



# **Analüütiline tõendamine**

## Juhend

30.12.2022

## SISUKORD

SISSEJUHATUS .....	3
1. TULEOHUTUSE ANALÜÜTILINE PROJEKTEERIMINE .....	4
1.1 Ehitustooted .....	4
1.2 Tuleohutus.....	4
1.3 Riskiklassid.....	5
1.4 Tuleohuklassi paigutamine .....	6
2. TULEOHUTUSE TÕENDAMINE .....	7
2.1 Probleemi määratlemine ja ulatus.....	9
2.2 Ohtude tuvastamine ja tuleohutuse eesmärgid .....	9
2.2.1 Ohtude tuvastamine.....	9
2.2.2 Tuleohutuse eesmärgid .....	9
2.3 Tõendamise valikuvõimalus.....	10
3. VÕRDLEV LÄHENEMINE .....	11
3.1 Üldist .....	11
3.2 Samaväärne võrdlushoone.....	11
3.3 Vastuvõetavuse kriteeriumid .....	11
4. ANALÜÜSIMEETODI VALIK .....	12
4.1 Kvalitatiivne analüüs .....	12
4.2 Deterministiline analüüs .....	12
4.3 Tõenäosusanalüüs .....	12
5. KONTROLLIMINE/TÕENDAMINE .....	13
5.1. Üldist .....	13
5.1.1 Tulekahju mudel .....	13
5.2 Kvalitatiivne analüüs .....	13
5.3 Deterministiline analüüs .....	13
5.4 Tõenäosusanalüüs .....	13
5.5 Määramatuse juhtimine/haldamine .....	14
6. EVAKUATSIOON .....	15
6.1 Üldist .....	15
6.2 Võimalik evakuatsiooniaeg (ASET).....	15
6.2.1 Projekteeritud tulekahjud (lahvatuse eelne).....	15
7. VAJALIK EVAKUATSIOONIAEG (RSET) .....	17
7.1 Avastamise aeg .....	17
7.2 Alarmeerimise aeg.....	17
7.3 Liikumiseelne aeg .....	17
7.4 Liikumisaeg.....	17
7.4.1 Liikumise kiirus .....	19
7.4.2 Kasutajate koormus .....	19
7.4.3 Isikuomadused.....	19
8. DOKUMENTATSIOON.....	20

## SISSEJUHATUS

Juhend annab suuniseid võrdlevaks lähenemiseks ehitusliku tuleohutuse valdkonnas, luues aluse analüütiliseks tõendamiseks ehitiste tuleohutuse tagamisel. Juhise antakse infot selle kohta, kuidas teha kindlaks ja veenduda, et saadud tulemused on samaväärsed ehituslike tuleohutusnõuete määruses, standardites ja muudes juhistes kajastatud nõuetega. Samuti antaks juhiseid selle kohta, kuidas kontrollida alternatiivseid lahendusi kasutades kvalitatiivset ja kvantitatiivset hindamismeetodit.

Ehitiste tuleohutust on võimalik tõendada kahel järgneval viisil:

- lihtsustatud projekteerimine – ehitist projekteeritakse kooskõlas eeltunnustatud nõuetega (õigusaktid, standardid, juhised).
- analüütiline projekteerimine – tõendatakse alternatiivsel viisil eeltunnustatud nõuete täitmist, võttes aluseks olulised tuleohutusnõuded.

Kuigi enamik hooneid projekteeritakse eeltunnustatud nõuetest lähtuvalt võib olla vajadus teha mõnest üksikust eeltunnustatud nõuetest kõrvalekaldeid. Sellisel juhul tuleb tõendada ja kontrollida alternatiivset lahendust, kas saavutatud ohutuse tase vastab olulistele tulenõuetele.

Analüütilise projekteerimise juures on oluline saadud tulemuste kontrollimine ning saadud tulemust peab olema võimalik taas tõendada. Oluline on kontrollida kasutatud meetodi ja saadud tulemuste usaldusväärsust.

Sõltumata projekteerimismudelist (lihtsustatud või analüütilist), tuleb määratleda ja kirjeldada tuleohutustehnilise projekteerimise eeltingimused (lähteandmed). Eeltingimuste puudutavad järgmist:

- ehitise kasutamise eesmärk;
- inimeste või koduloomade arv;
- pindala ja korruste arv;
- põlemiskoormus ja võimalikud eririskid (tuleohtlike ainete hoiustamine või sellega seotud tegevused jne);
- paiknemine naaberhoonete suhtes;
- ligipääsetavus ja juurdepääs päästetehnikale.

Analüütilise tõendamise dokumentatsioon peab olema ehitusprojekti juures ning see peab olema koostatud süsteemselt ja ülevaatlikult.

Juhend on korrigeeritud Ida päästkeskuse nõuniku Kristina Kazmini poolt.

## 1. TULEOHUTUSE ANALÜÜTILINE PROJEKTEERIMINE

Kui eeltunnustatud ehituslikest tuleohutusnõuetest kaldutakse kõrvale, peab tuleohutust tõendama analüüsiga. Analüüsi põhjalikkus oleneb sellest, kui suurel määral eeltunnustatud tuleohutusnõuetest kõrvale kaldutakse. Samuti tuleb hinnata kõrvalekalde mõju erinevate nõuete vahel.

Tuleohutust saab analüüsida, kasutades kvalitatiivset hinnangut, deterministlikku analüüsi (stsenaariumide analüüs), tõenäosuslikku analüüsi (kvantitatiivne riskianalüüs) või nende kombinatsiooni. Kvalitatiivse hinnangu, kui analüüsimeetodiga võib piirduda üksnes siis, kui kõrvalekalded eeltunnustatud tuleohutustehnilistest näitajatest on väikesed. Kvalitatiivne hinnang peab põhinema statistikal, kogemustel, katsetel, teadus- ja arendustegevuse raportitel.

Nendel juhtudel, kus rakendatakse võrdlevat analüüsi – st projekteeritava ehitise tuleohutust võrreldakse hoonega, mis on ehitatud eeltunnustatud tuleohutusnõudeid järgides –, tuleb tõendada, et uus ehitis saab olema vähemalt sama tuleohutu kui hoone, mis on projekteeritud läbinisti eeltunnustatud nõuete järgi.

Selleks, et tagada hiljem analüütiliselt projekteeritud hoone tuleohutus, peab ehitise kasutusloa menetluse käigus olema valmis dokument, mis sisaldab tuleohutuse tagamise nõudeid kasutusfaasis. Antud dokument tuleb üle anda hoone omanikule ning selle dokumendi vastavust ja olemasolu kontrollitakse kasutusloa menetluse käigus. Tuleohutuse tagamise nõuded kasutusfaasis peavad sisaldama järgnevat:

- eeldused ja piirangud hoone kasutamisel;
- tuleohutusklass, tuleohuklass (vt tabel 2) ja riskiklass (vt tabel 1);
- lubatud inimeste maksimaalne arv ja evakuatsioonilahendus sh evakuatsioonijoonised;
- eripõlemiskoormus ja konstruktsioonide tulepüsivus sh tuletõkkesektsioonide joonised;
- tuleohutuspaigaldiste loetelu ja üldine kirjeldus;
- päästetehnika juurdepääs hoonele, päästemeeskonna sisenemistee hoonesse, katusele ja pööningule (joonistel);
- veevõtukoht ja märgtõusutoru ühenduskoht hoone seinal (joonistel);
- päikepaneelide asukohaskeem.

