumise aeg) võimalusi tuleleviku ärahoidmiseks ühelt hoonelt teisele ning teine küsimuste valdkond kujutas endast küsimusi, mis puudutasid võimalikke probleeme seoses tuleohutuskujadega ja tuleohutuskujasid mõjuvate faktoritega.

Et saavutada püstitatud paremat tulemust, valis autor kandidaate, lähtudes küsimuste spetsiifikast ja intervjuueeritavate töökogemusest. Kõik küsitletud omavad suurt töökogemust päästesüsteemis. Üks esimesi küsimusi intervjuueeritavatele oli tuleohutuskuja ajalugu Eestis. Selgus, et tuleohutuskujad ilmusid peale seda, kui meil hakkasid tekkima tiheasustused nagu linnad, kus vanasti olid valdavalt puitehitised. Ajalugu mäletab palju sellised juhtumeid, kus põlesid maha terved linnad. On üsna loogiline järeldada, et tuleohutusnõuete ajalugu algabki seetõttu linnadest ja ega Tallinngi selles osas erandit moodusta. Ja nagu normidega tihtipeale juhtub – olemas nad on, aga täita ei taha neid keegi ja just see oli valdav ehitussituatsiooni kujundaja. Tuleohutuskujad olid ikkagi seotud sellega, et terve linn maha ei põleks, kui õnnetus juhtub.

Uus sajand tõi kaasa kiire normide muutumise, Nõukogude Liidu pärandina kehtinud СНиП- asendati Soomest ülevõetud normidega, mis omakorda said 2004. aastal uuendatud ja nüüd kehtib tuleohutuskuja osas ka Eestis 8- meetrine tuleohutuskuja. Peab mainima, et kõik need muutused tõi endaga kaasa ka probleeme. Varem СНиП järgi üherealise elamu puhul grupeeriti hooned kahekaupa ja tuleohutuskuja mõõdeti gruppide vahel, nagu ka kaherealise ehitise puhul, kus grupi võivad moodustada neli hoonet, kaks kummastki reast.

Ühe krundi piires olevate eluhoonete ja abihoonete vaheline tuleohutuskuja ei kuulu normeerimisele. Sellises tuleohutuse käsitluses on meil valmis ehitatud paljud suvilarajoonid. Nüüd ehitatakse tolaeagsetest suvilatest elumaju. Sel juhul peab tuleohutusinsener mõtlema välja komperseerimismeetodi, mille järgi saaks võimalikku tulelevikut takistada naaberehitistele. Meie insenerid tegutsevad vastavalt VVm nr 315 § 2 järgi ehk ühelt hoonelt teisele on tule levik takistatud. Tekkinud olukorra lahendamisel kasutatakse EVS 812 – 7. osa või EPN 10.1- 1. osa ning tihtipeale kompenseeritakse puudujääk kas tulemüüri või sektioneerimisega, EVS 812 - 7. osa annab ka teised lahenduse võimalused. Mõnedel juhtudel tekib inseneri ees reaalne probleem, mis nõuab teatud teadmised muuviisil takistada tule levikut.

Hoone, mis kuidagi on ehitatud varasemal ajal ja vanade normide järgi, elab edasi oma elu, ainult et vajadus ümberehituseks tekitab küsimuse, kas käsitleda olukorda juba uute normide alusel, ja siin tahab autor märkida, et siiamani häid lahendusi selles osas ei ole.

Intervjuust selgus, et Eesti vajab ka tuleohutuskuja arvutusmeetodit, mis peaks olema lihtne, arusaadav ning põhjalik.

Autori poolt pakutud faktoritest, mis mõjuvad tuleohutuskujale, valisid intervjuueeritavad olulisemad. Nende arvamusel kõige olulisemad faktorid on hoone tulekaitsetase (automaatne tulekahjusignalisatsiooni süsteem ning automaatne tulekustutussüsteem), tulepüsivusklass (ehitusmaterjali tuletundlikkus ning tulepüsivus), avade pindala ning asukoht, tuletõkkesein või tulemüür, põlemiskoormus (alaline ja ajutine) ning päästekomando kohalesaandumise aeg.

Üks oluline uuringu eesmärk oli saada vastus, kas päästjate hulk, tehnika võimekus ning kohalesaandumise aeg võivad mõjutada tuleohutuskuja suurust või mitte. Intervjuudest selgus, et päästekomandode reageerimise aeg on väga oluline faktor, mis võib mõjutada tuleohutuskuja suurust. Kui võrrelda vanu aegu tänapäevaga, siis võiks öelda, et täna sel päeval päästjaid, kes osalevad tulekahju kustutamisel sündmuskohal, on vähem. Kui tehnikat võrrelda, siis kaasaegne tehnika meil on kiirem, aga vana tehnika läbivus oli parem. Kui rääkida kohalesaandumise aegadest, siis võiks öelda, et see jäi samaks, tänapäevased päästeautod on kiiremad, aga nende

kiirust alandav faktor on väike läbivus ning suur autode hulk tee peal. Linnades pole probleemi, päästeauto on kohal 5-10 minuti jooksul. Suur probleem sellega võiks tekkida ikkagi maakohas, kuhu pääsemisel kulutakse rohkem aega. Päästjate hulk tulekahjul sõltub sellest, et osa meeskonnast kõrvalhoonete põlemisel kindlasti peaks olema vajalik jahutamiseks, see omakorda väheneb võimekust osaleda otse tulekahju kustutamisel ning inimeste päästmisel. See tähendab, et tulekahjude likvideerimise aeg varem oli lühem kui praegu.

Intervjuu käigus selgus samuti, et Eestis on olemas tuleohutuskuja järgimisega seotud probleemid.

Küsimusele, kas Eestis on 8- meetrine kuja piisavalt põhjendatud, oli intervjuueeritavatel raske vastata. Selgus, et ilma kiire päästemeeskonna sekkumiseta pole 8 meetrit ja isegi rohkem põhjendatud. Eesti tuleohutuskuja sõltub rohkem kiirest õnnetusjuhtumist teavitamisest ning päästeressursside reageerimisest. Kui teavitamine ning päästemeeskonna kohalesaatumise aeg on kiire, nagu näiteks linnas, siis on 8- meetrine tuleohutuskuja küll põhjendatud, aga mitte maakohtades. Autor on nõus, et sellele küsimusele on raske vastata statistikale tuginemata.

4. JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

4.1 Järeldused

Autori poolt läbiviidud tuleohutuskuja- alase uuringu tulemusel selgusid peamised probleemid ja puudused Eestis. Selles alapeatükis toobki autor välja kuus peamist järeldust, mida väites tuginetakse lõputöö raames läbiviidud tuleohutuskuja- alasele uuringule.

1. Puuduvad või puudulikud andmed tuleohutuskuja kohta, mis võimaldaksid teha vastavasisulist põhjalikku analüüsi.
2. Peamised faktorid, mis mõjuvad tuleohutuskuja suurusele, on lähema päästekomando asukoht, hoone tulepüsivusklass ning hoone tulekaitsetase.
3. Peamine probleem Eestis tuleohutuskuja järgimisel ning tule leviku takistamisel naaberehitistele on tiheasustusega piirkondades vanad elamurajoonid.
4. Tuleohutuskuja arvutus võimaldab tõendada tuleohutuskuja.
5. Eesti vajab meetodikat, mis võimaldab määrata tuleohutuskuja ja viimase mittevastavusel pakub kompensatsioonilahendusi.
6. Väikesed tuleohutuskujad hoonete vahel eeldavad, et tulekahju avastatakse kiiresti ja kiiresti jõuavad kohale päästemeeskonnad.

Järgnevalt toob autor välja ettepanekud, mille rakendamisel on võimalik uurida täiesti tuleohutuskuja temaatikat ja problemaatikat Eestis täies mahus.

4.2 Ettepanekud

Tuleohutuskuja teema ning problemaatika Eestis nõuab süvendatud uurimist. Autor teeb omapoolsed ettepanekud, mis võiksid kaasa aidata olukorra parandamisele. Ettepanekute väljapakumisel lähtus autor läbiviidud tuleohutuskuja- alase uuringu tulemustest ning selle peamistest järeldustest.

Arvestades asjaolu, et tuleohutuskuja mittejärgimine ning seega kompenseerimismeetmete ignoreerimine võiks olla segav faktor tulekustutustöödel ning seetõttu ohustav tegur inimeste elule ning varale, tuleb antud temale juhtida ka vastavat tähelepanu. Et lahendada vanade

elamurajoonide probleem ja selle kaudu muuta ohutumaks seal elavate inimeste elu, on vaja luua ja seadustada vastav metoodika, mis võimaldab lahendada tekkinud tüüpolukordi.

