



SISEMINISTEERIUM
Estonian Ministry of the Interior



SISEKAITSEAKADEEMIA
Julgetele ja teotahelistele inimestele

Ehituslike tuleohutusnõuete asjakohasuse analüüs

(Lõppraport)

Uurimisgrupp:

Helmo Käerdi PhD
Feliks Angelstok PhD
Kadi Luht MA
Alar Valge MA
Anneli Ambel BA

TALLINN 2010

SISUKORD

| | |
|---|----|
| Lühendid, mõisted ja mõistete seletused | 3 |
| Tabelite ja jooniste loetelu | 4 |
| Sissejuhatus | 5 |
| 1. Uurimisprobleemi taust | 6 |
| 1.1. Määruse koostamise alused ja juhendmaterjalid | 7 |
| 1.2. Tagasiulatuvate nõuete subjektid | 8 |
| 2. Uuringu meetodika..... | 10 |
| 3. Määruse nr 315 „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded“ uurimisaluste peatükkide sisu ning tõlgendus | 11 |
| 3.1. Tulekahju ja selle ohu vältimine | 11 |
| 3.2. Evakuatsiooniteed ja –pääsud | 15 |
| 3.3. Tuleohutuspaigaldis | 16 |
| 4. Probleemid määruse nr 315 nõuete täitmisel | 21 |
| 4.1 Päästkeskuste ettekirjutused määruse nr 315 § 40 aluselt | 21 |
| 4.2 Probleemsed objektid | 23 |
| II kasutusviisiga objektid | 23 |
| Oxforell Puhkekeskus | 24 |
| III kasutusviisiga objektid | 27 |
| Ida-Tallinna Keskhaigla | 27 |
| IV kasutusviisiga objektid | 28 |
| Keila kirik..... | 29 |
| 5. Välisriikide ehituslikud tuleohutusnõuded võrdluses määrusega nr 315 | 36 |
| 5.1. Peatüki „Tulekahju ja selle ohu vältimine“ võrdlus..... | 41 |
| 5.2. Peatüki „Evakuatsiooniteed ja -pääsud“ võrdlus | 45 |
| 5.3. Peatüki „Tuleohutuspaigaldis“ võrdlus | 51 |
| 5.4. Määruse 315 lisad 2, 5, 8 ja 9..... | 55 |
| 6. Oluliste tuleohutusnõuete tõendamine meetodiliselt, arvutuslikult või muul viisil | 56 |
| 6.1. Indeksmeetodi rakendamine korruselamute tuleohutusriskide hindamiseks | 59 |
| 6.2. Konstruksioonelementide vastupanuvõime tõendamine..... | 62 |
| 6.3. Simulatsiooniprogrammid | 65 |
| 7. Hinnang nõude asjakohasusele..... | 69 |
| KOKKUVÕTE..... | 71 |
| Viidatud allikad..... | 72 |

Lühendid, mõisted ja mõistete seletused

- Toimivuspõhine tõendamine (*performance based*).
- Eeskirjadel põhinev tõendamine (*prescriptive*).
- Ehitise tuleohutuse klass (*fire class of the building; building classes*) – ehitise tuleohutust iseloomustav näitaja, mille määravad ära ehitise kasutusotstarve, selle korruste arv ja pindala, ehitise kõrgus, tuletõkkeseksiooni pindala, kasutajate arv, põlemiskoormus ning ehitises toimuva tegevuse tuleohtlikkus. (Eestis vastavad tähised: TP1 (tulekindel), TP2 (tuld takistav), TP3 (tuld kartev); Rootsis Br1, Br2, Br3; Soomes P1, P2, P3.)
- Konstruktsiooni kandevõime R (*loadbearing capacity*).
- Konstruktsiooni tihedus ehk terviklikkus E (*integrity*).
- Konstruktsiooni soojusisolatsiooni võime I (*insulation*).
- Tulepüsivusaeg (*fire resistance*) – ehitise kandekonstruktsioonide võime püsida R, E ja/või I kriteeriumidele vastavalt, mida väljendatakse ajavahemiku järgi minutites järgnevalt: 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 või 240 minutit.
- Põlemiskoormus (*fire load*).
- Tuletõkkeseksioon (*fire compartment*) – tule ja suitsu levimise takistamiseks, evakuatsiooni tagamiseks, päästetööde kergendamiseks ning varakahjude piiramiseks ehitatud hooneosa, mis suudab takistada tule levimist ettenähtud aja jooksul.
- Evakuatsioonipääs (*escape route*) – väljapääsemist võimaldav koht või käik, väljakäik, mis peab juhtima ehitisest ohutult välja maapinnale või tuletõkkeseksiooni, millest on olemas ohutu pääs ehitisest välja maapinnani.
- Tuleohutuspaigaldis (*equipment*) – tehnosüsteem, mis on mõeldud tulekahju avastamiseks, tule ning suitsu leviku takistamiseks ja ohutu evakuatsiooni läbiviimiseks.
- Kasutusviis (*occupancy*) – ehitise peamine kasutusotstarve.
- Standard – konsensuse alusel koostatud ja üldiseks ning korduvaks kasutamiseks standardiorganisatsiooni poolt vastuvõetud dokument, mis sisaldab tehnilist spetsifikatsiooni tegevuse või selle tulemuse kohta. Standardi järgimine on üldiselt vabatahtlik [32].
- ATS – automaatne tulekahju signalisatsioonisüsteem.
- AKS – automaatne kustutussüsteem.
- SNiP – Nõukogude Liidus sätestatud ehituslikud normid ja eeskirjad.
- EPN – Eesti Projekteerimismid.

Tabelite ja jooniste loetelu

| | |
|--|----|
| Tabel 1 Nõuete muutumine Eestis | 9 |
| Tabel 2 Materjalide termilised karakteristikud (Allikas DIFISEC) | 14 |
| Tabel 3 Anduritre valik sõltuvalt ruumi kõrgusest (Allikas: Siseministri 30.08.2010 määrus nr 42 lisa 2) | 18 |
| Tabel 4 Haldusaktide ja ettekirjutuste kokkuvõtte regioonide lõikes | 21 |
| Tabel 5 Ettekirjutused kasutusviiside alusel | 21 |
| Tabel 6 Sunniraha hoiatuste jaotumine regioonide lõikes | 22 |
| Tabel 7 Nõuete muutumine Soomes | 37 |
| Tabel 8 Nõuete muutumine Rootsis | 39 |
| Tabel 9 Parameetrite definitsioonid | 60 |
| Tabel 10 Parameetrite kaalud | 61 |
| Tabel 11 Indeksmeetodi ja kvantitatiivse riskianalüüsi võrdlus | 62 |
| | |
| Foto 1 Peamaja kolmanda korruse majutusruum | 25 |
| Foto 2 Peamaja katlaruum | 25 |
| Foto 3 Suitsuahju ja kalaköögi vaheline ala | 25 |
| Foto 4 Kalaköögi elektrijuhtmestik | 26 |
| Foto 5 Tuletõkkesektsiooni avatud asendisse fikseeritud uks | 28 |
| Foto 6 Evakuatsioonipääsu märgi nähtavus krikus | 31 |
| Foto 7 Hoonesse paigaldatud valvesignalisatsioon | 31 |
| Foto 8 Hoone elektrijuhtmestiku seisukord | 32 |
| Foto 9 Kүүnalde kasutamine kirikus | 32 |
| Foto 10 Kүүnalde kasutamine kirikus | 33 |
| Foto 11 Hoone küttesüsteem | 34 |
| Foto 12 Käärkambri kütteseade | 34 |
| | |
| Joonis 1 Ohutuse taseme võrdlus | 57 |
| | |
| LISA 2 Tabel 1 Soome, Viiki riskiindeks (neljakorruseline elamu, mille igal korrusel on kolm korterit) | 75 |
| LISA 2 Tabel 2 Rootsi, Wälluden (Växjö) riskiindeks | 76 |
| LISA 2 Tabel 3 Norra, Einmoen riskiindeks (neljakorruseline elamu, mille igal korrusel on kümme korterit) | 77 |
| LISA 2 Tabel 4 Taani, Casa Nova riskiindeks (kolmekorruseline elamu, mille igal korrusel on kaks korterit) | 78 |

Sissejuhatus

Ehitusseaduse [12] § 3 lõike 11 alusel kehtestatud Vabariigi Valitsuse 27. oktoobri 2004. aasta määrusega nr 315 „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded“ [6] sätestatakse tulekahju ja selle ohu vältimiseks ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded. Määruses äratoodud nõudeid tuleb kohustuslikult järgida kõikide ehitiste juures, mille kohta on välja antud ehitisluba või mis saavad sellekohase loa kohaliku omavalitsuse kirjaliku nõusoleku näol. Määruse § 40 lõike 1 [6] alusel kehtestatakse varem ehitatud ehitistele määruse neid punkte, mis tagavad võimaliku tulekahju puhkemise korral inimestele võimaluse ehitisest ohutult evakueeruda ning võimaluse inimesi ehitisest ohutult evakueerida. Samuti omavad tagasiulatuvat mõju määruse punktid, mis puudutavad tulekahju avastamiseseadmeid. Ehitise rekonstrueerimise ja laiendamise korral peab olema tagatud, et rekonstrueerimis- ja laiendamistöõde käigus oleks järgitud kõiki määruses esitatud tuleohutusnõudeid.

Käesoleva analüüsi eesmärk on selgitada tagasiulatuvalt välja ehitisele ja selle osale kehtestatud tuleohutusnõuete rakendatavuse proportsionaalsus ja efektiivsus ning analüüsida nõuete aluseks olevaid põhjuseid.

Analüüsi käigus tuuakse välja erinevate nõuete põhjuslikkus tulenevalt põlemisprotsessi iseärasustest ning tulekahju arengust. Eraldi peatatakse määruse nr 315 [6] tagasiulatuvate nõuete subjektidel ja tuuakse välja peamised erinevused nõutes, mis on olnud reguleeritud Eestis varem kehtinud ehituslike tuleohutusnõuetega SNiP ja EPN.

Suur osa hetkel kasutusel olevatest mõistetest ning ehitusmaterjalidele ja konstruktsioonidele esitatud nõuetest pärinevad Euroopa Liidu standarditest ning on rahvusvahelisel tasandil üsna sarnased, kuid siiski esineb riigiti nende vahel ka mõningasi erisusi. Käesolevas analüüsis keskendutakse Soome, Rootsi ning osaliselt ka Läti nõuetele ning nende erinevustele võrreldes analüüsitava määruses äratoodutega.

Analüüsi puhul ei ole vaatluse alla võetud kogu määrus [6] tervikuna, vaid järgmised peatükid, mida Siseministeriumi poolt paluti töögrupil analüüsida:

- § 10-13 – “Tulekahju ja selle ohu vältimine”.
- § 21, 23, 24-27 – „Evakuatsiooniteed ja -pääsud”.
- § 33-36, 39 – „Tuleohutuspaigaldis”.

Analüüsimisele kuuluvad ka määruse Lisad 2, 5, 8 ja 9.

1. Uurimisprobleemi taust

Püstitatud ülesande lahendamiseks pidas uurimisgrupp vajalikuks teha enesele selgeks, mida tähendab Eesti õigusruumis mõiste „ehitamine“ ning milliseid tuleohutusalasid nõudeid tuleb ehitamise juures järgida ning milliste õigusaktidega need nõuded on esitatud.

Nõuded ehitistele, ehitusmaterjalidele ja -toodetele ning ehitusprojektidele ja ehitiste mõõdistusprojektidele, samuti nõuded ehitiste projekteerimise, ehitamise ja kasutamise osas, aga ka ehitiste arvestuse alused ja korra sätestab „Ehitusseadus“. Samuti sätestab „Ehitusseadus“ vastutuse seaduses äratoodud seadusesätete rikkumise korral ning riikliku järelevalve ja ehitusjärelevalve korralduse. Ehitamine on nimetatud seaduse mõistes:

- 1) ehitise püstitamine;
- 2) ehitise laiendamine;
- 3) ehitise rekonstrueerimine;
- 4) ehitise tehnosüsteemi või selle osa muutmise või tehnosüsteemi terviklik asendamine;
- 5) ehitise lammutamine. [12]

Ehitise laiendamine on olemasolevale ehitisele juurde, külge, peale, alla ehitamine. [12]

Ehitise rekonstrueerimine on ehitise piirdekonstruktsioonide muutmise ning kande- ja jäigastavate konstruktsioonide muutmise ja asendamine. Oluliseks rekonstrueerimiseks loetakse sellist rekonstrueerimist, mille maksumus on suurem kui üks kolmandik rekonstrueeritava ehitisega samaväärse ehitise keskmisest ehitismaksumusest. [12]

Üksikelamu, suvila, aiamaja, taluhoone, väikeehitise või kahe ja mitme korteriga elamus ühe korteri, trepikoja või keldri piires välimistes seintes olevate avade sulgemiseks mõeldud ehitise osade (avatäidete) asendamine, kui asendamisel jääb avatäidete asukoht konstruktsioonis samaks ning ei muutu ehitise tuleohutusomadused ja välisilme, ei ole käesoleva seaduse tähenduses ehitamine, välja arvatud käesoleva seaduse § 16 lõike 1 punktides 4 ja 5 nimetatud juhtudel. [12]

Ehitise tehnosüsteem „Ehitusseaduse“ tähenduses on ehitise piires ehitise toimimiseks ja ohutuse tagamiseks vajalike seadmete või kommunikatsioonide kogum koos nende toimimiseks vajalike konstruktsioonelementidega. [12]

„Ehitusseaduse“ [12] § 3 toodud punktidest ohutust käsitlevad teemad on kohustuslikud täita ka enne seaduse jõustumist (2003. aasta 1. jaanuar) ehitatud ehitiste juures. Nii peab ehitise olema projekteeritud ja ehitatud hea ehitustava ning ehitamist ja ehitusprojekti käsitlevate õigusaktide kohaselt; ehitises ei tohi kätkeada oht inimese elule, tervisele või varale või keskkonnale, ja ehitise ei tohi seda ka lisanduvalt tekitada. Ehitise peab tulekahju korral säilitama ettenähtud aja jooksul oma kandevõime. Ehitises peab olema takistatud iseeneslik tule ja suitsu levimine, samuti peab olema takistatud tule levik naaberehitistele. Ehitises peab olema võimalik inimesi evakueerida, inimestel peab olema võimalus ehitisest evakueeruda. Tulekahju korral ehitises peavad olema selles tagatud päästemeeskondade ohutus ja tegutsemisvõimalused. Nimetatud paragrahvist tuleneb Vabariigi Valitsuse õigus kehtestada ehitise omadustest või kasutamise ohutusnõuetest lähtuvalt nõuded ehitisele või selle osale. Ülalnimetatud punkt on aluseks Vabariigi Valitsuse 27. oktoobril 2004. a vastu võetud määruse nr 315 „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded“ [6] kehtestamiseks. Määrus sätestab tulekahju ja selle ohu vältimiseks ehitisele ja selle osale esitatavad nõuded. Nimetatud määruse kohaselt loetakse olulisteks tuleohutusnõueteks nõuded, mis tagavad, et võimaliku tulekahju puhkemise korral:

- 1) säilib ettenähtud aja jooksul ehitise kandevõime;
- 2) on ehitises tule tekkimine ja levik takistatud;
- 3) on ehitises suitsu tekkimine ja levik takistatud;
- 4) on tule levik ehitisest naaberehitisele takistatud;
- 5) on inimestel võimalik ehitisest evakueeruda;
- 6) on võimalik inimesi ehitisest evakueerida;
- 7) on arvestatud päästemeeskondade ohutuse ja nende tegutsemisvõimalustega; olulised tuleohutusnõuded peavad olema täidetud kogu ehitise kasutusaja vältel. [6]

Määruse nr 315 § 40 kohaselt peab ka enne määruse jõustumist õiguslikul alusel ehitatud ehtis, mida kasutatakse vastavalt ehitisele ettenähtud kasutamise otstarbele, vastama nõuetele, mis tagavad, et inimestel on võimalik ehitisest evakueeruda ja et inimesi on võimalik ehitisest evakueerida. Olulised tuleohutusnõuded peavad olema tagatud kogu ehitise kasutamise aja vältel. Lisaks kehtivad tagasiulatuvalt ka tulekahju avastamise seadmete paigaldamise vajalikkust puudutavad määruse osad. [6]

Ehitise ja selle osa vastavus olulistele tuleohutusnõuetele loetakse tõendatuks juhul, kui tulekahju puhkemise korral on võimalik inimesed sealt evakueerida, kui varakahjude tekkimise risk on viidud miinimumini, kui on minimeeritud võimalik tekkida võiv kahju avalikkusele, sealhulgas keskkonnale, ning kui:

- 1) ehtis ja selle osa vastavad käesoleva määrusega ettenähtud piirväärtustele või
- 2) ehtis ja selle osa vastavad asjakohasele tehnilisele normile või
- 3) ehtis ja selle osa vastavad asjakohasele standardile või
- 4) arvutuslikul, analüütilisel või muul usaldusväärsel viisil on tõestatud ehitise vastavus olulistele tuleohutusnõuetele, kusjuures on arvestatud tulekahju võimaliku puhkemise ja kustutamise. [6]

Määruse alusel loetakse asjakohaseks tehniliseks normiks ja standardiks tehniline norm või standard, mille järgimine tagab oluliste tuleohutusnõuete täitmise. [6]

Ehitise konstruktsiooni kandevõimet tõendatakse vähemalt ühel järgmisel viisil:

- 1) katseliselt;
- 2) arvutuslikult;
- 3) ühendades katse- ja arvutustulemused;
- 4) kasutades tunnustatud Tabelarvutust. [6]

1.1. Määruse koostamise alused ja juhendmaterjalid

Nõukogude Liitu kuulumise perioodil kehtisid Eestis samad tuleohutusnõuded nagu kogu NSV Liidus. Nõukogude Liidu ehitismäärused ning nõuded (SNIp) kehtisid Eestis kuni uute nõuete kehtestamiseni SNIpid olid välja antud enne aastat 1991. Uute nõuete võeti Eestis kasutusele Euroopa standardite ja eurokoodeksite baasil koostatud ehitus- ja planeerimismuutuste EPN 10 nõuded. Praegu kehtivad Eestis EVS standardid ja Euroopa Liidu direktiivid. Järgnevas punktis antakse lühike ülevaade vaatluse all olevate tuleohutusnõuete muutumisest läbi aja.

1.2. Tagasiulatuvate nõuete subjektid

Eestis on erinevatel ajajärgudel ehitise projekteerimisel ja püstitamisel kasutusel olnud mitmeid erinevaid ehitise tuleohutust sätestavaid nõudeid: ehituslikud normid ja eeskirjad, projekteerimismäärused, standardid ning lisaks on olnud veel võimalus kasutada teiste riikide vastavasisulisi nõudeid.

Oma uurimistöös oleme tuleohutusnõuete asjakohasuse analüüsimisel lähtunud määrusest 315 [6] läbi kahe erineva normi ja tehnilise spetsifikatsiooni (SNiP, EPN ja Standard).

Alates 1950. aastatest olid ehituslikud tuleohutusnõuded sätestatud SNiPi (Ehituslikud normid ja eeskirjad) erinevates osades, kasutusel olid need kogu NSV Liidus, sealhulgas tolleaegses Eesti NSVs. SNiPi uuendati üldjuhul iga nelja aasta tagant seoses uute tehniliste lahenduste väljatöötamisega. SNiPis sätestatud tuleohutusnõuded olid projekteerijatele ja ehitajatele kohustuslikud ja nende täitmise üle teostati vastavate ametkondade poolt järelevalvet.

Ehitise projekteerimisel ja püstitamisel kasutati Eestis SNiPis kehtestatud nõudeid kuni 1994/95. aastateni, mil võeti kasutusele esimesed Eesti projekteerimismäärused (EPNid). Paralleelselt jätkati osa SNiPis kehtestatud nõuete kasutamist koos EPN 10ga nende valdkondade projekteerimisel, mille kohta puudusid Eestis vastavasisulised nõuded (nt nõuded tuletõrje kustutusvee hulga kohta).[4]

Antud uurimistöös on kasutatud kuni 1990. aastani kehtinud NSV Liidu Ehituslike norme ja eeskirju (SNiP). [4]

Alates 1994/95. aastast võeti Eesti Vabariigis ehitise projekteerimisel ja püstitamisel kasutusele Eurodirektiivi 89/106/EEC järgi korrigeeritud "Eesti projekteerimismäärused" - ehitise tuleohutuse eelnõud EPN 10.1 ja EPN 10.2. Kuni aastani 2000 ilmus EPN 10 korrigeeritud eelnõude kujul 14-osalisena, millede rakendamine ehitise projekteerimisel ja püstitamisel oli kogu Eesti territooriumil kokkuleppeliselt kohustuslik. [7-11]

Paralleelselt EPN 10le andis Eesti Standardikeskus välja tuleohutusvaldkonda käsitlevate standardite sarja EVS 812 „Ehitise tuleohutus” kuuluvad standardid, mis sätestasid ehituslikud tuleohutusnõuded ja andsid tüüplahendusi standardolukordade lahendamiseks tuleohutuse tagamiseks. [7-11]

Tabel 1 Nõuete muutumine Eestis

| | SNiP | EPN 1994 | EPN 1998 | 2005 |
|--|-------------------------------|---|--|---|
| tulekindlusaste, ehitise tulepüsivusklass, tuleohutusklass | I; II; III; IV; V | tulepüsiv; tuldtakistav; tuldkartev; | TP1; TP2; TP3 | TP1- tulekindel; TP2 - tuldtakistav; TP3 - tuldkartev |
| tulepüsivus | | R - konstruktsiooni kandevõimest; E - tihedusest ehk terviklikkusest; I - soojus(sooja-)isolatsiooni võimest, kusjuures tulepüsivust väljendatakse minutites vastavalt 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 või 240 minutit | | R - konstruktsiooni kandevõimest; E - tihedusest ehk terviklikkusest; I – soojus (sooja-) isolatsiooni võimest, kusjuures tulepüsivust väljendatakse minutites vastavalt 15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 või 240 minutit |
| pinnaklass tulelevik | | V1;V2; I; II; | | A1; A2; B; C; D; E; F; s1; s2; s3; d0; d1; d2 |
| tulekaitsetasemed | | I - esmased kustutusvahendid; II - tõhustatud kustutusvahendid; III - ATS; IV - AKS | I - esmased kustutusvahendid; II - ATS; III - tõhustatud kustutusvahendid; IV - AKS | I - esmased kustutusvahendid + tõhustatud kustutusvahendid; II - ATS; III - AKS |
| hoone tuleohtu kategooria tuleohuklassid | A; Б; B; Г; Д. | 1 - tuleohuta; 2 - tuleohtlik; 3 - tule - ja plahvatusohtlik | | 1 - väikese tõenäosusega; 2 - suure tõenäosusega ja võib kaasneda plahvatusoht |
| suitsueemaldus | | Tase 1; Tase 2; Tase 3 | | sundventilatsioon; loomulik tõmme |
| põlemiskoormus | | <200 MJ/m ² ; 200...400 MJ/m ² ; >400 MJ/m ² | <600 MJ/m ² ; 600..1200 MJ/m ² ; >1200 MJ/m ² | <600 MJ/m ² ; 600..1200 MJ/m ² ; >1200 MJ/m ² |

2. Uuringu meetodika

Analüüsil püstitatud eesmärgi saavutamiseks otsustati kasutada kvalitatiivseid uurimismeetodeid, selgitamaks välja ehituslike tuleohutusnõuete käsitlemist ajalooliselt läbi erinevate riikide õigusaktide (Eesti, Soome, Rootsi, osaliselt ka Läti). Eestis kasutusel olnud õigusaktide puhul võeti analüüsimisel aluseks vastavate ametkondade poolt välja antud ning heaks kiidetud õigusaktid. Teiste riikide puhul kasutati heaks kiidetud inglisekeelset tõlget või algteksti.

Lisaks dokumendianalüüsile intervjuueriti määruse nr 315 koostamisel osalenud töögrupi liikmeid ning teiste riikide analoogsete töögruppide töös osalevaid inimesi eesmärgil, et selgitada välja ehituslike tuleohutusnõuete muutumist ajas ning nende nõuete põhjendatust ning alust. Intervjuude läbiviimisel kasutati poolstruktureeritud intervjuusid, mille tulemused kajastati käsikirjaliste märkmete ning lisamaterjalidena, kuna üldjuhul kestsid intervjuud vähemalt kaks tundi. Teemad saadeti intervjueritavatele ettevalmistamiseks vähemalt kolm tööpäeva enne intervjuu toimumise aega.

Tuleohutusnõuete täitmisel ette tulevate probleemide analüüsimiseks kasutas töögrupp kvantitatiivseid uurimismeetodeid. Neid meetodeid kasutades tehti Päästeameti regionaalsete päästekeskuste poolt 2010. aasta kuue kuu jooksul tehtud ettekirjutuste statistiline analüüs. Analüüsiks vajalikud dokumendid saadi Päästeameti dokumendihaldusprogrammist Postipoiss ning perioodi arvestamisel lähtuti dokumentide registreerimise kuupäevast dokumendihaldusprogrammis. Lisaks paluti regionaalsetel päästekeskustel edastada ettekirjutused kõige probleemsematest II, III ja IV kasutusviisidega objektidest. Samuti külastati igast kasutusviisist ühte objekti, mille ehituslikule tuleohutusele antakse uurimisgrupipoolne hinnang koos analüüsiga.

3. Määruse nr 315 „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded“ uurimisaluste peatükkide sisu ning tõlgendus

Uurimistöo üheks eesmärgiks oli seatud tavainimesele arusaadavas keeles oluliste tuleohutusnõuete selgitamine. Sellise ülevaate andmiseks lähtus uurimisgrupp oma varasemast kogemusest ning teadusallikatest.

3.1. Tulekahju ja selle ohu vältimine

Ehitises ning ehitisega seotud tulekahju olukorras toimuva mõistmiseks on kindlasti vajalik omada teadmisi põlemisest ning tulekahjule iseloomulikest näitajatest. Tulekahju olemuse olulised aspektid põlengusse haaratud ehitise juures saab välja tuua järgmiselt:

- materjalide käitumine tulekahjus, sealhulgas massikao ja energia eraldumine;
- tulekahju arengu etapid;
- tulekahju areng täispõlemisfaasis, sh temperatuur, ventilatsioon ning kestvus. [24]

Selleks, et mõista tulekahju protsessi, tuleb esmalt mõista, mis on põlemine. Keemias kirjeldatakse põlemist kui kiirelt kulgevat oksüdeerimisprotsessi, mille käigus ühinevad põlev aine (gaasilises olekus) ja hapnik ning mille tulemusena eralduvad soojus ja valgus. Teine väga levinud oksüdatsiooniprotsess on raua oksüdeerumine, aga seda ei nimetata põlemiseks, sest reaktsioon toimub ilma valguse ja kuumuse eraldumiseta ja protseduur on väga aeglane. [23]

Põlemist kirjeldatakse tavapäraselt baseeruvana kolmel põhikomponendil: kütus, õhk ja kuumus. Põlemist saab ohjata või ära hoida, kui eemaldame ühe kolmest elemendist. Kui eemaldame põleva aine, näiteks puuhalu koldest, põlemine vaibub. Kui eemaldame hapniku, näiteks asetame kaane põleva rasvaga pannile, tuli sumbub. Kui eemaldada kuumus, näiteks jahutada keskkonda veega, siis põlemine lakkab. Teadlased on teinud kindlaks ka põlemisprotsessi neljanda komponendi, mida nimetatakse keemiliseks ahelreaktsiooniks ja mis esineb igas põlemisprotsessis. Ahelreaktsioon algab, kui kütuses olevad molekulidevahelised ahelad on kuumuse toimele lõhustatud. Kuumuse toimele katkevad sidemed kütuse osakeste vahel ning vabanevad nn vabad radikaalid, mis reageerivad oksüdeerijaga. Sellise protsessi käigus eraldub soojust ning intensiivistub kütusest vabade radikaalide eemaldumine. Nii kaua kui on kütust, oksüdeerijat ja energiat, ei katke ahelreaktsioon, ning protsess jätkub. [23]

Oksüdeerijad on ained, mis redoksreaktsiooni käigus liidavad endaga elektrone. Kõige tuntum oksüdeerija on hapnik. Hapnik on oma loomulikus olekus gaas. Õhk on gaaside segu, mis koosneb peamiselt lämmastikust (78%), hapnikust (21%), argoonist (0,9%) ja süsinikdioksiidist (0,04%).