Juhul kui neid eeldusi muudetakse tuleb hoone ümber projekteerida, et evakuatsioonitingimused ja teised ohutusmeetmed oleksid vastavuses muutunud kasutusega.

*Näide:* Väikese eeldatava inimeste arvuga ja madala eripõlemiskoormusega spordisaali hakatakse kasutama vanakraamituru-, kontserdi- või messipaigana. Vajalik tõsta ohutustaset.

### 1.1 Ehitustooded

Ehitustoodete omadused peavad olema niisugused, mis rahuldavad valmis hoonele esitatud määruse nõudeid. Projekteerimisel on olulised kaks tuleohutustehniliste omaduste kategooriat:

- ehituselementide tulepüsivus;
- ehitusmaterjalide ja -toodete tuletundlikkus.

Paljude traditsiooniliste ehitustoodete ja materjalide tuletundlikkus on küllalt hästi teada, et klassifitseerida neid ilma edasiste katsetusteta. ELi alalisel ehituskomiteel (Standing Committee on Construction, SCC) on seetõttu olemas reeglid, kuidas määrata ehitustoodete tuleohutuse klassifikatsiooni ilma katsetusteta (Classified Without Further Testing, CWFT).

### 1.2 Tuleohutus

Tuleohutusnõuete põhieesmärk on viia tuleõnnetustega kaasnev surma ja tervisekahjustuse tõenäosus vastuvõetava tasemeni. Eesmärgi saavutamiseks tuleb kasutada materjale ja tooteid, mis ei soodusta tulekahju arengut lubamatul määral. Ühtlasi tuleb hoone ehitamisel silmas pidada turvalise evakuatsiooni tagamist. Selle

eesmärgi saavutamiseks tuleb ette näha tuleohutuspaigaldisi, mis lühendavad evakueerumiseks vajaminevat aega ja pikendavad evakueerimiseks kõlblikku aega.

Hoone projekteerimisel ja ehitamisel tuleb arvestada asjaoluga, et konstruktsioonide tulepüsivuse omadused, peavad olema tõendatud ja dokumenteeritud.

Kuigi tuleohutust tõendatakse analüüsiga tuleb meeles pidada, et kehvema tuletundlikkusega, kui D-s2,d0 ehitustooteid ja -materjale ei lubata kasutada. Tulele tundlikumad ehitustooted ja -materjalid soodustavad tulekahju arengut lubamatul määral. See võib ohustada inimeste turvalisust ja kiire tulekahju arenguga võib kaasned automaatse kustutusseadme eeldatud mõju kahanemine.

Hoone tuleohutusnõuete puhul tuleb pöörata tähelepanu päästemeeskondade ohutusele. Hoone peab olema tõhusaks pääste- ja kustutustööks ette valmistatud. See tähendab, et hoonele peab olema võimalik ligi pääseda ja selles liikuda nõnda, et päästetöid saaks teha kiiresti ja tõhusalt.

### 1.3 Riskiklassid

Lähtudes ohust, mida tulekahju võib kujutada elule ja tervisele, paigutatakse hoone või hoone mitmesugused kasutuspiirkonnad alljärgneva tabeli järgi riskiklassidesse. Riskiklassid võetakse aluseks projekteerimisel ja ehitamisel, et tagada tulekahju korral nõuetekohane evakuatsioon ja päästmine.

**Tabel 1 – Riskiklassid**

<b>Riskiklass</b>	<b>Hooned, mille puhul on arvestatud ainult inimeste juhusliku viibimisega</b>	<b>Inimesed hoones tunnevad evakuatsioonitingimusi ja saavad ohutult põgeneda</b>	<b>Õõbimiseks mõeldud hooned</b>	<b>Hoone eelduspärase kasutamisega kaasneb väike tuleoht</b>
<b>1</b>	jah	jah	ei	jah
<b>2</b>	jah/ei	jah	ei	ei
<b>3</b>	ei	jah	ei	jah
<b>4</b>	ei	jah	jah	jah
<b>5</b>	ei	ei	jah	jah
<b>6</b>	ei	ei	jah	jah

Riskiklass määratakse, lähtudes hoones kavandatud tegevusest ja hoone kasutajate eeldustest ennast tulekahju korral päästa.

Riskiklasside järgi määratakse põhiliselt, milliseid meetmeid ja nõudeid tuleb täita, et tagada tulekahju korral nõuetekohane evakuatsioon ja päästevalmidus. Kuid riskiklassidel on tähendus ka ainelist väärtustega seotud tuleohutuse meetmetele ja nõuetele.

Hooned, mille puhul on arvestatud ainult inimeste juhusliku viibimisega, on niisugused, kus inimesed on vahetevahel ja lühemat aega. Sellisteks hooneteks on näiteks laohooned, kuurid, garaažid jne, milles pole püsivaid tööpaiku.

Väljend „hoone eelduspärase kasutamisega kaasneb väike tuleoht“ tähendab, et hoone pole mõeldud rakendusteks ja tegevusteks, mis võivad kergesti põhjustada tulekahju, näiteks tootmisprotsesside osana.

Rakenduste puhul, mida tabelis 1 ei leidu, määratakse riskiklassid hinnanguliselt.

Rakendus, mis harilikult kuulub ühte riskiklassi, võib erandkorras ja eriti pärast hindamist paigutada madalamasse riskiklassi, juhul kui hoonet kasutab vähe inimesi ning evakuatsioon ja päästmine on tehtud kiireks ja lihtsaks. Hinnangu peab tegema tuleohutuse ekspert ning see peab olema põhjendatud ja dokumenteeritud.

## 1.4 Tuleohuklassi paigutamine

Riskiklassi määramise järel tuleb hoone või selle osale määrata tuleohuklass ning selle alusel tuleb hoone paigutada vastavasse tuleohutusklassi (TP).

**Tabel 2 - Tuleohutusklass ja tuleohuklass**

<b>Tuleohutusklass (TP)</b>	<b>Tuleohuklass</b>
TP 3	Väike
TP 3 või TP 2	Keskimne
TP 2 või TP 1	Suur
TP 1	Eriti suur

Hoone tuleohutusklass määratakse tulekahju võimaliku tagajärje põhjal. Tagajärg oleneb hoone kasutusest (riskiklass), suurusest, planeeringust, põlemiskoormusest jne.