Ebapiisav andmete hulk ei võimalda praegu välja arendada usaldusväärset meetodikat, seetõttu on teema edasiseks käsitlemiseks vaja jätkata andmete kogumist. Seejärel võib vastata küsimusele, kas tuleohutuskuja järgimine on aktuaalne teema ning kas tänapäevane 8- meetriline tuleohutuskuja on Eestis piisavalt põhjendatud. Samuti vajavad edasi uurimist tuleohutuskuja suurust mõjutavad faktorid – lähema päästekomando asukoht ning hoone tulekaitsetase (automaatne tulekustutussüsteem ning automaatne tulekahjusignalisatsioon), tulemüür, tuletõkkesein, avade pindala ning asukoht jne.

Seadusega tuleks sätestada tuleohutuskuja mittevastavuse võimalikud kompensatsioonimeetodid.

Autori poolt esitatud tuleohutuskuja arvutusvõimalusi võivad kasutada insenertehnilise büroo töötajad, projekteerijad, eksperdid ja teised asjast huvitatud isikud.

KOKKUVÕTE

Lõputöö on kirjutatud teemal “Ehitiste vaheline tuleohutuskuja järgimine. Tule leviku takistamine naaberehitistele”. Töö käigus tutvus autor nii eesti- kui ka võõrkeelse erialase kirjandusega. Töö eesmärk oli analüüsida erinevate riikide näitel faktoreid, mis mõjuvad tuleohutuskuja suurusele ehitiste vahel. Eesmärgi saavutamiseks kasutati järgmisi uurimismeetodeid: dokumendianalüüsi, tuleohutuskuja arvutust ja intervjuud. Erinevate uurimismeetoditega üritati saada võimalikult objektiivset ja mitmekülgselt ülevaadet antud teemast.

Uurimuse tulemusena selgus, et peamiseks probleemiks on tuleohutuskuja ning kompenseerimismeetmete järgimine tiheasustusega piirkondades vanades elamurajoonides, mis olid varem suvilarajoonideks. Hooned on seal ehitatud vana tuleohutusnõuete järgi ning rekonstrueerimisel või uue hoone ehitamisel tekib projekterijal probleem, kuidas kompenseerida tuleohutuskuja mittevastavust.

Autori olulisemaks ettepanekuks on koostada ühtne tüüpsituatsioonidel põhinev meetodika, mis võimaldaks määrata tuleohutuskuja suuruse ja vajadusel viimase kompenseerimise.

Töö sobib tutvumismaterjaliks päästeteenistuse ametnikele, projekterijatele, ekspertidele ja võivad olla kaasatud teatud toimingutesse.

Lõputöö eesmärk saavutati. Käsitletud teema on ka edaspidi väga aktuaalne, mistõttu on võimalik tööd edasi arendada, näiteks teha statistikat nende tulekahjude osas, kus ilmnes tule levik ühelt hoonelt teisele ja analüüsida tuleohutuskuja vastavust antud olukorras.

Loomulikult ei ole selles töös leidnud käsitlemist kogu teave, mida võiks uurida tuleohutuskuja teemat analüüsides. See annab võimaluse teistel Sisekaitseakadeemia päästekolledži kadettidel või lihtsalt asjast huvitatutel tööd jätkata.

SUMMARY

The main theme of diploma thesis is "Complying with the fire separation distance between the buildings. The delay of fire spreading to neighboring buildings." The length of the main part of the work together with the applications is 66 pages and consists of four chapters, which are divided into subchapters. The whole work is written in Estonian, summary in a foreign language which is English. The aim of this thesis is to analyze the factors affecting the magnitude of the fire separation distance on the example of different countries. To achieve the goal the author analyzed a lot of documents, made calculations of the fire separation distance, and also held several interviews. As a result of these studies it was found out that there are problems with the definition of the fire separations distance and compensatory measures for them in Estonia, especially in the former suburban districts, which were built in cramped conditions and are residential nowadays. Tallinn and its outskirts were taken as an example, and the most problem areas here are Mähe, Nõmme, Muuga, Kadriorg and Kalamaja. These old districts were built on the base of former fire regulations and standards, so that building or reconstructing is a big problem now due to inconsistencies with present standards. In this work the author offers to work out a unified standard methodology for determining the fire separation distance and compensatory measures.

TABELITE JA JOONISTE LOETELU

Tabel 1. Tuleohutuskuja suurus tulekahju levimise tõenäosusest.....	9
Tabel 2. Tuleohutuskuja suurus.....	14
Tabel 3. Tuleohutuskuja suuruse üldtabel.....	17
Tabel 4. Väljaulatuvad osad.....	18
Tabel 5. Hoone ja rajatiste tulekahjude arv ning surmade arv tulekahjudes 2010 aastal.....	47
Tabel 6. Minimaalne soojuskiirgus tahkete ainete jaoks.....	52
Tabel 7. Väärtus k	52
Tabel 8. Põlevmaterjalide kütteväärtused.....	53
Tabel 9. Arvväärtus tuleohutuskujade leidmiseks.....	54
Tabel 10. Põlemiskoormuse tase.....	54
Joonis 1. Põlevmaterjali katmine tulekindlate materjalidega.....	23
Joonis 2. Tulemüüri rakendamine.....	23
Joonis 3. Tulemüüri ulatus ja kõrgus.....	23
Joonis 4. Tulemüür ning põlevmaterjali katmine tulekindlate materjalidega.....	24
Joonis 5. Põlevmaterjali katmine tulekindlate materjalidega.....	24
Joonis 6. Mõõtmisviis.....	43
Joonis 7. Mõõtmisviis.....	46
Joonis 8. Kokkuehitatud hooned.....	47
Joonis 9. Hoonevaheline kuja on 0-4m.....	48
Joonis 10. Hoonete vaheline kuja 4-8m.....	49
Joonis 11. Hoonete vaheline kuja üle 8m.....	49
Joonis 12. Tulemüür EI-M60.....	50

Joonis 13. Hoonete vaheline kuja 0-4m. Hooned erinevatel kinnistutel.....	50
Joonis 14. Hoonete vaheline kuja 4-8m. Hooned erinevatel kinnistutel.....	51
Joonis 15. Hoonete vaheline kuja üle 8m. Hooned erinevatel kinnistutel.....	51
Joonis 16. Nõmme turu skemaatiline joonis.....	57
Foto 1. Mähe.....	56
Foto 2. Kadriorg.....	56
Foto 3. Kadriorg.....	56

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

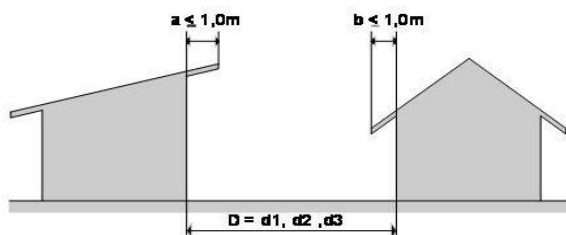
1. Brushlinsky, N.N., Hall, J.R., Sokolov, S.V., Wagner, P. 2005. Center of Fire Statistics. World fire statistics. Report No 10 World Fire Statistics 2005.
2. EPN 10.1. Eesti projekteerimismid.2000. Ehitiste Tuleohutus. Üldeeskiri.
3. Eesti standard EVS 812-7: 2008, Ehitiste Tuleohutus. Osa 7: Ehitistele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus.
4. Eksperthinnang. 30.09.2010. nr.C-5610. Turu plats 5/7 asuva elamu-büroohoone välisseinte kahjustuste põhjuse/-te abalüüs ja ilmnenud kahjustuste võimalik seos Nõmme turuhoone põlenguga, 10-13.
5. Investigation of methods used to predict the heat release rate and enclosure temperatures during mattress fires. <http://library2.usask.ca/theses/available/etd-09042005-155914/unrestricted/threlfallthesis.pdf> välja otsitud 09.01.2011.
6. International Fire Code 2009:42.
7. International Building Code 2009:117.
8. Кудаленкин, В.Ф., Высшая инженерная пожарно-техническая школа МВД СССР. 1985. Пожарная профилактика в строительстве: Противопожарные разрывы, 12, 177-197.
9. McGuire, J.H. 1966. Fire and the Spatial Separation of Buildings, 44-56.
10. Musterbauordnung (MBO) 2002. <http://www.bauordnungen.de/html/deutschland.html> välja otsitud 02.02.2011.
11. NFPA 80A. Recommended Practice for Protection of Buildings from Exterior Fire Exposures. 2007 Edition.
12. OIB-Richtlinien. <http://www.oib.or.at/> välja otsitud 07.02.2011.
13. Ройтман, М.Я. 1985. Противопожарное нормирование в строительстве: Обоснование противопожарных расстояний между зданиями, 3, 317-341.
14. Siseministeeriumi Valitsemisala arengukava 2011-2014. <http://www.siseministeerium.ee/17410> välja otsitud 11.12.2011.