Süsinik ja vesinik on kaks põhilist elementi kütustes. Sellised kütused on tuntud kui süsivesinikud. Süsinik on oma loomulikus olekus tahke ja oluline element orgaanilistes kütustes, mis olid varem elavad organismid, näiteks naftasaadused, puit, paber, puuvill ning mitmed teised looduslikud kiud. [23]

Enamikus põlemistes osalevad süsinik ja vesinik, mis hapnikuga ühinedes annavad tulemuseks vee ja süsinikdioksiidi. Need on kaks täieliku põlemise lõppsaadust. Täielik põlemine sõltub välistest faktoritest, mis üldjuhul annavad lisaproduktideks suitsu, vingugaasi ja mitmeid teisi põlemisgaase.

Kütus võib esineda mitmes erinevas olekus: tahke, vedel, gaasiline. Kõigi kütuste molekulid vibreerivad normaaltemperatuuril, näiteks vedelikes toimub liikumine kiiremini kui tahketes kehaes, aga gaasides eelnimetatutest veelgi kiiremini. Kütuse olek on temperatuuritundlik: mida kõrgem on temperatuur, seda kiiremini osakesed aines liiguvad ja selle tulemusena saavad tahketest ainetest vedelad ja vedelikest gaasid. [23]

Põlemine toimub, kui kütus on aurustunud või muutunud gaasiliseks, sest oksüdeerija on gaasiline aine ning reageerimiseks peavad mõlemad protsessis osalejad olema gaasilises olekus (vaadeldge küünlaleeki, mis hõljub tahi ümber). Tahkete ja vedelate kütuste gaasiliseks muutmine toimub energia kaasabil ning aine muundumist kõrgel temperatuuril nimetatakse pürolüüsiks. Mõned kütused, nt süsinik ja mõned metallid ei vaja muundamist teise olekusse selleks, et põleda ning nendes osaleb oksüdeerija vahetult. Kui kütus saavutab temperatuuri, mille juures jätkub muundumine ilma välise kuumuse lisamiseta, siis nimetatakse seda temperatuuri süttimistemperatuuriks. [23]

Põlemisprotsess katkeb, kui eemaldame ühe kolmest protsessis osalevast komponendist. Põlemisprotsess lõppeb, kui kogu kütus on ära põlenud. Samuti lõppeb põlemine, kui protsessist eemaldada hapnik, nt takistades täielikult õhu ligipääs põlevale materjalile. Põlemine lakkab ka siis, kui eemaldame protsessist süüteallika ning langetame temperatuuri madalamale, kui seda on kütuse süttimistemperatuur.

Tulekahju arengus eristatakse kolme faasi:

1. Süttimisfaas. Kui tulekahju algab, on õhus hapniku sisaldus u 21%. Leegi temperatuur on ligi 800 kraadi. Suitsu ja soojuse eraldumine on alanud, mis mõjutab ka ümbritsevat kütust. Mõnedel juhtudel toimub süttimine hetkeliselt (näiteks plahvatuse tulemusena alanud tulekahjud), aga süttimine võib aega võtta ka minuteid, tunde, päevi ja nädalaid. Kui tuli hakkab laienema, siis jõuab tulekahju järgmisesse faasi.
2. Vaba põlemine. Selles faasis on suurenenud kuumuse eraldumine ning õhu soojendamise toimub konvektsiooni (õhu liikumise) teel. Soojus võib edasi liikuda ka konduktsiooni (soojuse üle kandumine kehalt kehale) teel ja radiatsiooni (soojuskiirguse) teel. Kui põlemine toimub suletud ruumis, siis temperatuur lae all tõuseb tormiliselt, süüdates nii konvektsiooni teel põlemisgaasid. Kui põlemine jätkub, hakkab ruumis hapniku sisaldus langema. Temperatuur ruumi ülemistes kihtides on ligi 700 kraadi ja ruumi keskmine temperatuur ligi 300-350 kraadi C. Temperatuur tõuseb, saavutades erinevate kütuste süttimistemperatuuri, mille tulemusena toimub pürolüüsi protsess. Ruumis väheneb hapniku hulk, aga samas on pürolüüsi käigus eraldunud suur hulk põlemisgaase. Mittetäieliku põlemiprotsessi tulemusena eraldub ruumi suur hulk suitsu ning erinevaid gaase, mis on inimese tervisele ohtlikud. Kuna suits on kuum, siis koguneb see ruumi ülemistesse kihtidesse, täites nii üsna lühikese ajaga ülemise ruumiosa suitsupadjaga. Põranda lähedale jääb paarikümne sentimeetrine puhta õhuga kiht.

3. Sumbumine. Kui ruum on hästi isoleeritud ning hapniku sisaldus ruumis langeb alla 15%, siis põlemine katkeb ja tulekahju jõuab kolmandasse faasi. Leegid sumbuvad, aga pürolüüsiprotsess ruumis jätkub. Ruum on ülekuumenenud ja täidetud suitsu ja põlemisgaasidega. Gaasid ja ruumi sisustus on keskkonnas, mille temperatuur ületab süttimistemperatuuri ja ainus põlemisprotsessist puuduv komponent on hapnik. Põlemisgaasid ja suits vaheldumisi paisuvad ja tõmbuvad kokku. Aknaklaasid tahmuvad. Kui hapnik pääseb ruumi ja kõik kütused on kõrgemal temperatuuril nende süttimistemperatuurist, toimub plahvatuslik süttimine, mida nimetatakse tagasitõmbeks (*backdraft*). Tulekahju sumbub ka kütuse lõppemise tulemusena, kus põlemisprotsessi käigus kulutatakse ära kogu põlev materjal ja põlemine sumbub. Kui põlemisprotsess leiab aset ilma sekkumiseta, siis on põlengu lõppemise põhjuseks kas hapniku või kütuse lõppemine.

Tulenevalt määrusest nr 315 tuleb ehitise ehitamise ja kasutamise korral võtta arvesse ehitise süttimise, ehitises suitsu ja tule tekkimise ning leviku ja tulekahju vältimise võimalusi selliselt, et arvestatud oleks nii ehitises kui ka väljaspool olevad mõjurid. Tule ja suitsu leviku takistamiseks, evakuatsiooni tagamiseks, päästetööde kergendamiseks ning varakahjude piiramiseks peab ehitise olema jagatud tuletõkkesektsioonideks (määrus nr 315 § 10 lg 1). Tuletõkkesektsioon võib koosneda seintest, põrandatest, lagedest (sh vahelagedest, katuslagedest, ripplagedest), ustest, akendest, tuletõkkeklappidest, läbiviigu avatäidetest ja teistest ehitise osadest. Tuletõkkekonstruktsioon on ette nähtud tule leviku tõkestamiseks või tule ja suitsu piiramiseks.

Üldjuhul sõltub konstruktsioonielementide tulepüsivus järgmistest teguritest:

- konstruktsioonile rakendatud koormuse intensiivsus;
 - elemendi tüüp (nt post, tala, sein);
 - elemendi mõõtmed ja piirseisundid;
 - tulekahju soojusvoog elementidele või konstruktsioonidele;
 - konstruktsioonimaterjali tüüp (nt betoon, teras; puit);
 - temperatuuri tõusu mõju konstruktsioonielemendile sõltuvalt elemendi omadustest.
- [24]

Konstruktsiooni vastupidavus tulekahjus sõltub nende materjalide termilistest ja mehaanilistest omadustest, millest hoone on ehitatud. Kõrge temperatuuri tingimustes võivad järsult väheneda konstruktsiooni tugevusnäitajad (nt teraskonstruktsiooni vastupidavus), samuti võivad konstruktsioonid süttida (nt puit).

Ehituskonstruktsioonide tulepüsivuse arvestamiseks on eriti oluline käsitleda materjali termilisi omadusi, siinkohal peatutakse neist mõnedel:

- Soojajuhtivus/soojusjuhtivus on materjali omadus juhtida soojust läbi enda. Soojusjuhtivus sõltub materjali koostisest, poorsusest, tihedusest, pooride suurusest ja nende eraldatusest, niiskusesisaldusest ja temperatuurist. Soojajuhtivust on võimalik arvutada lähtuvalt materjali tihedusest. Kergematel ja poorsematel materjalidel on soojajuhtivus halvem kui tihedamatel materjalidel. Soojajuhtivust iseloomustavaks suuruseks on soojaerijuhtivus, mille tähis on λ ja ühikuks W/mK.
- Soojamahtuvus/soojusmahtuvus on materjali omadus soojenemisel endasse salvestada soojusenergiat ning jahtumisel seda eraldada. Soojamahtuvust iseloomustavaks suuruseks on soojaerimahtuvus, mille tähis on c ja ühikuks J/kgK. Suure

soojamahtuvusega on vedelikud, väikese soojusmahtuvusega metallid. Oluline erinevus on kivi- ja puitkonstruktsioonidel, mis on oluliselt erineva soojusmahtuvusega.

Soojajuhtivuse ja soojusmahtuvuse kohta on Tabelis 2 toodud välja enamlevinud materjalide olulisemad näitajad ning nende sõltuvus temperatuurist.

Tabel 2 Materjalide termilised karakteristikud (Allikas DIFISEC)

| Materjal | Temperatuur | λ (W/m/K) | ρ (kg/m ³) | c_p (J/kg ^o K) |
|--------------------------|-------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Normaalbetoon | 20 | 2 | 2300 | 900 |
| | 200 | 1.63 | 2300 | 1022 |
| | 500 | 1.21 | 2300 | 1164 |
| | 1000 | 0.83 | 2300 | 1289 |
| Kergbetoon | 20 | 1 | 1500 | 840 |
| | 200 | 0.875 | 1500 | 840 |
| | 500 | 0.6875 | 1500 | 840 |
| | 1000 | 0.5 | 1500 | 840 |
| Teras | 20 | 54 | 7850 | 425 |
| | 200 | 47 | 7850 | 530 |
| | 500 | 37 | 7850 | 667 |
| | 1000 | 27 | 7850 | 650 |
| Kips-isolatsiooniplaadid | 20 | 0.035 | 128 | 800 |
| | 200 | 0.06 | 128 | 900 |
| | 500 | 0.12 | 128 | 1050 |
| | 1000 | 0.27 | 128 | 1100 |
| Tihendustsement | 20 | 0.0483 | 200 | 751 |
| | 250 | 0.0681 | 200 | 954 |
| | 500 | 0.1128 | 200 | 1052 |
| | 800 | 0.2016 | 200 | 1059 |
| Kaltsiumsilikaat plaat | 20 | 0.0685 | 450 | 748 |
| | 250 | 0.0786 | 450 | 956 |
| | 450 | 0.0951 | 450 | 1060 |
| | 1050 | 0.157 | 450 | 1440 |
| Puit | 20 | 0.1 | 450 | 1113 |
| | 250 | 0.1 | 450 | 1125 |
| | 450 | 0.1 | 450 | 1135 |
| | 1050 | 0.1 | 450 | 1164 |
| Tellised | 20 | 1.04 | 2000 | 1113 |
| | 200 | 1.04 | 2000 | 1125 |
| | 500 | 1.18 | 2000 | 1135 |
| | 1000 | 1.41 | 2000 | 1164 |
| Klaas | 20 | 0.78 | 2700 | 840 |

Tulekahju tekkimise järel eristatakse järgmisi tulekahju levimisvõimalusi:

- Konvektsiooni teel.

Konvektsioon on kõige sagedasem tulekahju levimise viis hoonetes ja rajatistes. Konvektsiooni teel tulekahju levimine on seotud sooja õhu, põlemisgaaside ja suitsu levikuga ehitises. Kõrgel temperatuuril gaasid ja põlemisjääd võivad süüdata kergesti süttivaid materjale tulekahjukohast kaugemal. Samuti võivad sellisel viisil ülemistesse ruumidesse või ruumi ülemistesse ruumiosadesse kogunenud kõrgel temperatuuril põlemisgaasid värske õhu (hapniku) lisandumisel plahvatuslikult süttida. (Määruse nr 315

§ 10 lg 3 järgi moodustatakse tule tõkesteksioonid korruste kaupa, pindala järgi, ehitise kasutusotstarbe järgi.)

- Konduktsiooni teel.

Konduktsiooni teel tulekahju levimine on seotud kõrgetel temperatuuridel olevate materjalidega käitumisega, nt metallide soojusjuhtivusega. Sel viisil võib ühes korteris toimuv tulekahju kütetorude kuumenemise tulemusena süüdata tulekahju ka teises korteris. Tule tõkkekonstruktsiooni avatäited ja tehnosüsteemid ei tohi ohustada konstruktsiooni toimivust. Määruse järgi peab avatäidete ning tule tõkkekonstruktsioone läbivate tehnosüsteemide tulepüsivusaeg olema vähemalt 50% tule tõkkekonstruktsioonile ettenähtud tulepüsivusajast, kusjuures avatäide ei tohi olla suurem kui 40% tule tõkkekonstruktsiooni pindalast. Tule tõkkekonstruktsioone läbivad tehnosüsteemid ei tohi suurendada suitsu ja tule levikut, mistõttu on kasutusel erinevad tule tõkkesead, -mansetid, -klapid jmt vahendid, et tagada tulekahju tingimustes konstruktsiooni tulepüsivus.

- Radiatsiooni teel.

Radiatsiooni teel tulekahju levimise viis on seotud kuumuse kui elektromagnetlainete levikuga, mis soojendab vedelikke ja tahkeid aineid, aga mitte gaase. Radiatsiooni teel ei ole vajalik materjalide füüsiline kontakt. [14] Sarnaselt lahtisele tulele, mille lähedale, kuid samas mitte vastu asetatud esemed võivad süttida. Suurel määral on nimetatud tulekahju levimine seotud evakuatsiooniteel liikuvatele inimestele mõjuva soojuskiirgusega ning samuti määruse § 19 käsitletud tule levikuga naaberehitistele.

- Otsese kokkupuute teel.

Otsese kokkupuute teel tulekahju levikuga on tegemist siis, kui materjalid puutuvad omavahel kokku ja põleng kandub ühelt objektilt edasi ka teisele. [14]

3.2. Evakuatsiooniteed ja -pääsud

Evakuatsioonina käsitletakse määruses nr 315 kasutajate sunnitud väljumist ehitisest või selle osast ohutusse kohta kas tulekahju, õnnetusjuhtumi või muu ohtliku olukorra või selle võimaluse korral. Ehitise igast osast peab olema võimalik kiire ja lihtne pääs evakuatsiooniteele. Üldjuhul peab olema võimalik ehitise igalt evakuatsioonialalt, kus viibib või töötab inimesi, olema võimalik jõuda vähemalt kahe erineva, hajutatult paikneva evakuatsioonipääsuni (üks pääs on lubatud eramutes ning kuni kaheksakorruselistes korterelamutes). Evakuatsiooniteel liikumise ohutus peab olema tagatud kogu evakuatsiooniaja jooksul. [6]

Hoonest ohutu evakueerumise aeg sõltub väga mitmetest erinevatest teguritest, kuid põhimõtteliselt võib selle jaotada kaheks suureks ajaetapiks: tulekahju avastamiseks ning sellest teada saamiseks kuluv aeg ja hoonest ohutult väljumiseks kuluv aeg. Inimeste liikumine hoonest välja sõltub väga paljudest erinevatest psühholoogilistest, füsioloogilistest jmt teguritest; oma töös toome välja siinkohal vaid mõned olulisemad mõjurid.

Viis, kuidas inimesed ohtu tajuvad, sõltub suuresti nende individuaalsetest hoiakutest, oskustest, harjutustest, kogemustest, isiksusest, mälust, võimest meelte abil informatsiooni töödelda. Oht tuvastatakse ning tõlgendatakse protsessina. Avastamine (tuvastamine) on seotud meeleorganite tööga ehk meie võimega tajuda keskkonda nägemise, kuulmise, haistmise läbi. Probleemid ühe või teise meeleorgani töös toovad suure tõenäosusega esile tõrkeid kiirel ning ohutul evakuatsioonil. Tõlgendamisprotsess toimub ajus. Meeleorganid saavad signaali ajusse, kus seda töödeldakse. Ajus töödeldakse meeleorganite abil saadud

infot koos informatsiooniga, mis on seotud koha, ümbruse ja inimestega. Ohu tunnistamine ning sellele vastav käitumine on olulisel määral seotud meie varasema kogemuse ning harjutamistega. Samuti võivad omada olulist mõju otsuste tegemisel mitmed välised tegurid, nagu aeg ja raha. Taju on väga individuaalne; mõned tunnetavad väliseid muutusi oluliselt suuremal määral kui teised. Probleemid, millega kokku puutume, on seotud suundumisega täita tühjad lüngad ülevaate saamiseks, kalduvusega tajuda objekte püsivatena oma suuruse, kuju, värvi ja muude näitajate poolest. Väga harva on inimesed kogenud tulekahjuohtu sellisena, mis on nõudnud kohest evakueerumist; tavaliselt on varasemad kogemused olnud siiski seotud valehäiretega, mistõttu ei tajuta riski reaalsena. [14]

Evakuatsiooniaeg sõltub täielikult kasutajate reaktsioonist tulekahju evakuatsiooni hoiatusele. Käsitledes evakuatsiooni kahefaasilisena, saab välja tuua järgmised olulised erisused:

- Liikumise eelne aeg — ajaperiood teadvustamise ning reageerimise vahel. See on ajaperiood, mil kasutajad saavad teada evakuatsioonihoiatusest kuni selle ajani, mil hakatakse liikuma väljapääsude poole. Tihti on see kõige pikem osa evakuatsioonist ning sõltub samuti väga suurel määral inimeste käitumisest.
- Liikumise aeg — aeg, mis kulub ehitises viibivatel inimestel ohutusse kohta liikumiseks.

Inimeste ohutut evakueerumist mõjutavad mitmed tegurid, nagu näiteks:

- Meeleorganite seisund. Evakuatsiooni mõjutavad oluliselt häiresignaali kuulmine (see on probleemiks kuulmishäiretega inimestel) ning evakuatsiooniteel liikumine (see on probleemiks liikumispuudega inimestel ja nägemispuudega inimestel).
- Füüsiline seisund. On välja selgitatud, et ligi 3% inimestest vajab liikumisel abi, sest nad pole võimelised iseseisvalt evakueeruma treppe kasutades.
- Teadvustamise võimalikkus. Oluliselt kiiremini reageerivad ohuolukorra tõsidusele ärkvel olevad inimesed, seetõttu on oluline pidada silmas ka selliseid faktoreid, nagu magamine, alkoholihoobes olek, meeltesegaduses olek, rohtude mõju all olek jms.
- Esimene reaktsioon. Uurimused on näidanud, et tavapärases olukorras reageeritakse keskmiselt 30 sekundi jooksul alates häirest. See aeg on oluliselt erinev, kui inimesed kas magavad, tegelevad konkreetsete tööülesannetega, on hõivatud füüsilise tegevusega jms.
- Omandiküsimused. Võimalikud on rahalised kaotused (mistõttu soovitakse midagi hinnalist kaasa võtta); mõjuritena võivad toimida moraalsed väärtused (soov kaasa võtta lemmikloomad jms), aga ka õiguslikud probleemid (kui näiteks tuntakse süüdi olekut juhtunud õnnetuses, siis püütakse tekkinud olukorda ise lahendada). [14]

Ehitise kasutajate evakueerumisele kuluv aeg on funktsioon ajast enne liikuma hakkamist, kasutajate hulgast ning ehitise karakteristikutest. Evakuatsiooniteel liikudes ei tohi seda läbivale inimesele mõjuda tulekahjutegurid kriitilisel määral.

3.3. Tuleohutuspaigaldis

Tuleohutuspaigaldistena käsitatakse ehitise tehnosüsteeme, mis on mõeldud tulekahju avastamiseks ja kustutamiseks, tule ning suitsu leviku takistamiseks, ohutu evakuatsiooni läbiviimiseks ja päästemeeskondade ohutuse tagamiseks. Eristatakse paigaldisi, mis on mõeldud tulekahju avastamiseks, tule ja suitsu leviku piiramiseks, evakuatsiooni ohutuse tagamiseks, päästetööde ohutuse tagamiseks. [6]

Tulekahju avastamiseseadmetena käsitletakse erinevaid seadmeid, mis on ehitatud ja paigaldatud tulekahju avastamiseks varajases faasis. Peamiselt eristatakse kolme tüüpi tulekahju avastamiseseadmeid:

- Autonoomne tulekahjusignalisatsiooniandur, mis on lokaalne tulekahjusignalisatsiooniseade, mille puhul on ühte korpusesse paigaldatud seadmed nii tulekahju avastamiseks kui häiresignaali andmiseks.
- Autonoomne tulekahjusignalisatsioonisüsteem, mis on lokaalne elektrivõrku ühendatud seade, millesse kuuluvad autonoomsed tulekahjusignalisatsiooniandurid ja keskseade.
- Automaatne tulekahjusignalisatsioonisüsteem, mis on erinevatest komponentidest moodustatud süsteem, mis annab automaatselt teate tekkinud tulekahjust ning oma töövalmidust ohustavatest riskidest.

Tulekahjusignalisatsiooniandurid (edaspidi andurid) projekteeritakse avastama ühte või enamat tulekahjule iseloomulikku nähtust, olgu selleks siis suits, kuumus, soojuskiirgus või põlemisproduktid. Andurite tüüpide jaotamine sõltuvalt jälgitavast nähtusest on järgmine:

- Suitsuandur, mis reageerib põlemisel ja pürolüüsil vabanevate osakeste mõjule. Eristatakse: ioonandur, optiline andur, proovivõtuandur, optiline liiniandur. Suitsuandurid reageerivad efektiivselt aeglaselt areneva hõõguva põlemise puhul.
- Optiline liiniandur, mis reageerib kiire sumbumisele. Kiire täielikul sumbumisel ehk kiire teele takistuse tekkimise korral antakse seadme poolt veateade. Eristatakse kahte liiki seadmeid:
 - 1. Saatja – vastuvõtja puhul edastatakse saatjast infrapunane kiir vastvõtjale.
 - 2. Saatjavastuvõtja – reflektoriseadme korral edastatakse saatjavastuvõtjast infrapunane kiir reflektorile ja sealt tagasi tulev peegeldus fikseeritakse kiire saatnud saatjavastuvõtjas.
- Temperatuuriandur, mis reageerib temperatuuri tõusule. Temperatuuriandurid reageerivad efektiivselt kiire soojuseralduse ja väga vähese suitsu eraldumisega põlemisele. Eristatakse: ülempiiriandur, muutumiskiiruse e diferentsiaalandur ja ühendatud tööpõhimõttel töötav andur.
- Leegiandur, mis reageerib leegist lähtuva infrapunase või ultraviolettkiirguse toimele, avastab tule poolt tekitatud kiirgusvoo. Leegiandur on väga efektiivne põlevvedelike põlemise korral.
- Kombineeritud andur, mis on eelnimetatud andurite kombinatsioon. Levinumad on suitsu/temperatuuri või suitsu/temperatuuri/leegiandur.

Endale sobiva anduri väljavalimine sõltub mitmetest asjaoludest, näiteks:

- Millised materjalid on kontrollitavas alas ja kuidas need põlevad (leegi tekkimine, tiheda suitsu teke, kiire plahvatuslik) ning tulekahju levik.
- Kui suur on kontrollitav ala, sh ruumi kõrgus.
- Milline on ruumi kasutusala (nt kas tegevusega kaasneb auru ja suitsu teke, kas esineb temperatuuri kõikumist).
- Milliseid seadmeid ruumis kasutatakse (kütte- ja ventilatsiooniseadmete mõju). [33]

Andurite paigaldamisel tuleb jälgida, et need kataksid kontrollitava ala ühtlaselt ning oleks kinnitatud ruumi kõrgematesse kohtadesse (kui ruumi suurus võimaldab kasutada vaid ühte andurit, tuleks see paigaldada võimalikult ruumi keskele). Üldjuhul loetakse ühe suitsuanduri poolt kontrollitava ala raadiuseks horisontaalselt mõõdetuna 6 m ning pindalaks 60 m². Temperatuurianduri puhul on nimetatud tööraadiuseks 4 m ning pindalaks maksimaalselt 30

m². Temperatuuri- ja suitsuandurite paigaldamisel tuleb pöörata lisatähelepanu ka õhuvoolu liikumise iseärasustele ruumis. Erisused puudutavad ripplagede, allalastud restlagede, profileeritud lagede ning teiste sarnaste konstruktsioonidega ruumide varustamist suitsu- ja temperatuurianduritega. Lisanõuded puudutavad rõdusid, laetalasid ning -süvendeid. Tavapärased reeglid paigaldamisel on järgmised:

- Anduri horisontaalne kaugus seinast või muust õhuvoolu takistavast tõkkest peab olema vähemalt 0,5 m.
- Anduri kaugus sisustusest peab nii horisontaalselt kui ka vertikaalselt olema vähemalt 0,5 m.
- Anduri kaugus lae külge kinnitatud kuni 0,15 m kõrgusest valgustist ja muust tõkkest peab olema vähemalt 0,2 m.
- Anduri kaugus talast, valgustist või muust takistusest, mille puhul takistus ulatub rohkem kui 0,15 m kaugusele laest, peab olema vähemalt 0,5 m.
- Ruumi kõrgus ja ruumis paikneva anduri kõrgus (vt Tabel 3).

Tabel 3 Anduritre valik sõltuvalt ruumi kõrgusest (Allikas: Siseministri 30.08.2010 määrus nr 42 lisa 2)

| Anduri tüüp | Ruumi kõrgus | | | | | |
|--|--------------|--------|------|-------|--------|-----|
| | 4,5 | >4,5≤6 | >6≤8 | >8≤11 | >11≤25 | >25 |
| Temperatuuriandur | | | | | | |
| 1. klass 54-62 ⁰ | X | X | X | O | - | - |
| 2. klass 62-70 ⁰ | X | X | O | - | - | - |
| 3. klass 70-78 ⁰ | X | O | - | - | - | - |
| Kõrgete temperatuuride andurid 74-160 ⁰ | X | X | O | - | - | - |
| Suitsuandurid | X | X | X | X | O | - |
| Liiniandurid | X | X | X | X | X | - |

X - sobib

O - kasutatakse erandjuhtudel

- - ei sobi

Sprinklersüsteemid on olnud Ameerikas kasutusel juba 150 aastat. Alguses oli süsteem kasutusel peamiselt tootmishoonetes, aga arenes edasi laohoonetele ning on tänasel päeval kasutusel kõigi kasutusviisidega hoonetes, kus seda vajalikuks peetakse. Eestis on praegu kohustuslik paigaldada automaatne tulekustutusüsteem hoonetesse järgmistel juhtudel:

- hoonetes, kus tuletõkkeseksioonid asuvad läbi kolme või enama korruse;
- mitme korrusega keldrites;
- tootmis- ja laohoonetes ning garaažides, kus muul viisil ei ole tagatud inimeste piisav ohutus;
- hoonetes, kus piirpindalad on ületatud;
- hoonetes, kus on suured põlemiskoormused või mille pindala on ohtlikult suur ning milles leviv tulekahju võiks kahjustada oluliselt kultuuri- ja kunstiväärtusi;
- TP 2 klassi hoonete kolme- ja neljakorruseliste hoonete trepikodades, kus pinnakate on süttiv.

Sprinklersüsteem paigaldatakse hoonetesse tulekahju avastamiseks ja kiireks reageerimiseks vee abil kustutamisel. Sõltuvalt kasutatava ruumi ning seal toimuva tegevuse spetsiifikast on võimalik valida paigaldist nii erinevate süsteemide kui ka süsteemi tundlikkuse omadustest lähtuvalt. Eristatakse peamiselt märg- ja kuivsisüsteeme ning eelrakendus- ja *deluge*-süsteeme; lisaks kasutatakse vahtkustutus- ja veekardina lahendusi.

Sprinklersüsteem sisaldab ühte või rohkemat veeallikat, torustikusüsteemi, klappe ja sprinklereid ning vajalikke lisavahendeid. Kui süsteem on aktiveerunud, voolab vesi veeallikatest (nt linna veevõrk, mahutid jms) pumpade abil mööda torustikku läbi häireklappide sprinkeripeadeni, millest suunatakse tulele. Vett ei pihustata kogu hoonesse, vaid ainult sellesse piirkonda, kus konkreetne sprinkleripea on rakendunud. Selline süsteemilahendus vähendab vee kulu ja hilisemaid kahjustusi.