Hooned, mille puhul võivad tulekahju tagajärjed elule ja tervisele, keskkonnale või ühiskonnale olla üldiselt väga rängad, tuleb paigutada TP1-klassi. Sellistel juhtudel ei paku eeltunnustatud tuleohutusnõuded küllaldast ohutuskaitset ja tuleks kasutada lisameetmeid ohutuse tagamiseks.

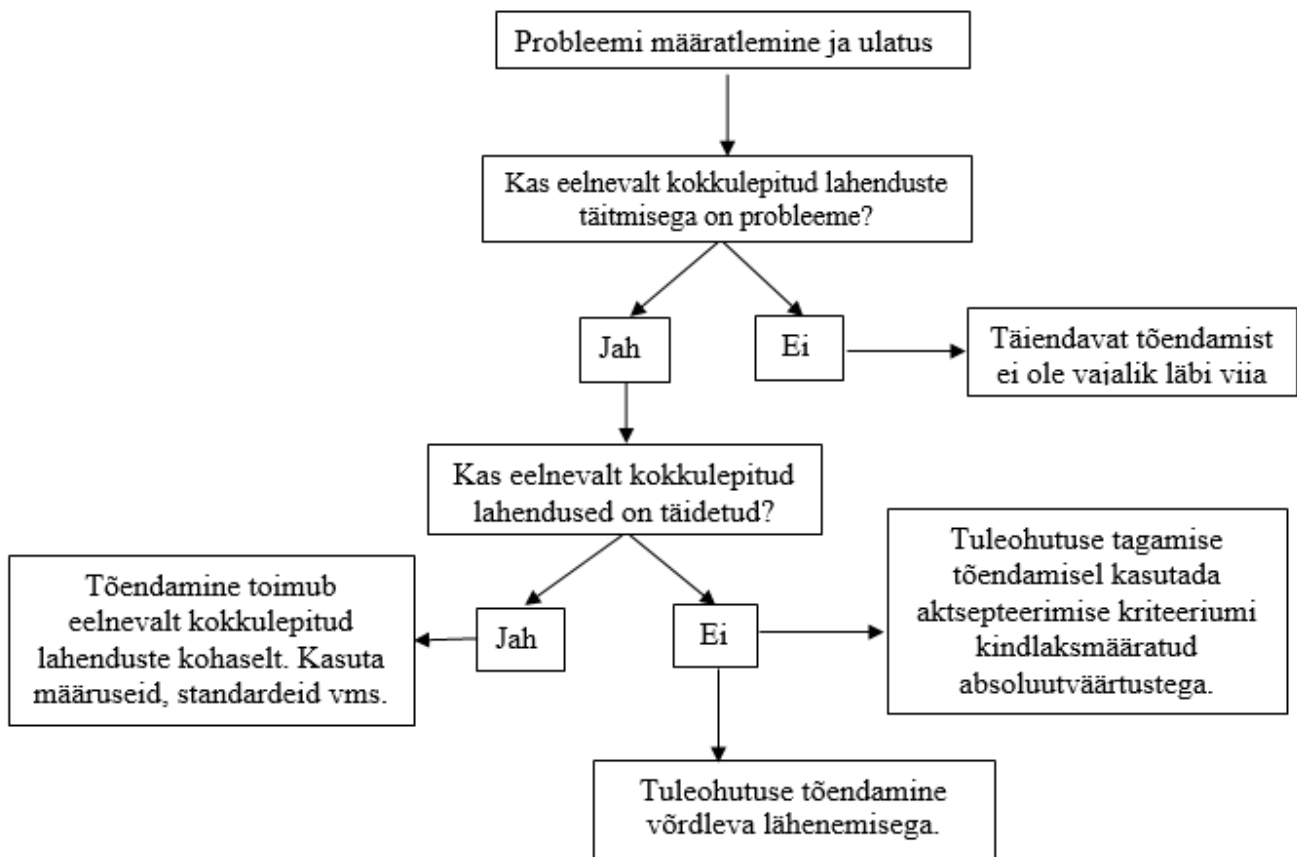
Hoonetes, mis tabeli 2 kohaselt tuleks paigutada TP1-klassi hoonesse, kuid on arvestatud ainult inimeste juhusliku viibimisega ja on ühekorruselised on lubatud sellised hooned paigutada TP3-klassi. Seda tüüpi hoonetes on sisu sageli hoonest väärtuslikum. Kuni tulekahjul ei ole ühiskondlikke ega keskkonnaalaseid tagajärgi, jääb oma varade eest hoolitsemine omaniku ülesandeks. Hoone peab olema siiski kavandatud nõnda, et evakuatsioonitingimused (kaugus väljapääsudest ja tähistus) oleksid nõuetekohaselt täidetud. Samuti ei tohi kasutada ehitustooteid ja -materjale, mis on süttivad ja/või põlevad.