15. СНиП 22.07.2008. N 123-ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
16. СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
17. Шувалов, М. Г. 1983. Основы пожарного дела: Противопожарные требования к планировке и застройке населённых пунктов, 13, 62-67.
18. Щербина, Я.Я. 1977. Основы противопожарной техники: Противопожарные мероприятия при планировании населенных мест, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, 8, 79-86.
19. VKF AEAI Brandschutzrichtlinie. Schutzabstände. Brandabschnitte 2008.
<http://bsvonline.vkf.ch/PDF/Richtlinien/BSR15/15-03d.pdf> välja otsitud 10.03.2011.
20. Vabariigi Valitsuse määrus nr 315. Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded.

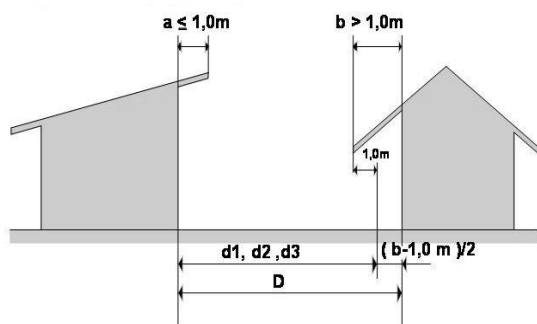
LISA 1. Šveits

Mõõtmisviis

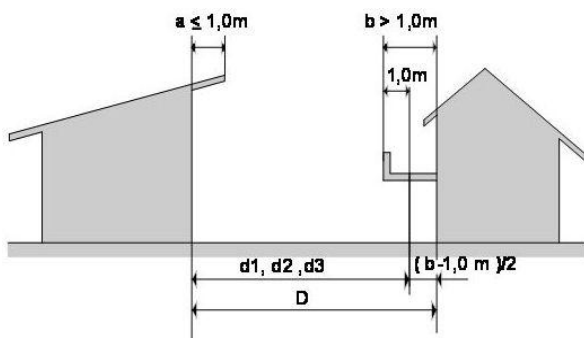
Kui hoone väljaulatuvad osad jäävad alla ühe meetri mõõdetakse tuleohutuskuja seinast seinani kui väljaulatuv osa ületab ühte meetrit siis see liidetakse tuleohutuskujale (vt. Joonis 1). (VKF AEAI...2008:3-4).



$$d1=10m/ d2=7,5m/ d3=5m$$



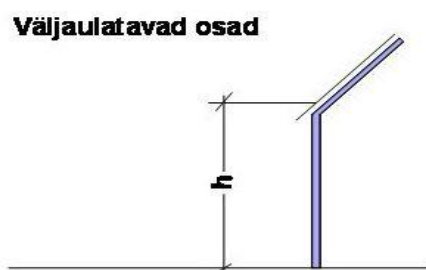
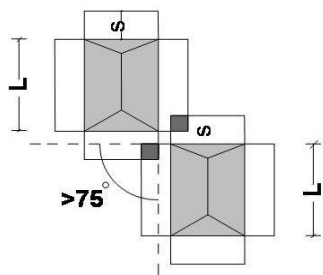
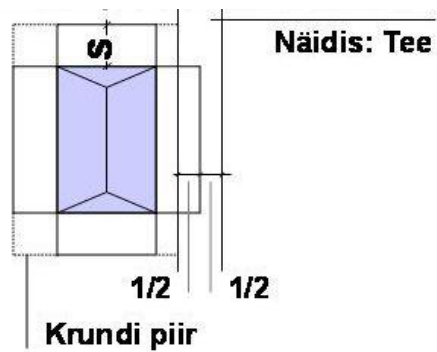
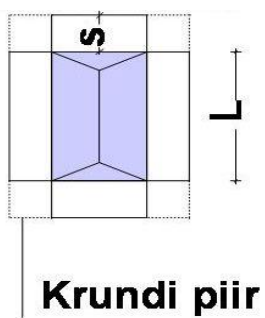
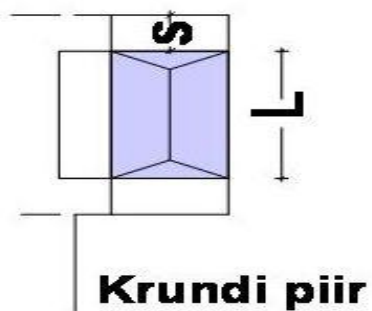
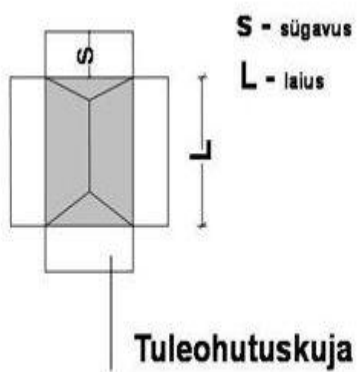
$$D=d1,d2,d3 + (b-1,0m)/2$$

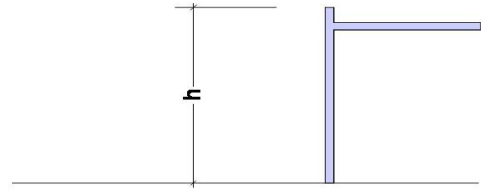
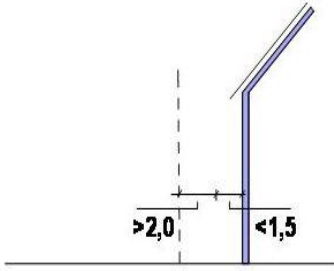


$$D=d1,d2,d3 + (b-1,0m)/2$$

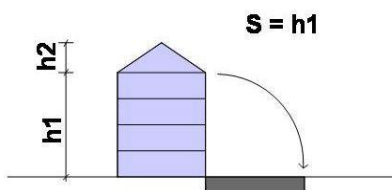
Joonis 6. Mõõtmisviis (VKF AEAI...2008:3-4)

LISA 2. Saksamaa

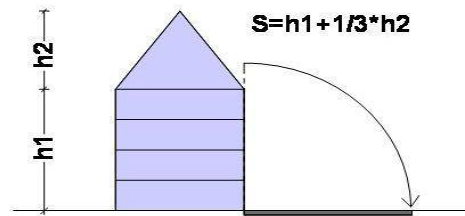




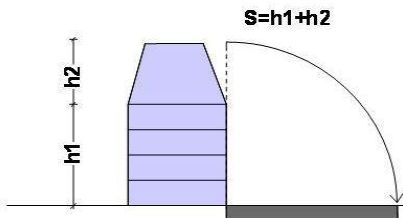
Katuse kalles $<45^\circ$



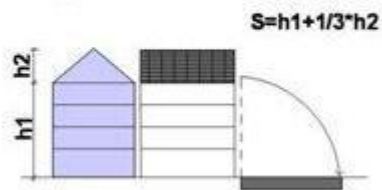
Katuse kalles $>45^\circ <75^\circ$



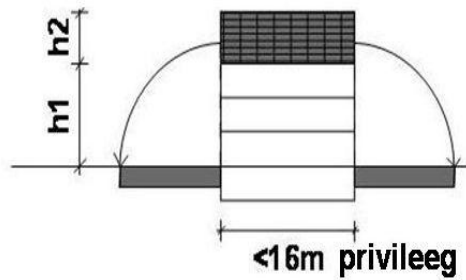
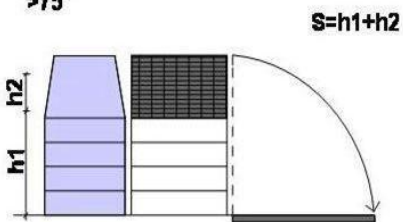
Katuse kalles $>75^\circ$



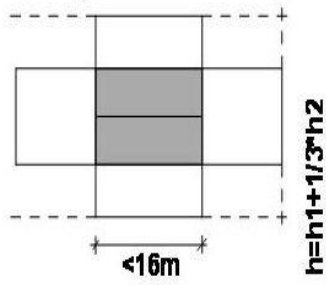
Katuse kalles $<75^\circ$



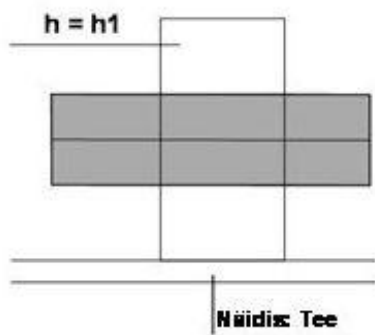
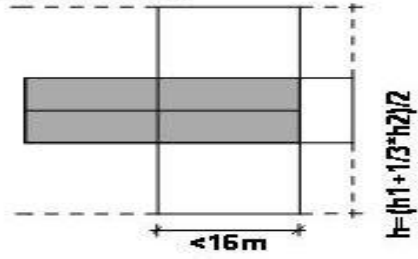
Katuse kalles $>75^\circ$



$$h = (h_1 + 1/3 \cdot h_2) / 2$$



$$h = (h_1 + 1/3 \cdot h_2)$$



Joonis 7. Mõõtmisviis (Musterbauordnung.....2002:3)

LISA 3. Eesti

Statistiliselt on kõige enam ohvritega lõppenud tulekahjusid just elumajades, enam kui ühe hoone põlengus on kindlasti oma osa ka tuleohutuskujal etendada tule leviku osas.