Sprinklersüsteemi aktiveerumine toimub temperatuuri toimetel, mis tavaliselt jääb vahemikku 68 kuni 260 kraadi C [36]. Sõltuvalt materjalidest, mida ruumis ladustatakse, milliseid tegevusi seal teostatakse ja milline on tavaline töötemperatuur, valitakse sobivad sprinkleripead. Sprinkleripeasid on erinevaid. Põhimõtteliselt saab neid liigitada kaheks: sulava lüli põhiseks ja klaasampulli purunemisel põhinevateks. Aktiveerumisel töötavad vaid need sprinklerid, mis asuvad tulekahju kohas. On välja selgitatud, et 75% juhtudest kontrollivad tulekahju kuni 9 sprinkeripead ning 50% juhtudest piisab kuni 3 pea aktiveerumisest, et kontrollida tulekahju. Lisaks tulekahju kontrolli all hoidmisele ja kustutamisele märgab vesi materjale ning vähendab nii taassüttimise ohtu. Lisaks on süsteemil ka ülesanne tulekahjust teavitada ehk edastada häiresignaal tulekahju kohta. [34]

Võrreldes sprinklersüsteemi kasutamist päästjate kohale jõudmisega, on mitmed plussid kustutussüsteemi kasuks:

- süsteem reageerib kiiresti ja automaatselt;
- süsteem kasutab väiksemate põlemispindalade puhul vähem vett kui päästemeeskond kustutustööde käigus;
- märgab materjali ohtlikus alas;
- teavitab tulekahjust;
- süsteem rakendub vaid põlengu kohal ja muud alad jäävad veekahjustusteta.[34]

Sprinklersüsteem on lahendus, mis on olemas pidevalt alates selle paigaldamisest ning kaitseb kontrollitavat ala 24 tundi ööpäevas, seitse päeva nädalas ja 365 päeva aastas.

Eristatakse peamiselt neljal tööpõhimõttel toimivaid sprinklersüsteeme:

- Märgsüsteem. Vesi on kogu süsteemis pidevalt olemas ja süsteem rakendub tööle kohe, kui sprinkleripea rakendub tööle. Süsteemi kasutatakse kohtades, kus temperatuur ei lange alla +4 kraadi C. Kasutuskohtadeks on peamiselt kontorid, haiglad jms ruumid.
- Kuivsüsteem. Süsteemis on vesi kuni häireklapini ning sealt edasi kuni sprinkleripeadeni on suruõhk või gaasiline keskkond. Pea rakendumisel muutub rõhk klapist peade pool ning sellest tulenevalt avaneb klapp automaatselt ning süsteem täitub veega. Kasutatakse peamiselt kohtades, kus on võimalik süsteemi külmumine, nt ladudes.
- Deluge-süsteem. *Deluge*-süsteemis on kasutusel pead, milles puudub temperatuuritundlik element ja pead on pidevalt avatud. Süsteem on veega täidetud sarnaselt kuivsüsteemile vaid häireklapini ning süsteemi töölerakendumiseks kasutatakse eraldi temperatuuriandureid, milledest saadud häiresignaal avab automaatselt klapi ning kogu süsteem täitub veega, avades nii veevoolu kõigist sektsiooni kuuluvatest avatud splinkeripeadest. Sellised süsteemid on kasutusel kõrge riskiga kohtades, kus on vajalik kohene väga suur vee hulk, nt kütusemahutite kaitsmisel.

- Eelrakendatud süsteem. See süsteem on kombinatsioon eeltoodutest. Selles süsteemis on sarnaselt kuivüsteemile vesi torustikus kuni klapini. Sarnaselt märgüsteemile on sprinkleripeades temperatuuritundlikud elemendid ning sarnaselt *deluge*-süsteemile on neis kasutusel temperatuuriandurid. Süsteem eelrakendub andurite signaali peale, mis tähendab, et klapp avatakse ja vesi pääseb kuni sprinkleripeades oleva temperatuuritundliku elemendini; kui splinkeripea rakendub, siis avaneb sealt ka veevool. Süsteem on kasutusel kohtades, kus juhuslikud süsteemi tööerakendumised pole lubatud (nt alad, kus on võimalikud suured majanduslikud kahjud, mida võib põhjustada juhuslik pindadele sattunud vesi).

4. Probleemid määruse nr 315 nõuete täitmisel

4.1 Päästkeskuste ettekirjutused määruse nr 315 § 40 aluselt

Uurimisgrupp otsustas tagasiulatuvate nõuete täitmisel esinevate probleemide analüüsimiseks toetuda Päästeameti regionaalsete päästkeskuste tuleohutusjärelvalve ametnike poolt haldusmenetluste korras koostatud ettekirjutustele.

Vahetult enne analüüsi teostamist võeti vaatluse alla ajavahemikus 01.03 — 31.08.2010 koostatud ettekirjutused. Eesmärgiks oli tuua välja just aktuaalselt päevakorral olevad hetkeprobleemid. Vaatlusaluse perioodi jooksul oli regionaalsete päästkeskuste poolt läbi viidud 2132 tuleohutusülevaatust. Ülevaatuste käigus oli koostatud koormavaid haldusakte ühtekokku 1819. Nende analüüsimisel selgus, et määruse nr 315 tagasiulatuvat mõju rakendati kokku ligi 450 objektile (neist 169 asusid Põhja regioonis, 99 Lõuna regioonis, 116 Ida regioonis ja 65 Lääne regioonis). Kokku oli kasutatud tagasiulatuvat mõju u 25 % koormavatest haldusaktidest (vt Tabel 4).

Tabel 4 Haldusaktide ja ettekirjutuste kokkuvõte regioonide lõikes

| Regioon | Koormavate haldusaktide hulk | Vaadeldavate ettekirjutuste hulk | Määruse 315 alusel tehtud ettekirjutuste arv haldusakti kohta keskmiselt |
|---------|------------------------------|----------------------------------|--|
| Lõuna | 99 | 142 | 1,43 |
| Ida | 116 | 127 | 1,09 |
| Põhja | 169 | 231 | 1,37 |
| Lääne | 65 | 81 | 1,25 |

Kuna objektide kontrollimine on seotud büroo aasta tööplaaniga, siis ei kajastu kõikide üks kord aastas kontrollitavate objektide ettekirjutused koormavates haldusaktides ühtlaselt jaotatuna. Kasutusviiside alusel koostati kõige rohkem ettekirjutusi nelja erineva kasutusviisiga ehitistele; need ehitised on hooned, kus viibib suurel hulgal inimesi. 182 ettekirjutust koostati inimeste massilise kogunemisega seotud ehitistele. Peamised probleemid nendes ehitistes olid seotud tuleohutuspaigaldistega (51%). Kõige vähem ettekirjutusi oli tehtud eluruumidele. See on põhjendatav peamiselt asjaoluga, et sellise kasutusviisiga hooned ei kuulu kord aastas kontrollitavate objektide loetellu, kuna need on kontrollitavad kui riskipõhised objektid. Kokkuvõtvad andmed on toodud Tabelis 5.

Tabel 5 Ettekirjutused kasutusviiside alusel

| Kasutusviis | Ettekirjutuste arv (Lõuna+Ida+Põhja+Lääne) | | |
|-------------|--|-----------------|-------------|
| | § 10-13 | § 21, 23, 24-27 | § 33-36, 39 |
| I | 2+0+4+0 | 0+1+10+0 | 0+0+3+0 |
| II | 4+4+0+1 | 6+7+3+2 | 11+11+0+4 |
| III | 2+5+2+0 | 3+3+7+3 | 6+4+4+1 |
| IV | 17+11+9+4 | 17+21+29+17 | 39+12+25+17 |
| V | 0+0+0+0 | 0+0+2+0 | 1+0+1+1 |
| VI | 9+3+21+2 | 11+8+36+0 | 4+2+13+1 |
| VII | 0 | 0 | 0 |

Tulenevalt „Asendustäitmise ja sunniraha seadusest“ on päästkeskusel õigus kohaldada sunniraha, kui ettekirjutust ei täideta. Analüüsi käigus pöörati tähelepanu päästkeskuste poolt määratud sunniraha hoiatussummade suurusele ja nende rakendamisele, seda põhiliselt eesmärgil saada ülevaade inspektorite poolt hinnatava ohu suuruselt. Lõuna ja Lääne regioon kasutasid sunniraha hoiatuse tegemist oma ettekirjutuses ligi 90% juhtudest, Põhja regioon tegi seda umbes pooltel kordadel, Ida regioonis kasutati seda vaid u 15% ettekirjutustes. Suurim keskmine sunniraha hoiatuse summa oli Lääne regioonis (9 612,25 krooni) ning madalaim Põhja regioonis (keskmiselt 4 168,75 krooni). Tulemused on toodud Tabelis 6.

Tabel 6 Sunniraha hoiatuste jaotumine regioonide lõikes

| Regioon | Ettekirjutuste arv | Sunniraha hoiatuste tegemise arv | Sunniraha hoiatuste kogusumma | Keskmine hoiatussumma |
|---------|--------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Lõuna | 134 | 116 | 732 000 | 6 310,345 |
| Ida | 92 | 14 | 174 000 | 12 428,57 |
| Põhja | 169 | 80 | 333 500 | 4 168,75 |
| Lääne | 53 | 49 | 471 000 | 9 612,245 |

Ettekirjutustes pöörati erilist tähelepanu ettekirjutuse põhjendusele. Siinkohal toome teemade lõikes välja peamised esinenud probleemid:

1. Tulekahju ja selle ohu vältimine. Vaatluse all olid ettekirjutused, milles oli aluseks märgitud määruse nr 315 § 40 vastavalt § 10 — § 13. Peamised probleemid tulekahju ja selle ohu vältimise temaatikas regioonide vahel oluliselt ei erinenud ning olid üldjuhul seotud tuletõkkekonstruktsioonide moodustamisega tulenevalt kasutamiststarbest. Peamised probleemid objektidel olid evakuatsioonitrepikojad, katlaruumid, elektriyaotlad (vt LISA 1, Tabel 1).
2. Evakuatsiooniteed ja -pääsud. Vaatluse all olid ettekirjutused, mille aluseks oli märgitud määruse nr 315 § 40 vastavalt § 21, 23, 24 —27. Probleemid olid regiooniti mõneti erinevad, kuid peamised puudused, mis esinesid kõikides regioonides, olid järgmised: evakuatsioonitee ei olnud nõuetekohaselt tähistatud, evakuatsiooniteel olevad ukSED ei olnud võtmeta avatavad või ei olnud tulekahju puhkemise korral isesulguvad. Sageli esines juhtumeid, kus evakuatsiooniteele oli ladustatud põlevmaterjali. (Ülevaade puudustest on toodud LISA 1, Tabel 2.)
3. Tuleohutuspaigaldised. Vaatluse all olid ettekirjutused, mille aluseks oli märgitud määruse nr 315 § 40 vastavalt § 33 — 36, 39. Peamised probleemid, mis ettekirjutustest ilmsesid, olid seotud üksikute andurite paigaldamata jätmisega, evakuatsioonivalgustuse või turvavalgustuse puudumisega ning üksikutel juhtudel ka ATS-süsteemi väljaehitamiseega. (Ülevaade regioonide lõikes on toodud LISA 1, Tabel 3.)

Määruse Lisasid 2, 5, 8 ja 9 polnud ettekirjutustes aluse määramisel kasutatud.

Lisaks jäid uurimisgrupile ettekirjutuste vaagimisel silma veel järgmised ilmnenud probleemid:

- Korterites läbi viidud ülevaatuste käigus on selgunud, et sageli puuduvad neis tulekahjuandurid üldse.

- Asutustes, kus vastavad seadmed on küll paigaldatud, on need sageli ülekontrollimata ja neile ei ole tehtud nõutavaid hooldustoiminguid. Sageli puuduvad ka sellekohased päevikud.

Tallinna Tehnikülikooli poolt läbi viidud suurpaneelamute uuringus [1] toodi välja järgmised ehituslikku tuleohutust puudutavad probleemid: korterite välisüksed pole tuletõkkeksed, vaheseinte ja -lagede madal õhupidavus ei takista suitsu levikut läbi tuletõkkepiirete, torustike vahetamisel ei ole läbiviigud tuletõkketarindile vastavad.

Siit tekib ka küsimus, kas tuletõkkeuksi on mõtet nõuda, kui konstruktsioon ei vasta nõuetele?

4.2 Probleemsed objektid

Uurimisgrupp palus saata igal regioonil II, III ja IV kasutusviisiga objektidest kõige probleemsemad kaks näidet ning uurimisgrupp annab nende kohta lühidalt omapoolse hinnangu.

Lisaks nimetatule ning tulenevalt uurimisgrupile seatud ülesandest, külastati analüüsi raames probleemsemaid objekte Põhja-Eesti Päästkeskuse territooriumil, milleks olid üks kirik, üks haigla ning üks maaturismiobjekt. Järgnevalt tutvustatakse lühidalt nimetatud objekte ning nende tuleohutuslikku seisukorda. Seejärel antakse hinnang, mida ja mil viisil saaks teha, et objektid oleksid ohutumad.

II kasutusviisiga objektid

Määruse 315 lisa 1 alusel kuuluvad II kasutusviisi majutushooned, nt varjupaik, ühiselamud, hotellid, motellid, külalistemajad, sanatooriumid, puhkeküla või puhkelaagri majutushooned, puhkemajad, hostelid, muud lühiajalise majutuse hooned ning sisekaitseüksused või kaitseväe hooned.

Objektidel, mille päästkeskused välja töid, on lähtuvalt määrusest 315 vaja teha järgmised täiendused:

- Rajada hoone teisele korrusele teine evakuatsioonipääs;
- Tähistada ruumid evakuatsioonitee täiendavate tuleohutusmärkidega;
- Moodustada evakuatsioonitrepikojast omaette tuletõkkeseksioon;
- Paigaldada kogu hoonet hõlmav turvavalgustus;
- Moodustada hoone elektrijaotla ruumist omaette tuletõkkeseksioon;
- Täiendada hoones paiknev ATS selliselt, et see hõlmaks kogu hoonet;
- Keelata TP-3 tuleohuklassi kuuluva hoone kolmanda ja neljanda korruse kasutamine inimeste majutamiseks;
- Keelata rohkem kui kümne inimese majutamine I kasutusviisiga hoones;
- Varustada evakuatsioonipääsud avamisseadmetega.

Oxforell Puhkekeskus

Objekti üldtutvustus

Oxforelli Puhkekeskuse kodulehe andmetel [34] on tegemist alates aastast 2002 Kose-Uuemõisas tegutseva asutusega, mille territooriumil paiknevad valdavalt palkehitised. Kasutuses on järgnevad hooned:

- Peamaja — kahekorruseline hoone, milles on peoruum kuni 35 inimesele, saun ning teisel korrusel 15 magamiskohta. Osaliselt kasutatakse projektis mittekajastuvat kolmandat korrust majutamiseks.
- Jahimehe saun — kahekorruseline hoone, milles on peoruum kuni 50 inimesele, saun ning teisel korrusel majutusruumid kuni 20 inimesele.
- Saunamaja — kaminaruum, mis mahutab kuni 25 inimest, ning majutuskohad kuni 18 inimesele.
- Seminariruum — üksik suur ruum, milles on kohti kuni 100 inimesele.
- Kämpingud (3 tk).

Objekti tuleohutusala ülevaatus

Objekt kuulub Põhja-Eesti Päästkeskuse piirkonda ning sellele on esitatud 28.04.2008 riikliku tuleohutusjärelvalve ametniku ettekirjutus järgmiste rikkumiste kõrvaldamiseks:

- Varustada Jahimehe saunas teine korrus nõutava hulga tulekustutitega.
- Varustada Saunamajas esimesel ja teisel korrusel ning Peamajas saunakompleksis evakuatsioonipääsud evakuatsioonimärkidega.
- Varustada Jahimehe sauna ja Peamaja sauna kerise suitsutorud kaitsepiiretega.

Uurimisgrupi liikmed külastasid objekti 06.01.2011.

Hoone dokumentatsioonist ei olnud võimalik välja selgitada hoone tuleohutusklassi siis inspektori sõnade kohaselt oli tegemist TP3 klassi kuuluvate ehitistega, millede puhul kasutuslubade alusel on tegemist kuni kahekorruseliste hoonetega. Objektil uurimisgrupile räägitu ei lange täies mahus kokku objekti tutvustava kodulehe andmetega. Objekt on peamiselt varustatud autonoomsete tulekahjusignalisatsioonanduritega, Jahimehe sauna on paigaldatud suitsuandurid, mis on valvesignalisatsiooni üheks osaks ja häireseade paikneb maja välisseinal. Peamajas ja Jahimehe saunas on kasutusel puuküttega kerised, Saunamajas elektrikeris. Peamaja kütmine toimub tahke kütusega. Järgnevalt tuakse välja uurimisgrupi olulisimad tähelepanekud objektil:

- Peamaja kolmandat korrust kasutatakse majutamiseks (vt foto nr 1).
- Peamaja katlaruumis on katla ümbruses ladustatud põlevmaterjali (vt foto nr 2).
- Peamaja teisel korrusel majutatakse kodulehe andmetel rohkem inimesi kui TP3 ehitises on lubatud.
- Saunamaja teisele korrusele viiva trepi laius on 0,6 m.
- Jahimehe sauna teise korruse trepi laius on 0,6 m, hädaväljapääsuks kasutatava rõdu ukse laius on 0,8 m ning rõdu piirde kõrgus maapinnast ületab 3,5 m.
- Suitsuahi paikneb kalaköögile lähemal kui 4 m (vt foto nr 3).
- Kalaköögi elektriinstallatsioon jättis ebaprofessionaalse paigalduse mulje (vt foto nr 4).



Foto 1 Peamaja kolmanda korruse majutusruum



Foto 2 Peamaja katlaruum



Foto 3 Suitsuahju ja kalaköögi vaheline ala



Foto 4 Kalaköögi elektrijuhtmestik

Tuleohutusala analüüs:

Võimalikud tulekahju tekkepõhjused objektil on järgmised:

- Hooletus kütteseadmete kasutamisel (sh sauna kütmine).
- Elektrijuhtmestiku amortiseerumine ja/või ülekoormamine.
- Hooletus elektriseadmete kasutamisel.
- Hooletus gaasiseadmete kasutamisel.
- Hooletus suitsetamisel.
- Kuritahtlikkus.
- Loodusjõud.

Objekti ohutuse hindamiseks vaadeldakse kompleksi kolmest aspektist:

1. Inimeste ohutus: Hooneid kasutavad inimesed on seal üldjuhul oma vaba aega veetmas (kes üldjuhul hoonet ei tunne) ning enamasti ei ole eriti hoolikad ega tähelepanelikud, samuti nõuab nende esimene reaktsioon tavaolukorrast pikemat aega. Hoonetes on võimalik lühikestel perioodidel viibida ettenähtust rohkem inimesi, mis võib kaasa tuua probleeme ohutu evakueerumise läbi viimisel. Inimeste majutamiseks ei tohiks kasutada Peamaja kolmandat korrust ning teisel korrusel ei tohiks majutada rohkem kui 10 inimest. Inimeste ohutuse tagamiseks piisab autonoomsete tulekahjusignalisatsioonianturite kasutamisest, kuid vara ohutuseks tuleks seda lahendust veel üle vaadata. Jahimehe saunas kasutatav süsteem annab häireteate läbi hoone tuulekojas paikneva valvesignalisatsiooni keskseadme häire õue, kuid ruumides ei pruugi see olla kuuldav (nt saunas viibimise või ürituse toimumise ajal).
2. Vara ohutus: Kuna hooneid ei kasutata igapäevaselt, oleks vara ohutuse seisukohast oluline tulekahju võimalikult varases staadiumis avastada, seetõttu oleks soovituslik paigaldada hoonetesse tulekahjusignalisatsioonisüsteemid, mis aitaksid tulekahju varases staadiumis avastada ka siis, kui objektil inimesi ei viibi.
3. Keskkonna ohutus: Objekt paikneb vahetult Pirita jõe kaldal ning võimalike õnnetuste korral on suur risk reostada jõe vett. Enamik objektil kasutatavatest materjalidest on looduslikku päritolu, kuid soojustusmaterjalideks on mitmel pool kasutatud ka vahtpolüstüreeni, mistõttu tulekahju korral on tegemist võimaliku õhu saastamisega.

III kasutusviisiga objektid

Määruse 315 lisa 1 alusel kuuluvad III kasutusviisi ehitised, mis on ööpäevases kasutuses ja kus on hooldusaluseid või isoleeritavaid inimesi, nt tugikodud, lastekodud, noortekodud, üldhooldekodud, koolkodud, sotsiaalse rehabilitatsiooni keskused, erihooldekodud, haiglad, kaitseväge haiglad, kinnipidamiskoha haiglad, muud tervishoiuhooned, nagu vereülekandejaam, karistusasutuse hooned, vangla ja koloonia.

Objektidel, mille päästkeskused välja tõid, on lähtuvalt määrusest 315 vaja teha järgmised täiendused:

- Ühendada ATS Häirekeskusega.
- Moodustada korrustest eraldi tuletõkkeseptsioonid.
- Eraldada evakuatsioonitrepikojad eraldi tuletõkkeseptsioonideks.
- Eraldada keldrikorrus eraldi tuletõkkeseptsiooniks.
- Varustada evakuatsioonipääsud abivahendita avamisseademetega.
- Paigaldada evakuatsioonitrepikodadesse turvavalgustus.
- Paigaldada kogu hoonet hõlmav ATS.
- Rajada teine evakuatsioonipääs.

Ida-Tallinna Keskhaigla

Ravi tn 18 paiknev Keskhaigla koosneb mitmest eri ajajärgus ehitatud hoonest, vanim neist, peahoone — aastast 1940 ning uusim — silmakliinik aastast 1985. Hooned on 6—7-korruselised ning korruste plaanid on läbivalt korruste kaupa sarnased.

Põhja-Eesti Päästkeskuse poolt on tehtud ettekirjutused järgmiste puuduste osas:

- Sisemise tuletõrje-veevõrgu töökorda seadmine.
- Tuletõkkeseptsioonide nõuetele vastavusse seadmine.
- Kõikide ruumide varustamine tulekahjuanduritega.

Objekti tuleohutusala ülevaatus

Objekti külastamisel vaadati üle peahoone tuleohutusala seisukord. Evakuatsiooniõppus viidi läbi aastal 2007. Ehituslikult jagab trepikoda hoone kaheks tiivaks, milles paiknevad osakonnad, mis moodustavad omaette tuletõkkeseptsiooni. Probleemiks on tuletõkkeuste ajutine avatud asend patsientide transportimisel, kuna ukSED on võimalik fikseerida avatud asendisse ning ei toimu automaatselt sulgumist tulekahju olukorras (hetkel on personali kohustus tagada uste sulgemine peale avatud asendisse fikseerimist) (vt foto5). Igas osakonnas on korraga valdavalt 20-25 patsienti (kokku kuni 50 patsienti korrusel), igas osakonnas on korraga u 10 inimest personalist. Külastusaeg on 15-19, mille jooksul viibib hoones tõenäoliselt korraga pisut üle 300 inimese. Osakondadesse paigaldatud evakuatsioonimärgid ei ole igast ruumi punktist nähtavad ning mõnedes kohtades on päästevahenditele ligipääs takistatud. Trepikodades ei ole võimalik teostada suitsutuulust.



Foto 5 Tuletõkkeseksiooni avatud asendisse fikseeritud uks

Tuleohutusala analüüs:

Võimalikud tulekahju tekkepõhjused objektil on järgmised:

- Elektrijuhtmestiku amortiseerumine ja/või ülekoormamine;
- Hooletus elektriseadmete kasutamisel;
- Hooletus hapniku kasutamisel;
- Kuritahtlikkus;
- Loodusjõud.

Objekti ohutuse hindamiseks vaadeldakse kompleksi kolmest aspektist:

- 1) Inimeste ohutus- evakuatsioon objektil on lahendatud ohustatud piirkonnas olevate ravialuste evakueerimisega teise tuletõkkeseksiooni. Tulekahju olukorras üldjuhul puudub liftide kasutamise võimalus ning objektil puuduvad spetsiaalsed vahendid inimeste, kes ei ole võimelised ise liikuma, evakueerimiseks treppide kaudu. Keskmises trepikojas ei ole tagatud suitsu eemaldamine avatavate akende/suitsuluukide abil ning on oht suitsu levimiseks teistesse sektsioonidesse, millede uksed on jäänud avatud asendisse. Tulekahju varajane avastamine objektil on tagatud nõuetekohase ATS-iga ning signaal on suunatud Häirekeskusesse ning personal on saanud vastava koolituse reageerimiseks võimaliku tulekahju korral, kuid öisel ajal on tööil vaid valvepersonal, kelle ressursid ei pruugi olla piisav osakonna evakueerimiseks.
- 2) Vara ohutus- tegemist on hinnaliste meditsiiniseadmete ning muinsuskaitse all oleva hoonega, mistõttu on väga oluline tagada kiire reageerimine tulekahju korral, et vältida laiaulatuslikke suitsu ja tule kahjustusi.
- 3) Keskkonna ohutus- hoones, kui meditsiinasutuses, on kasutatud hulgaliselt kemikaale ning sünteetilisi materjale, mistõttu on oluline vältida ohtlike ainete võimalikke sattumisi keskkonda.

IV kasutusviisiga objektid

Määruse 315 lisa 1 alusel kuuluvad IV kasutusviisi ehitised, mis on seotud suurte rahvahulkade kogunemisega, nt restoranid, kohvikud, baarid, sööklad, kiirtoitlustushooned, muud toitlustushooned, päevakeskused, kohtuhooned, konverentsihooned, postimajad, sidejaoskonnad, postkontorid, toidukauplused, mitte toidukauplused, bensiinjaama hooned, oksjoni-, turu- või näitustehallid, muud kaubandushooned või kauplused, muud teenindushooned, lennujaamad, raudteejaamad, bussijaamad, sadamahooned, teatrid, kinod, kontserdi- ja universaalsaalide hooned, tantsusaalid, diskoteegid, kasiinod, klubid,

rahvamajad, muuseumid, kunstikaleriid, raamatukogud, arhiivid, teaduskeskused, koolieelsed lasteasutused, põhikooli või gümnaasiumi õppehooned, kutseõppeasutuse hooned, ülikoolid, rakenduskõrgkooli õppehooned, teadus- ja metoodikaasutuste hooned, huvikooli õppehooned, täiendus- või ümberõppeasutuste hooned, muud haridus- või teadushooned (nt labor, õppetöökoda, ilmajaam, observatoorium), haiglavälise arstiabi osutamise hooned (nt perearstikeskus, polikliinik, ambulatoorium), spordihall, võimla, siseujula, jäähall, maneež, lasketiir, muu spordihoone, kirik, katedraal, mošee, sünagoog, palvemaja või kabel, kogudusehooned, krematooriumid, tavandihooned, muud kultusehooned, muud erihooned (nt varjend).

Objektidel, mille päästekeskused välja töid, on lähtuvalt määrusest 315 vaja teha järgmised täiendused:

- Tagada tuletõkkeuste isesulgumine;
- Tagada tuletõkkeuste abivahendita avatavus;
- Tagada nõuetekohane turvavalgustus;
- Tagada kogu hoonet hõlmav nõuetekohane ATS;
- Tagada tulekustutite nõuetekohane hulk ning seisukord;

Keila kirik

Objekti üldtutvustus

EELK Keila Miikaeli koguduse Keila kirik asub Keila linna keskmes aadressiga Keskväljak 1, Keila linn. Objekti territoorium on 10 438 m². Lisaks kirikule paikneb territooriumil veel kuus väikeehitist. Kirikus on 574 m² netopinda (maht 8095 m³) ning see hõlmab enda alla 707 m² territooriumist. Hoone on valdavalt ühekorruseline kõrgete lagedega looduskivist paksude müüridega ehitis. Tornihoone on valdavalt puitkonstruktsioonidest ning kogu hoone katusekattematerjaliks on plekk. Hoone küttesüsteem toimub keldris paikneva tahkekütuse katla baasil õhkkütte torustikuga. Hoonesse on paigaldatud valvesignalisatsioon.