## 2. TULEOHUTUSE TÕENDAMINE

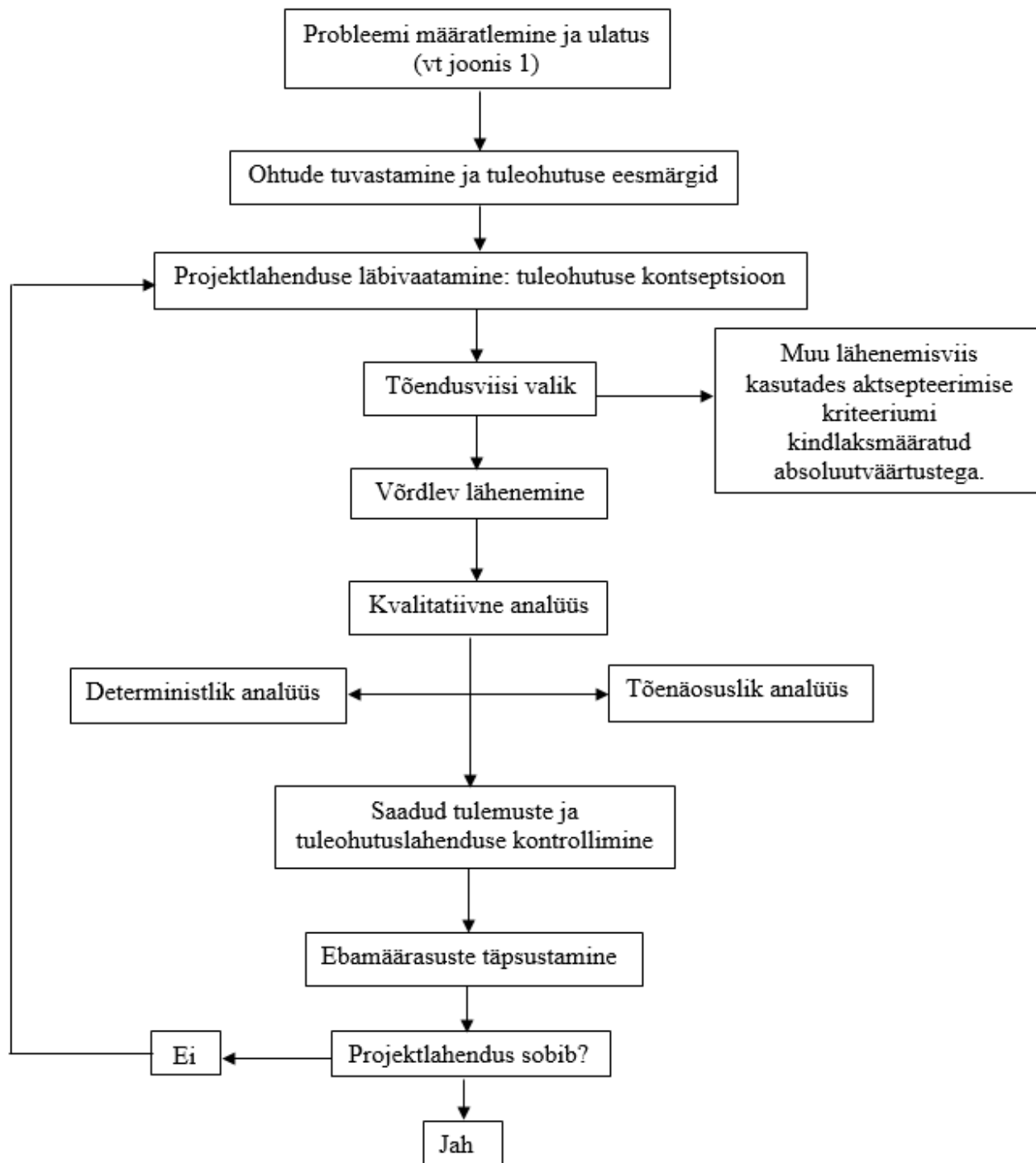
Selles peatükis käsitletakse küsimusi, mida võib kasutada tuleohutuse kontrollimiseks üldiselt. Peatükk annab juhiseid, kuidas kasutada võrdlevat lähenemist tuleohutuse tõendamisel.

Kõigepealt tuleb otsustada missugust kontrollimise meetodit(eid) tuleb kasutada, vt joonis 1. Meeles tuleb pidada, et enamikes hoonetes on võimalik kasutada eeltunnustatud nõudeid ning sellisel juhul ei ole vajalik tuleohutuse tõendamine analüütiliselt. Kui esineb kõrvalekaldeid eeltunnustatud nõuetest tuleb tuleohutust tõendada analüüsiga.

Üks viis seda teha on kasutades võrdlevat lähenemist. Võrdlev lähenemine on kirjeldatud joonisel 2.



Joonis 1 - Meetodi valik



Joonis 2 - Võrdlev lähenemine



## 2.1 Probleemi määratlemine ja ulatus

Tegemist on esimese sammuga, mille käigus tuvastatakse probleem ja selle ulatus ning missuguste eeltunnustatud nõuete osas kaldutakse kõrvale. Samuti tehakse otsus, missuguse lähenemisega tuleohutust hakatakse lahendama (vt joonis 1). Otsuse tegemiseks võetakse aluseks eskiislahendus või esialgsed arhitektuurseid jooniseid. Oluline on siin piiritleda ära ehitise tuleohutuslahendus, kui projekti üks osa tervikkusest. Tuleohutuslahenduste väljatöötamise tulemusel võib osutada vajalikuks ka arhitektuurse osa muutmine ning selle tõttu tuleb võimalikult varajases projekteerimise faasis lahendada tuleohutusosalased küsimused, et vältida hiljem, kas tuleohutuse või arhitektuurse osa muutmist.

## 2.2 Ohtude tuvastamine ja tuleohutuse eesmärgid

See samm on seotud eelmise etapiga ning põhineb määratletud probleemil. Kindlaks tuleb teha ehitise kasutamisest ja seal toimuvast tegevusest lähtuvad ohud ning määrata tuleb asjakohased tuleohutuse eesmärgid. Eesmärkide määramisel tuleb arvestada õigusaktidest tulenevate nõuetega, sest need võivad määrata olulisi nõudeid, mida tuleb järgida.

### 2.2.1 Ohtude tuvastamine

Ohu kindlakstegemise eesmärk on välja selgitada ohud ja kõrvalekalded eeltunnustatud nõuetest. Tuginedes tuvastatud ohtudele tuleb läbi mõelda erinevaid stsenaariume, mis kirjeldavad mõju tuleohutuse tagamisele ning saadud tulemused peavad olema kirjeldatud. Seda teavet võib kasutada viimases etapis, kus käsitletakse tulekahju stsenaariume.

### 2.2.2 Tuleohutuse eesmärgid

Tuleohutusosalased eesmärgid tuleb kindlaks määrata ohu identifitseerimise abil. Selles jaotises antakse juhised selle kohta, kuidas määratleda, milliseid tuleohutusosalaseid eesmarke mõjutavad kindlaksmääratud kõrvalekalded eeltunnustatud nõuetest.

*Märkus:* Soovitav on kasutada meetodit 1, kui eeltunnustatud nõuded on otseselt seotud õigusaktides käsitletud tuleohutuse eesmärkidega. Vastasel juhul on soovitatav meetod 2. Meetod 1 – Eeltunnustatud nõuetega seotud eesmärgid.

Meetod on rakendatav, kui eeltunnustatud nõuded on selgelt seotud konkreetsete tuleohutusosalaste eesmärkidega. See võib juhtuda, kui regulatiivne süsteem osutab konkreetsetele tuleohutusosalaste eesmärkide saavutamisele eeltunnustatud lahendustega, mis on seotud kõigi nende eesmärkidega. Eeltunnustatud lahenduste kõrvalekalded võivad seejärel nende eesmärkidega selgelt seostuda, näidates milliseid eesmarke tuleb kontrollida, vt tabel 3.

**Tabel 3 – Näide tööriistast tuleohutusmeetmete lisamiseks ja kõrvaldamiseks eri tuleohutuse eesmärkide tuvastamiseks**

Tuleohutusosalane eesmärk (see tabel võib olla jagatud alameesmärkideks)	Kõrvalekalded eeltunnustatud nõuetest							
	Lisatud meetmed				Eemaldatud meetmed			
Evakuatsiooni võimalused								
Stabiilsus ja kandevõime tulekahju olukorras								
Tule ja suitsu tekke ning leviku kaitse hoones								
Ehitise vahelise tulekahju leviku kaitse								
Päästemeeskondade ohutus ja tegutsemise võimalused								

*Märkus:* Tabel 3 ei ole iseenesest piisav, et kontrollida kõrvalekaldeid. Kinnitamine peab toimuma vastavalt asjakohasele kontrollimeetodile.