Tugenedes Päästeameti statistika andmetele koostas autor tabel 5, mis kajastab kurba statistikat tulekahjustest ja tules hukkunutest 2010 .aastal

Tabel 5. Hoone ja rajatiste tulekahjude arv ning surmade arv tulekahjudes 2010 aastal (autor)

	Ida-Eesti		Lääne-Eesti						Lõuna-Eesti						Põhja-Eesti		K O K K U
	Ida-Virumaa	Lääne-Virumaa	Pärnumaa	Läänemaa	Järvamaa	Hiiumaa	Saaremaa	Raplamaa	Tartumaa	Põlvamaa	Võrumaa	Valgamaa	Jõgevamaa	Viljandimaa	Harjumaa	Tallinn	
T.a	1359	308	368	145	145	42	113	180	621	112	167	162	178	235	637	1667	6439
H.a	11	2	7	-	2	-	2	2	5	1	5	5	5	3	9	10	69

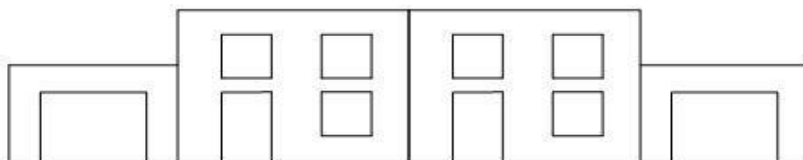
Tabeli märkused:

T.a – tulekahjude arv

H.a – hukkunute arv

Kokkuehitatud hooned

Korterite või elamupaaride vaheline sein on klassist EI30.

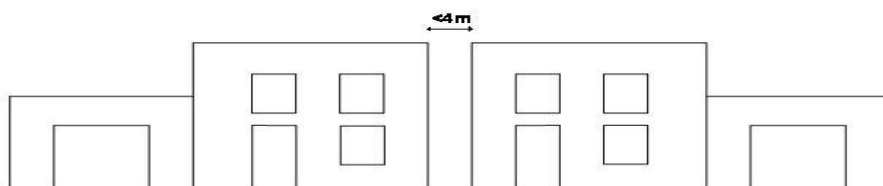


Joonis 8. Kokkuehitatud hooned

Hoonete vaheline kuja 0-4 m

Hoone välissein EI30.

Teise hoone seinale ei ole nõuet, kui tuldtõkestav välissein on projekteeritud mõlemapoolse tulekahju vastu. Kui välissein on projekteeritud EI30 tasemel ainult sisemise tulekahju vastu mõlemas hoones sama tulepüsivusklassi nõue. Tavalisi aknaid ei saa kasutada. Kui aknad tehakse klassist E15, näiteks armeeritud klaasist, klaasiplokkidest või tulekindlast klaasist, võib seina sisse teha maksimaalselt 2 m² suurusega mitteavatavaid aknaid sel juhul, kui seinte keskmine kaugus üksteisest on üle 1,5 m. Tuletõkkeklaasi kasutamise puhul kuja nõuet ei ole.



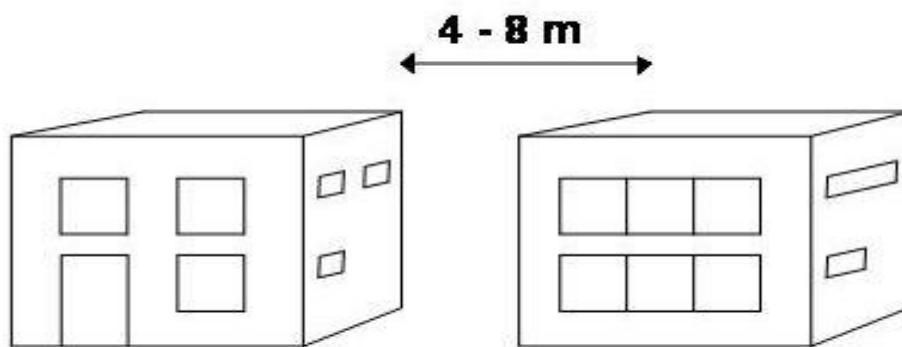
Joonis 9. Hoonetevaheline kuja on 0-4 m

Hoonete vaheline kuja 4-8 m

Hoone välissein EI30.

Teise hoone seinale nõudeid ei ole, kui tuldtõkestav välissein on projekteeritud mõlemapoolse tulekahju vastu. Kui välissein EI30 on projekteeritud vaid sisemise tulekahju vastu, mõlema hoone kohta on sama tulepüsivusklassi nõue.

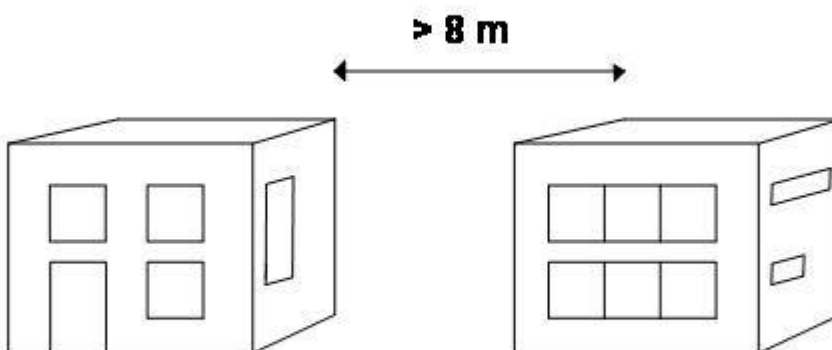
Lubatakse rajada kuni 5 tk, maksimaalselt 0,2 m² suurisi tavalisi avatavaid aknaid. Seina võib teha soovitud arv maksimaalselt 2 m² suuruseid mitteavatavaid aknaid, kui aknad tehakse E15-klassi kuuluvatena armeeritud klaasist, klaasiplokkidest või tulekindlast klaasist.



Joonis 10. Hoonete vaheline kuja 4-8 m

Hoonete vaheline kuja üle 8 m

Nõudeid välisseina konstruktsioonile ei ole.



Joonis 11. Hoonete vaheline kuja üle 8 m

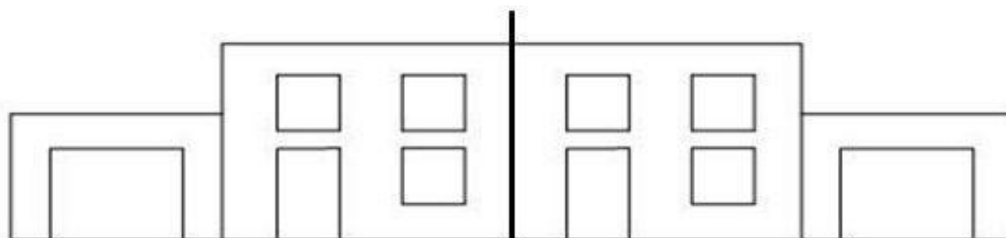
Väikehooned erinevatel kruntidel

Joonisel on näited väikehoonete välisseinte nõuetest, kui hooned asuvad erinevatel kruntidel. Ehitusloa taotlemisel kontrollitakse olemasolevate hoonete seisundile lisaks olukorda, mis tekib kui naaberkrundile ehitatakse piirile nii lähedale kui planeering või muud eeskirjad lubavad. Plaanil on hooned kavandatud paigutada nii lähedal krundi piirile, kui see on lubatav.