Keila kirik on Harjumaa suurim keskaegne maakirik, mida hakati ehitama tõenäoliselt kohe pärast Põhja-Eesti allutamist Taani kuningale. Kiriku algusaegade kohta andmed puuduvad, kuid 1280.a paiku valmis "Keila mäel" avar nelinurkne kabel, mis moodustab praeguse kiriku kooriruumi. Esimesena ehitati massiivne läänetorn. Koorile lisati kolmekülgne lõpmik, koor võlviti uuesti ning ehitati kivist altarilaud. 1480.a ehitati lõunaportaal. 1489.a võlviti kirik kahelööviliseks, mis on küllaltki harvaesinev ruumilahendus Eestis kirikutes. Keila kirik hävis Liivi sõjas 1558.a ja ta sisutus rööviti. Kirik taastati 1596. aastaks. (<http://www.eelk.ee/~kkeila/ajalugu.html>)

Tänase kiriku sisustus pärineb ajast peale Liivi sõda. Kirikulise tähelepanu köidab suur renessanssaltar, mis pärineb tallinlase Tobias Heintze töökojast. Altari kinkisid Saku ja Sausti mõisnikud Bernhard von Scharenberg ja Anna von Rosen 1632.a. Kantsel pärineb samuti T. Heintze töökojast ning valmis aastal 1632; kantsli kinkisid Klooga mõisnikud von Klugenid. Kooriruumi seinal ripub ainulaadne maal "Jaakobi unenägu", mis on 17. sajandil hukkunud õpetaja Moriani mälestuspilt, mida on kasutatud õppevahendina katekismusetundides. Praost Antonius Heidrich kirjutas pildi juurde ka õpperaamatu, mis kahjuks trükkis ei ilmunud. Kirikus on huvitav kogu kroonlühtrid, neist kõige põnevam ripub kantsli ees. Lühtril on saksakeelne pealiskiri: "Anno 1659. Kui tallinlane Anthonius Heidrich siin preester oli, pidi Kohna Iahn tema poolt kogemata tapetud Lambapeh Ivri pärast selle kroonlühtri siia Keila

või Mihkli kirikusse andma Jumala auks ja tapetule mälestuseks." (<http://www.eelk.ee/~kkeila/ajalugu.html>)

1839.a telliti Saksamaalt Ludwigsburgist Walckeri töökojast kirikule uus orel, mis paigutati kirikusse 1843.a. Orel oli esimene Kegellade süsteemi orel väljaspool Saksamaad. Tõenäoliselt 1914.a ehitas August Terkmann oreli ümber; orel sai poole suurem ja paigutati algselt kohalt põhjarõdult praegusele läänerõdule. 1997.a võeti ette oreli põhjalik remont, mille jaoks annetasid raha Keila valitsusasutused, ettevõtted ja eraisikud. (<http://www.eelk.ee/~kkeila/ajalugu.html>)

Kirik sai praeguse väliskuju alles 1851.a, mil ehitati lõunaseina pseudogooti stiilis roosaken (autor on tallinlane J. G. Exner, vitraaz on taastatud 1991.a) ning torn kaunistati kaaremotiividega ning evangelistide sümbolitega. Peaportaal raamistati sammastega ja nende kohale paigutati tiivulised keerubid ning Püha Vaimu sümbol, taevast laskuv tuli. Kiriku sees lõppesid ümberehitused 1939.a, mil ehitati ka tänaseni töötav õhkküttesüsteem. (<http://www.eelk.ee/~kkeila/ajalugu.html>)

Objekti tuleohutusala ülevaatus:

Objekt kuulub Põhja-Eesti Päästkeskuse piirkonda ning sellele on esitatud 22.04.2009 riikliku tuleohutusjärelevalve ametniku ettekirjutus järgmiste rikkumiste kõrvaldamiseks:

- Kirikusse paigaldada automaatne tulekahjusignalsüsteem.
- Keelatud paigaldada torni ajutist elektrijuhistikku.
- Paigaldada kiriku tornis olevatele valgustitele kaitsekuplid.
- Teostada kiriku torni piksekaitse maandustakistuste mõõdistamine.
- Ümber riidastada küttepuud kirikuhoone seina vastast.

Urimisgrupi liikmed külastasid objekti 28.12.2011.

Kirikus on istekohti kuni 500 inimesele ning pühade ajal viibiki ruumides umbes 450-500 inimest. Istekohad on jaotatud kolme veergu, moodustades selliselt kaks vahekäiku. Peamiselt on istekohad ette nähtud püsivalt põranda külge kinnitatud puidust pinkidel, kuid osaliselt on kasutusel lahtised toolid. Lisaks on istekohad pinkidel, mis paiknevad rõdudel.

Ruumist on üks väljapääs peaukse kaudu, mille laius on 1,8 m ning maksimaalne kõrgus 2,9 m. On olemas ka kõrvaluks, mida ei ole tehnilistel põhjustel võimalik avada. Hädaväljapääsuna saab kasutada teist kõrvalust kiriku käärkambri juures. Hoones on üks valgustatud evakuatsioonimärk, mis paikneb peaukse kohal ning on nähtav vaid väikesele ruumiosale.



Foto 6 Evakuatsioonipäasu märgi nähtavus krikus

Hoonesse on paigaldatud valvesignalisatsioon.



Foto 7 Hoonesse paigaldatud valvesignalisatsioon

Hoones on osaliselt välja vahetatud elektrijuhtmestik, kuid on kasutusel ka vanu juhtmeid. Enamik pistikutest on amortiseerunud. Osa ruumide valgustamiseks mõeldud valgusteid ei vasta neile esitatud tehnilistele nõuetele (puuduvad klaasid, paiknevad ohtlikus kohas).



Foto 8 Hoone elektrijuhtmestiku seisukord

Hoones kasutatakse lahtist tuld (küünalde põletamine). Osaliselt on küünalde alla paigaldatud klaasist alused. Üldjuhul ei põle küünlad ruumis ilma pideva järelevalveta. Altari ümbruses on kasutatud palju tekstiili ning osa põrandast on kaetud vaipkattega.



Foto 9 Küünalde kasutamine kirikus



Foto 10 Küünalde kasutamine kirikus

Ruumide kütmiseks kasutatakse keldrikorrusel paiknevat ahju, mille abil toimub ruumide kütmine õhkkütte baasil saali toodud õhuavade kaudu.



Foto 11 Hoone küttesüsteem

Ruumi maksimaalne laius on 12 m ning võlvide kõrgus 9,5 kuni 10,5 m. Ruumi pikkuseks on u 40 m. Ruumi liigendavad võlvlae kandepostid ning võlvide konstruktsioon.

Käärkambri küttekolde ette ei ole paigaldatud mittepõlevat materjal.



Foto 12Käärkambri kütteseade

Tuleohutusplane analüüs:

Peamised tulekahju tekkepõhjused objektis võiksid olla järgmised:

- Hooletus küünalde põletamisel.
- Elektriinstallatsiooni amortiseerumine.
- Kütteseadmete amortiseerumine.
- Hooletus kütteseadmete kasutamisel ja hooldamisel.
- Hooletus elektriseadmete kasutamisel.
- Loodusjõud.
- Kuritahtlikkus.

Objekti ohutuse hindamiseks vaadeldakse hoonet kolmest aspektist:

1. Inimeste ohutus: Hoones viibivad külastajad kasutavad ühte suurt ruumi, millest on otseväljapääs välisõhku. Ruumiosa, kus paiknevad külastajad, maksimaalne kõrgus on 9,5 m, mistõttu oleks tulekahju korral ruumi laes paikneva suitsuanduri eeldatav reageerimisaeg pikem kui ruumis viibivate inimeste tulekahju avastamiseks kuluv aeg (kui inimesi hoones ei viibi, ei ole ka ohtu inimestele). Hetkel kasutuses olev 1,8 m laiune väljapääs lubab nõuete kohaselt seda kasutada 180 inimese evakueerumiseks (120 inimest=1200 mm; + 60 in=400 mm;). Evakuatsioonitee pikkus ühe evakuatsioonipääsu puhul ei tohi ületada 30 m ja kahe evakuatsioonipääsu puhul 45 m. Seega tuleks käärkambri juures paiknev väljapääs viia vastavusse evakuatsiooniteele esitatavatele nõuetele ning seni suletud kõrvaluks muuta kasutatavaks tulekahju korral. Ruumi maksimaalne kõrgus on 10,5 m. Kui ruumi kohta teostada tulekahju arengut kirjeldav simulatsioon, oleks võimalik määrata avastusseadme töölerakendumise oletatav aeg. On tõenäoline, et inimeste massilise hoones viibimise korral avastatakse inimeste poolt tulekahju enne, kui seda teeksid avastamiseadmed, kuid vara kaitseks on oluline tulekahju kiirelt avastada ka ilma inimeste objektil viibimiseta. Kasutades tulekahju arengu modelleerimist ning evakuatsiooni modelleerides on võimalik, et evakuatsiooni saab ohutult läbi viia kasutades ainult peast (sõltub modelleerimise tulemustest ning sellest, kas tulekahju olukorras on tagatud evakueeruvate inimeste ohutus — õhus ei ole ohtlikul määral toksilisi gaase, ohtlikult kõrget temperatuuri ega konstruktsioonide või kaunistuselementide inimestele kukkumise ohtu). Hoone on varustatud pulberkustutitega, mille kasutamisel kiirelt väljuv ning suurt ruumi mahtu täitev kustutusaine võib ruumis viibivatel inimestel põhjustada hingamisraskusi (tingituna pulbri „tolmust“) ning sellest tulenevat paanikat.
2. Vara ohutus: Tulenevalt eelpool kirjeldatud hoones paiknevatest kunstiväärtustest, on selles paiknevatel esemetel suur ajalooline väärtus ning vajavad kindlasti kaitset. Varakaitse seisukohast peaks olema hoonesse paigaldatud tulekahjusignalisatsioonisüsteem. Selles osas on vajalik kindlasti pidada läbirääkimisi Muinsuskaitseametiga.
3. Keskkonna ohutus: Objekti põlemiskoormus ei ole eriti suur ning põlevmaterjal on peamiselt loodusliku päritoluga, seega ei tekitada tõenäoliselt olulist keskkonnaohtu.

5. Välisriikide ehituslikud tuleohutusnõuded võrdluses määrusega nr 315

Analüüsi käigus on kogutud andmeid teiste riikide sarnaste nõuete kohta. Analoogsed nõuded on kehtestatud Soome Vabariigis ja Läti Vabariigis.

Töö raames on ette nähtud välislähetused intervjuude läbiviimiseks Soome ja Rootsi antud valdkonda reguleerivate normide koostamise juhtivate spetsialistidega ning tutvumine analoogsete probleemide olemusega nendes riikides. Lisaks kasutati varem kirjastatud raporteid [13].

Läti Vabariigis intervjueris Alar Valge sealse Tuleohutuse ja Kodanikukaitse Kolledži kateedri juhatajat Dzintars Lagzdiņšit ning rakendusuuringu osakonna juhatajat Iveta Vorzgat. Intervjuude teemad olid järgmised:

- Ehitisele kehtestatud tuleohutusnõuete koostamine.
- Nõuete rakendamine uutele ja olemasolevatele ehitistele.

Alates 1996. aastast kasutati paralleelselt nii LBN-i kui ka SNiP norme. Alates aastast 2008 hakkasid kehtima sarnaselt Eestiga soomlaste E1 põhjal koostatud nõuded, kuhu planeeritakse aastal 2011 sisse viia mõned muudatused. Määrus kehtib vaid uute ehitiste jaoks ning ei oma tagasiulatuvat mõju.

Päästkeskus kaasatakse töösse vaid suurte projektide ja objektidega seonduvalt, üldjuhul tegelevad ehitusprojektide kooskõlastamise ning kasutusloa andmisega kohalikud omavalitsused. Ehituslikust poolest lähtutakse Eurokoodeksitest ja standarditest.

Üldises plaanis on hetkel kehtiv määrus samane Eestis kehtivaga ning seetõttu ei tooda selle punkte käesolevas peatükis eraldi välja.

Intervjuu toimus 13.10.2010 Riia Tehnika Ülikooli juures toimunud rahvusvahelisel sisejulgeoleku konverentsil.

Soome Vabariigis intervjueris Alar Valge 11. ja 12.11.2010 Kuopio Päästekolledži päästeinseneriõppe vanemõpetajaid Heikki Nupponeni ja Kimmo Vähäkoskit. Aja jooksul on Soomes tuleohutusnõuete normid muutunud. Ülevaade normide muutumisest Soomes on toodud Tabelis 5.

Läbiviidud intervjuude teemad olid järgmised:

- Soome tuleohutusnõuete ajalooline kujunemine ja tuleohutusjärelvalve toimingud.
- Soome Ehitiste tuleohutus E1 [5], siseministri 1976. aasta eeskiri ja aastal 1998 ilmunud „Ehitiste tuleohutus ja renoveerimistöde tuleohutus“.
- Ehitusloa taotlemiseks esitatud ehitusprojektide järelvalve teostamine ehitusjärelvalve poolt ja erijuhtudel vajadusel sellesse tegevusse päästespetsialistide kaasamine.
- Päästepoolne järelvalve objektidel tuleohutuse korralduslike nõuete täitmise üle ja ettekirjutuste koostamine nõuete mittetäitmise korral. Hoiatustrahvide menetluse delegeerimine politseiametnikule.
- Koostöö muinsuskaitseametnikuga.

Intervjuu käigus saadi ülevaade normide muutumisest ajalooliselt, mis on toodud ära Tabelis 7. „Soome ehitiste tuleohutus“ E 1 on kinnitatud 1976. aastal siseministri poolt, 1998. aastal ilmus määrus „Ehitiste tuleohutus ja renoveerimistöde tuleohutus“. Määruse koostamiseks loodi 1970. aastate alguses töögrupp, kuhu kuulusid pikaajalise päästealase kogemusega inimesed. Koostööd tehti ka naaberriigi Rootsiaga. Oli selge vajadus nõuete täpsustamiseks ning konkreetsete nõuete esitamiseks. Eesmärgi saavutamiseks prooviti leida normid, mis peaksid üldjuhul konkreetsetes olukorras tagama tuleohutuse. Vastavad normid ilmusidki 1976. aastal Siseministeeriumi poolt, kuid vahetult peale nende kehtestamist läks vastutusala üle Keskkonnaministeeriumile.

Tabel 7 Nõuete muutumine Soomes

| | 1936 | 1962 | 1976 | 1985 | 1995 | 1997 | 2002 |
|-------------------|---|---|---|---------------|---------------------|---|---|
| tuleohutusklass | A; B; C; DI; DII; DIII | A; B; C; D; E | tulekindel; tuldtakistav; tuldaeglustav | | | P1; P2; P3 | |
| tuletundlikkus | mittesüttiv; süttiv | A (mittepõlev); B; C; D (põlev) | mittepõlev; põlev | | | | A1; A2; B; C; D; E; F |
| tulepüsivus | A - tulekindel; B - tuldtakistav; C - tuldaeglustav; D - tuldkartev | A; B; C; D ¼-4 (h) | A - (mittepõlev); B - (põlev) 10-240 (min) | | | E= tihedus; I= isolatsioon; R= kandevõime; M= löögikindlus 15-240 (min) | |
| pinnaklass | | süttimistundlikkus 1; 2 tuleleviku levikut klassid I, II- (1972) | | | | | A1; A2; B; C; D; E; F; S1; s2; s3; d0; d1; d2 |
| tulekaitsetasemed | | | I; II; III; IV | | I; III; IV | 1; 2; 3 | |
| tuleohuklassid | | | 1; 2; 3; 4; 5 | | 1; 2 | | |
| suitsueemaldus | | | | TT1; TT2; TT3 | kolm moodust: 1,2,3 | loomuliku tõmbega; mehaaniline | |

Määrusel ei ole tagasiulatavat jõudu, kuid hoone tulepüsivust ja konstruktsioonide vastupidavust ei ole lubatud renoveerimise käigus vähendada.

Ehitusprojektide koostamisel kasutatakse hetkel u 90% juhtudel ette kirjutatud nõuetest lähtumist ning vaid u 10% muudel meetoditel tõendamist.

TP2 neljakorruselistes büroo- ja eluhoonetes võib kasutada tavalist puitu, kuid kasutatakse ka välispinna katkestusi, nõutakse sprinkleri ja ATSi paigaldamist.

Järelevalveametnike poolt teostatud kontrolli käigus tuvastatud probleemide kõrvaldamiseks antakse üldjuhul aega üks nädal kuni üks aasta, erandkorras ka kauem. Hoiustrahvi rakendamine käib läbi politsei. Kasutatakse ka asendustäitmist, mille kohta esitatakse arve subjektile. Nõuetele mittevastavad kütteseadmed suletakse.

Projekti puhul tegeleb valdkonnaga ehitusjärelevalve ning päästeametnikke kasutatakse erandkorras ekspertidena konkreetsete, väga keerulist lahendust nõudvate objektide puhul.

Sarnaselt Eestile jälgib ehitusobjekte Muinsuskaitseamet ning nende heakskiidul tehakse objektidel ümberkorraldusi. Soomes on umbes 5% hoonetest ehitatud enne 1920. aastat, kaitsealuseid hooneid on kogu riigis umbes 15 000. Ajaloolistele hoonetele ei saa otse kehtestada P1, P2 või P3 klassi hoonetele esitatud nõudeid, kuid neile tuleb muude tõhusate vahenditega tagada samaväärne ohutustase. Lähenemine on objektikeskne. Ajalooliste avatäidete puhul on võimalik kasutada selle kaitsmiseks vajalikke lahendusi või tehakse tuletõkkeuksena toimiv koopia ja säilitatakse originaal ohutus kohas. Kasutatakse ka lisaukse paigaldamist, mis on tavakasutuses avatud, kuid tulekahju ajal sulgub automaatselt. Kui evakuatsioonitee mõõdud ei vasta nõuetele, võib teha lisaväljapääsu.

Hoone rekonstrueerimisel kasutatakse kaasaegseid materjale ning püütakse pikendada konstruktsioonide tulepüsivusaega. Fassaadi vahetamiseks ei ole vajalik ehitusluba, kui hoone ei muutu selle tegevuse läbi ohtlikumaks ega muudeta kasutusviisi.

E1 [5] norm kehtib vaid uutele hoonetele ning teiste ehitiste puhul tuleb tagada kasutusloas esitatud nõuetele vastavus. Kasutusloas nõutakse kehtestatud nõuete täitmist.

Rootsi kuningriigis intervjueris Kadi Luht Michael Strömgreni – *Fire Safety Regulator at The National Board of Housing, Building and Planning* (Boverket)[18, 19]. Intervjuu teemad olid samad mis Soomes. Kontaktisik on uurinud Rootsi õigusruumi antud valdkonnas alates aastast 1940 ja kogunud ka sellekohast materjali. Intervjuu toimus 19.11.2010 Malmös.

Intervjueritava igapäevane töö on otseselt seotud ehitusliku tuleohutuse korraldamise ning õigusruumi kujundamisega Rootsis. M. Strömgren on lõpetanud Lundi Ülikooli bakalaureuseõppe tuleohutusinsenerina ning magistriõppe kriisireguleerimises. Oma töökohustuste tõttu on ta uurinud Rootsis ehituslikku tuleohutust reguleerivaid õigusakte, mis on kehtestatud alates aastast 1946. Ülevaade peamistest muutustest tänapäevani on toodud Tabelis 8.

Ehituslikud tuleohutusnõuded kehtestatakse sarnaselt Eestile ehitusseaduse alusel. Uued hooned tuleb ehitada kooskõlas kehtivate nõuetega. Varem püstitatud ehitistele kehtestatakse nõudeid eraldi õigusaktiga.

Täna sel päeval lähtutakse õigusruumi kujundamisel suures osas Euroopa Liidu standarditest ning direktiividest. Tulenevalt Eurokoodeksites laialt käsitletud toimivuspõhisele tõendamisele, on planeeritud järgmisel aastal viia läbi muudatused ehituslike tuleohutusnõuete kohta Rootsis. Uutes nõuetes on suund toimivuspõhisele tõendamisele, mistõttu on oluline tuua välja kriteeriumid, mille järgi saab hinnata lahenduse ohutust.

Kuna Rootsis on olemas mitmed suured konsultatsioonifirmad, kes pakuvad toimivuspõhiste meetoditega tuleohutuse tagamise tõendamise teenust ning vastavat koolitust on võimalik saada Lundi Ülikoolist, siis kasutatakse neid meetodeid üsna aktiivselt. Üldjuhul ei ole mõttekas kasutada toimivuspõhist hindamist tavaobjektidel, millel on lihtsate lahendustega võimalik täita eeskirjade kohaseid nõudeid. Samas on suurel määral hoogustunud tunnelite, kõrghoonete, väga suurte avatud pindadega jmt ehitiste rajamine. Enamasti ei ole sellistel puhkudel otstarbekas ei majanduslikult ega ka konstruktiivselt järgida täpselt ettekirjutatud

norme, vaid on mõttekam kasutada toimivuspõhiseid tõendamismeetodeid, et tõestada valitud ehituslike ning tehniliste lahenduste kasutatavus ehitise ohutuse tagamiseks tulekahju tingimustes. Pika praktika tulemusena on kujunenud välja teatav hulk meetodikaid, mida peetakse tõendamisel sobilikeks ning on eraldatud ka sellised, mille puhul ei olda lõpplahenduse õigsuses veendunud.

Tabel 8 Nõuete muutumine Rootsis

| | 1946 | 1960 | 1980 | 1987 | 1994 | 2011 |
|-----------------|------------------|------------------------------------|------|------|---|---|
| tuleohutusklass | I; II; III | | | | Br1; B2; Br3 | |
| tuletundlikkus | | klass I; klass II; klass III | | | A1; A2; B, C; D; F | A1; A2; B, C*; D; E*; F |
| tulepüsivus | A; B | | | | R; E; I | |
| suitsueemaldus | | | | | Mehaaniline; loomulik | |
| põlemiskoormus | | | | | <200; 200<x<400; >400 pindadele kokku | <800; 800<x<1600; >1600 põranda pindalale |

Ehitamise korralduslikus pooles (projektide kooskõlastamine, ehitusloa andmine jmt) on jäetud väga suur vabadus kohalikule omavalitsusele. Kogu tegevuse eest on vastutajaks ehitaja. Paljudel juhtudel kaasatakse ehitusprojektide koostamisse ning ehitustegevusse tuleohutusosalased konsultandid.

Tuleohutusosalast konsultatsiooni pakuvad mitmed erafirmad, aga ka eraisikud. 2011. aastal planeeritakse viia läbi muudatused, et sellist teenust saaksid osutada siiski vaid firmad. Hetkel ei ole reglementeeritud, millistele nõuetele peab konsultatsioonifirma/konsultant vastama. 2011. aastal on planeeritud kehtestada ka vastavad nõuded.

Probleemid varem ehitatud hoonete kehtivate või kehtestatavate tuleohutusnõuetega on sarnased Eesti samalaadsete probleemidega. Samuti on mõnikord problemaatiline selgitada ning põhjendada mitmete tehniliste vahendite ja lahenduste vajalikkust. Peamiseks vastuargumendiks tuuakse samuti raha.

Muinsuskaitsealustel objektidel toimub tuleohutuse tagamiseks vajalike lahenduste leidmine üldjuhul koostöös. Juhul kui ei leita mõlemale poolele sobivaid lahendusi, ei saa objektile nt omanike poolt soovitud tegevusi läbi viia.

Tuleohutusjärelvalves on aastast 2002 kasutusel enesekontroll. Objektidel viiakse läbi ka järelvalveametnikepoolseid kontrollimisi. Üldises plaanis jagunevad objektid nõuete täitmise osas kolme gruppi: ettevõtted, millele kuulub suur hulk hooned, nendel on tuleohutusnõuetele vastavus üldjuhul täidetud (80% objektidest); ettevõtted, millel on hallata vähem objekte (2-

4), nendel on tuleohutusnõuetele vastavus tagatud u 20-30% ulatuses; üksikud objektid, millel on nõuetele vastavus tagatud vaid 2% ulatuses.

Konsultatsioonifirmad

Konsultatsioonifirmades on tavaliselt kahte liiki inimesi: eksperdid, kes valdavad konkreetsete meetodikate kasutamist ning viivad läbi vajalikud arvutused ning simulatsioonid ning konsultandid, kes omavad piisavalt suurt kogemust, et hinnata ekspertide poolt teostatud arvutuste, modelleeringute jmt reaalsust ning oskavad välja pakkuda konkreetseid lahendusi. Tihti on konsultatsioonifirma töösse kaasatud alates projekti staadiumist kuni ehitise valmimiseni. Mõnikord kasutatakse ka teise konsultatsioonifirma teenuseid, enda nõ kontrollimiseks.

Konsultandid jagunevad kolme gruppi:

- Vähemalt kolmeaastase töökogemusega konsultant, kellel on õigus konsulteerida väiksemaid objekte.
- Vähemalt viieaastase töökogemusega konsultant, kellel on õigus konsulteerida keskmise suurusega objekte.
- Vähemalt kümne aastase kogemusega konsultant, kellel on õigus iseseisvalt konsulteerida mahukaid komplekse ning väga suuri ning keerulisi objekte.

Enamik tuleohutusala konsultatsiooni pakkuvatest inimestest on lõpetanud Lundi Ülikooli vastava õppesuuna (kokku hetkel u 500 inimest). Järgmisel aastal tulevad esimesed lõpetajad ka Põhja-Rootsis asuvast kõrgkoolist, kus avati kaks aastat tagasi vastav õppesuund.

Konsultatsioonifirmad on kaasatud aktiivselt suurte ja uute ehitiste projekteerimisse ning ehitamisse, aga ka vanemate hoonete rekonstrueerimisse ning kasutusviisi muudatustesse.

Hoone tuleohutuse tõendamine simulatsioonidega on väga aeganõudev protsess, mille käigus tuleb projekteerida kogu hoone ning selles paiknev sisustus simulatsiooniprogrammi sobivasse vormingusse. Lisaks tuleb määratleda kõikide materjalide omadused ning teha kõik valik simulatsiooni stsenaariumide osas. Rootsis on kujunenud uute ehituste puhul traditsiooniks, et modelleerimist tehakse vähemalt kahe stsenaariumi korral. Üldjuhul võetakse stsenaariumi valikul arvesse võimalik raskeimate tagajärgedega sündmus hoones.

Ühe sellise modelleerimise peale kuluv ajaperiood sõltub väga suurel määral ehitise keerukusest, suurusest, materjalidest, selles toimuvast tegevusest jmt. Üldjuhul on ajavahemik üks nädal kuni kolm kuud. Simulatsiooniprogrammi kasutamine nõuab väga suure tööjõudlusega arvuteid ning lisaks inimtööajale peab arvestama ka arvutil simulatsiooni modelleerimiseks kuluvat aega, mis võib sõltuvalt ruumi iseloomustavatest parameetritest võtta aega mõnest tunnist kuni 100 tunnini ühe ruumi kohta.

Järgnevalt on käsitletud määruse nr 315 vaatlusaluseid sätteid võrdluses Soome E1 [5] ja Rootsi BFS 2002:19 [28] normides äratoodud vastavate sättenõuetega.

5.1. Peatüki „Tulekahju ja selle ohu vältimine“ võrdlus

§ 10. Tuletõkkeseksioon

(1) Ehitise peab tule ja suitsu levimise takistamiseks, evakuatsiooni tagamiseks, päästetööde kergendamiseks ning varakahjude piiramiseks olema jaotatud tuletõkkeseksioonideks.

Soome (E1 5.1.1) – sama definitsioon.

(2) Tuletõkkeseksioon võib koosneda seintest, põrandatest, lagedest, sealhulgas vahelagedest, katuslagedest, ripplagedest, ustest, akendest, tuletõkkeklappidest, läbiviigu avatäidetest ja teistest ehitise osadest.

Ehitise peab olema jaotatud tuletõkkeseksioonideks selliselt, et oleks takistatud tule ja suitsu levik.

Rootsi (BFS 2002:19) – mõiste „tuletõkkeseksioon“ on esitatud kui peamiselt korrustest ja seintest koosnev eraldav tarind; erinevaid avatäiteid ja mittekanvaid elemente sellena ei käsitata. Tuletõkkeseksioon ei tohi üldjuhul hõlmata rohkem kui kahte korrust juhul, kui ei ole paigaldatud sprinklersüsteeme. Tuletõkkeseksioonid moodustatakse konstruktsiooniliste ning tehniliste lahenduste baasil, tulepüsivus peab vastama nõuetes esitatud tulepüsivusele.

(3) Tuletõkkeseksioonid moodustatakse:

- 1) korruste kaupa;
- 2) pindala järgi;
- 3) ehitise kasutamistarbe järgi.

Soome – korrused, keldrikorrused ja pööningud on üldjuhul omaette seksioonid.