Meetod 2 – Eesmärkide saavutamine

Kui riiklikud nõuded ei täpsusta tuleohutuslaseid eesmärke, millele eeltunnustatud nõuded peavad vastama, tuleb mõjutatud eesmärgid tuletada. Ühe eeltunnustatud nõude kõrvalekalded võivad mõjutada teisi tuleohutuse eesmärke. Seda kinnitust tuleb rõhutada juhtudel, kui esineb mitu kõrvalekallet.

Tabelis 4 on toodud tuleohutuse erinevate aspektide koostoime näide. Kõrvalekallete kohaldamisel tuleb kindlaks teha, kas see mõjutab üht või mitut tuleohutuslaseid eesmärke.

*Näide:* Kui plaanitav evakuatsioonilahendus võimaldab kitsaid treppe või suuremat vahemaad hoonest väljumisel, peab kontrollimine sisaldama hinnangut selle kohta, kuidas kavandatav lahendus võib mõjutada päästemeeskondasi.

**Tabel 4 - Eeltunnustatud lahenduste vaheline seos kõrvalekalletega**

Kõrvalekalle	Jäigastavad ja kandavad konstruktsioonid	Tulelevik ehitiste vahel	Tuletõkkeseksioonid (osadeks jagatud)	Tuletõkkeseksioonid (piirpindala)	Vooderdus/viimistlus	Tehnilised installatsioonid	Evakuatsioon	Päästetööde lihtsustamine	Kommentaarisid
Jäigastavad ja kandavad konstruktsioonid	■	■		■			■	■	
Tulelevik ehitiste vahel	■	■		■			■	■	
Tuletõkkeseksioonid (osadeks jagatud)			■	■			■	■	
Tuletõkkeseksioonid (piirpindala)			■	■			■	■	
Vooderdus/viimistlus			■		■		■	■	
Tehnilised installatsioonid			■	■		■	■	■	
Evakuatsioon							■	■	
Päästetööde lihtsustamine	■	■	■	■			■	■	

■ Esmaselt mõjutatud  
 ■ Teisejärguliselt mõjutatud

### 2.3 Tõendamise valikuvõimalus

Tuleohutusnõuete hindamine võib toimuda absoluutse või võrdleva lähenemisviisi abil. Tõendamine absoluutse lähenemisviisi abil on võimalik ainult siis, kui on olemas kvantifitseeritavad vastuvõtukriteeriumid. Teistes juhtudel võib ainsaks alternatiiviks olla võrdlev lähenemisviis.

## 3. VÖRDLEV LÄHENEMINE

### 3.1 Üldist

Võrdlev lähenemisviis on võrdlus tuleohutuse kavandi ja võrdväärse võrdlushoonega, mis on kavandatud kõikide eeltunnustatud nõuete järgi.

Võrdlevat lähenemist saab läbi viia erinevatel tasanditel, st individuaalsed eesmärgid, eesmärkide kogum või isegi kogu hoone. Kuna tuleohutuse kavandis ja võrreldavas samaväärses hoones on samad kasutajad ja riskid ei esine tavaliselt tulekahjupõhjuste ja tõenäosuse erinevusi. Sellest lähtuvalt keskendub lähenemisviis peamiselt tulekahjudele.

Mõne hoone puhul ei pruugi võrdlev lähenemine olla võimalik. Seda võib esineda ehitiste puhul, kus võrdluse aluseks võetud ehitise ehitamise ajal kehtinud nõuded on kehtetud või need on muutunud pea täies ulatuses.

### 3.2 Samaväärne võrdlushoone

Võrdlusanalüüsi tegemiseks tuleb määratleda ehitise või selle osa, mis võetakse võrdluse aluseks.

Võrdluse tagamiseks peab võrreldav hoone olema võrdväärne projekteeritava hoone tuleohutusmeetmetega. Võrdlus põhineb sellel, et võrdlushoone on kavandatud eeltunnustatud nõuete alusel, mis tähendab, et see vastab vastuvõetavale ohutustasemele.

Võrdlushoone peaks olema samaväärne kavandatavaga, võttes arvesse tuleohutusnõudeid, välja arvatud kõrvalekalded ja lisatud meetmed, mis on analüüsi objektiks, nt ehitised peavad olema sama riskiklassi/tulepüsivusklassi ja sisaldama sama tüüpi kasutajaid. Võrdlusalune hoone peab olema sellise lahendusega, mida võib realselt ehitada. Kõiki tingimusi, eeldusi ja lihtsustusi kirjeldatakse ja mõõdetakse, et tagada nende mõistlikkus ja realistlikkus.

### 3.3 Vastuvõetavuse kriteeriumid

Võrdlusmeetodi tuleohutustase ei ole absoluutväärtuses kirjeldatud, vaid selle asemel on suhteline ohutu tase ja reguleerimisala selle tagamiseks, et tegelik hoone on valitud samaväärse võrdlushoonega vähemalt sama ohutustasemega. Oluline on meeles pidada, et tuleohutustase võtab arvesse ainult analüüsitud võrreldavaid eesmärke. Mõjutamata eesmärkide tuleohutustase on oma olemuselt vastuvõetav.

Mõningates tuleohutusvaldkondades on hindamiskriteeriumid määratletud kui absoluutväärtused. Kuigi neid kasutatakse tavaliselt võrdlusanalüüsina läviväärtustega, näiteks läbinud-mitteläbinud (pass-fail) kriteeriumid, võib neid kasutada ka võrdleva analüüsi käigus. Seejärel võib kriteeriume kasutada suhteliste võrdluste võrdluspunktidenä.

## 4. ANALÜÜSIMEETODI VALIK

Uuritava hoone tuleohutuse tase ja valitud võrreldavat hoonet võib võrrelda erinevate analüüsimeetoditega sõltuvalt täidetava eesmärgi keerukusest. Allpool kirjeldatud kontrollimeetodeid võib kasutada kombineerituna või eraldi ehitiste erinevate osadega.

Analüüsimeetodi sügavus ja ulatus määratakse kindlaks ühe või mitme katseprojekti koostamisel ja oluliste tulekahjude stsenaariumide määratlemisel.

### 4.1 Kvalitatiivne analüüs

Kõige lihtsam kontrollimeetod on kvalitatiivne hindamine, mis tähendab, et katseprojekte saab kontrollida lihtsalt loogilise arutluse või muude tõendite abil. Tõendid võivad näiteks koosneda statistikast, katsetest või dokumentidest, mis tõendavad, et lahendus on asjakohaste tulekahju stsenaariumide aja jooksul hästi toimunud. Kogu analüüs, mis ei sõltu probleemist ja ulatusest, peaks algama esialgse lühikese kvalitatiivse analüüsi abil, mis selgitaks analüüsi taset ülesannete täitmiseks.

Kvalitatiivset analüüsi soovitatakse kasutada ainult siis, kui eeltunnustatud nõuetest on tehtud piiratud kõrvalekalded. Piiratud kõrvalekalded tähendavad, et mõju tuleohutuse tasemele on väike ja valitud katseprojekteerimisega seotud ebakindlus on väike. Kui kõrvalekalded on suured, on vaja põhjalikumalt kontrollimist, kus võib rakendada deterministlikku või tõenäosuslikku analüüsi.