Kui hooned on lähestikku või blokeeritud omavahel, nõutakse tulemüüri. Seda võib TP3-klassi hoone puhul teha ka muust kui A1-klassi materjalist. Müür peab jääma püsima sellega ühendatud hoonete varisemise puhul.

Tuleohutuse seisukohast on üks tulemüür hoonete vahel piisav. Ühine tulemüür eri kinnituse vahel nõuab siiski ehitusservituudi rakendamist. Kui servituudi kokkulepet ei ole, tuleb kummalegi krundile ehitada oma tulemüür.

Blokeeritud hooned



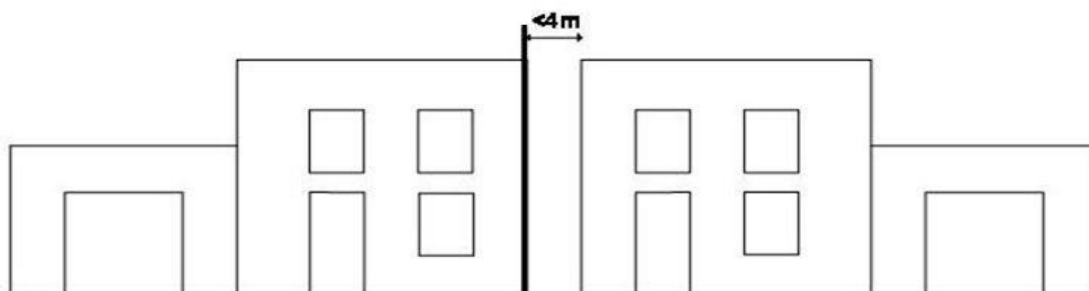
Joonis 12. Tulemüür EI-M60

Hoonete vaheline kuja 0-4

Ühe hoone välisseinana tulemüür EI-M60

Kui see on projekteeritud mõlemapoolse tulekahju vastu, teise hoone seinale ei ole nõudeid. Kui tulemüür on projekteeritud ainult sisemise tulekahju tõkestamiseks, siis mõlemas hoones on sama nõue.

Tulemüüris ei tohi olla tavalisi aknaid. Kui aknad tehakse mitteavatavatena E60 klassina klaasplokkidest või tulekindlast klaasist, võib tulemüüri teha maksimaalselt 2 m² suuruseid aknaid juhul, kui müür on enam kui 1,5 m krundi piirist. Tuletõkkeklaasiga akendele kujapiirangut ei ole.

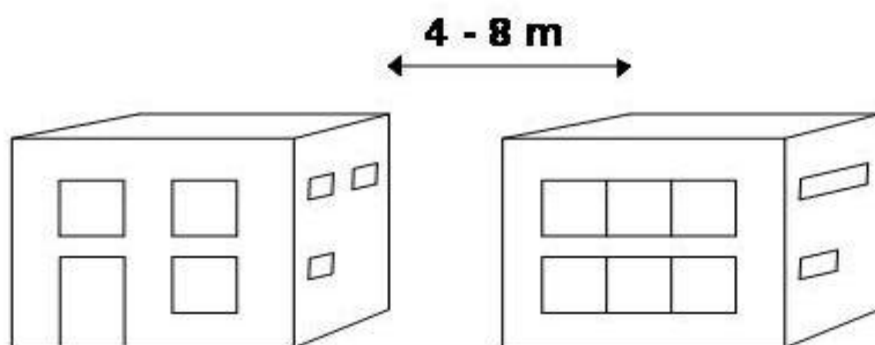


Joonis 13. Hoonete vaheline kuja 0-4 m. Hooned erinevatel kinnistutel

Hoonete vaheline kuja 4-8 m

Mõlema hoone välissein on EI30

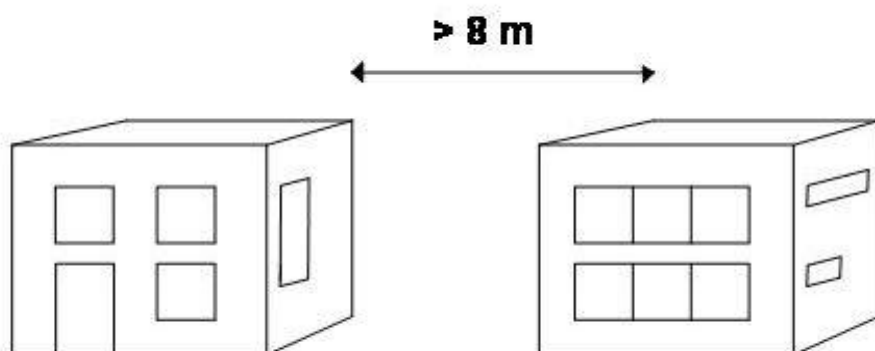
Lubatakse rajada tavalisi avatavaid aknaid suurusega maksimaalselt 0,2 m² kuni 5 tk. Sein võib teha soovitud määral maksimaalselt 2 m² suuruseid mitteavatavaid aknaid, kui aknad tehakse EI30 klassina näiteks armeeritud klaasist, klaasplokkidest või tulekindlast klaasist.



Joonis 14. Hoonete vaheline kuja 4-8 m. Hooned erinevatel kinnistutel

Kuja üle 8 m

Nõudeid ei ole.



Joonis 15. Hoonete vaheline kuja üle 8 m. Hooned erinevatel kinnistutel (EVS 812-7)

LISA 4. Tuleohutuskuja arvutuse tabelid

Tabel 6. Minimaalne soojuskiirgus tahkete ainete jaoks (Кудаленкин...1985:184)

Materjal	Minimaalne soojuskiirgus W/m ² ajaühikus(min)		
	3	5	15
Puit	18800	16900	13900
Saepuru plaat p=417 kg/m ³	13900	11900	8300
Turba brikett	31500	24400	13200
Tükki turvas	16600	14350	9800
Kiut-puuvill	11000	9700	7500
Kihiline plastik	21600	19100	15400
Klaasplastik	19400	18600	15300
Pergamiin	22000	19750	17400
Kummi	22600	19200	14800
Süsi	-	35000	35000

Tabel 7. Väärtus k (Ройтман...1985:340)

Leegi pinna keskmine temperatuur, K	Soojuskiirguse minimaalväärtus W/m ²					
	9300	11600	14000	21000	28000	35000
	$ah=45^\circ$			$av=10^\circ$		
1000	1,042	0,935	0,842	0,695	0,605	0,54
1150	1,375	1,235	1,110	0,915	0,800	0,715
1300	1,765	1,580	1,420	1,170	1,020	0,91
1500	2,340	2,100	1,90	1,565	1,360	1,215
1800	3,38	3,030	2,74	2,250	1,960	1,75
	$ah=60^\circ$			$av=10^\circ$		
1000	0,92	0,825	0,745	0,615	0,535	0,477
1150	1,215	1,09	0,970	0,807	0,706	0,630
1300	1,56	1,395	1,250	1,03	0,900	0,802
1500	2,06	1,850	1,675	1,38	1,20	1,070
1800	2,98	2,68	2,42	1,99	1,73	1,54

Tabel 8. Põlevmaterjalide kütteväärtused (autor)

Põlev materjal MJ/kg ²	Küttevaartus	Põlev materjal MJ/kg ²	Küttevaartus
<u>Tahked ained</u>		Tselluloid	19
ABS-plastmass	40	Tselluloos	15
Akrüül (plastik)	27	Siid	17-21
Atratsiit	32-36	Karbamiidformaldehüüdvaik	18
Asfalt	40	Vahtplastik	32
Epoksüüd (vaik)	34	Rõivad	17-23
Süsi	29	Vili	17
Koks	28-34	Vill	23
Kork	31-35	<u>Vedelikud</u>	
Kumm	21	Bensiin	44
Klaaskiuga tugevdatud plastk (70% vaiku)	21	Diiselmootor	41-42
Linoleum	21	Loomarasv	35-40
Melamiin	19	Etüülalkohol	30-34
Nahk	20	Karboraatori piiritus	32-35
Õled	17	Metüülalkohol	23-25
Paber ja papp	16-18	Parafiinõli	41
Parafiin	47	Linaõli	39
Polüstüleen	30	Toorõli (nafta)	43
Polüstüreen	47	Tõrv	38
Polüuretaan	42	Määrdeõli	44
Vahtpolüuretaan	25-29	<u>Gaasid</u>	
Polüvinüülkloriid (PVC)	18	Arsetüleen	37-59
Puit	17-20	Süsinikmonooksiid	13
Puusüsi	30	Maagaas	34-38
Puuvill	18	Vedelgaas-butaan	46,5
Rasv	40	Vedelgaas-propaan	45,5
		Valgustusgaas	17

Märkus:

Tabel 8 on koostatud EVS 812-7 lk. 68 tabeli järgi.