(4) Tuletõkkeseksioon peab olema ehitatud nii, et tule levimine ühest tuletõkkeseksioonist teisele on ettenähtud aja jooksul takistatud.

Soome – tuletõkkeseksioon peab olema ehitatud selliselt, et see ei tekitaks põhjendamatult suuri varakahjusid.

Rootsi - konstruktiivsed ning mitte-konstruktiivsed eraldusviisid peavad olema lahendatud selliselt, et see halvaks leekide ja gaaside leviku ning omaks sellist termilist isolatsiooni, et oleks takistatud tulekahju ülekandumine teisele poole tõket ega suureneks tule leviku kiirus.

(5) Erineva kasutamistarbegaga ehitise osad võivad kuuluda ühte tuletõkkeseksiooni tingimusel, et see ei vähenda kasutajate turvalisust ega suurenda tulekahju leviku ohtu, kusjuures tuletõkkeseksioon võib hõlmata mitut ehitise korrust, välja arvatud II ja III kasutusviisiga ehitiste korral.

Järeldused: Nõuded hoone tuletõkkeseksioonidele on sarnased nii Eestis, Rootsis kui Soomes, samuti võrdluses SNiPiga (kus on nõutud hoone osade kaitsmine suitsu ja tule leviku eest, eelkõige inimese ohutus ning suitsu leviku tõkestamine). Ohutu evakuatsioon saab toimuda suitsuvabas keskkonnas ning üldjuhul tagab suitsuvaba keskkond ka vähemalt sama pika tulepüsivuse.

§ 11. Tuletõkkeseksioonide moodustamine

(1) Ehitise osadest, mis kasutamisetstarbelt või põlemiskoormuselt üksteisest oluliselt erinevad, tuleb moodustada omaette tuletõkkeseksioonid. (Sama ka teistes riikides.)

Soome – kasutusviisilt või põlemiskoormuselt oluliselt erinevad pinnad peavad olema eraldi tuletõkkeseksioonid, kui see on vajalik inimeste ja vara kaitsemiseks.

(2) Kui ehitise osadel on erinev kasutamisetstarve ja seetõttu ka erinevad kasutusviisid ning kasutusviiside põlemiskoormuste erinevus on alla 300 MJ/m² kohta, siis võib sellistest ehitise osadest moodustada ühe tuletõkkeseksiooni, välja arvatud lõikes 4 nimetatud juhtudel.

(3) Tuletõkkeseksioonide moodustamisel lähtutakse ehitiste tuleohutusega seonduvatest näitajatest, sealhulgas ehitiste kasutamise ajast ja tuletõkkeseksioonide piirpindalast vastavalt Lisale 5.

Sama on ka teistes riikides.

(4) Ehitise või selle osa kasutamisetstarbest lähtuvalt kuuluvad omaette tuletõkkeseksiooni:

- 1) elektri jaotla ruumid;
- 2) liftišaht ja -masinaruumid, välja arvatud automaatse tulekahjusignalisatsioonisüsteemiga varustatud tulekindlas trepikojas paiknevad liftišahtid ja -masinaruumid;
- 3) evakuatsioonitrepikojad;
- 4) laoruumid, kui ruumis sisene põlemiskoormus on rohkem kui 600 MJ/m² kohta, välja arvatud laoruumid, mille pindala on alla 10 m²;
- 5) katlaruumid, kusjuures katlaruumis asuvate kütteseadmete koguvõimsus on üle 25 kW;
- 6) garaažid;
- 7) saunad, välja arvatud elu- või majutusruumis asuvad saunad;
- 8) majutusruumid, kus asuvad saunad;
- 9) korterid;
- 10) arhiiviruumid, mille pindala on üle 10 m²;
- 11) ehitises paiknevad keskventilatsiooniseadmed, ventilatsioonikambrid ja ventilatsioonikanalid, välja arvatud üht tuletõkkeseksiooni teenindav ventilatsiooniseade;
- 12) automaatsete tulekustutusüsteemide keskused ja tulekustutusvahendite tugipunktid.

(5) VI kasutusviisiga ehitises moodustatakse omaette tuletõkkeseksioonid, kui:

- 1) ehitise alaliste kasutajate arv on üle 25 inimese;
- 2) ehitises asuvate muu kasutamisetstarbega ruumide pindala ületab 50 m², sõltumata alaliste kasutajate arvust;
- 3) ehitises toimuvast tootmistegevusest või ladustamisest tuleneb tule- või plahvatusoht.

Soome – hoonetes, kus on tuleohtlik tegevus, ei saa üldjuhul kuuluda I, II, III ega ka IV kasutusviisi. Soomes on eraldi tuletõkkeseksioon nõutav järgmiste kasutamisetstarbega ruumide puhul: elektri jaotla, värvitöökoja, värviladu ja põlevvedelike ladu, külmutusseadmete ruumid, riigiarhiiv, atsetüleenikeskus, vedelgaasihoidla, >100 m² lava (selle ette tuleb panna eesriie). Lisaks soovitatakse, et tuletõkkeseksiooniga oleksid serveriruumid, varugeneraatoriruumid, akutõstukite laadimis- ja parkimiskohad, suurtööstuse ja elektri jaamade valveruumid, suured

elektrilajaamad, eriolukordade jaoks tähtsad sidekeskused. Eraldi tuletõkkeseptsioon on nõutav järgmiste kasutusotstarvetega ruumide puhul: korterid, trepikojad, garaažid, katlaruumid, tootmisruumid, tootmishoonete laoruumid. Liftišahtide masinaruumid pööningukorrusel, saunaruumid ja sarnased ruumid tuleb eraldada tuletõkkeseptsiooniks.

Rootsi – eraldi tuletõkkeseptsioon on nõutav järgmiste kasutusotstarvetega ruumide puhul: eluruumid, bürood, trepikojad, prügi ladustamise ruumid, haiglapalatid, külaliste ruumid hotellides. Evakuatsiooniteed ja suured kogunemisruumid tuleb eraldada septsioonideks. Hoone alad, millel toimuv tegevus võib tuua kaasa riski suure tulekahju tekkeks ja kus tulekahju võib tuua kaasa raskeid tagajärgi, peaksid suure tuleleviku ohuga seotud hooneosad olema ohutu evakuatsiooni läbiviimiseks eraldatud omaette tuletõkkeseptsiooniks. Kogunemishoonetes peab olema lava, mis on suurem kui 120 m², eraldatud veekardinatega.

Järeldused: Nõuded on analüüsis vaadeldud riikides sarnased, kuid ruumide kasutusotstarbe järgi tuletõkkeseptsioonide moodustamise osas oleks oluline uurida põhjalikumalt järgmiste ruumide ohtlikkust: elektrikilbiruume (kas alati peaks olema eraldi septsioonid või on võimalik lubada erandeid), liftišaht ja masinaruum (seadmed on üldjuhul kõrgeimal korrusel ning hoone on TP1 klaasis, trepikojad ja korterid on nii kui nii omaette septsioonid), katlaruume (sõltuvalt kütuse liigist), saunad (sõltuvalt võimsusest).

§ 12. Tuletõkkekonstruktsioon

(1) Tuletõkkekonstruktsioonina käsitatakse käesoleva määruse tähenduses tuletõkkeseptsiooni konstruktsiooni, mis on ette nähtud tule leviku tõkestamiseks või tule ja suitsu piiramiseks. (Sama ka teiste riikide normides.)

Soome – septsioneerivad tarindid ja nendes olevad avatäited paigaldatakse selliselt, et tule levik ühest septsioonist teise oleks ettenähtud aja jooksul piiratud.

(2) Lisaks lõikes 1 nimetatule võib tuletõkkekonstruktsioon olla ka ehitise selline osa, mis on ette nähtud eelkõige suitsu piiramiseks ning tervikuna täidab nõudeid ainult tiheduse (tähis E) osas. Sealjuures eeldatakse, et evakuatsioon ei ole ohustatud ning tuli ei levi ühest tuletõkkeseptsioonist teise ettenähtud aja jooksul.

(3) Kui tuletõkkekonstruktsioon vastab ainult tiheduse (E) nõudele ja selle pindala on suurem kui 0,1 m², siis peab vahemaa tuletõkkekonstruktsiooni ja süttivate materjalide või väljumistee vahel olema selline, et soojuskiirguse tihedus ei ületaks 10 kW/m². Alla 2 m² suuruse pindalaga soojuskiirgust läbilaskvate tuletõkkekonstruktsioonide korral peab eelnimetatud vahemaa olema vähemalt 1,5 m.

Soome – vastav säte on sarnane määruse nr 315 vastavale sättele, kuid sellega ei ole piiratud väikeste ruumide pindala.

(4) Tuletõkkekonstruktsioonides või nendega koos kasutatavad materjalid ei tohi vähendada tuletõkkekonstruktsiooni tuleohutust.

(5) Tuletõkkeseptsioonide moodustamisel keldriruumides on tuletõkkekonstruktsiooni tuletundlikkuse nõudeks, välja arvatud TP3-klassi ehitises olev ühe eluruumi juurde kuuluv kelder, vähemalt A2-s1,d0.

Järeldused: Kuna tuletõkkekonstruktsioon on tuletõkkesektsiooni osa, on eelmises punktis kirjeldatud nõuded ning konstruktsioonile esitatud nõuded sarnased nii Eestis kui teistes mainitud riikides.

§ 13. Avatäited ja tehnosüsteemid tuletõkkekonstruktsioonis

(1) Tuletõkkekonstruktsioonis oleva ukse, akna ja muu väiksema avatäite ning tuletõkkekonstruktsioone läbivate tehnosüsteemide tulepüsivusaeg peab olema vähemalt 50% tuletõkkekonstruktsioonile ettenähtud tulepüsivusajast, kusjuures avatäite pindala ei tohi olla suurem kui 40% tuletõkkekonstruktsiooni pindalast.

Soome – Elvastav säte on sarnane määruses nr 315 äratoodule, kuid erinevusega, et maksimaalne avasuurus ei tohi sellisel juhul ületada kui 7 m²; suuremate avade korral rakendatakse tuletõkkekonstruktsioonile esitatavaid nõudeid.

Rootsi – tulepüsivusnõuded on samad, mis on esitatud konstruktsioonile. Teatud juhtudel, nt kui see ei tekita lisariske või riskid on vähetähtsad, võib neid vähendada kuni pooleni, kuid Br1 hoonetel mitte alla klassi E30 ning klassi E30 Br2 ja Br3 klassi ehitistel. E1 klassi võib muuta E klassiks, kui evakuatsioonitee pikkus ja põlevmaterjal on piisavalt kindlustatud nii, et oleks tagatud evakueerumine moel, mis ei too kaasa lisariske ja tulekahju suurenemist. Maksimaalne lubatud soojuskiirgus, mis tulekahju korral mõjub evakueeruvatele inimestele, on 3 kW/m².

(2) Tuletõkkekonstruktsioone läbivad tehnosüsteemid ei tohi suurendada suitsu ja tule levikut.

(3) Majutusettevõtte majutusruumi uks peab olema varustatud ettenähtud viisil toimivust tagava sulguriga.

(4) Ehitise õhuvahetuskanali sein peab vastama vähemalt sellele ehitise osale ettenähtud tuletundlikkusele, kusjuures selliseid kanaleid peab olema võimalik kergesti puhastada ja hooldada.

Soome – õhuvahetuskanalid peavad olema ehitatud selliselt, et need ei soodustaks tule ja suitsu leviku ohtu. Õhuvahetuskanali seinad peaksid kuuluma klassi A2-s1, d0, ning need peavad olema kergesti puhastatavad. Rekonstrueerimisel tuleb lähtuda uutest nõuetest ning näiteks paigaldada tuletõkkeklapid vanadele torudele tuletõkkekonstruktsioonide juures.

Rootsi – õhuvahetuskanalid ei tohi soodustada tule ja suitsu levikut ja peavad olema puhastatavad. Ventilatsioonikanal peaks kuuluma klassi vähemalt EI 15. Vähemalt 0,25 m kaugusel põlevmaterjalidest võib olla tehtud plekist kanal.

Järeldused: Tööstus- ja laohoonetes esitatakse teatud juhtudel avatäidetele tuletõkkesektsiooniga samasuguseid tulepüsivusnõudeid. Avatäite tulepüsivusaeg ei tohi üldjuhul olla alla poole tuletõkkesektsioonile esitatud nõudest, kuid piirpindalast lähtuval sektsioneerimisel peab olema võrdne tuletõkkesektsiooni tulepüsivusajaga.

5.2. Peatüki „Evakuatsiooniteed ja -pääsud“ võrdlus

§ 21. Hädaväljapääs

(1) Hädaväljapääsuna käsitatakse käesoleva määruse tähenduses evakuatsioonipääsu nõuetele mittevastavat väljapääsu, mille kaudu on võimalik evakueeruda või evakueerida inimesi ehitisest tulekahju või muu õnnetuse korral.

(2) Ehitistes, kus elavad või töötavad inimesed, peavad olema hädaväljapääsud, välja arvatud juhul, kui evakuatsiooni turvalisust on võimalik tagada muul viisil.

(3) Ehitistes, kus ülemise korruse hädaväljapääsu alumine serv asub kõrgemal kui 23 m maapinnast, ja ehitistes, kus päästemeeskonna redelid ei ulatu hädaväljapääsudeni, peab olema tagatud juurdepääs korrustele ning evakuatsiooni ja päästemeeskonna töö võimalikkus.

(4) Hädaväljapääsuks kasutatava valgusava kõrgus peab olema vähemalt 600 mm ja laius 500 mm ning kõrguse ja laiuse summa vähemalt 1500 mm.

Soome – kohtades, kus on lubatud üks evakuatsioonitee, nt korterites, on lubatud teise evakuatsioonipääsuna kasutada varuväljapääsuks akent, mis on kergelt avatav ja mille vaba ava mõõtmed on järgmised: laius min 500 mm ja kõrgus 600 mm ning nende summa vähemalt 1500 mm. Hädaväljapääsu tüübid on: a) aken või rõdu vähem kui 3,5m kõrgusel maapinnast; b) aken või rõdu ja kohtkindel redel maapinnani; c) aken või rõdu paigaldatuna, et päästemeeskonna vahenditega saaks päästa; d) välisredelist soodsamalt kasutatav ja turvalisem konstruktiivne lahendus, nt avatavad luugid rõdu põrandas ja kohtkindlad redelid. Lubatud kasutada järgmistel juhtudel: P1 (3-8 korrust): a, c, või d; P1 2 korrust: a, b, c või d; P2 (3-4 korrust): a, c või d; P2 (2 korrust): a, b või d; P3 (2 korrust): a, b või d.

Rootsi – korterites, büroodes ning neile sarnastes hoonetes on lubatud üks evakuatsioonipääs asendada aknaga. Aken peab olema avatav ilma võtmeta ning olema vertikaalselt avatav selliselt, et ava laius oleks vähemalt 0,5 m ja kõrgus mitte alla 0,6 m. Kõrguse ja laiuse summa ei tohiks olla alla 1,5 m. Akna alumine äär ei tohi olla põrandast kõrgemal kui 1,2 m. Eluruumidest tuleohutusklassiga Br2 või Br3 peab olema võimalik evakueeruda ilma päästeteenistuse abita, selleks võib kasutada järgmisi lahendusi: a) hoonevälised evakuatsioonitrepid; b) väljumisel otse maapinnale fikseeritud redelid või trepid; c) väljumisel avatava akna kaudu, kui akna alumine äär ei ole kõrgemal kui 5,0 m maapinnast; d) läbi teise ruumi, kus on tagatud a, b, või c võimalus hädaväljapääsuks.

(5) Hädaväljapääs peab olema märgistatud, välja arvatud I kasutusviisiga ehitistes.

Järeldused: Kohtades, kus on lubatud üks evakuatsioonipääs, on teistes riikides sarnaselt määrusega 315 vajalik hädaväljapääs. Üldjuhul kasutatakse selleks valgusava, mille mõõtmetele esitatakse määrusega 315 sarnased nõuded. EVS 812-7:2008 esitab sarnaselt Soomes kehtivatele nõuetele võimaluse evakueeruda aknast, mille kõrgus maapinnast ei tohi ületada 3,5 m.[35] Erinevus on Rootsiaga, kus on lubatud kõrguseks 5,0 m.

§ 23. Evakuatsioonipääsude arv

- (1) Evakuatsioonipääsude arv ja paigutus määratakse vastavalt ehitise kasutamisosstarbele ja ehitise kasutajate ettenähtud maksimaalsele arvule.
- (2) Ehitise igalt evakuatsioonialalt, kus alaliselt viibib või töötab inimesi, peab üldjuhul olema võimalik jõuda vähemalt kahe erineva, hajutatult paigutatud evakuatsioonipääsuni.
- (3) Üks evakuatsioonipääs on lubatav:
 - 1) kuni kahekorruselises I kasutusviisiga ehitises;
 - 2) kuni kaheksakorruselises korterelamus, kui evakuatsioonialaks oleva ehitise osa kasutamisosstarve on korter;
 - 3) V ja VI kasutusviisiga ruumides suurusega alla 300 m², kusjuures evakuatsioonialalt peab olema lisaks hädaväljapääs;
 - 4) väikese kasutajate arvuga II, III ja IV kasutusviisiga ehitises, kui sellest ei teki ohtu kasutajate turvalisusele, kusjuures evakuatsioonialalt peab olema ka hädaväljapääs.

Soome – on lubatud kuni 8-korruselistes hoonetes, kus evakuatsiooni alaks on korter, <300 m² bürooruumides või <300 m² tootmis- ja laoruumides. On lubatud ka väikestes majutus-, hooldus-, kogunemis-, kaubandusruumides, kui ei ole ohtu inimestele. Selliselt evakuatsioonialalt peab olema lisaks ka varuväljapääs (ei vasta täies mahus evakuatsioonipääsu nõuetele).

Rootsi – üldjuhul on nõutud kaks teineteisest sõltumatud evakuatsioonipääsu. Üks pääs on lubatud korterites, büroodes ja teistes väikestes ruumides, mis paiknevad esimesel korrusel ja mida kasutab vähem kui 30 inimest. Inimestel peab olema võimalik end kaitsta kogu tulekahju kestuse ajal või vähemalt tulekustutamise lõppemiseni kuumuse ja toksiliste gaaside eest. Üle ühe korrusega eluhoones peab olema vähemalt üks evakuatsioonitee igalt korruselt.

Järeldused: Üldjuhul on kõikjal nõutud vähemalt kaks evakuatsioonipääsu. Erandkorras on lubatud asendada üks evakuatsioonipääs hädaväljapääsuga, eeldusel et on tagatud ohutu evakuatsioon ja hoonest on vähe kasutajaid ning inimesed tunnevad ruume.

§ 24. Evakuatsioonitee

- (1) Evakuatsioonitee peab tuleohutuse seisukohast olema piiritletud nii, et evakuatsiooniteed oleks võimalik kasutada kogu evakueerimisaja jooksul.

Soome – Ehitise peab olema projekteeritud selliselt, et sellest oleks võimalik rahuldavalt evakueeruda. Erilist tähelepanu pööratakse asjaolule, et inimesed võivad saada vigastada kukkuvate konstruktsiooniosade poolt ja/või tehniliste elementide ja/või allakukkunud ja tee ummistanud elementide poolt. Samuti on eriline tähelepanu suunatud riskivõimalusele, mille korral esineb oht, et inimesed võivad tühimikesse kinni jääda või isegi hukkuda seal. Rahuldavaks loetakse evakuatsiooni, mille käigus kõik inimesed hoonest välja pääsevad või kõrghoonete ja suurehitiste puhul saavad evakueeruda hoone ohutusse osasse. tuleb tagada võimalus, et ehitisest oleks tulekahju või muu ohu korral võimalus ohutult lahkuda; ehitisest lahkumiseks peavad olema kasutada hajutatult paiknevaid kergesti kasutatavad väljapääsud. Väljapääsud peavad paikneda selliselt, et läbi nende väljumise ajaline kestus ei oleks ohtlikult pikk.

Rootsi – ehitised peavad olema ehitatud selliselt, et tulekahju korral oleks võimalik sellest ohutult väljuda. Liikumistee pikkus tuletõkkeseptsiooni sees lähima evakuaatsioonipääsuni ei tohi olla ületada aega, mil tuletõkkeseptsioonis on tagatud evakueerumiseks vajalikud tingimused.

(2) Tulekahju korral ei tohi evakuaatsiooniteel kogu evakueerimisaja jooksul tekkida kasutajate evakuaatsiooni takistavat temperatuurimuudatust, suitsukontsentratsiooni ega muid takistavaid asjaolusid.

Rootsi – evakuaatsioonitee moodustavad konstruktsioonid peavad tagama, et evakueerumise ajal ei ületata ületada kriitilisi keskkonnatingimusi evakuaatsiooniteel. Nõuded esitatakse:

- Nähtavus: põlemisgaaside tase ei tohi olla madalamal kui $1,6+(0,1 \times H)$ m, kus H on ruumi kõrgus.
- Kiirus: maksimaalne lühiajaline soojuskiirus on lubatud kuni 10 kW/m^2 , maksimaalne kiirusenergia 60 kJ/m^2 , olukorras kus lisaenergiakiirus on 1 kW/m^2 .
- Temperatuur: õhitemperatuur ei tohi olla kõrgem kui 80°C [28]

(3) Evakuaatsioonitee:

- 1) peab olema kergesti identifitseeritav, lihtsalt juurdepääsetav ja kasutatav;
- 2) sein-, lae- ja põrandakatted ei tohi ohustada kasutajate turvalisust evakuaatsiooni korral;
- 3) trepikalle, astmete ja mademete mõõtmed peavad tagama ohutu evakuaatsiooni;
- 4) moodustatakse reeglina omaette tuletõkkeseptsioonina;
- 5) ei tohi olla takistatud, seal ei tohi asuda esemeid ega seadmeid, mis võivad ohustada kasutajate turvalisust evakuaatsiooni korral.

Soome – evakuaatsioonitee markeerimiseks kasutatakse turvavalgustust ja/või märgivalgustust.

Rootsi – evakuaatsioonitee peab olema tähistatud ning olema sellise suuruse ning valgustatusega, et oleks selgelt nähtav. Evakuaatsioonitee peab olema valgustatud. Nõutav on hädavalgustuse olemasolu.

(4) Üle kahekorruselise TP1-klassi hoone evakuaatsiooniteel olevad trepikäigud ja -mademed peavad vastama vähemalt A2-s1, d0-klassile. Kui ruumide, mille evakuaatsioonitee läbib trepikoda, põlemiskoormus on väiksem kui 600 MJ/m^2 , siis peab trepikäigu ja -mademe tulepüsivus olema vähemalt R30. Kui ruumide, mille evakuaatsioonitee läbib trepikoda, põlemiskoormus on suurem kui 600 MJ/m^2 , siis peab trepikäigu ja -mademe tulepüsivus olema vähemalt R60.

(5) Kolme- ja neljakorruselise TP2-klassi ehitise evakuaatsioonitee konstruktsioonide ning trepikäikude ja -mademete tulepüsivus peab olema vähemalt R60.

(6) Päästemeeskonna sisenemistee peab vastama evakuaatsioonitee nõuetele.

(7) III kasutusviisiga ehitiste korral ja õppehoonetes ei tohi kasutada evakuaatsioonitrepina keerdtreppi, mille keskava läbimõõt on väiksem kui 1000 mm , kusjuures trepiaste ei tohi olla kitsam kui 150 mm .

(8) Trepil peab olema tagatud ohutu liikumine, kusjuures enama kui kolme astmega trepil peab olema trepikäisipuu.

Järeldused: Üldjuhul on nõuded samased ning eesmärgiks on tagada ohutu evakuatsioon. Siinkohal on oluline määrata evakueerumiseks kuluv aeg. Hetkel kehtivates Rootsi nõuetes on toodud üks võimalus evakueerumiseks vajalikest keskkonnatingimustest, mis annab võimaluse tulekahju dünaamikat ning evakueerumist modelleerides tõendada, et evakueerumiseks vajaliku ajaperioodi jooksul ei muutu keskkond evakueeruvatele inimestele ohtlikuks. Keskkonnale esitatavaid nõudeid on kehtestanud mitmed riigid, nt Inglismaal kehtib vastav standard, kuid riigiti on nõuded pisut erinevad ning Eestis nõuete kehtestamine vajab kindlasti põhjalikumat analüüsi. Hetkel on suund üle Euroopa nimetatud kriteeriumide ühtlustamisele ja selles valdkonnas tehakse uurimustöid.

§ 25. Evakuatsioonitee pikkus

(1) Evakuatsioonitee pikkus määratakse evakuatsiooniala kõige kaugemast punktist kuni evakuatsioonipääsuni lühimat liikumiskõlblikku teed mööda, kusjuures juhul, kui erinevad evakuatsiooniteed kahe erineva evakuatsioonipääsuni on osaliselt samased, siis arvestatakse ühise osa pikkust kahekordselt.

(2) Erandina arvestatakse lõikes 1 nimetatud lühimat liikumiskõlblikku teed ruumi uksest juhul, kui uks avaneb vähemalt EI 30 nõudele vastava konstruktsiooniga koridori.

(3) Nõuded ruumi pindalale ja evakuatsioonitee pikkusele on toodud Lisades 8 ja 9.

(4) Majutushoonetes ning ravi- ja hooldusasutustes on evakuatsioonitee pikkuseks kuni 30 meetrit, hoolimata evakuatsioonipääsude arvust, kusjuures ravi- ja hooldusasutuste suhtes ei kohaldata Lisas 8 toodud nõudeid.

(5) Evakuatsioonitee pikkuseks on:

- 1) üldjuhul ühe evakuatsioonipääsu korral kuni 30 meetrit;
- 2) kahe evakuatsioonipääsu korral kuni 45 meetrit.

Rootsi – evakuatsioonitee ei tohi olla nii pikk, et sealt poleks võimalik koheselt evakueeruda; evakuatsioonitee ei tohiks üldjuhul olla pikem kui 30 m, kui on võimalik evakueeruda kahes suunas. Erandiks on hoolekandeesutustes lubatud maksimaalne teekond trepikojani 50m.

Soome – evakuatsioonitee pikkus eluruumides on ühe evakuatsioonipääsu puhul 30 m, mitme väljapääsu korral 45m; majutus- ja hoolekandeesutustes on see 30 m, kogunemishoonetes üldjuhul 45 m, kauplustes 30 m, büroohoonetes üldjuhul 45 m, ühe väljapääsu puhul 30 m; tootmis- ja laohoonetes ning garaazides on evakuatsioonitee pikkus üldjuhul 45 m, aga kui on vaid üks evakuatsioonipääs, siis 30 m.

(6) Evakuatsioonitee pikkuseks umbalast (evakuatsioonialast, millest on võimalik pääseda vaid ühe evakuatsioonipääsuni) võetakse 50% Lisas 8 toodud arvnäitajatest.

(7) Lisas 8 toodud evakuatsiooniteede maksimaalpikkustest võib evakuatsioonitee olla pikem:

- 1) kuni 20%, kui tegemist on esimesel korrusel asuva evakuatsiooniteega ja evakuatsiooniks saab kasutada ka avatavaid aknaid, mille kaudu pääseb otse maapinnale;

- 2) kuni 50%, kui ehitises on automaatne tulekahjusignalisatsioonisüsteem;
- 3) vastavalt esitatud arvutustele, kui ehitises on automaatne tulekustutussüsteem või suitsueemaldussüsteem.

Järeldused: Üldjuhul on nõuded määrusega 315 sarnased kuid on teatud erinevused, mis on seotud hoones toimuva tegevuse, selles viibivate inimeste arvuga ning evakueerumiseks vajaliku ajaga (seotud kasutusviisiga).

§ 26. Evakuatsioonitee mõõtmed

- (1) Evakuatsioonitee laius on:
 - 1) üldjuhul vähemalt 1200 mm;
 - 2) kuni kahekorruselises elamus vähemalt 900 mm.

Soome – üldjuhul on evakuatsioonitee laius 1,2 m. Kui on tegemist kuni 60 inimesega, siis teine pääs võib olla lai 0,9 m. Kuni kahekorruselistes hoonetes on lubatud evakuatsioonitee laiuseks 0,9 m.

Rootsi – üldjuhul peab olema evakuatsioonitee laius vähemalt 0,9 m; sektsioonidest, kus on rohkem kui 150 inimest, ei tohi see olla vähem kui 1,2 m lai.

- (2) Evakuatsioonialal, mille kasutajate arv on maksimaalselt 60, võib üks evakuatsiooniteedest olla vähemalt 900 mm laiune.