### 4.2 Deterministiline analüüs

Deterministiline analüüs kasutab füüsikalistel, keemilistel, termodünaamilistel ja inimese käitumisharjumustel põhinevaid mudeleid, mis on saadud teaduslikest teooriatest ja empiirilistest arvutustest. Deterministiline analüüs on peamiselt tagajärgede põhine ja katselise tuleohutusmehhanismi hindamine mõõdab selle suutlikkust näidata piisavat ohutust ühe või mitme projekteeritud tulestsenaariumi puhul.

### 4.3 Tõenäosusanalüüs (kvantitatiivne)

Tõenäosusanalüüs keskendub konkreetse soovimatu sündmuse tõenäosusele. Seda on võimalik saavutada, kasutades tulekahju statistikat ja tuletõrjesüsteemide usaldusväärsuse statistilisi andmeid koos võimalike tulekahjude stsenaariumide tagajärgedega kasutades deterministliku hindamist.

Tõenäosusliku analüüsi abil käsitletakse tulekahju juhuslike sündmuste seeriaga ja hinnatakse võimalikku tulemust tõenäosuslikul viisil, et hinnata konkreetse soovimatu sündmuse tõenäosust.

Tõenäosuslike meetodite, näiteks sündmuste puu analüüsi kasutamine annab kasulikku teavet erinevate stsenaariumide tähtsuse, tõenäosuse ja tagajärgede kohta.

Kui kasutatakse tõenäosusanalüüsi, tuleb võrrelda riski taset.

## 5. KONTROLLIMINE/TÕENDAMINE

### 5.1. Üldist

Tulekahju stsenaariumide kindlaksmääramisel lähtutakse süstemaatilisest lähenemisviisist, kus iga stsenaarium on keeruline ja realistlik, et esitada tulekahju stsenaariume, mis hoones võiks realselt esineda. See tähendab, et analüüsida tuleb võimalikult suures ulatuses tulekahjude stsenaariume, mis võivad tekkida.

Komplekssed ehitised ja mitmekordsed kõrvalekalded eeltunnustatud nõuetest suurendavad stsenaariumide arvu, mida tuleb hinnata.

Tulekahju stsenaariumid ja nende määratlemise protsess dokumenteeritakse ja põhjendatakse kvalitatiivselt, mida toetavad asjakohased viited.

#### 5.1.1 Tulekahju mudel

Tulekahju mõju hindamiseks tuleb tavaliselt määratleda üks või mitu tulekahju. Projekteeritud tulekahjud võivad erinevate tuleohutuse eesmärkide osas erineda.

Mudeltulekahju saab iseloomustada erinevatel viisidel sõltuvalt tuleohutusala eesmärgi analüüsist ja tulekahju vastavast faasist. Varajases faasis (kasvufaasis) võib projekteeritud tulekahjusid kirjeldada soojuse vabastamise kiiruse, tulekahju kasvamise, suitsu tootmise määra ja/või põlengu kuumuse poolest. Täispõlengu faasis tulekahju võib kirjeldada põlemiskoormuse, ventilatsiooni tingimuste ja/või temperatuuri alusel.

*Näiteks:* tuleohutuse eesmärkide analüüsimisel seoses evakuaatsiooniga on projekteeritud tulekahju tavaliselt kiire kasvumääraga, kiire soojuskiirusega (HRR) ja suitsu tekkega. Tulepüsivuse ja kandevõimega seotud tulekahju kirjeldatakse tavaliselt põlemiskoormusega, temperatuuri arenguga ja maksimaalse temperatuuriga.

Konkreetse hoone ja sellega seotud tegevuste asjakohane statistika, kogemused või analüüsid võivad dikteerida projekteeritud tulekahju eripärasid.

Projekteeritud tulekahju asukohta tuleb eeldada, kus sellise tulekahju tagajärjed on kõige raskemad, et hinnata usaldusväärset halvimat tulekahju stsenaariumi. See erineb sõltuvalt tuleohutuse eesmärgist. Uuritakse mitut tulekahju asukohta või selgitatakse, miks muud asukohad on välistatud.

### 5.2 Kvalitatiivne analüüs

Kvalitatiivse analüüsi aluseks on ohtude tuvastamine. Tulekahjustsenaariumide valimisel on hindamise aluseks mitu halvimat usutavat juhtumit.

Esialgne projekti ülevaatus võib kõrvaldada täiendava üksikasjaliku analüüsi vajaduse, kui kvalitatiivne uuring on näidanud ohutustaset, mis on samaväärne eeltunnustatud nõuetega.

### 5.3 Deterministiline analüüs

Determineeriv analüüs hõlmab selliste asjaolude kogumi hindamist, mis annab ühe tulemuse. Võrdlevas lähenemisviisis võrreldakse seda katseprojekti ja võrdväärse võrdlushoone üksikut tulemust.

Hindamiskriteeriumid võib määratleda iga tuleohutuse eesmärgi kohta, mida analüüsitakse deterministlike mudelitega.

Determineerivas analüüsis peab katseprojekti lahendus moodustama ühe tulekahju stsenaariumi või erinevate tulekahjude stsenaariumide komplekti. Hinnatavad stsenaariumid peavad sisaldama vähemalt kõige usaldusväärsemat juhtumit.

### 5.4 Tõenäosusanalüüs

Tõenäosusanalüüs põhineb sisendmuutujate jaotusel. Muutujate jaotus peab kajastama hoone eluea jooksul oodatavaid tingimusi. soovitud turvalisuse tase määratakse võrdlevate otsuste tegemisel, võrdlusaluseks on võrdlushoone samaväärse riskitasemega.

Tõenäosusanalüüsi puhul moodustavad erinevad tõenäosused mitmesuguseid erinevaid tulekahju stsenaariume, mis võivad realselt esineda. Arvesse võetakse võimalikke stsenaariume ja tuleohutuspaigaldiste töö ebakindlust.

### 5.5 Määramatuse juhtimine/haldamine

Projekteeritud tulekahjude määramisel tuleb analüüsi käigus arvesse võtta meetodite ebakindlust, sisendandmeid, kriteeriume ja teisi muutujaid, mis on tuleohutusprojektiga seotud.

Tuleohutusala projekti ebakindluse juhtimise strateegiad võivad sisaldada konservatiivsete sisendandmete või kriteeriumide kasutamist. Lisaks sellele võib strateegiliselt kasutada konstruktsiooni tugevust, st tuleohutuse taseme muutmist sõltuvalt süsteemi üksikutest rikestest.