Tabel 9. Arvväärtus tuleohutuskujade leidmiseks (NFPA 80A...2007:9)

Põlemiskoormus			Laius/Kõrgus või Kõrgus/Laius																	
Avade protsent			Arvväärtus																	
			(Üldkuja leidmiseks tuleb arvväärtus korrutada hoone kõrguse või laiusega (w või h-kumb nendest väiksema suurusega) ja lisada 1,5 meetrit (vajalik puhvervahemaa arvutuse puhul)																	
Kerge	Keskmine	Raske	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	4	5	6	8	10	13	16	20	25	32	40	
20	10	5	0,36	0,40	0,44	0,46	0,48	0,49	0,50	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
30	15	7,5	0,60	0,66	0,73	0,79	0,84	0,88	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
40	20	10	0,76	0,85	0,94	1,02	1,10	1,17	1,23	1,27	1,30	1,32	1,33	1,33	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34
50	25	12,5	0,90	1,00	1,11	1,22	1,33	1,42	1,51	1,58	1,63	1,66	1,69	1,70	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71
60	30	15	1,02	1,14	1,26	1,39	1,52	1,64	1,76	1,85	1,93	1,99	2,03	2,05	2,07	2,08	2,08	2,08	2,08	2,08
80	40	20	1,22	1,37	1,52	1,68	1,85	2,02	2,18	2,34	2,48	2,59	2,67	2,73	2,77	2,79	2,80	2,81	2,81	2,81
100	50	25	1,39	1,56	1,74	1,93	2,13	2,34	2,55	2,76	2,95	3,12	3,26	3,36	3,43	3,48	3,51	3,52	3,53	3,53
-	60	30	1,55	1,73	1,94	2,15	2,38	2,63	2,88	3,13	3,37	3,60	3,79	3,95	4,07	4,15	4,20	4,22	4,24	4,24
-	80	40	1,82	2,04	2,28	2,54	2,82	3,12	3,44	3,77	4,11	4,43	4,74	5,01	5,24	5,41	5,52	5,60	5,64	5,64
-	100	50	2,05	2,30	2,57	2,87	3,20	3,55	3,93	4,33	4,74	5,16	5,56	5,95	6,29	6,56	6,77	6,92	7,01	7,01
-	-	60	2,26	2,54	2,84	3,17	3,54	3,93	4,36	4,82	5,30	5,80	6,30	6,78	7,23	7,63	7,94	8,18	8,34	8,34
-	-	80	2,63	2,95	3,31	3,70	4,13	4,61	5,12	5,68	6,28	6,91	7,57	8,24	8,89	9,51	10,05	10,50	10,84	10,84
-	-	100	2,96	3,32	3,72	4,16	4,65	5,19	5,78	6,43	7,13	7,88	8,67	9,50	10,33	11,15	11,91	12,59	13,15	13,15

NFPA 80A

Tabel 10. Põlemiskoormuse tase (NFPA 80A...2007:8)

Põlemiskoormus		Põlemiskoormuse tase
kg/m ²	lb/ft ²	
0-34	0-7	Kerge
35-73	8-15	Keskmine
≥74	≥16	Raske

LISA 5. Intervjuud

Intervjuud Gustav Massakase, Rait Pukki, Alar Valge, Mart Oleski ja Uku-Jaanus Saarega - CD

LISA 6. Fotod

Foto 1. Mähe (autor)



Foto 2. Kadriorg (autor)



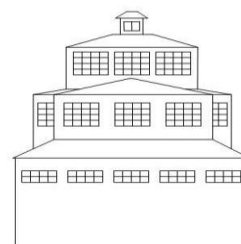
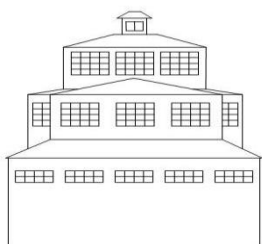
Foto 3. Kadriorg (autor)



LISA 7. Nõmme turu skemaatiline joonis

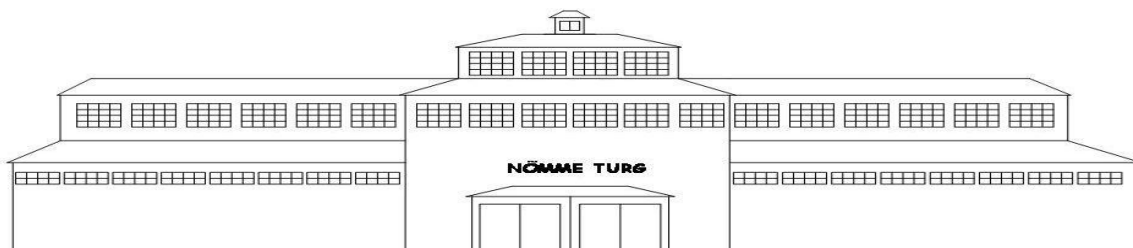


Nõmme turu tagakülg (Põhi)



Nõmme turu vasakkülg (Lääs)

Nõmme turu paremkülg (Ida)



Nõmme turu esikülg (Lõuna)

Joonis 16. Nõmme turu skemaatiline joonis (autor)

LISA 8. Rakenduslik näide suvilarajoonidest

Et arvutada tuleohutuskujad suvilarajoonis, autor käsitleb reaalselt tuleohutuskuja rikkumist kahe maja vahel Mähe elamurajoonis vastavalt Foto 1.

Ajalooliselt juhtus nii, et Foto 1 kujutatud majad olid vanasti ehitatud Nõukogude Liidu tuleohutuskuja normide (СНП) järgi, kus üherealise elamu puhul grupeeriti hooned kahekaupa ja tuleohutuskuja mõõdeti gruppide vahel, nagu ka kaherealise ehitise puhul, kus grupi võivad moodustada neli hoonet, kaks kummastki reast. Ühe krundi piires olevate eluhoonete ja abihoonete vaheline tuleohutuskuja ei kuulu normeerimisele.

Vastavalt VVm nr 315 tänasel päeval tuleohutuskuja nende majade vahel peaks olema min 8 m. Tegelik tuleohutuskuja nende elumajade vahel puudub ja viimast pole ka kompenseeritud. Arvutusülesannetega autor näitab millised tuleohutuskujad on Venemaa ja Kanada arvutusmeetodite järgi.

Arvutusülesanne:

Määrata tuleohutuskuja naaberhoonete (puitmaja ning telliskivimaja) vahel järgmiste lähteandmete põhjal:

Autor tahab märkida, et tuleohutuskuja arvutusel kahe hoone vahel tavaliselt valitakse hoone suure ohuga, ehk sellel juhul puitmaja. Et oleks võrdlusmoment, eraldi autor arvutab Kanada arvutusmeetodite järgi ka teliskivimaja tuleohutuskuja.

Lähteandmed:

Hoone pikkus-10,4 m

Hoone laius- 4,2 m

Hoone kõrgus- 6 m

Hoone põlemiskoormus – kuni 600 MJ/m² (puitmaja), 300 MJ/m² (telliskivimaja)

I Kasutusviis (Elamu)

Lähteandmed Venemaa arvutusmeetodi jaoks: Leegi pinna keskmine temperatuur $T_1=1300K$, leegi laius=(võrdne hoone külje pikkusega) $L=10$ m, leegi kõrgus $h=6$ m, minimaalne soojuskiirguse intensiivsus $q_{min}= 13900$ W/m².

Lähteandmed Kanada arvutusmeetodi jaoks: Hoone pikkus (L) =10 m, hoone kõrgus (h) =6 m, hoone laius (w) =4 m, hoone kasutusviis- I (elamu), korruse arv – 2, hoone tulepüsimusklass - tuldkartev.

I. Venemaa arvutusmeetod

Leegi pindala $S=h \times L$

h - leegi kõrgus 6m

L - leegi pikkus 10m

Leegi pindala $S=h \times L= 6 \times 10= 60m^2$

2. K-soojusvahetuse tegur

Tegur sõltub:

-Soojuskiirguse minimaalsest intensiivsust (q)

-Leegi keskmisest temperatuurist($T1$)

2.1 Soojuskiirguse min intensiivsus puidu puhul (vt. tabel 6)

$t= 3min$ $q_{min}= 18800 W/m^2$

$t= 5min$ $q_{min}= 16900 W/m^2$

$t= 15min$ $q_{min}= 13900 W/m^2$

Märkus: Soojuskiirguse intensiivsuse juures arvestatakse 3 ja 5 min puhul, et tulekahju ei lähe veel hoonest välja, kui hoonet ei pandud põlema väljaspool. Seega me valime arvutustes $q_{min}= 13900 W/m^2$.