- (3) Evakuatsioonitee ja evakuatsioonipääsuni suunduva sisekoridori summaarse miinimumlaiuse arvutamisel arvestatakse evakuatsiooniteed kasutava 120 inimese kohta 1200 mm, millele lisandub iga järgmise 60 inimese kohta 400 mm.

Soome – määrusega 315 sarnased nõuded.

- (4) Evakuatsioonitee pealmaa vaba kõrgus peab olema vähemalt 2100 mm, kusjuures sellise kõrguse ulatuses ei tohi olla takistusi, kõrgus keldris peab olema vähemalt 1900 mm.

- (5) Trepikoja välisukse laius peab olema vähemalt samane trepikäigu laiusega.

Järeldused: Üldjuhul on nõuded sarnased nii Eestis kui ka teistes riikides.

§ 27. Evakuatsiooniteel asuvad ukсед

- (1) Evakuatsiooniteel paiknev uks peab:
 - 1) olema paigaldatud nii, et oleks võimalik kasutajate kiire evakuatsioon;
 - 2) olema laiusega, mis vastab ettenähtud maksimaalsele evakuatsioonitee kasutajate arvule;
 - 3) avanema evakuatsiooni suunas, välja arvatud alla 30 inimese evakuatsiooniks ettenähtud uks;
 - 4) olema varustatud evakuatsioonisuluse ehk avamisseadmega, mis peab olema alati avatav ilma abivahenditeta ning suluseavamise liigutus ei tohi olla vastupidine evakuatsiooni suunale, kusjuures kahepoolse ukse puhul peavad olema kergesti avatavad mõlemad uksepooled.

Soome – evakuatsiooniteel paiknevad ukсед peavad üldjuhul avanema evakuatsiooni suunas, kuid üks võib avaneda vastu evakuatsiooni suunda juhul, kui hoones on kuni 60 inimest. Välisüksed ja evakuatsiooniteel paiknevad ukсед peavad kergesti avanema. Võtmeta peavad olema avatavad evakuatsiooniteel paiknevad ukсед II ja III kasutusviisiga ehitistes (v.a juhul, kui pole ette nähtud isoleerimist), V ja IV kasutusviisi puhul ning tootmisel ja ladustamisel on vajalik võtmeta avatavus tööajal. Turvafirma süsteemid ei tohi takistada turvalist väljumist hoonest.

Rootsi – üks peab üldjuhul avanema väljapoole ja olema kergesti märgatav. Sissepoole avanevad ukсед on lubatud vaid järgmistel juhtudel:

- Kui tegemist on vähest inimeste hulka mahutava ruumi ustega, nt korteri või külalistetoa ukсед.
- Kui tegemist on mõõduka kasutajate arvuga ruumidega, aga seda eeldusel, et neis viibivad inimesed on ruume hästi tunnevad, nt koolides klassiruumid.
- Väikestes ruumides.

(2) Evakuatsiooniteel asuv tuletõkkeuks peab olema isesulguv ja avatav võtmeta, sealhulgas elektroonilise võtmeta.

Rootsi – ukсед võivad olla võtmega avatavad, kui on vähene inimeste arv ja võib eeldada, et neil on tagatud juurdepääs võtmele igas olukorras.

(3) Evakuatsiooniteel asuv, kuid tavakasutuses lahtiolev tuletõkkeuks peab olema varustatud seadmega, mis sulgeb sellise ukse tulekahju korral.

Soome – evakuatsiooniteel olevad tuletõkkeuksed ei tohi raskendada evakueerumist. Tuletõkkeseksiooni tuletõkkeukse olulisim omadus on olla tulekahju olukorras suletud asendis.

(4) Evakuatsioonitee trepikoja poole avanev üks ei tohi kitsendada liikumisvoolu teed.

(5) Lõike 1 punktis 4 ning lõigetes 2 ja 3 nimetatud nõudeid ei kohaldata I kasutusviisiga ehitiste osas.

(6) Käesolevas paragrahvis nimetatud nõudeid ei rakendata, kui ehitise kasutamise otstarbest tulenevalt ei ole võimalik neid kohaldada.

Järeldused: Üldjuhul on teistes riikides määrusega 315 sarnased nõuded. Erinevused on seotud ukse avanemise suuna ning võtmeta avatavusega. Norm sellisena tagab ohutu ja kiire evakuatsiooni.

5.3. Peatüki „Tuleohutuspaigaldis“ võrdlus

§ 33. Autonoomne tulekahjusignalisatsioonisüsteem

Autonoomne tulekahjusignalisatsioonisüsteem peab olema:

- 10 – 50 majutuskohaga II kasutusviisiga ehitiste majutusruumides.
- 5 – 25 voodikohaga III kasutusviisiga ehitistes.
- 50 – 300 m² pindalaga koolieelsete lasteasutuste hoonetes.
- 50 – 300 m² pindalaga IV kasutusviisiga ruumides.

§ 34. Automaatne tulekahjusignalisatsioonisüsteem

Automaatne tulekahjusignalisatsioonisüsteem peab olema:

- 1) hoonetes, mis ületavad § -s 33 nimetatud arvulisi näitajaid;
- 2) IV kasutusviisiga hoonetes, mille pindala on üle 300 m²;
- 3) V kasutusviisiga hoonetes, mille pindala on üle 750 m² ;
- 4) VI ja VII kasutusviisiga ehitistes, kus sõltuvalt ehitises toimuva tegevuse iseloomust, ehitise korruse pindalast, korruselisusest või muudest põhjustest tingituna on kasutajate turvalisus vähene, kusjuures päästetööde alustamine ei ole tagatud hiljemalt 10 minutit pärast tulekahju algust.

Soome - autonoomne tulekahjusignalisatsioonisüsteem on nõutud kui:

- majutatakse üle 50 inimese
- hoones on üle 25 hoolduskoha
- päevakeskuses on rohkem kui 25 inimesest
- P2 3-4 korruselised hooned
- erivajadustega inimeste elamispinnad

Vajadus on põhjendatud personali teavitamisega, et tagada võimalik evakueerimine. Ehitistes, milles põlemiskoormus on alla 600 MJ/m² (v.a. hotellid, hoolekandeadasutused) saab ATS-i paigaldamisel suurendada tuletõkkesektsiooni pindala (kuni 50%) ning korruselisust. ATS võimaldab vähendada hoonetevahelisi vahekaugusi. Mõõnduse tegemiseks peab olema kindel, et päästeteenistus reageerib piisavalt kiiresti. Mitut mõõndust korraga ei ole lubatud teha. Mõõnduste tegemine on seotud konkreetse objektiga.

Soome Vabariigi Päästeseadusega on reguleeritud, et suitsuandurid on kohustuslikud korterites. ATS ühendatakse Häirekeskusega kui on vajalik päästeteenistuse kiire reageerimine. Teatud tingimustel on võimalik ka mitte ühendada. Pikkade vahemaade puhul ei ole ATS-i ühendamine häirekeskusega asjakohane, kuna päästemeeskonna kohale jõudmisele kuluv aeg ületab oluliselt tulekahju varajaseks kustutamiseks vajalikku aega. ATS tuleks paigalda ka kohtadesse, millel on suur ajalooline või muu (materiaalne) väärtus ning kus tulekahju võib tuua kaasa keskkonnakahju, mille puhul on eriti oluline kiire kustutamistööde alustamine. ATS süsteemid ei pruugi ole efektiivsed kohtades, kus tulekahju võib väga kiiresti areneda.

Rootsi - hoonetes, kus on vajalik tulekahju varajane avastamine on nõutud tulekahju avastamiseseadmed. Kus võimalik, peaks kasutama avastamiseks suitsuandureid. Süsteem peab teavitama ohust hoones viibivaid inimesi. Teavitussüsteemid on kohustuslikud hoolekandeadasutustes, majutusasutustes (nõutavad on teavituspupud, ning häireteadet on lubatud alata ka vastuvõtulaust, üldjuhul peab häire olema korraldatud selliselt, et see

edastatakse päästeteenistusele. Alarmeerimissüsteemi käsitsi käivitamine on lubatud alla ühe korruselistes hoonetes, kus korruselt väljumine on otse maapinnale). Korterid peavad olema varustatud tulekahju varajase avastamise seadmetega ning häire peab jõudma kohta, kus inimesed peamiselt viibivad (sobivad autonoomsed tulekahjuandurid). ATSi kasutamisel võib suurendada tuletõkkeseptsiooni pindala kuni 30%.

Järeldused: Üldjuhul avastamisseadmed peavad olema. ATS-i Häirekeskusega ühendamise kohustuslikkuse kriteeriumid tuleb üle vaadata, teostada efektiivsuse analüüs (Päästemeeskonna väljasõiduaeg, objekti esindajate reageerimisaeg, võimalikud kahjud jmt) .

§ 35. Automaatsed tulekustutussüsteemid

(1) Automaatne tulekustutussüsteem peab olema:

- 1) ehitistes, kus tuletõkkeseptsioonid asuvad läbi kolme või enama korruse, välja arvatud tuletõkkeseptsioonina rajatud tule- ja suitsukindel trepikoda;
- 2) mitme korrusega keldrites;
- 3) VI ja VII kasutusviisiga ehitistes, kus sõltuvalt ehitises toimuva tegevuse iseloomust, ehitise korruse pindalast, korruselisusest või muudest põhjustest on kasutajate turvalisus vähene ja päästetööde läbiviimine on ohtlik;
- 4) hoonetes, milles kasutamise otstarbest, kõrgusest või muudest põhjustest tingituna on kasutajate turvalisus vähene ja päästetööd on ohtlikud ning hooned ületavad VV määruse 315 Lisas 2 ja Lisas 5 toodud piirväärtusi;
- 5) pindalalt suurtes või suure põlemiskoormusega, kuid seejuures vähevalvatavates ruumides, milles tekkiv tuli võib ohustada ümbrust või põhjustada märgatavat ainelist kahju või asendamatu kultuuriväärtuste hävimist;
- 6) TP2-klassi kolme- ja neljakorruseliste hoonete trepikodades, mille materjalid vastavad tuletundlikkuse klassile D-s2, d2 ning ehitise korruse pindala, korruselisuse või muude põhjuste tõttu on kasutajate turvalisus vähene ja päästetööde läbiviimine ohtlik.

(2) Kaheksa- ja enamakorruselise ehitise igas trepikojas peab olema kuivtõusutoru päästetööde jaoks.

Soome – automaatse tulekustutussüsteemi kasutamisega saab teostada mööndusi tuletõkkeseptsioonide pindala osas tööstus- ja laohoonetes, garaazides, kus see on seotud tuleohuklassi ja tulekaitsetasemega ning hoone tuleohutusklassiga. Kõigis muude kasutusviisidega ruumides on võimalik 3-4 kordselt suurendada pindalaid, seda välja arvatud majutushoonete majutusruumid ja hoolekandetasutuste palatid. P3 klassiga hoonel võib korruse pindala suurendada kokkuleppel. Liikumistee pikkust võib ainukese mööndusena kokkuleppel suurendada kuni 100%. Sprinkleri kasutamisel ruumides, mille põlemiskoormus on üle 600 MJ/m² võib kandvate ja sektsioneerivate tarindite projekteerimisel rakendada tulepüsivusaega, mis on omane ruumidele, mille põlemiskoormus ei ületa 600 MJ/m². Samuti võib teha mööndusi materjalide tuletundlikkusele v.a. kergesti süttivatele ja kiiret tule levikut põhjustavatele materjalidele. Sprinkleri kasutamine annab võimaluse naaberhoonetesse tule leviku piiramiseks hoonetevahelise vahekauguse vähendamisel. Kõiki mööndusi korraga ei ole lubatud rakendada ning tuleb arvestada kohaliku päästeteenistuse reageerimiseaega.

Rootsi – büroohoonetes kohustuslik. On võimalus teha mööndusi sarnastes punktides Soomele. Peamiselt lubatud möönduste tegemine kuni 30%.

Järeldused: Üldjuhul on nõuded sarnased ning asjakohased.

§ 36. Turvavalgustus

(1) Turvavalgustus peab võimaldama üldvalgustuse kahjustuse korral:

- 1) kasutajatel lahkuda ohustatud kohast;
- 2) kasutajatel enne lahkumist lõpetada või peatada ohtlikud protsessid;
- 3) teha päästetöid.

(2) Turvavalgustus jaguneb selle kasutamise otstarbest tulenevalt evakuatsiooni-, paanikavältimis- ja riskialavalgustuseks.

(3) Evakuatsioonivalgustus minimaalse toimimisajaga vähemalt üks tund peab olema:

- 1) II kasutusviisiga ehitistes, välja arvatud kuni viie majutuskohaga hoone, millel on otseväljapääs õue;
- 2) III kasutusviisiga ehitistes;
- 3) IV kasutusviisiga ehitistes, kusjuures eranditeks on esimesel korrusel paiknev kuni 100 istekohaga toitlustusettevõtte ruum ning kuni 400 m² üldpinnaga kaubandusettevõtte ruum, millel on otseväljapääs õue;
- 4) kuue- ja enamakorruselistes I ja V kasutusviisiga ehitistes ning mis tahes hoone loomuliku valgustusega evakuatsioonitrepikojas;
- 5) kuue- ja enamakorruseliste ehitiste loomuliku valgustusega evakuatsiooniks ettenähtud trepikojas;
- 6) VI kasutusviisiga hoonetes, kui hoones töötab üheaegselt üle 100 inimese;
- 7) mootorsõidukite boksideta garaažides, mille pind on üle 1000 m²;
- 8) maa-alustes ja mitmekorruselistes garaažides, välja arvatud üksik-, kaksik- ja ridaelamu või suvila või aiamaa garaaž;
- 9) mitme korrusega keldrites;
- 10) inimeste transpordiks ettenähtud tuletõrjeliftis;
- 11) liikuva trepi ja kõnnitee valgustamiseks.

(4) Evakuatsioonivalgustus minimaalse toimimisajaga kolm tundi peab olema:

- 1) III kasutusviisiga ehitistes;
- 2) transpordihoonetes;
- 3) üheksa- ja enamakorruselistes ehitistes, välja arvatud elamutes;
- 4) maa-alustes ehitistes.

Soome - turvavalgustus valgustab hooneid kui põhivalgus ei toimi. Peab rakenduma kui tavavalgustus on kustunud. Märgivalgustus peab põlema pidevalt. Märgivalgustus ja/või turvavalgustus on üldjuhul kohustuslik II, III, IV kasutusviisiga hoonetes, samuti nendes ruumides, millest väljumine on keeruline. Alla 300 m² ruumides võib ametnike heakskiidul jätta evakuatsioonitee tähistamata, kui teekond on selgelt eristatav. Heakskiitmine lahendusele tehakse projekteerimise käigus. I kasutusviisi puhul ei ole märgistamine nõutud. II ja III kasutusviisi puhul on nõutud üldjuhul nii märgi kui turvavalgustus; IV kasutusviisil ainult märgivalgustus (turvavalgustus lisaks kui >300m²); V ja VI üldjuhul ainult märgivalgustus ning garaažides mõlemad.

Rootsis - evakuatsioonivalgustus peab tagama ohutu evakuatsiooni ka juhul, kui elektriga varustatus on katkenud. Evakuatsioonivalgustus peab olema hotellides, hoolekandeesutustes ja kogunemishoonetes. Samuti evakuatsioonitrepikodades üle 8-korruselistes hoonetes.

Evakuatsioonivalgustus peab toimima minimaalselt 60 minutit. Evakuatsiooniteel peab olema valgustatud vähemalt 1 lux.

Järeldused: Üldjuhul on nõuded sarnased ning asjakohased.

§ 39. Tuletõrje voolikusüsteemid

(1) Tuletõrje voolikusüsteem on ehitisse paigaldatud käsitsi kasutatav kohtkindel seade, mis on mõeldud väikese tulekahju (tulekolde) kustutamiseks selle algstaadiumis, kusjuures vastav seade võib olla käsitsi juhitud märgtõusutorule või kuivtõusutorule paigaldatud tuletõrjekraanidega, automaatne või poolautomaatne tulekustutus paigaldis.

(2) Ehitisse paigaldatud tuletõrje voolikusüsteemid peavad tagama tulekustutusvee arvutusvooluhulgaks vähemalt 1,7 l/sek või 2,5 l/sek tulekustutusvee andmiseks ruumi igasse punkti.

(3) Tuletõrje voolikusüsteemid peavad olema:

- 1) üheksa- või enamakorruselistes hoonetes;
- 2) nelja- ja enamakorruselistes II, III ja IV kasutusviisiga ehitistes;
- 3) ehitises, mille kubatuur on suurem kui 10 000 m³;
- 4) VII kasutusviisiga ehitistes.

(4) Tuletõrje voolikusüsteeme ei tule paigaldada:

- 1) tööstusettevõtete ja ladude ruumidesse, kus vee kasutamine võib kutsuda esile plahvatuse, tulekahju, tule levimise või muu õnnetuse;
- 2) ehitiste tehnilistele korrustele, pööningutele ja keldritesse;
- 3) koolidesse ja koolieelsetesse lasteasutustesse.

Soome – voolikukapp, kus on pooljäik joatoruga voolik, mille pikkus on 20-30 m ning läbimõõt 19-33mm, ühendatud tarbeveevõrguga ja tema kustutusviis on jahutamine.

Rootsi- väga keeruliste korrusplaanidega hoonetes, suurtes hoonetes ning hoonetes, milles tule levimise kiirus võib olla väga suur, milles on kõrge risk inimestele, peaks olema varustus tule kustutamiseks.

Järeldused: Üldjuhul on teemat vaatlusalustes õigusaktides käsitletud erineva detailsusega ning ilma vastavate standardite põhjalikku analüüsimist ei saa selles osas järeldusi teha.

5.4. Määruse 315 lisad 2, 5, 8 ja 9

Määruse LISA 2 toodud Tabel on samane Soome E1 normis.

Määruse LISA 5 toodud Tabelis on erinevus: TP 3 kahekorruseliste hoones on Soomes lubatud 1600 m², määruses 315 toodud nõue on 1200m². Määruses 315 on toodud eraldi välja koolieelsed lasteasutused, mida Soome normis ei ole loetletud. Muus osas on nõuded samad.

Määruse LISA 8 määruse 315 Tabelis ei ole Soome E1 normis toodud V, VI, VII kasutusviisi puhul ära evakuatsioonitee pikkust ühe evakuatsioonitee kasutamisel (kuigi määruse sisus on see võimaldatud).

Määruse LISA 9 määrus 315 Tabelis esitatud nõuded on samased Soome E1 nõuetega.

6. Oluliste tuleohutusnõuete tõendamine metoodiliselt, arvutuslikult või muul viisil

Viimastel aastakümnetel on kogu maailmas ehitusmaastikul hoogustunud uute ehitusmaterjalide, konstruktiivsete lahenduste ning avatuse poole püüdlamine. Sellistel puhkudel ei ole enam kuigi lihtne projekteerimisel lähtuda üksnes ettekirjutatud nõuetest, vaid on tekkinud suur vajadus tõendada ehitiste ohutust muudel viisidel.

EVS 812-7:2008 kohaselt loetakse tuleohutusnõue täidetuks ka siis, kui ehitis projekteeritakse ja ehitatakse vastavalt oletatavale tulekahju arengule, mis kirjeldab selles ehitises tõenäoliselt esinevaid olukordi. Nõude täitmise tõestamisel võetakse igal üksikjuhul arvesse ehitise iseloomulikud näitajad ja kasutusviis. Projekteerimisel kasutatakse tõendamiseviise, mille kõlblikkus on tõestatud. Euroopa (EN) ja rahvusvaheliste (ISO) standardite kohaseid katse- ja arvutusmeetodeid võidakse pidada kõlblikkuse nõudeid täitvateks, kui konkreetne situatsioon on menetluse tõestamisalas. Tulekahju arengul põhinevat projekteerimist kasutades tuleb korduvalt kaalutleda, kuidas hoonet kasutatakse ja milline on hoones põlemiskoormus kogu kasutamisaaja jooksul. Projekteerimise alused (nt projekteerimistingimused), kasutatud eeskujud (projekteerimisnormid, standardid, juhised) ja saadud tulemused tuleb esitada ehitusloataotlemisel esitatavas dokumentatsioonis. Dokumentatsioonist peavad ilmnema üldjuhul järgmised asjaolud:

- Ehitise ja selles olevate tuleohutuspaigaldiste kirjeldus;
- Oletus ehitise kasutusviisi kohta kogu selle kasutamise aja jooksul;
- Oletused tulekustutusmeeskonna tegutsemisvõimaluste kohta;
- Põhjendused kontrollimiseks valitud tulekahju situatsioonide kohta;
- Ehitise kasutuse ajal eeldatavad hoolduse ja korrashoiu toimingud;
- Kasutatavate meetodite kirjeldus, mis sisaldab arvutuse ja katsemenetluste kohaldatavuspiire, samuti lähteandmeid ning tehtud järeldusi põhjendustega;
- Saadud tulemused vea mõju analüüsiga (selgitamiseks, kas väike muudatus tehtud järeldustes põhjustab märkimisväärse muudatuse tuleohutuses);
- Heakskiidu kriteeriumid ja saadud tulemuste võrdlus endega;
- Kasutusala individualiseerimine ja piiritus, kui projekteerimisel on kasutatud erinevaid tõendamiseviise. [35]

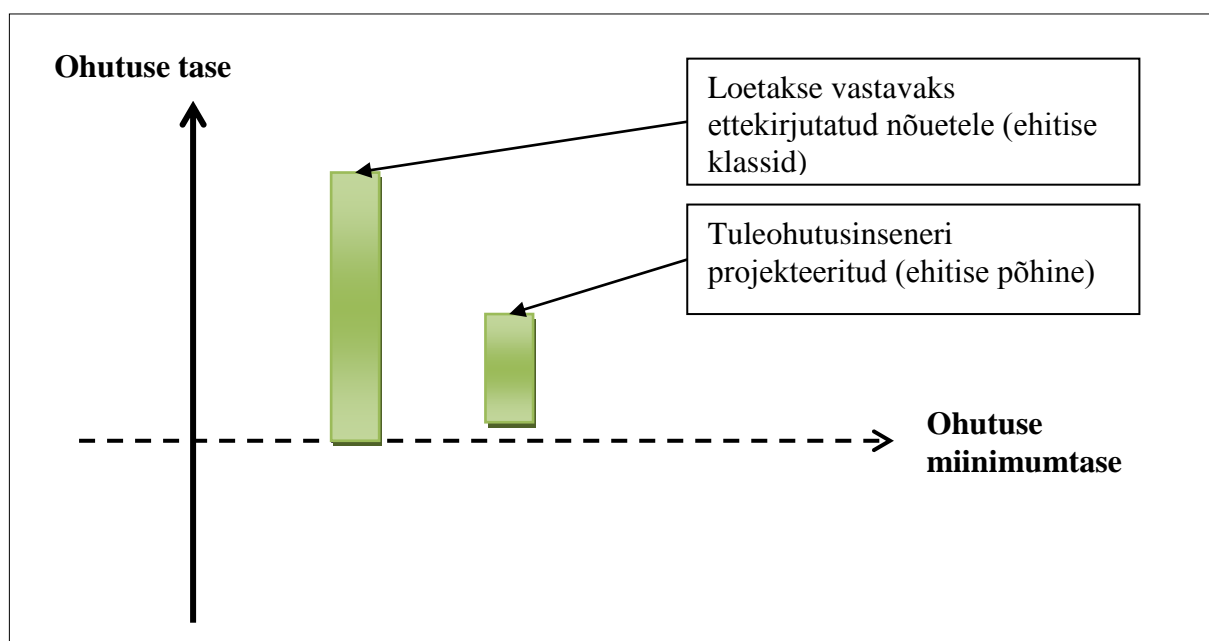
Euroopa riigid on alustanud EN ehituslike standardite ülevõtmist. Need sisaldavad ka tulepüsivate ehitiste projekteerimist toimivuspõhiselt. Enamasti on EL-i liikmesriigid, sh Eesti kasutusele võtnud Eurokoodeksid; enamik liikmesriikidest on üle võtnud ka toimivuspõhise tõendamise [17]. Üldiselt kasutatakse seda järgmistel juhtudel:

- Tõendamaks konstruktsioonide tulepüsivust.
- Evakuatsiooni arvutuslikuks tõendamiseks.
- Suitsuerastuse tõendamiseks.
- Riskianalüüside koostamiseks.
- Tulekaitsekonstruktsioonide optimeerimiseks.
- Välise tulekahju uurimiseks.
- Kokkupuute aja uurimiseks.
- Tule kustutamise demonstreerimiseks.
- Evakuatsiooniteede toimivuse tõendamiseks.
- Tõendamaks suurte rahvahulkade ja/või lahtiste ruumide ohutuse tagamist. [17]

On mitmeid näiteid, kus on toimivuspõhiseid tõendamisi rakendatud; tüüpilised näited on ostukeskused, büroohooned, lennujaamad, haiglad, korterelamud, staadionid, kontserdisaalid, allmaa-rajatised, tootmishooned, ajaloolised ehitised, kõrghooned, parklad, raamatukogud, kirikud, monumentaalhooned, laod. [17]

Vaadates saavutada tahetavat ohutuse taset hoones, näeme, et see sõltub väga suurel määral konkreetselt valitud materjalidest, ruumilahendusest ning mitmetest muudest teguritest, mistõttu mõnel juhul võib ettekirjutatud nõuete järgimine täita vajaliku ohutuse taseme väga napilt, aga mõnel teisel juhul tagada ohutuse väga kõrgel tasemel. Toimivuspõhiste tõendamismeetodite rakendamisel tõendatakse ohutuse tase hoones väga konkreetset vahemikus (vt joonis 1). [25]

Ettekirjutatud normide järgimine võib sõltuvalt objekti tüübist, arhitektuurilistest lahendustest, tuleohutuspaigaldistest jmt olla teisest sarnase kasutusviisiga ehitise suurel määral erineva ohutuse tasemega. Erinevate hoonete ohutuse taseme hindamiseks on välja töötatud riski indeks, millest on täpsem ülevaade antud analüüsi peatükis 6.1. Sel viisil on võimalik hinnata ehitise ohutust ja teha vastavalt vajadusele täiendusi riski indeksi parendamiseks. Kasutades ehitise tuleohutuse tõendamiseks toimivuspõhiseid võimalusi, määratletakse hoone ohutus oluliselt kitsamates piirides ning on võimalik väga üheselt määrata hoone ohutuslikku vastavust selles toimuvale tegevusele.



Joonis 1 Ohutuse taseme võrdlus

Lundin [25] tõi oma ettekandes välja peamised probleemid, millele tuleb tähelepanu pöörata, kui tahetakse rakendada toimivuspõhiseid meetodeid:

- Kvantitatiivsete kriteeriumite puudulik olemasolu regulatsioonides.
- Riskid seoses toimivuspõhise projekteerimisega.
- Riskid seoses absoluutse aktsepteeritavuse kriteeriumiga.
- Analüüsi ebakindlad tulemused.
- Hindamismeetodite puudumisega seotud riskid.

Olgugi et ehitustoodete direktiivid ning ehitusseadused esitavad üldjoontes kõikjal Euroopas ehituskonstruksioonidele sarnased nõuded, on nimetatud nõuded väga üldsõnalised ega sisalda konkreetseid mõõdetavaid kriteeriume, milledele vastavust saaks tõendada. Artur Eisenbeiss [25] on toonud välja mõtte, et seni kuni ei ole kindlaid kriteeriume ning toimivuspõhiseid standardeid, põhinevad otsused suurel määral ekspertide teadmistel ning kogemustel ja isegi tundmustel, et projekteeritud lahendus on samal ohutuse tasemel, kui seda näevad ette ettekirjutatud normid.

Toimivuspõhise tõendamise puhul on üks suuremaid probleeme seotud küsimusega, kuidas kirjeldada nõutavaid kriteeriume. Ohutuse taseme kirjeldamiseks võiks kasutada järgmisi meetodeid :

- Läbi poliitiliste otsuste.
- Toetudes toimunud õnnetustele.
- Otsides nõudeid või kriteeriume teistest riikidest ja piirkondadest.
- Tuletades kriteeriumid olemasolevatest nõuetest. [25, Lundin]

Toimivuspõhiseid tõendamismeetodeid ei ole paljudes riikides kas üldse kehtestatud või siis on need kehtestatud väga erineval viisil. Olenemata sellest, kas ja kuidas seda on tehtud, langetatakse otsused siiski kaalutledes kulutuste üle, mis tuleohutuse tagamiseks on tehtud. Esimese sammuna tuleks valida analüüsimetod. Paljudes riikides on evakuatsiooni arvutamisel kasutusel ASET/RSET-meetod (päribriti standardist ning on seotud evakuatsiooniks kuluva võimaliku aja või selleks kuluva vajaliku ajaga). Nii kaua, kui tagatud evakuatsiooniaeg on pikem evakueerumiseks vajalikust ajast, on ohutus tagatud.