## 6. EVAKUATSIOON

### 6.1 Üldist

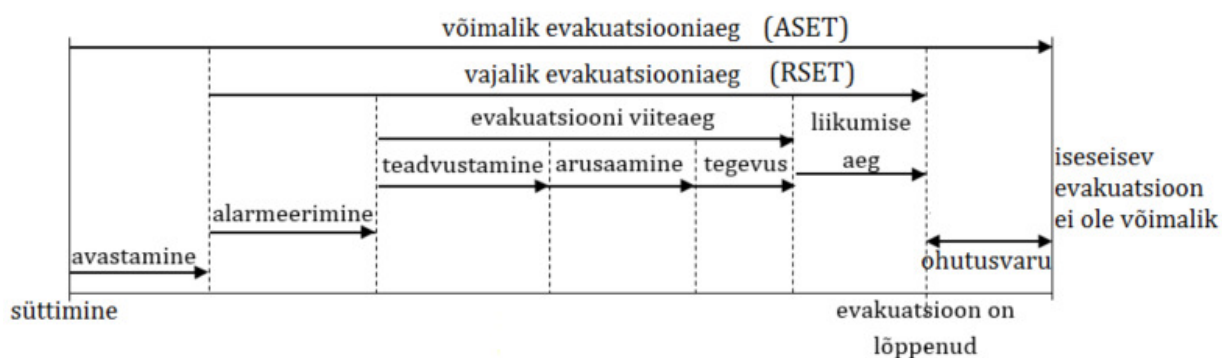
Selles peatükis kirjeldatakse, kuidas saab kontrollida tuleohutuse eesmärgi inimeste turvalise evakuatsiooni tagamiseks. Käesolevas peatükis kirjeldatud meetodeid võib kasutada selle eesmärgi või selle alameesmärkide kinnitamiseks.

*Märkus 1:* Soovitav on, et seda meetodit kasutatakse võrdleva analüüsi käigus, mis tõendab, et katseprojekti RSET on võrdne või väiksem võrdlushoone RSET-ist; või katseprojekti ASET on võrdne või suurem kui võrdlushoone ASET.

*Märkus 2:* On soovitatav, et kvalitatiivsed hinnangud kinnitavad väiksemaid kõrvalekaldeid eelnevalt heakskiidetud lahendustest, samas kui kõrvalekalded on märkimisväärsed, tuleb kasutada võrdlevat deterministlikku või riskianalüüsi.

Tehniline teave inimeste liikumise ja käitumise hindamise meetodite kohta on esitatud ISO/TR 16738.

ASET kirjeldab võimalikku evakuatsiooniaega, samas kui RSET kirjeldab evakuatsiooniks vajalikku aega, vt joonis 3. Mitte-võrdleva analüüsi korral võib ohutusvaru kasutamine olla asjakohane.



Joonis 3 – ASET ja RSET skemaatiline joonis

### 6.2 Võimalik evakuatsiooniaeg (ASET)

Võimalik evakuatsiooniaeg (ASET) on aeg süttimisest kuni ajani, mil ebaharilikud tingimused esinevad. ASET määramiseks tuleb projekteerimisel valida asjakohased tulekahju stsenaariumid.

#### 6.2.1 Projekteeritud tulekahjud (lahvatuse eelne)

##### 6.2.1.1 Kuumuse vabanemise kiiruse modelleerimine

Võrrand  $at^2$  on mudel, mis kirjeldab lahvatuse eelsel ajal kuumuse vabanemise kiirust. Eeldatakse, et tulekahju vabanemiskiirus suureneb proportsionaalselt ajaga ruudu kohta, nagu on näidatud allpool:

$$Q = a \times t^2$$

Kus:

Q - soojuse vabanemise kiirus/määr (kW)

a - tulekahju kasvumäär (kW/s<sup>2</sup>)

t - aeg (s)

Parameeter  $t^2$  näitab tulekahju kasvu, mis algab suhteliselt suure tuleohtliku süüteallikaga. Väiksema allika korral toimub inkubatsiooniperiood enne tuvastatud leekide tekkimist. Inkubatsiooniaeg või põlemisaeg sõltub sellest, milline toode on süüdatud. Sigaretist süüdatud põleva kiudmaterjali põlemisaeg on suhteliselt pikk, võrreldes põleva vedeliku süttimisega, mille põlemisaeg võib olla null.

**Tabel 5 – Tulekahju kasvumäärad**

<b>Tulekahju kasvumäär</b>	<b><math>\alpha</math> - väärtus(kW/s<sup>2</sup>) (NFPA 1985)</b>	<b>t<math>\alpha</math> (s) (EN 1991-1-2)</b>
Aeglane	0,003	600
Keskmine	0,012	300
Kiire	0,047	150
Väga kiire	0,19	75
t $\alpha$ on määratletud kui aeg, millal HRR jõuab 1 MW		

*Märkus:* Soovitav on modelleerida lahvatuse eelset tulekahju  $\alpha \times t^2$  võrrandiga, vt tabel 5.

### 6.2.1.2 Maksimaalne soojuse vabanemise kiirus (HRR)

Maksimaalset HRR-i kustutussüsteemita tulekahjude jaoks saab määrata, sõltuvalt ventilatsiooniga kontrollitavatest tingimustest või eelnevalt määratletud maksimaalsest HRR-st. Seda väärtust saab valida kirjanduse, eksperimentide või muude usaldusväärsete allikate alusel.



## 7. VAJALIK EVAKUATSIOONIAEG (RSET)

RSET on aeg, mis on vajalik, et inimesed ohutult pääseksid ohu kohast ohutusse kohta. RSET väärtust saab veelgi jagada, nagu on näidatud joonisel 3.

### 7.1 Avastamise aeg

Avastamise aeg on aeg süttimise hetkest kuni tulekahju tuvastamiseni, näiteks tulekahjusignalisatsiooni või hoones viibivate inimeste poolt.

### 7.2 Alarmeerimise aeg

Alarmeerimise aeg on aeg avastamisest kuni häire aktiveerimiseni.

### 7.3 Liikumiseelne aeg

Liikumisaja eelseisund koosneb:

- avastamise aeg on ajavahemik pärast häiret või signaali edastamist ja enne, kui hoone kasutajad saavad teadlikuks tulekahjust
- reageerimisaeg on aeg, mil inimesed on häire signaali teadvustanud, kuni nad mõistavad selle tähtsust, otsustavad jätta oma praeguse tegevuse ja hakkavad evakueeruma

Liikumisaja eelseisundi võib määrata olemasolevate arvutusvahendite, kirjanduse või inseneriotsuste alusel. Liikumise eelset aeg mõjutavad sotsiaalsed, individuaalsed ja tehnilised tegurid. Soovitav liikumisaeg on esitatud tabelis 6.