2.2 Leegi keskmine pinnapealne temperatuur $T1=1300 K$

Teguri k leiame tabelist 7 (vt Lisa 4), mille puhul:

$ah= 45^\circ$ - suurim kiirguse nurk horisontaalpinnal

$av= 10^\circ$ - suurim kiirguse nurk vertikaalpinnal

Saadud algandmetel: $q_{min}= 13900 W/m^2$; $T1= 1300$; $ah= 45^\circ$; $av= 10^\circ$

saame tabelist 7 soojusvahetuse teguri väärtuseks $k= 1.42$.

Puitkonstruktsioonis (TP3) hoonete vaheline vajalik tuleohutuskuja (1):

$L= k\sqrt{S}= 1.42\sqrt{60}= 1.42 \times 7,75 = 10.9 m = 11 m$

Vastus: Ehitiste vaheline tuleohutuskuja on 11 meetrit.

II. Kanada arvutusmeetod

1. Puitmaja

Konstruktsioonid:

Seinad:

Põhi- ilma tulepüsivusklassita

Lõuna- ilma tulepüsivusklassita

Ida – ilma tulepüsivusklassita

Lääs – ilma tulepüsivusklassita

Korruselisus: 2 korrust

Seintes olevad avad: ilma tulepüsivuseta

Siseviimistlus: 100% põlevmaterjalist

Hoone kasutusviis: I (elamu)

Kasutusotstarbe: Elamu

1) Hoone piirdekonstruktsiooni üldpindala(sein, põrand, lagi)

$S1=(L \times w) \times 2= 10 \times 4= 40 \times 2= 80m^2$

$S2=(L \times h) \times 2=(10 \times 6) \times 2= 120m^2$ = 248m² (piirdekonstruktsiooni üldpindala)

$S3=(w \times h) \times 2=(4 \times 6) \times 2= 48m^2$

$S(\ddot{u})=S1+S2+S3=80+120+48=248m^2$ (piirdekonstruktsiooni üldpindala)

2) Üldsoojuskiirgus kogu elamu põlemisel:

Kuni 600 MJ/m^2 - puitelamu põlemiskoormus

$$600 \text{ MJ/m}^2 \times 248 \text{ m}^2 = 148800 \text{ MJ}$$

3) Põlemiskoormuse tase

20 MJ/kg – puidu kütteväärtus (vt tabel 8)

$$148800 : 20 : 248 = 30 \text{ kg/m}^2 \text{ - põlemiskoormuse tase - kerge (vt tabel 10)}$$

a) Põhi-Lõuna (hoone on sümmeetriline mõlemas küljes)

Külje põlemis ulatus : laius $w=10\text{m}$

$$\text{kõrgus } h=6\text{m}$$

Alaline puhvermaa = $1,5\text{m}$

Põlemiskoormuse tase (vastavalt tabelile 10)

Alaline põlemiskoormus: kerge

Ajutine põlemiskoormus: kerge

Üldine põlemiskoormus: kerge

$$w/h \text{ või } h/w - 10\text{m}/6\text{m} = 1,66 = 2\text{m}$$

Avade protsent: 100% (tulepüsimine on alla 20 minuti-hoone on tuldkartev)

Arvväärtus (tabelist 9) – $1,93$

Valem: $[k \times w/h \text{ või } h/w] + 1.5\text{m}$

$$\text{Tuleohutuskaja: } [1,93 \times 6\text{m}] + 1.5\text{m} = 13,08\text{m} = 14\text{m} \text{ (peaks valima suurem kaugus)}$$

b) Ida-Lääs (küljed on sümmeetrilised)

Külje põlemis ulatus : laius $=4\text{m}$

$$\text{kõrgus} = 6\text{m}$$

Põlemiskoormuse tase (vastavalt tabelile 10)

Alaline põlemiskoormus: kerge

Ajutine põlemiskoormus: kerge

Üldine põlemiskoormus: kerge

$$w/h \text{ või } h/w - 6\text{m}/4\text{m} = 1,5\text{m}$$

Avade protsent: 100% (tulepüsimine on alla 20 minuti-hoone on tuldkartev)

Arvväärtus tabelist (tabelist 9) – $1,74$ (tabelist võtame $1,6\text{m}$)

$$\text{Tuleohutuskaja: } [1,74 \times 4\text{m}] + 1.5\text{m} = 8,46\text{m} = 9\text{m. (peaks valima suurem kaugus)}$$

Vastus: Tuleohutuskaja lõuna ja põhja külje jaoks on 14m ning ida ja lääne külje jaoks on 8m .

Kuna naaberhoone on telliskivist ehitatud, siis ohtu temalt vähem, ohutu kuja moodustab ikkagi objekt suurema ohuga, ehk puithoonest 9 meetrit ida poole.

2. Telliskivimaja (sama parameetrite puhul)

Seinad:

Korruselisus: 2 korrust

Põhi- tulepüsivusklass EI60

Seintes olevad avad: ilma tulepüsivuseta

Lõuna- tulepüsivusklass EI60

Siseviimistlus: 60% põlevmaterjalist

Ida – tulepüsivusklass EI60

Hoone kasutusviis: I (elamu)

Lääs – tulepüsivusklass EI60

Kasutusotstarbe: Elamu

1) Üldsoojuskiirgus kogu elamu põlemisel:

300 MJ/m^2 - telliskivimaja põlemiskoormus

$300 \text{ MJ/m}^2 \times 248 \text{ m}^2 = 74400 \text{ MJ}$

2) Põlemiskoormuse tase

20 MJ/kg – puidu kütteväärtus (kuna peamised asjad hoone sees puitmaterjalist) (vt tabel 8)

$74400 : 20 : 248 = 15 \text{ kg/m}^2$ - põlemiskoormuse tase – kerge (vt tabel 10)

a) Põhi-Lõuna (hoone on sümmeetriline mõlemas küljes)

Külje põlemis ulatus : laius $w=10\text{m}$

kõrgus $h=6\text{m}$

Alaline puhvermaa = 1,5m

Põlemiskoormuse tase (vastavalt tabelile 10)

Alaline põlemiskoormus: kerge

Ajutine põlemiskoormus: kerge

Üldine põlemiskoormus: kerge

w/h või $h/w - 10\text{m}/6\text{m} = 1,66 = 2\text{m}$

Avade protsent: 30% (tulepüsivus on üle 20 minuti)

Arvväärtus (tabelist 9) – 0,79

Valem: $[k \times w/h \text{ või } h/w] + 1.5\text{m}$

Tuleohutuskuja: $[0,79 \times 6\text{m}] + 1.5\text{m} = 6.24\text{m} = 7\text{m}$ (peaks valima suurem kaugus)

b) Ida-Lääs (küljed on sümmeetrilised)

Külje põlemis ulatus : laius=4m

kõrgus=6m

Põlemiskoormuse tase (vastavalt tabelile 10)

Alaline põlemiskoormus: kerge

Ajutine põlemiskoormus: kerge

Üldine põlemiskoormus: kerge

w/h или $h/w - 6m/4m = 1,5m$

Avade protsent: 20% (tulepüsivus on üle 20 minuti)

Arvväärtus tabelist (tabelist 9) – 0,44 (tabelist võtame 1,6m)

Tuleohutuskuja: $[0,44 \times 4m] + 1.5m = 3.26m = 4m$. (peaks valima suurem kaugus)

Vastus: Tuleohutuskuja lõuna ja põhja külje jaoks telliskivimajade vahel on 7m ning ida ja lääne külje jaoks on 4m.

Foto 1 jaoks kompenseerimismeetmetega sobiks sellel juhul rohkem joonisel 1 ja 2 autori poolt välja paknutud lõputöö põhiosas ideed.

Foto 1 nähtud tuleohutuskuja rikumise kompenseerimismeetmed:

1. ehituskonstruktsiooni põlevmaterjalide katmine tulekindla materjaliga, et tõsta tuletundlikuse klassi ning tulepüsivusklassi (vt.joonis 1)

Ehitise tulepüsivusklassi ning tuletundlikuse klassi tõstmiseks kasutatakse: tulekindlad lakid, tulekindlad värvid, immutusvahendid, tulekindlad plaadid nagu, näiteks, kipsplaat jne

2. tulemüür majade vahel (vt.joonis 2).