Järgmiseks sammuks oleks hoone kasutajate kirjeldamine, mis on seotud paljude riskifaktoritega nagu ärkvelolek või magamine, vanus, suhted, füsioloogia jmt. Toimivuspõhine analüüs peab tuginema erinevate riskide lubatavuse kirjeldamisel (nt kuumade gaaside sattumine evakuatsiooniteel liikuvale inimesele temperatuuril kuni 100°C perioodil kuni 60 sekundit). On olemas hulk erinevaid kriteeriume, mida on erinevates juhendmaterjalides erinevalt käsitletud. Järgmiseks sammuks on tulekahju mõõtmete lahti mõtestamine (põlemiskoormus, tulekahjustsenaariumid jmt), mis peaksid olema samuti reglementeeritud. Erinevates riikides on sätestatud erinevad stsenaariumide arvud, mida kasutatakse tõendamise käigus. Lõpuks peavad olema konkreetselt paika pandud kontrollimise võimalused. [25]

Rootsi on erinevate tarkvaraprogrammide kasutamise ning toimivuspõhise tõendamise osas üks edukamaid riike. Aastal 2011 planeeritakse seal kehtestada ka toimivuspõhised ehituslikud tuleohutusnõuded (Strömberg, 2010, intervjuu). Praegu kehtivates Rootsi normides on toodud järgmised nõuded:

- Nähtavus: põlemisgaaside tase ei tohi olla madalamal kui $1,6+(0,1 \times H)$ m, kus H on ruumi kõrgus.
- Kiirus: maksimaalne lühiajaline soojuskiirus on lubatud kuni 10 kW/m², maksimaalne kiirusenergia 60 kJ/m² energiakiirgusega 1 kW/m².
- Temperatuur: õhutemperatuur ei tohi olla kõrgem kui 80°C. [28]

Kui kasutatakse toimivuspõhist tõendamist, on oluline määrata kindlaks ka isikud, kellele on selline õigus antud. Oluline on siinkohal vastava hariduse, teadmiste ning kogemuste omamine. Heinisuo [17] on toonud välja nimekirja tarkvarast, mida tulekahju projekteerimisel kasutatakse:

- Tulekahju simulatsioonid.
- Evakuatsioonisimulatsioonid.
- Konstruksioonelementide vastupanuvõime.

6.1. Indeksmeetodi rakendamine korruselamute tuleohutusriskide hindamiseks

Hultquist, H.; Karlsson, B. *Evaluation of a Fire Risk Index Method for Multi-storey Apartment Buildings*, Report 3088, Department of Fire Safety Engineering, Lund University, Sweden, Lund 2000.

Vajadus hinnata korruselamute tuleohutusriske on viinud indeksmeetodi FRIM-MAB väljatöötamiseni (FRIM-MAB: *Fire Risk Index Method for Multi-storey Apartment Buildings*).[21] Refereeritava raporti põhieesmärk on võrrelda indeksmeetodit standardse kvantitatiivse riskianalüüsi meetodiga (QRA: *Quantitative Risk Analysis*), mis baseerub sündmuste puule (*event tree*). Raportis on analüüsitud nelja Põhjamaades asuvat korruselamut:

- Soome, Viiki. Neljakorruseline elamu, mille igal korrusel on kolm korterit.
- Rootsi, Wälluden (Växjö). Neljakorruseline elamu, mille igal korrusel on neli korterit.
- Norra, Einmoen. Neljakorruseline elamu, mille igal korrusel on kümme korterit.
- Taani, Casa Nova. Kolmekorruseline elamu, mille igal korrusel on kaks korterit.

Kõigepealt tuuakse tulemused nende nelja hoone kvantitatiivse riskianalüüsi kohta. Seejärel kasutatakse indeksmeetodi kolme vähesel määral modifitseeritud versiooni (täisversiooni ja kahte veidi lihtsustatud versiooni), mis aga kõik annavad praktiliselt sama tulemuse. Käesolevas ülevaates refereeritakse indeksmeetodi täisversiooni. Kvantitatiivse riskianalüüsi ja indeksmeetodi tulemusi võrreldes on näha, et need väga erinevatest seisukohtadest lähtuvad meetodid annavad samasse suurusjärku kuuluvad riskihinnangud. Töö autorid peavad indeksmeetodi kasutamist väga sobivaks, kuid samas siiski märgivad, et lõplike järelduste tegemiseks indeksmeetodi kohta tuleks teha täiendavaid uuringuid.

Uuringus kasutatakse indeksmeetodi versiooni 1.2, mis sisaldab 17 parameetrit P1 ... P17, mille definitsioonid on toodud Tabelis 9.

Tabel 9 Parameetrite definitsioonid

| | |
|------------|---|
| P1 | Siseviimistlusmaterjalid korterites. Korteri sisevooderduse võime edasi lükata konstruktsioonide süttimist ja vähendada tule levikut. |
| P2 | Tulekustutussüsteem. Seadmed ja süsteemid tulekustutuseks. |
| P3 | Päästeteenistus. Päästeteenistuse võime säästa elusid ja takistada tule edasist levikut. |
| P4 | Tuletõkkesektsioonid. Hoone jaotuse aste tuletõkkesektsioonideks. |
| P5 | Sektsioonidevahelised piirded. Tuletõkkesektsioone eraldavate piirete tulepüsisvus. |
| P6 | Uksed. Tuletõkkesüsteemide vaheliste uste tule ja suitsu eraldusvõime. |
| P7 | Aknad. Akendepoolne kaitse, s.o võime mõjutada tule levikut läbi avauste. |
| P8 | Fassaad. Fassaadi materjal ja piki fassaadi levivat tuld mõjutavad faktorid. |
| P9 | Pööning. Tule levikut pööningul ja pööningule takistavad tegurid. |
| P10 | Külgnevad hooned. Miinimumkaugus teistest hoonetest. |
| P11 | Suitsu eemaldamise seadmetik. Seadmed ja süsteemid toksiliste põlemisproduktide leviku piiramiseks. |
| P12 | Tuleohutuspaigaldised tulekahju avastamiseks. Seadmed ja süsteemid tulekahju avastamiseks. |
| P13 | Signalisatsioonisüsteemid. Seadmed ja süsteemid tulekahjuteate edastamiseks. |
| P14 | Evakuatsiooniteed. Evakuatsiooniteede vastavus nõuetele. |
| P15 | Konstruktsiooni kandevõime. Ehitise kandevõime tulekahjutingimustes. |
| P16 | Hooldamine ja informatsioon. Tulekustutusseadmete, evakuatsiooniteede jne järelevalve ja hooldus ning elanike informeerimine tulekustutusvahenditest ja evakuatsioonist. |
| P17 | Ventilatsioonisüsteem. Ventilatsioonisüsteemi kasutatavus suitsu eemaldamisel. |

Igale parameetrile P1 ... P17 antakse kaal piirides 0,0396 kuni 0,0698, vt Tabelit 10. Seega erinevad kaalud maksimaalselt kuni 1,76 korda. Kaalud on määratud eksperthinnangutena Delphi meetodiga [22]. Kaalude summa on 1.

Tabel 10 Parameetrite kaalud

| Parameeter | Kaal | Hinne | Kaalutud hinne |
|--|-------------|--------------|-----------------------|
| P1 | 0,0576 | | |
| P2 | 0,0668 | | |
| P3 | 0,0681 | | |
| P4 | 0,0666 | | |
| P5 | 0,0675 | | |
| P6 | 0,0698 | | |
| P7 | 0,0473 | | |
| P8 | 0,0492 | | |
| P9 | 0,0515 | | |
| P10 | 0,0396 | | |
| P11 | 0,0609 | | |
| P12 | 0,0630 | | |
| P13 | 0,0512 | | |
| P14 | 0,0620 | | |
| P15 | 0,0630 | | |
| P16 | 0,0601 | | |
| P17 | 0,0558 | | |
| Summa | 1,0000 | | |
| Kaalutud hinnete summa => | | | |
| Riskiindeks (= 5 - Summa) => | | | |

Iga parameetrit hinnatakse skaalal 0 ... 5 (mida kõrgem hinne, seda soodsam on olukord). Edasi arvutatakse parameetrite kaalutud hinded (kaal korrutatud hindega) ja leitakse kaalutud hinnete summa. Riskiindeks saadakse, kui arvust 5 lahutatakse kaalutud hinnete summa. Minimaalne riskiindeksi väärtus on 0, mis tähendab maksimaalset tulekindlust.

Tabelites 3, 4, 5 ja 6 on toodud nelja analüüsitava hoone riskiparameetritele P1 ... P17 antud hinded ja arvutatud on kaalutud hinded. Seejärel on leitud kaalutud hinnete summa ja on arvutatud riskiindeks (riskiindeks = 5 – kaalutud hinnete summa).

Tabelis 11 on indeksmetodit (FRIM-MAB: *Fire Risk Index Method for Multi-storey Apartment Buildings*) võrreldud standardse kvantitatiivse riskianalüüsi meetodiga (QRA: *Quantitative Risk Analysis*).

Tabel 11 Indeksmeetodi ja kvantitatiivse riskianalüüsi võrdlus

| Hoone | Kvantitatiivse riskianalüüsi järjestus | Riskiindeks | Järjestus riskiindeksi alusel |
|------------------|---|--------------------|--------------------------------------|
| Viiki | 1 | 2,11 | 1 |
| Einmoen | 2 | 2,16 | 2 |
| Wälluden | 3 | 2,20 | 3 |
| Casa Nova | 4 | 2,39 | 4 |

Tabelis 7 on toodud nelja vaadeldava hoone riskiindeksid ja need hooned on järjestatud riskiindeksi kasvamise suunas (1, 2, 3, 4). Kvantitatiivne riskianalüüs, mille lühikokkuvõte on toodud refereeritavas Lundi Ülikooli raportis (Report 3088), paneb hooned täpselt samasse järjestusse. Raportis rõhutatakse, et kvantitatiivne riskianalüüs viidi läbi sõltumatult ja selle tegijatele ei olnud teada indeksmeetodi tulemused. Samuti märgitakse raportis, et Tabelis 7 oleva nelja hoone riskiindeksid on leitud sõltumatult Soomes, Norras, Rootsis ja Taanis nelja erineva inseneri poolt. Kuigi kvantitatiivse riskianalüüsi meetod ja indeksmeetod baseeruvad väga erinevatel metodoloogiatel, annavad need kaks meetodit sarnased riskihinnangud.

6.2. Konstruksioonielementide vastupanuvõime tõendamine

Ehitise vastavus olulistele tuleohutusnõuetele võib olla tõestatud lisaks vastavusele asjakohasele tehnilisele normile või standardile ka arvutuslikul, analüütilisel või muul usaldusväärsel viisil.

Teatavasti on Eurokoodeksid alusdokumentideks kontrollimisel, kas ehitised vastavad sellistele olulistele nõuetele nagu mehaaniline tugevus ja stabiilsus ning ohutus tulekahju korral. Eesti standardina EVS-EN 1991-1-2:2007 on kehtestatud Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused Osa 1-2: Üldkoormused. Tulekahjukoormus. Selles kirjeldatud meetodeid rakendatakse hoonete projekteerimisel, millele mõjuvad hoonest endast ja selle kasutusviisist tingitud tulekahjukoormused.

Ehituskonstruksioonide tulepüsivusarvutus peaks standardile vastavalt sisaldama:

- Kohase arvutusliku tulekahjustsenaariumi valimist.
- Sobivate tulekahjumudelite määratlemist.
- Tarindites toimuva temperatuurimuutuse arvutamine.
- Tarindi mehaanilise tugevuse arvutamine.

Arvutuslikud tulekahjustsenaariumid ja nende vastavad tulekahjumudelid tuleks määratleda tulekahjuriski hinnangu alusel.

Teras- ja seda sisaldavate komposiitkonstruksioonide tulekahjuriske käsitleb Euroopa komisjoni tellimisel tehtud viie riigi (Soome, Belgia, Inglismaa, Prantsusmaa, Kreeka) teadlaste ajavahemikul 2000-2003 uurimistöö, mille lõpparuanne „Riskipõhised tulepüsivusnõuded“ avaldati 2005. aastal. See käsitleb terastooteid ja neid kasutavaid konstruksioone ehituses ja tööstuses.

Uurimuse põhiline eesmärk oli sõnastada sellised põhjendatud tulepüsivusnõuded, mida võiks kasutada rahvuslikes normdokumentides ja mis ei oleks rangemad kui vaja riskide

maandamiseks. Uuriti ja võrreldi kehtivaid tulepüsivusnõudeid kontorihoonetele, tööstus- ja laohoonetele, suurtele avalikele hoonetele, avatud ja kinnistele parkimismajadele järgmistes riikides: Kreeka, Prantsusmaa, Luksemburg, Soome, Ühendkuningriigid (Inglismaa ja Wales), Rootsi, Hispaania, Norra ja Taani.

Töös on antud ülevaade kasutuselolevatest tuleohu hindamise meetoditest lähtudes nende suhtelisest keerukusest ja subjektiivsuse astmest. Meetodid on jaotatud viide peamisse klassi: elementaarsed, punktiskeemid, statistilis/tõenäosuslikud, sündmuste puud ja Monte Carlo simulatsioonid.

Põhjalikumalt on uurimuses käsitletud tuleohu hindamise metodoloogiat, mis kasutab efektiivselt ära tänapäeva võimalusi. See sisaldab vahendeid tulekahjustenaariumi Monte Carlo simulatsiooniks kasutades tsooni mudeli programme, kas PFS-Ozone programmi, mis on kombinatsioon Soome Teadusliku Uurimise Keskuses VTT-s loodud tõenäosuslikust tule simulatsioonist (*Probabilistic Fire Simulation*) ja ABBED loodud Ozone programmist, või CRISP (*Computation of Risk Indices by Simulation Procedures*) programmi, mis on sisuliselt Monte Carlo mudel.

Metodoloogia iseärasuseks on see, et ta võimaldab arvesse võtta aktiivsete tuletõrjemeetmete mõju, nagu kohalviibijate esmane tegevus, tuletõrjajate kustutustöö ja sprinklerite rakendumine. See meetod on ajast sõltuv sündmuste puu - TDET (*Time Dependent Event Tree*), mis modelleerib kustutustööde kulgemise dünaamikat.

Et määrata kandekonstruktsiooni tulepüsivust, peab hindama tagajärgi, mis võivad järgneda kui konstruktsioon kaotab kandevõime, ja püstitada sellised tulepüsivusnõuded, et riskid selleks oleksid talutavalt väikesed.

Metodoloogiat on uurimuses rakendatud mitut tüüpi hoonete (ühekorruseline väikese põlemiskoormusega tööstushoone, ühekorruseline suure põlemiskoormusega laohoone, komposiitkonstruktsiooniga kontorihoone mõlkumiseeffekti arvestades, avar ühiskondlik hoone (muuseum), avatud- ja kinnine parkimismaja) tulepüsivusarvutusteks.

Vaatleme näitena meetodi rakendamist väikese põlemiskoormusega ühekorruselisele tööstushoonele. Hoone on 8 m kõrge, 5000 m² pindalaga, terasest kandekonstruktsioonidega R15. Uuriti, kuidas mõjutaks tuleohutust üleminek R10 või R20 kandevõimega konstruktsioonidele. Lisaks sellele võrreldi teiste tuleohutusmeetmete mõju tulepüsivusele.

Sisendiks meetodi rakendamisel on:

- Info hoone kohta, suurus, plaan, põlevaine liik ja jaotus.
- Kui palju inimesi on hoones erinevatel ajahetkedel päeva ja nädala lõikes.
- Tarindi tulepüsivusnõuded.
- Tuletõrjesüsteemid (automaatne tulekahju avastamine, käsikustutusseadmed, sprinklerid ja suitsueemaldus).

Meetod sisaldab veel:

- Tulekahju stsenaariumi ja arvutusliku tulekahjumudeli valimine.
- Sündmuste puusse sisestavate tõenäosuste määramine. Need kirjeldavad tulekahju kindlate ajavahemike järel statistiliste andmete (tulejuhtumite sagedus, tuleteadustite ja sprinklerite rakendumine, tuletõrjemeeskondade saabumine ja kustutustööde edukus jm) alusel, Monte Carlo simulatsiooni abil arvutatud tõenäosusi kasutades

(kandekonstruksioonide ja piirete kuumenemise, suitsu eraldumise, evakuatsiooni jm kohta) ja ekspertarvamuste järgi.

- Tulekahju arvutus ajas kasutades sündmuste puud. Tulekahju käsitletakse kui diskreetset Markovi protsessi, milles igal ajamomendil t edasiste seisundite tõenäosused ehk nn üleminekutõenäosused sõltuvad süsteemi seisundist $X(t)$ momendil t , mitte aga sellest, kuidas süsteem seisundisse $X(t)$ jõudis.

Tulekahju kulg jaotati viieminutilisteks intervallideks, millest igaüht analüüsiti eraldi sündmuste puud kasutades. Arvutuslikke tulekahjusid käsitleti stohhastiliselt kasutades Monte Carlo simulatsioonimeetodit.

Tulekahju arvutuslikke stsenaariume oli kaks, üks vastas tulekahju normaalsele või aeglasele arengule (6 kuni 10 minutit), teine kiirele arengule (2 kuni 3 minutit). Riskid kogu süsteemile määrati, kui mõlema stsenaariumi kohta arvatud riskide kaalutud keskmised. Kaaluteguriteks olid kummagi stsenaariumi realiseerumise tõenäosused. Varasematele sellist tüüpi hoonete uuringutele tuginedes võib arvata, et suure tõenäosusega (koguni 99% juhtudest) kulgeb tulekahju areng normaalse või aeglase stsenaariumi kohaselt.

Arvutuslikul tulekahjul kasutati sellist äärmuslikku stsenaariumi, kus hoones viibijad ei teinud katsetki tuld summutada. Tegelikult algavad kustutustööd suure tõenäosusega kohe pärast tulekahju avastamist. Käsitletavas uuringus hinnatakse kustutustööde efektiivsust tõenäosuslikult - mida edukamad on kustutustööd, seda väiksem on tõenäosus, et tuli kestab kaua.

Tulekahju tagajärgi hinnati järgmiste kriteeriumide järgi:

Õnnetusjuhtumid inimestega, fataalsed või mittefataalsed, ilmnevad, kui hoone on täidetud suitsuga või on saanud tõsiseid konstruktsioonikahjustusi ajal, mil inimesed on veel hoones. Selline lähenemine ei tee vahet fataalsete ja mittefataalsete õnnetuste vahel, kuid nende suhtarvu võib hinnata statistilistele andmetele tuginedes, mille kohaselt tööstushoonetes on fataalsed vaid mõni protsent õnnetusjuhtumitest.

Konstruktsioonikahjustused jaotatakse kolme klassi: kahjustusi ei ole, mõõdukad kahjustused ja tõsised kahjustused.

Mõõdukad kahjustused tekivad, kui konstruktsioonide temperatuur tõuseb ettemääratud tasemeni, mis käsitletavas töös on teraskonstruktsioonidel 600°C, või kui leekide ruumiline ulatus on alla 5 meetri.

Tõsised kahjustused tekivad kui ülalmainitud temperatuur saab ületatud ja leegid on üle 5 m.

Uuringus on arvatud:

- Tulekahju avastamise tõenäosust inimeste poolt (päeval, õhtul, öisel ajal ja nädalavahetusel) ja automaatse tulekahjusignalisatsiooni poolt.
- Tule kustutamise tõenäosus personali ja tuletõrjemeeskonna poolt mõlema tulekahjustsenaariumi korral.
- Tule iseenesliku kustumise tõenäosust.
- Hoone suitsuga täitumise aeg kui automaatne suitsueemaldamise süsteem ei toimi:
- Evakuatsiooniaeg päevase ja õhtusel ajal.
- Terastala temperatuuri mõlema tulekahjustsenaariumi korral.
- Konstruktsiooni tõrgete tõenäosus mõlema tulekahjustsenaariumi korral.

Konstruktsioonikahjustuste tõenäosused on arvatud kolme liiki talade, mille ristlõiketeguri väärtused on 50, 100 või 200. Ristlõiketegur on ühikpikkusega tala katmata pinna ja ruumala suhe, mille ühikuks on 1/m.

Võimalike õnnetusjuhtumite arv sõltub samuti konstruktsioonis kasutatud talade liigist, tulekahjustsenaariumist ja päevaajast. See väike murdarv muutub ilmekamaks, kui väljendada seda riikliku statistika abil ajavahemikuna, mille järel õnnetus juhtub. Näiteks Soome statistikale tuginedes põhjustaks kasutatavate talade ristlõiketeguri suurendamine 50-lt 200-ni tulekahju korral ühe täiendava õnnetusjuhtumi 15 aasta kohta.

Uuriti ka erinevate tuletõrjevahendite efektiivsust tarindite kahjustuste vältimisel ja õnnetusjuhtumite arvu vähendamisel. Võrreldi kuut hoone tuletõrjevahenditega (automaatne tulekahjusignalisatsioon, käsikustutusseadmed, sprinklerid, suitsueemaldussüsteem) varustatuse varianti, kusjuures neid kasutati erinevates kombinatsioonides. Analüüsi tulemusena selgus, et tarindite kahjustumise tõenäosus, juhul kui kasutatakse kõiki loetletud tuletõrjevahendeid, on 50 korda väiksem ja õnnetusjuhtumid välditud, kui vaid näiteks käsikustutusvahendeid ja suitsueemaldussüsteemi kasutades.

Et tagada küllaldast tuleohutust vaadeldavat tüüpi tööstushoonetes, on kõige efektiivsem viis sprinklersüsteemi kasutamine. Sel juhul pole tarindite tulepüsivusel, kas R10, R15 või R20, olulist tähtsust. Tarindite kahjustumise tõenäosus vaid sprinklerite kasutamise korral on siiski 4,8 korda suurem kui kõiki tuletõrjevahendeid kasutades.

Kui sprinklerite paigaldamist peetakse liiga kulukaks meetmeks, siis efektiivsusest järgmine on automaatse tulekahjusignalisatsiooni kasutamine. Ka sel juhul ei ole tarindite tulepüsivuse erinevus tähtsust, kuid oluline on efektiivne suitsu eemaldamine. Kahjustuste tõenäosus on 10,8 korda suurem kui kõiki vahendeid kasutades.

Põhjalikumalt käsitleb tööstushoone tuleohutust vaadeldava uurimistöö lõpparuande lisa F.

6.3. Simulatsiooniprogrammid

Nagu kirjeldatud teiste riikide kogemusi kajastavas peatükis, on üks levinumaid tuleohutuse tõendamise võtteid muudel meetoditel, simulatsiooniprogrammide kasutamine. Järgnevalt toome välja mõned näited simulatsiooniprogrammidest, mida meie kolleegid on soovitanud. Siinkohal tasub ära märkida ka USAs kehtiv reegel, et arvutiprogrammid, millel on oluline tähtsus ohutuse tagamisel, peavad olema kättesaadavad vabavarana.

Tulekahju dünaamika simulaator FDS

Tulekahju dünaamika simulaator (FDS) on olnud arenemise käigus peaaegu 25 aastat, kuigi avalikult välja lastud tarkvara on eksisteerinud ainult alates aastast 2000. Esimesest väljalaskest alates on tarkvarale tehtud pidevaid uuendusi, põhinedes suuresti kasutajate tagasisidele.

Tarkvara, mida järgnevalt kirjeldatakse (FDS), on tule poolt liikuma pandud vedeliku voolamise dünaamika arvutuslik mudel (CFD). Tulekahju dünaamika simulaator (FDS) lahendab numbriliselt teatud liiki Navier-Stokes'i võrrandeid, mis kajastavad aeglast, soojust poolt juhivat voolu, keskendudes tulest tingitud suitsu- ja soojusülekandele. Võrrandid ning arvutusalgortim on toodud FDS'i tehnilises juhendis. FDS'i simulatsioonitulemuste piltlikuks kujutamiseks kasutatakse iseseisvat visualiseerivat programmi 'Smokeview'. Detailne 'Smokeview' kirjeldus on esitatud eraldi kasutusjuhendis.

FDS'i eripärad

Esimene FDS'i avalik esitelu toimus 2000. aasta veebruaris. Praegusel ajal on ligikaudu pool mudeli rakendustest mõeldud suitsu käsitlemise süsteemide konstrueerimiseks ning sprinkler/detektorite aktiveerimise uurimiseks. Teine pool mudelist sisaldab elumajade ning tööstushoonete põlengute rekonstrueerimist. FDS on ette nähtud praktiliste tuleohutusprobleemide lahendamiseks, võimaldades samal ajal uurida tulekahju dünaamika ning põlemisprotsessi üldisi aluseid. Programmi on kasutatud mitmete tulekahjude analüüsimisel, nt WTC 1 ja WTC 2, kusjuures nimetatud hoonete puhul tehti läbi nii tulekahju dünaamilised arvutused, kui ka evakuatsiooni puudutavad simulatsioonid.

FDS'i hüdrodünaamiline mudel lahendab numbriliselt teatud liiki Navier-Stokes'i võrrandeid, mis kajastavad aeglast, soojuse poolt juhitud voolu, keskendudes tulest tingitud suitsu- ja soojusülekanale. Põhialgoritmiks on prognoosi- ja korrektsioonimeetodi ilmutatud skeem, mis on nii ruumis kui ajas teise astme täpsusega. Turbulentsi käsitletakse *Smagorinsky 'Large Eddy Simulation'* (LES) mudeli alusel. Otsest numbrilist simulatsiooni (DNS) on võimalik rakendada juhul, kui arvutustes kasutatava ilmutatud skeemi võrgusamm on piisavalt väike. Arvutusprotsessi põhirežiimis kasutatakse automaatselt LES mudelit.

Põlemise mudel

Enamuse rakenduste jaoks kasutab FDS üheastmelist keemilist reaktsiooni, mille saaduseid jälgitakse kahe-parameetrilise fraktsiooni mudeli kaudu. See fraktsioon on püsiv skalaarne suurus, mis esitab ühe või enama gaasi koostisosa massi teatavas vooluvälja punktis. Automaatrežiimis arvutatakse ilmutatult fraktsioonide komponendid. Esimene on põlemata kütuse massi fraktsioon ning teine on põlenud kütuse massi fraktsioon (ehk algselt kütuseks olnud põlemisprodukti mass). Kasutada võib ka kaheastmelist keemilist reaktsiooni, kus esimeseks astmeks on kütuse oksüdeerimine süsinikmonooksiidiks ning teiseks astmeks süsinikmonooksiidi oksüdeerimine süsinikdioksiidiks. Kaheastmelise reaktsiooni kolm fraktsiooni on põlemata kütus, selle kütuse mass, mis on lõpetanud esimese reaktsiooniastme ning selle kütuse mass, mis on lõpetanud reaktsiooni teise astme. Kõikide peamiste keemiliste reagentide ning produktide massi fraktsioonid on võimalik saada fraktsioonide parameetrite alusel. Ning viimaks, kasutatav on ka mitmesammuline mudel.

Kiirguse ülekanne

Kiirgava kuumuse ülekanne on mudelisse lülitatud läbi *Gy (Gray gas)* radiatsiooni leviku võrrandi lahendustulemuse ning mõnedel harvadel juhtudel läbi laiasagedusliku mudeli (*wide band model*) kasutamise. Võrrand on lahendatud konvektiivses levis kasutatavale meetodile sarnase meetodiga, millele on nimeks antud *Finite Volume Method* (FVM) (lõplike ruumalade meetod). Kasutades ligikaudu 100 erinevat nurka, nõuab FVM umbes 20% protsessori (CPU) poolt arvutamisele kuuluvast kogujast. 20% ei ole palju, arvestades kiirgava kuumuse ülekanne keerulisust. Gaasi-tahma erinevate segude adsorbtsioonikoefitsent arvutatakse välja RADCAL mudeli põhjal. Vedelas olekus osakesed võivad imenduda ning soojuskiirgust levitada. See mängib olulist rolli sprinklerite puhul. Nende protsessidega seotud koefitsendid põhinevad Mie teorial.