**Tabel 6 – Soovitav liikumiseelne aeg**

Kasutusotstarve	Alarmeerimise viis	Kasutajad näevad tulekahju	Liikumiseelne aeg
Kontorid, koolid, kauplused, kaubanduskeskused jne	puudub	JAH	1 minut
Kaubanduskeskus	puudub	EI	4 minutit
	häirekellad/sireenid	EI	3,5 minutit
	lihtne häälteadustus	EI	2 minutit
	informatiivne häälteadustus	EI	1 minut
Väiksem sektsioon nt väike teater, kauplus, kirik	häirekellad/sireenid	EI	1 minut
Haigla (üks koridor), personal saadaval	häirekellad/sireenid	EI	2 minutit
	lihtne häälteadustus	EI	1 minut
Ööklubi, personal	sõltub alarmeerimise viisist/korraldusest	EI	1 - 1,5 minutit
Ööklubi, küllastajad	sõltub alarmeerimise viisist/korraldusest	EI	3 - 5 minutit

### 7.4 Liikumisaeg

Liikumisaeg sisaldab liikumist ja järjekorra aega ning inimeste jõudmist turvalisesse kohta.

Vähemalt järgmised parameetrid peavad olema teada:

- hoone geomeetria, sealhulgas koridorid, uksed, nõlvad ja trepid
- kasutajate tüüp, arv, asukoht, jagunemine ja omadused
- projekteeritud tulekahju stsenaariumid, mis mõjutavad inimeste väljapääsu.

Inimeste väljumise arvutamiseks võib kasutada järgmist võrrandit:

$$t_{movement} = t_{move} + t_{que} = \frac{l}{v} + \frac{n}{b * f}$$

Kus,

$t_{move}$  – liikumisaeg avatäite või järjekorda jõudmiseks

$t_{que}$  – järjekorra aeg enne ava läbimist

Rühma inimeste väljumisaja arvutamiseks võib kasutada järgmist väljendit:

Kui  $t_{move} > t_{que}$  liikumisaeg arvutatakse:

$$t_{movement} = t_{move} = \frac{l}{v}$$

Kui  $t_{que} > t_{move}$  liikumisaeg arvutatakse:

$$t_{movement} = t_{que} = \frac{n}{b * f}$$

kus:

$l$  – pikim vahemaa väljapääsuni (m)

$v$  – liikumiskiirus (m/s)

$n$  – inimeste arv, kes läbivad väljapääsu (tk)

$b$  – väljapääsu laius (m)

$f$  – inimeste vool läbi väljapääsu (p/sm)

### 7.4.1 Liikumise kiirus

Isiku liikumise kiirus sõltub paljudest teguritest, nagu inimeste vaheline kaugus, vanus, füüsilised ja vaimsed häired, iga inimese poolt kasutatav ruum, inimeste vaheline suhtlus jne.

Jalutuskiiruste lihtsustatud hindamiseks võib kasutada järgmisi näiteid.

- Tervete täiskasvanute populatsiooniga, kelle rahvastikutihedus on väiksem kui 0,5 inimest/m<sup>2</sup>, saab koridoride, ukseraamide jms horisontaalset liikumist reguleerida 1,2 m/s-ni ja liikumise kiirus laskuvatest treppidest 0,95 m/s.
- Suurema rahvastikutiheduse korral, kus tihedus on vahemikus 0,5 inimest/m<sup>2</sup> ja 3,8 inimest/m<sup>2</sup>, saab kõndimiskiirust arvutada võrrandi abil

$$S = k - a \times k \times D$$

Kus,

S – liikumiskiirus (m/s)

D – inimeste tihedus (inimene/m<sup>2</sup>)

a ja k on konstandid, mis on leitavad tabelist 7

**Tabel 7 – Ülaltoodud võrrandi konstandid**

	a	k
Horisontaalne	0,266	1,40
Liikumine treppidel alla	0,266	1,08

### 7.4.2 Kasutajate koormus

Kasutaja koormus on evakueeritavas piirkonnas asuvate inimeste koguarv. Kasutajate koormus avaldab märkimisväärset mõju nõutavale ohutu väljumise ajale ning sellele tuleb projekteerimisel erilist tähelepanu pöörata.

*Märkus:* Soovitav on, et kavandatud kasutajate koormus põhineks maksimaalsel inimeste arvul, mida oodatakse hoones samal ajal kavandatud kasutamiseks. Kasutajate koormust võib arvutada, korrutades eeldatava kasutajate tiheduse hõivatuse tüübi järgi antud hõivatuse piirkonnaga. Oodatava kasutajate tihedust võib tuletada konkreetse kinnisvara tüübi statistiliste andmete põhjal.

### 7.4.3 Isikuomadused

Soovitused kõndimiskiiruste, vooluhulkade ja muude RSET-parameetrite kohta on piiratud elujõuliste täiskasvanute tavalise elanikkonnaga. Kui hoone elanikkond ületab selle piirangu, tuleb kaaluda täiendavaid kaalutlusi. Näiteks väikesed lapsed, eakad inimesed ja füüsilise või vaimse puudega inimesed võivad kõndida väiksematel kiirustel. Lisaks sellele on mõnedel inimestel vaja rohkem ruumi (nt jalutuskepiiga pime inimene või karkudega inimene) ja see võib mõjutada voolukiirust. Lisaks sellele on võimalus, et liikumiskustega inimeste abistamisega aeglustatakse evakueerumist.

Võrdlevate lähenemisviiside puhul võib kasutajate vaheliste erinevuste mõju unarusse jätta, kui elanikkond on sama katseprojekteerimise hoones ja samaväärses võrdlushoones. Siiski, kui elanikkonnast tulenevad muutused, näiteks kooli kasutamise laiendamine päevakeskuse juurde, võetakse arvesse aja erinevusi.

## 8. DOKUMENTATSIOON

Tuleohutuse analüüs dokumenteeritakse läbipaistvuse tagamiseks läbivaatamise ja kontrollimise jaoks. Oluline on, et olulised sisendparameetrid ja eeldused dokumenteeritaks sellises ulatuses, mis muudab arvutused korratavaks.

Kõiki eeldusi ja lihtsustusi kirjeldatakse ja põhjendatakse ning kontrollitakse, et need tegurid ei muuda analüüsi järeldusi.

Dokumentide vorming peab sisaldama järgmist teavet, olenevalt kohaldatavatest tuleohutusmeetodite meetoditest:

- rakendatavad tuleohutusmeetodite eesmärgid
- hoone kirjeldus
- ohu tuvastamine ja kvalitatiivne analüüs:
  - o riski kindlaksmääramise tulemused
  - o tuvastatud tuleohutuse eesmärgid;
- hindamiskriteeriumid
- tulestsenaariumid analüüsimiseks
- kvantitatiivne analüüs:
  - o eeldused
  - o tehnilised otsused
  - o arvutusmeetodid
- meetodikate kinnitamine
- analüüsi tulemused
- järeldused
- mistahes piirangud tulevikus kasutamiseks
- viited
- joonised

Dokumentatsioon peab olema läbipaistev ja selgesti eristama kohustuslikke ja vabatahtlikke tuleohutusalaalseid eesmärke.