Üksikasjalikumalt võib tutvuda võimalike kompenseerimismeetmetega punktis 2.4

“Tuleohutuskujade kompenseerimismeetmed“



ÖSTERREICHISCHER BUNDESFEUERWEHRVERBAND

REFERAT 4 - VORBEUGENDER BRAND- UND KATASTROPHENSCHUTZ,
BRANDSCHUTZINGENIEURWESEN

Herrn
Ing. Manfred Stampf
Österr. Bundesfeuerwehrverband
Siebenbrunnengasse 21/3
1050 Wien

SACHGEBIET: --
BEARBEITER: BFR DI Greßlehner
TELEFON/KLAPPE: 0732/3342-200
TELEFAX: 0732/3342-205
ANSCHRIFT: Wiener Straße 154
4020 Linz

BITTE BEI BEANTWORTUNG DIESES SCHREIBENS
DATUM, GESCHÄFTSZEICHEN UND GEGENSTAND
ANGEBEN!

BEZUG: REF. 4

GZ.: 110124-01

DATUM: 31.01.2011

GEGENSTAND: **Anfrage von Herrn Ivan Egorov**

Sehr geehrter Herr Ing. Stampf,
lieber Manfred!

Österreichischer Bundesfeuerwehrverband Geschäftsstelle	
GZ:	Frist bis
Bearbeiter/in	
PE: - 3. Feb. 2011	
Zuweisung an:	FA
Ref	SG
Nächste PS <input type="checkbox"/>	Ablage <input type="checkbox"/>
Der Präsident:	

Bezugnehmend der Anfrage von Herrn Ivan Egorov (Notdienst-College, Verteidigungsakademie, Tallinn-Estland) vom 07.01.2011 darf ich wie folgt Stellung nehmen:

Zu 1: Angaben aus den Normativedokumenten und Bauvorschriften

Eingangs wird erwähnt, dass österreichweit die feuerwehrspezifischen Belange landesgesetzliche Tatbestände beinhalten; d.h. jedes Bundesland hat „eigene“ Vorschriften hierüber. Unabhängig davon ist man österreichweit bestrebt, dies zu vereinheitlichen, insbesondere wird auf die OIB-Richtlinien (hier betreffend Brandschutz die OIB 2, 2.1 und 2.2) verwiesen. Desweiteren bestehen österreichweit die vom SG 4.3 ausgearbeiteten Richtlinien des Vorbeugenden Brandschutzes (TRVB).

Zu den angeführten Unterpunkten wird wie folgt Position bezogen:

1.1 Normen der Brandabstände und theoretische Begründung der Brandabstände?

Antwort: Für die Luftbrandwand (= Abstand hinsichtlich Hintanhaltung eines Flash-Overs = Feuerübersprung) wird die OIB 2 bzw. die TRVB B 108 angewendet; demzufolge sind Abstände in Abhängigkeit der Höhe der Gebäude (Brandgeometrie vs. gegenüberliegendes Objekt) sowie der mobilen Brandlasten zu setzen.

Als mittlerer Brandabstand (Luftbrandwand) wird jedenfalls 10 m als solches österreichweit angewendet - Detailangaben verstehen sich in den beiden obzit. Regelwerken bzw. Richtlinien.

1.2 Einhaltung der Brandabstände für die Bauten mit engen Bauverhältnissen?

Antwort: Für Kleinhausbauten o.ä. - wonach also die mobilen wie immobilen Brandlasten eher unbedeutend sind - sind 3 m opportun. Dies bedeutet, dass aber die immobile Brandlast hier aus nicht brennbarem Material auszuführen sein wird müssen, gleichso die Dacheindeckung aus flugfeuerresistenten Baustoffen herzustellen ist. Das wesentliche Schutzziel ist immer „Vermeidung eines Flash-Overs“.

1.3 Normative Begründung, die Angaben über die Normierung in ihrem Land?

Antwort: Wie bereits angeführt, gibt es landesgesetzliche Tatbestände bzw. darüber hinaus österreichweit verbindliche Regelwerke (OIB 2, 2.1, 2.2 sowie die TRVB und ÖBFV-Regelwerke).

1.3 Wie werden die Brandabschnitte in ihrem Land definiert oder festgesetzt?

a) durch Errechnung der Brandabstände (Methodik der Errechnung)?

Antwort: ja, man kann auch hier das Brandschutzingenieurwissen einfließen lassen, diese „10 m - Regel“ oder kürzere oder weitere Abstände (= Luftbrandwand) durch brandschutzingenieurmäßiges Wissen berechnen. Ansatz darüber ergibt die mobile Brandlast (mit dem Heizwert, der Masse und der lateralen Abbrandgeschwindigkeit) bezogen auf die Brandgeometrie, die Wärmestromdichte - diese ist verkehrt proportional dem Quadrat des Abstandes abhängig, d.h. die Temperatur wird somit über den konvektiven Wärmeübergang bzw. die Wärmestrahlung eingesetzt. Nähere Details kann ich jedenfalls - wenn gewollt - erläutern

b) aufgrund der Normen und Bauvorschriften?

Antwort: siehe oben

Zu 2: Was wird bei der Normierung der Brandabstände zwischen den Gebäuden berücksichtigt?

a) Standort der Feuerwehr

Antwort: In der Regel nein, da die Hilfsfrist (= Zeit ab Entdecken des Ereignisses bis zum Wirksamwerden der befohlenen Maßnahmen) wohl in Österreich bekannt ist, aber der Mangel des baulichen Brandschutzes insbesondere des Vorbeugenden Brandschutzwesens nie und nimmer durch den Abwehrenden Brand- und technischen Katastrophenschutz einer öffentlichen Feuerwehr (gemeint Berufsfeuerwehr bzw. Freiwillige Feuerwehr; die Betriebsfeuerwehren sind Einrichtungen des Betriebes und somit hier in dieser Diktion nicht erfasst) kompensiert werden darf. Unabhängig davon versucht das Sachgebiet 4.3 diesen Standort der Feuerwehr in eine so genannte Normierung (= TRVB 100 A) einfließen zu lassen - entscheidender Faktor ist dies jedoch nicht.

b) Material

Antwort: ja, das Material ist ein wesentlicher Bestandteil der Brandlastberechnung (hier gemeint immobile Brandlast bzw. auch das Material für die mobile Brandlast (hier gemeint die laterale Brandentwicklungsgeschwindigkeit multipliziert mit dem unteren Heizwert).

c) Brandgefahr der Baustoffklasse des Gebäudes

Antwort: ja - siehe oben (es ist nicht unerheblich, ob es sich hier um ein nicht brennbares bzw. schwer brennbares Gebäude handelt)

d) Benutzung des Gebäudes

Antwort: ja, da insbesondere die Evakuierungszeit als solche ein Thema der gemeinsamen Brandabschnittsbildungen sein kann oder auch nicht

e) Feuerwiderstandsklasse des Gebäudes

Antwort: Wenn ein Gebäude eine Feuerwiderstandsklasse aufweist, dann muss die Frage erlaubt sein, warum ein „Doppelschutz“ maßgebend ist (Doppelschutz: gemeint Feuerwiderstandsklasse des betroffenen Gebäudeteils + Luftbrandwand???)

Zu 3: Wie wird die Errechnung der Brandabstände durchgeführt?

a) Konkrete Formeln und Beispiele (Errechnung des Brandabstandes für die Gebäude mit verschiedenen Parametern)

Antwort: Diese Beantwortung beinhaltet eine mehrseitige Dissertation, welche ich auch in den Hochschulen österreichweit vortrage - hier in Form von zwei Sätzen es zu beschreiben ist äußerst schwierig bzw. für das Gegenüber nicht verständlich. Ich schlage vor, dass der Diplomand - wenn es seine Zeit erlaubt - eine Österreichreise vornimmt und mir über die Schultern schaut um somit auch das zwei- aber auch dreidimensionale Rechenverfahren nachvollziehen zu können (ich darf hinweisen, dass ich über dreidimensionale Rechnungsmodalität (= finite Elemente) verfüge und so die Brandverläufe resp. auch die Temperaturanstiege (Heat Release) sowie auch das Rauchverhalten von Brandgasen (Smoke View) zu erzeugen. Diese Berechnungsmodalitäten haben internationalen Charakter und werden auf den Hochschulen österreichweit bzw. auch in Zlin (Tschechien) von mir vorgetragen.

Zu 4: Internetseiten - Recherchen

Antwort: Betreffend der Internetrecherchen darf ich auf die Google-Seite verweisen und hier insbesondere auf baulichen Brandschutz (als Schlagwort) eingehen.

Hoffe damit gedient zu haben und verbleibe

mit freundlichen Grüßen

Der Referatsleiter:

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'G. Greßlehner', written over the typed name and title.

DI Gerhard Greßlehner
Branddirektor