Geomeetria

FDS'i poolt aproksimeeritakse geomeetriat võrrandite lahendamisel kasutatava sirgetest koosneva võrguga. Täisnurksed elemendid peavad ühtima aluseks oleva võrgustikuga.

Mitmekordsed võrgustikud

Termin *mitmekordne võrgustik* kirjeldab juhtu, kui arvutamiseks kasutatakse rohkem kui ühte täisnurkset võrgustikku. Enam kui ühte täisnurkset võrgustikku kasutatakse juhtudel, kus vaadeldavat piirkonda ei ole võimalik kergesti üheainsa võrgustikuga katta.

Paralleelne töötlemine

FDS'i arvutusi on võimalik sooritada enam kui ühel arvutil kasutades Teate edastuse liidest/programmi osa (MPI).

Rajatingimused

Kõikidele tahkes olekus pindadele on omistatud soojuslikud rajatingimused ning informatsioon materjali käitumise kohta põlemisel. Tavaliselt käsitletakse kuumuse ja massi ülekannet tahketele pindadele ning tahketelt pindadelt kasutades empiirilisi korrelatsioone. Kuumuse ja massi otsene väljaarvutamine on võimalik juhul, kui kasutada otsest numbrilist simulatsiooni (DNS). [www.fire.nist.gov/fds]

Vedelike dünaamika arvutusprogramm ANSYS CFX

Vabapindade voolu täpseks arvutisimulatsiooniks on tarvis sellist vedelike dünaamika arvutitarkvara, mis suudab võimalikult efektiivselt ning täpselt fikseerida kahe vedeliku vahel oleva terava kontaktpinna. 'ANSYS CFX' tarkvara vastab kõikidele nendele põhinõudmistele. Kui siia lisada tarkvara suurepärased täiendavad võimalused, siis on ANSYS CFX võimas tööriist vabapindade ülesannete efektiivseks lahendamiseks.

Vabapinna voolu mudeliks kasutatakse ANSYS CFX'i tarkvara lisapaketti, milleks on Euleri-Euleri homogeenne mitmefaasiline mudel. Homogeensus tähendab, et kõik vedelikud omavad ühesugust kiirust, rõhku ning (kui võimalik) turbulentsivälja. Selle mudeli kasutamisel on vabapinna voolu probleemide lahendamiseks vajaminevaid jõupingutusi märkimisväärselt vähem kui täieliku Euleri-Euleri mitmefaasilise voolu simulatsiooni puhul.

ANSYS CFX tarkvara kasutab fraktsioonide faasiruumalade arvutamiseks unikaalset tihendatud diskretiseerimisskeemi. Selle skeemi arvutuslikud hajumisvastased omadused tagavad teravamad ning palju täpsemad kontaktpinnad kui see on võimalik tavaliste teist järku diferentsiskeemidega. Tihendatud skeemi suureks eeliseks on see, et ta kindlustab selgepiirilised kontaktpinnad nii statsionaarsetes kui mittestatsionaarsetes simulatsioonides.

Mõnedel juhtudel ei ole homogeenne vabapinna mudel siiski sobiv. Näiteks, kui tegu on pritsmetega, siis ühesuguse kiirusvälja eeldus ei võimalda vedelikke eraldada. Sellistel juhtudel on võimalik ühendada vabapinna mudel ANSYS CFX'i täieliku Euleri-Euleri mitmefaasilise mudeliga, et saada täpsemaid tulemusi. Vabapinna voolu mudel sisaldab täiendavaid numbrilisi lisavõimalusi selleks, et tagada täpne ja stabiilne lahend. Näiteks, globaalne pidevusvõrrand on esitatud selle volumeetrilisel kujul, mis tagab kontaktpindadel parandatud stabiilsuse ka suurte tiheduste esinemisel. Rõhu-kiiruse-keha jõumomentide tingimused on samuti hoolikalt täidetud ning lisatud, et vältida ebatäpseid kiiruse kõikumisi kontaktpindadel. Vabapinna mudel sobib täielikult kõikide teiste ANSYS CFX'i mudelite rakendusvõimalustega muudes valdkondades. ANSYS CFX'i tarkvara kohanemisvõimeline võrgustik suudab neutraliseerida mitmeid numbrilise arvutusega seotud stabiilsusprobleeme, luues tingimused vabapinna edasiseks täpsustamiseks. ANSYS CFX võimaldab kasutada kõiki võrguelementide tüüpe, kaasa arvatud tetraeedreid, heksaeedreid, püramiide ja prismaid. Võrguelemente on võimalik kasutada erinevas suuruses ning vastavad muudatused rakenduvad koheselt. Mõnikord, lahenduse arengukäigus, kontaktpinna asukoht muutub. Selle

tulemusena ei pruugi lahenduse algstaadiumis genereeritud võrgustik hiljem vajalik olla. ANSYS CFX'is olev võrgustiku arendamise algoritm uuendab võrku vastavalt vajadusele automaatselt. Kuna paljusid (suurusjärgus miljoneid) arvutuslikke võrguelemente sisaldavad mudelid on saanud tavapäraseks, siis ANSYS CFX'i tarkvara oma suurepärase koonduvuse, stabiilsuse ja parallelarvutuste võimalustega on efektiivne tööriist vabapindade voolude arvutusteks. ANSYS'i otsene juurdepääs CAD-tarkvarale ning automaatne arvutuseks kasutatava võrgu genereerimine on laiendanud vabapinna voolu simulatsiooni võimalusi ka kõige keerulisema geomeetriaga tööstuses leiduvatele objektidele, nõudes seejuures ANSYS'i kasutajalt minimaalset pingutust. [www.ansys.com]

Evakuatsiooni simulaator Pathfinder

Pathfinder on uus evakuatsiooni simulaator. Erinevalt voolul- ning võrgustikel baseeruvatest mudelitest kasutab Pathfinder isikute liikumise modelleerimiseks tänapäevaseid arvutiteaduse saavutusi, tuginedes tehnoloogiale, mida kasutatakse mängu- ning arvutigraafika tööstustes.

Pathfinder tagab vajalikud vahendid, et oleks võimalik teha usaldusväärseid otsuseid valdkonnas, mis puudutab ehituse paigutust/struktuuri ning tuleohutuse süsteemi konstrueerimist. Mitmed simulatsiooni liigid ning kohandatavad ehitiste omadused võimaldavad kerge vaevaga analüüsida erinevaid stsenaariume, lubades koostada nii konservatiivseid kui ka optimistlikke stsenaariume eeldatava evakuatsiooni aja kohta.

Pathfinder on üksikteguritel põhinev simulaator - iga elanik kasutab individuaalseid parameetreid ning võtab otsuseid kogu simulatsiooni käigus vastu iseseisvalt.

Lisaks arenenud jalakäija/inimese liikumise simulaatorile, omab *Pathfinder* integreeritud kasutaja liidest/programmi osa ning 3D tulemuste visualisatsiooni. *Pathfinder* võimaldab hinnata evakuatsioonimudeleid kiiremini ning tuua esile realistlikumat graafikat kui teised simulaatorid. [www.thunderheading.com]

7. Hinnang nõude asjakohasusele

Määruses on sätestatud hoone tuleohutus seotuna tema tehniliste näitajatega, nagu ehituskonstruksioonide tulepüsivus, hoone korruselisus ja sektsioneeritus. Samas ei sõltu hoone tegelik tuleohutus ainult nendest näitajatest.

Oluliselt efektiivsemalt ning reaalsele olukorrale lähedasemalt saab ohutust hinnata lähtudes kolmest mõõdikust:

- Inimeste ohutus.
- Vara ohutus.
- Keskkonna ohutus. [15]

Inimeste ohutus sõltub mitmetest teguritest, nagu näiteks

- Evakuatsiooni korraldus, tuletõkkesektsioonide moodustamine, konstruktiivsed lahendused. Olulised näitajad siinkohal on evakuatsiooniteel kasutatud materjalid, evakuatsioonitee maksimaalne pikkus (Euroopa riikides vahemikus 35 kuni 50 m), evakuatsioonipääsude arv, tule leviku võimalikkus evakuatsiooniteele ning suitsu- ja kuumuse eemaldamise süsteemid (enamasti nõutud rohkem kui 3korruselistes hoonetes, enamasti seotud ka inimeste arvuga, korruste arvuga ning pindalaga).
- Tuletõkkesektsioonide moodustamine on seotud hoone tuleohutusklassiga ning tuletõkkesektsiooni tulepüsivusele esitatakse samad nõuded läbivalt kogu hoones. Prantsusmaal, Kreekas ja Luksemburgis on avatäidetele esitaud samad nõuded kui konstruktsioonile. Soomes, nii nagu ka Eestis, peavad avatäited olema vähemalt pool konstruktsioonile esitatud nõudest (peamiseks põhjuseks võiks tuua, et see ei ohusta otseselt konstruktsiooni püsimist, kuid tagab evakuatsiooniks vajaliku perioodi). Tuletõkkesektsiooni pindala on erinevates riikides piiritletud erinevalt, teatud juhtudel pindala ei piirata, nagu nt Inglismaal. Oluline näitaja on põlemiskoormus, tihti kasutatakse nn standardnäitajaid, mis varieeruvad riikide vahel oluliselt. [15]

Vara ohutus sõltub oluliselt vähematest teguritest, peamiselt tulekahju leviku kiirusest ning tule levikust hoonest/ruumist välja.

Keskkonna ohutust vaadeldakse seoses mõjuga õhule, pinnasele ja veele.

Uurimisgrupp vaatles kehtestatud nõuete asjakohasust võrreldes teadusliku tausta ning tulekahju põhiolomusega, samuti võrreldes teistes riikides kehtestatud reeglitega. Uurimistö käigus selgus, et valdavalt on normatiivsetes õigusaktides kehtestatud numbrilised näitajad suure praktilise kogemuse baasil sätestatud ning oluliselt hiljem tulekahju modelleerimise ning muude arvutusmeetoditega kinnistatud. Eluline kogemus on näidanud, et enamikus Euroopa Liidu liikmesriikides on hakatud tähtsustama toimivuspõhist tõendamist, mille kasutamise juures on oluline kehtestada nõuded, mille täitmist tuleb tõendada. Sellised nõuded tulenevad otseselt inimese füsioloogiast ja psühholoogiast.

Uurimisgrupp analüüsis Eestis läbi ajaloo kehtinud tuleohutuslike nõudeid ning üldistades saab väita, et viimase poole sajandi jooksul ei ole nõuded oma olemuselt oluliselt muutunud. Aja jooksul on muudetud terminite kasutamist ning käsitlust on muudetud lihtsamaks.

Teiste riikide esindajatega läbi viidud intervjuudest selgus, et üldjuhul ei reglementeerita sarnaste määrustega juba varem ehitatud hoonete tuleohutuslaseid küsimusi. Selleks on nt Rootsisis rakendatud eraldi õigusakti välja andmist. Üldjuhul nõutakse teistes riikides ehitiste puhul neile kasutusloa andmisel kehtivate nõuete täitmist. Uurimisgrupi üks ettepanek ongi „Ehitisele ja selle osale esitatavate tuleohutusnõuete“ § 40 sarnase nõude sisseviimine.

Ettekirjutuste analüüsi käigus selgusid peamised probleemid olemasolevates ehitistes tuleohutusnõuete täitmisel. Peamised probleemid tuletõkkeseksioonide moodustamisel olid seotud oluliselt erineva kasutusotstarbe ning ohtlikkuse/ohutusega ruumide eraldamisel. Teiste riikide sarnastes õigusaktides ning rahvusvahelistes allikmaterjalides on üldjuhul nimetatud, et evakuatsioonitrepikojad kui inimeste ohutu evakueerumise teed ning katlaruumid, elektrikilbiruumid jmt olulised ohu allikad hoones peavad olema eraldatud omaette tuletõkkeseksiooniks.

Ohutu evakuatsioon on üks peamisi tingimusi, mis peab ehitises olema tagatud ning selle möödapääsmatu osa on evakuatsioonitee ohutus, turvalisus ning selle kasutamise võimalikkus ohu olukorras. Näited maailma ohvriterohketest tulekahjudest on tõendanud evakuatsiooniteel paiknevate uste väljapoole avanemise olulisust. Samuti on oluline nende uste kiire ja efektiivne avatavus paanikaolukorras. Evakuatsioonitee peab olema kasutatav kogu evakueerumise protsessi jooksul, ka siis kui hoone elektrienergiaga varustus on katkenud ning seetõttu on oluline turvalisuse kasutamine evakuatsiooniteedel, et hoida ära võimalikke traumasid ning kiirendada liikumist hämaras keskkonnas. Evakuatsiooniteede nõuetekohane tähistamine aitab paanikasse sattunud inimesel leida kiireima ja efektiivseima tee ohutusse paika.

Tulekahju avastamisseadmed on olnud kogunemishoonetes kasutusel juba aastakümneid, tänaseks päevaks on need jõudnud enamikus arenenud riikides ka kodukasutajatele. Kiire tulekahju avastamine on oluline ohutuks evakueerumiseks, aga ka võimalikult efektiivseks reageerimiseks, et hoida ära suuri majanduslikke kahjusid. Sõltuvalt hoones toimuvast tegevusest ning hoone kasutamise ajaperioodist, on vajalik ka teha valik kasutatavate seadmete osas. Kiire evakueerumise seisukohast on oluline jõuda inimesteni, kes ei pruugi olla sündmuse toimumise hetkel füüsiliselt ega vaimselt parimas seisundis. Siinkohal on eriti oluline tulekahjust kiire teavitamine kohtades, kus inimesed magavad, tarvitavad meelelundite tööd pärssivaid mõnuaineid või on muul viisil emotsionaalsel ja vaimsel tasandil väga hõivatud konkreetse tegevusega.

Ruumides, kus põleng võib tuua kaasa väga suure majandusliku kahju, millele reageerimine võtab päästjate poolt palju aega jmt, on oluline tulekahju võimalikult kiire kustutamine, selleks on võimalik kasutada mitmeid automaatseid tulekustutussüsteeme, mille efektiivsust on maailmas hinnatud väga kõrgeks. Kasutusel on olnud sellised süsteemid juba rohkem kui 50 aastat. Sprinklersüsteemi täieliku mittetöötamise tõenäosuseks loetakse 0,2 % [17].

Analüüsides erinevaid toimivuspõhiseid tõendamismeetodeid, otsustas uurimisgrupp teha ettepaneku kehtestada määruises ohutuse tagamise kriteeriumid, et oleks võimalik hinnata muudel meetoditel tagatava lahenduse efektiivsust. Seni, kuni meil pole sellekohaseid nõudeid fikseeritud, on väga keeruline tuleohutusnõuete vastavust muul viisil tõendada. Samas on teema väga oluline just uute arhitektuursete ning tehniliste lahenduste kasutamisel.

KOKKUVÕTE

Käesolevas uurimuses käsitletakse inimeste ohutuse tagamist tulenevalt ehitisele ja selle osale kehtestatud olulistest tuleohutusnõuetest [6]. Töö eesmärgiks on välja selgitada tuleohutusnõuete asjakohasus ja nende rakendamise vajadus tagasiulatuva jõuga.

Alates 20.sajandi viiekümnendatest aastatest on Eestis kehtinud mitmed erinevad tuleohutusnõuded, mis on üldjuhul olnud sisuliselt valdavalt kattuva sisuga. Uurimistöö käigus kogutud materjalide analüüsi ja sellest analüüsist tulenevate hinnangute põhjal on võimalik järeldada, et eelnimetatud nõuete järgi püstitatud ja vastava kasutusloa saanud ehitiste puhul on välistatud tuleohutuslase olukorra muutmise või niinimetatud tagasiulatuva nõude rakendamise vajadus. Pigem tuleb olemasolevate ehitiste puhul kontrollida tuleohutuslase nõuete tagamist kasutusloa väljastamisaegse projektdokumentatsiooni alusel.

Uurimustöös tehtud järelduste põhjal soovitatakse Päästeametile korraldada järelevalveametnikele efektiivsema järelevalve teostamise eesmärgil spetsiaalseid koolitusi. Koolituse läbimine tagaks neile parema oskuse hinnata arvutuslikul, analüütilisel või muul usaldusväärsel viisil ehitise vastavust olulistele tuleohutusnõuetele.

Viidatud allikad

1. „Eesti eluasemefondi suurpaneel-korterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga“. Uuringu lõppraport. TTÜ, 2009.
2. „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded“, Vabariigi Valitsuse määruse eelnõu seletuskiri
3. „Rakennusten paloturvallisuus & Paloturvallisuus korjausrakentamisessa“, Ympäristöopas.
4. „Spornik protivopožarnõh norm i pravil stroitel'nogo projektirovania“, V.V. Denisenko.
5. *Decree of the Ministry of the Environment on fire safety of buildings*, Adopted in Helsinki, 12 March 2002.
6. Ehitisele ja selle osale kehtestatud tuleohutusnõuded, vastu võetud Vabariigi Valitsuse määrusega nr 315 27.10.2004 nr 315, jõustunud jõustumine 01.01.2005 [RT I 2004, 75, 525](#)
7. Ehitiste tuleohutus, 1. Osa . osa Üldeeskiri. Tallinn 1994, ET-1 0109-0059
8. Ehitiste tuleohutus, 1. osa Üldeeskiri. Tallinn 1995, ET-1 0109-0113
9. Ehitiste tuleohutus, 1. osa Üldeeskiri. Tallinn 2000, ET-1 0109-0235
10. Ehitiste tuleohutus, 2. osa Tööstus- ja laohooned. Tallinn 1998, ET-1 0109-0259
11. Ehitiste tuleohutus, 2. osa Tööstus- ja laohooned. Tallinn 1995, ET-1 0109-0089
12. Ehitusseadus 15.05.2002, [RT I 2002, 47, 297](#)
13. *Fire Prevention in 9 states* (2008), EU Fire Safety Network.
14. Furness, A. Muckett, M. 2007, *Intorduction to Fire Safety Managment*.
15. Guanquan, C. And Jinhua, S. (2006). *The Effect of Pre-movement and Occupant Density on Evacuation Time*, Journal of Fire Sciences, 24: 237-259.
16. Hasofer, A., M., Beck, .V.,R., Bennets, I.,D., (2007), *Risk Analysis in Building Fire Safety Engineering*.
17. Heinisuo, M., Laasonen, M., Outinen, J., *Fire Design in Europe and a Case Study*, http://people.fsv.cvut.cz/~wald/COST_C26_Prague/naples/18_Heinisuo%20et%20al.pdf.
18. <http://www.boverket.se/>, välja otsitud 15.11.2010
19. <http://www.brand.lth.se/english>, välja otsitud 01.12.2010
20. <http://www.likumi.lv/doc.php?id=168162&from=off>. Läti Vabariigi Nõuded ehitistele.
21. Hultquist, H., Karlsson, B., *Evaluation of Fire Risk Index Method for Multisectorey Apartment Buildings*, 2000, Department on Fire Safety Engineering Lund University, Sweden.
22. Karlsson, B., Larsson, D., *Using a Delphi Panel for Developing a Fire Risk Index Method for Multistorey Apartment Buildings*, 2000, Department on Fire Safety Engineering Lund University, Sweden
23. Klinoff, R. 1997, *Introduction to Fire Protection*.
24. Milke, J., Kodur, V., Marrion, C., *A Overview of Fire Protection in Buildings*, Federal Emergency Management Agency.

25. *Performance Requirements and Acceptance Criteria for Safety in Case of Fire*, IRCC Workshop Vienna, Austria, 10 October 2007.
26. Päästeseadus 05.05.2010, RT I 2010, 24, 115
27. *Risk-Based Fire Resistance Requirements*. Hietaniemi et., Final report 2005
28. *Safety in Case of Fire*, BFS 2002: 19
29. Thureson, P., Sundström, B., Mikkola, E., Bluhme, D., Steen Hansen, A., Karlsson, B., (2008) *The Use of Fire Classification on the Nordic Countries- Proposals for Harmonisation, SP Report*.
30. Tuleohutuse seadus 05.05.2010, RT I 2010, 24, 116
31. www.difisec.eu, välja otsitud 01.11.2010
32. „Toote nõuetele vastavuse seadus“, Vastu võetud 20.05.2010, RT I 2010, 31, 157, jõustumine 01.10.2010
33. „Nõuded automaatsele tulekahjusignalisatsioonisüsteemile ja ehitised, millelt tuleb automaatse tulekahjusignalisatsioonisüsteemi tulekahjuteade juhtida Häirekeskusesse“, Vastu võetud 30.08.2010 nr 42, T I 2010, 61, 447
34. *Fighting Fire in Sprinklered Buildings, Instructor Guide*, FM Global
35. Ehitise tuleohutus, Osa 7: ehitisele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus, EVS 812-7:2008
36. Paiksed tulekustutussüsteemid. Automaatsed sprinklersüsteemid. Projekteerimine, paigaldamine ja hooldus. KONSOLIDEERITUD TEKST. EVS_EN 12845:2005+A2:2009

| Regioon | Probleemide hulk | Peamised probleemid |
|---------|------------------|---|
| Lõuna | 36 | Evakuatsioonitrepikoda ja katlaruum eraldi sektsiooniks, tuletõkkeuste puudumine. |
| Ida | 23 | Elektrijaotla ja keldikorrus eraldi tuletõkkesektsiooniks, tuletõkkeuksed. |
| Põhja | 36 | Evakuatsioonitrepikojad eraldi sektsioonideks, tuletõkkeuksed ja läbiviigud. |
| Lääne | 7 | Tuletõkkeuksed, evakuatsioonitrepikojad. |

LISA 1. Tabel 1. Probleemid nõude tulekahju ja selle ohu vältimine täitmisel (regioonide lõikes)

| Regioon | Probleemide hulk | Peamised probleemid |
|---------|------------------|--|
| Lõuna | 37 | Evakuatsioonipääsu rajamine, evakuatsioonitee tähistamine, evakuatsioonipääsu laius, võtmeta avamine, sulgumine. |
| Ida | 40 | Tuleohutusmärgid, uste sulgumine, võtmeta avatavus, trepp parandada. |
| Põhja | 87 | Põlevmaterjal evakuatsiooniteel, mürgistus, avatavus-sulgumine, evakuatsioonivalgustus. |
| Lääne | 22 | Tuleohutusmärgid, uste sulgumine, võtmeta avatavus |

LISA 1. Tabel 2. Probleemid nõude evakuatsiooniteed ja -pääsud täitmisel (regioonide lõikes)

| Regioon | Probleemide hulk | Peamised probleemid |
|---------|------------------|--|
| Lõuna | 61 | Puuduvad andurid, paigaldada ATS, turvalgustus puudub. |
| Ida | 29 | Evakuatsioonivalgustus, turvalgustus. |
| Põhja | 46 | Puuduvad andurid, paigaldada ATS, turvalgustus puudub. |
| Lääne | 24 | ATS-i väljaehitamine, turvalgustus puudub. |

LISA 1. Tabel 3. Probleemid nõude tuleohutuspäigaldis täitmisel (regioonide lõikes)

LISA 2

| Parameeter | Kaal | Hinne | Kaalitud hinne |
|--|--------|-------|----------------|
| P1 | 0,0576 | 5 | 0,2880 |
| P2 | 0,0668 | 5 | 0,3340 |
| P3 | 0,0681 | 5 | 0,3405 |
| P4 | 0,0666 | 3 | 0,1998 |
| P5 | 0,0675 | 2,5 | 0,1688 |
| P6 | 0,0698 | 2,3 | 0,1605 |
| P7 | 0,0473 | 0 | 0,0000 |
| P8 | 0,0492 | 0,9 | 0,0443 |
| P9 | 0,0515 | 3 | 0,1545 |
| P10 | 0,0396 | 2 | 0,0792 |
| P11 | 0,0609 | 2 | 0,1218 |
| P12 | 0,0630 | 5 | 0,3150 |
| P13 | 0,0512 | 3 | 0,1536 |
| P14 | 0,0620 | 2,8 | 0,1736 |
| P15 | 0,0630 | 3,5 | 0,2205 |
| P16 | 0,0601 | 2,3 | 0,1382 |
| P17 | 0,0558 | 0 | 0,0000 |
| Summa | 1,0000 | | |
| Summa => | | | 2,89 |
| Riskiindeks (= 5 - Summa) => | | | 2,11 |

LISA 2 Tabel 1 Soome, Viiki riskiindeks (neljakorruseline elamu, mille igal korrusel on kolm korterit)

| Parameeter | Kaal | Hinne | Kaalutud hinne |
|--|-------------|--------------|-----------------------|
| P1 | 0,0576 | 5 | 0,2880 |
| P2 | 0,0668 | 0 | 0,0000 |
| P3 | 0,0681 | 4,06 | 0,2765 |
| P4 | 0,0666 | 3 | 0,1998 |
| P5 | 0,0675 | 3,46 | 0,2336 |
| P6 | 0,0698 | 2,99 | 0,2087 |
| P7 | 0,0473 | 0 | 0,0000 |
| P8 | 0,0492 | 2,68 | 0,1319 |
| P9 | 0,0515 | 3 | 0,1545 |
| P10 | 0,0396 | 3 | 0,1188 |
| P11 | 0,0609 | 2 | 0,1218 |
| P12 | 0,0630 | 2 | 0,1260 |
| P13 | 0,0512 | 3 | 0,1536 |
| P14 | 0,0620 | 3,32 | 0,2058 |
| P15 | 0,0630 | 3,74 | 0,2356 |
| P16 | 0,0601 | 1,07 | 0,0643 |
| P17 | 0,0558 | 5 | 0,2790 |
| Summa | 1,0000 | | |
| Summa => | | | 2,80 |
| Riskiindeks (= 5 - Summa) => | | | 2,20 |

LISA 2 Tabel 2 Rootsi, Wälluden (Växjö) riskiindeks

| Parameeter | Kaal | Hinne | Kaalutud hinne |
|--|-------------|--------------|-----------------------|
| P1 | 0,0576 | 5 | 0,2880 |
| P2 | 0,0668 | 4 | 0,2672 |
| P3 | 0,0681 | 3,15 | 0,2145 |
| P4 | 0,0666 | 3 | 0,1998 |
| P5 | 0,0675 | 3,18 | 0,2147 |
| P6 | 0,0698 | 2,32 | 0,1619 |
| P7 | 0,0473 | 2 | 0,0946 |
| P8 | 0,0492 | 0,87 | 0,0428 |
| P9 | 0,0515 | 2 | 0,1030 |
| P10 | 0,0396 | 2 | 0,0792 |
| P11 | 0,0609 | 4 | 0,2436 |
| P12 | 0,0630 | 2 | 0,1260 |
| P13 | 0,0512 | 3 | 0,1536 |
| P14 | 0,0620 | 3,84 | 0,2381 |
| P15 | 0,0630 | 3,74 | 0,2356 |
| P16 | 0,0601 | 1,13 | 0,0679 |
| P17 | 0,0558 | 2 | 0,1116 |
| Summa | 1,0000 | | |
| Summa => | | | 2,84 |
| Riskiindeks (= 5 - Summa) => | | | 2,16 |

LISA 2 Tabel 3 Norra, Einmoen riskiindeks (neljakorruseline elamu, mille igal korrusel on kümme korterit)

| Parameeter | Kaal | Hinne | Kaalitud hinne |
|--|-------------|--------------|-----------------------|
| P1 | 0,0576 | 5 | 0,2880 |
| P2 | 0,0668 | 0 | 0,0000 |
| P3 | 0,0681 | 4,06 | 0,2765 |
| P4 | 0,0666 | 3 | 0,1998 |
| P5 | 0,0675 | 3,7 | 0,2498 |
| P6 | 0,0698 | 2,99 | 0,2087 |
| P7 | 0,0473 | 2 | 0,0946 |
| P8 | 0,0492 | 1,5 | 0,0738 |
| P9 | 0,0515 | 5 | 0,2575 |
| P10 | 0,0396 | 3 | 0,1188 |
| P11 | 0,0609 | 2 | 0,1218 |
| P12 | 0,0630 | 0 | 0,0000 |
| P13 | 0,0512 | 0 | 0,0000 |
| P14 | 0,0620 | 3,5 | 0,2170 |
| P15 | 0,0630 | 4,5 | 0,2835 |
| P16 | 0,0601 | 0 | 0,0000 |
| P17 | 0,0558 | 4 | 0,2232 |
| Summa | 1,0000 | | |
| Summa => | | | 2,61 |
| Riskiindeks (= 5 - Summa) => | | | 2,39 |

LISA 2 Tabel 4 Taani, Casa Nova riskiindeks (kolmekorruseline elamu, mille igal korrusel on kaks korterit)