

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Rauno Schmeimann

RS100

KÕRGEMATE KUI NELJAKORRUSELISTE PUITMAJADE
EHITAMINE EESTIS

Lõputöö

Juhendaja:

Kadi Luht, MA

Kaasjuhendaja:

Alar Valge, MA

Tallinn 2014

ANNOTATSIOON

Kolledž: Päästekolledž	Kuu ja aasta: mai 2014
Töö pealkiri: Kõrgemate kui neljakorruseliste puitmajade ehitamine Eestis	
Töö pealkiri inglise keeles: Constructing wooden buildings higher than four stories in Estonia	
Töö autor: Rauno Schmeimann	Olen nõus oma lõputöö kättesaadavaks tegemisega elektroonilises keskkonnas. Allkiri:
Lühikokkuvõte: Käesolev lõputöö on kirjutatud teemal „Kõrgemate kui neljakorruseliste puitmajade ehitamine Eestis.“ Töö põhiosa pikkuseks on 35 lehekülge, lisasid on neli lehekülge. Töös on kaks joonist ja üks tabel. Kasutatud on 37 allikat, millele on töös viidatud. Lõputöö eesmärgiks on uurida kõrgemate kui 4-korruseliste puitkorterimajade ehitamise kompensatsioonimehhanisme Eestis. Eesmärgi saavutamiseks on autor püstitanud kaks uurimisküsimust: <ul style="list-style-type: none">• Millised on võimalikud takistused kõrgemate kui 4-korruseliste puithoonete ehitamisel Eestis?• Millised nõuded peaksid olema tagatud kõrgemate kui 4-korruseliste puitmajade ehitamisel? Eesmärkide saavutamiseks viis autor läbi dokumendianalüüsi ja intervjuu erialavaldkonna spetsialistidega. Töö raames võrdles autor kolme erineva riigi tuleohutusnõudeid puitkonstruktsioonide projekteerimisel. Teiseks uuriti töö käigus erialavaldkonna spetsialistide arvamust kõrgemate puithoonete projekteerimisel. Selle jaoks viis autor läbi intervjuud tuleohutusjärelvalve ja erialavaldkonna spetsialistidega.	
Võtmesõnad: tuleohutus, puitkonstruktsioonid, mitmekorruselised puithooned, tuleohutusnõuded	
Võõrkeelsed võtmesõnad: fire safety, timber structures, multistorey timber buildings, fire requirements	
Säilitamise koht: Sisekaitseakadeemia	
Kaitsmisele lubatud	
Kolledži direktor: Ain Karafin	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja: Kadi Luht	Allkiri:
Kaasjuhendaja: Alar Valge	Allkiri:

SISUKORD

ANNOTATSIOON	2
MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU	4
SISSEJUHATUS	5
1 PUITKONSTRUKTSIOONI TULEOHUTUS.....	7
1.1 Regulatsioonid	8
1.2 Olulised tuleohutusnõuded.....	9
1.3 Tuleohutuse strateegia.....	12
1.4 Passiivne tulekaitse	14
1.4.1 Puidu söestumine	16
1.5 Aktiivne tulekaitse	18
1.5.1 Sprinklersüsteem.....	19
1.5.2 Veeudu kustutussüsteem	20
2 TULEOHUTUSNÕUETE VÕRDLUS RIIGITI	22
2.2 Eesti, Soome ja Rootsi ehitusnormi võrdlus	22
3 EMPIIRILINE UURING	25
3.1 Uuringu eesmärk, valim ja protsess	25
3.2 Uuringu tulemused.....	26
4 JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD.....	28
KOKKUVÕTE	30
SUMMARY	31
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU	32
LISA 1 LUBATUD KORRUSTE ARV RIIGITI PUITKORTERMAJADES.....	36
LISA 2 SOOME HOONETE KORRUSTE ARVU, KÕRGUSE JA PINDALA PIIRANGUD TP2- JA TP3- KLASSI HOONETES	37
LISA 3 EESTI HOONETE KORRUSTE ARVU, KÕRGUSE JA PINDALA PIIRANGUD TP2- JA TP3- KLASSI HOONETES	38
LISA 4 INTERVJU PLAAN	39

MÕISTETE JA LÜHENDITE LOETELU

VV315 – Vabariigi Valitsuse määrus nr 315

IMO - Rahvusvaheline Mereorganisatsioon

CPR - Euroopa tootedirektiivi

EL – Euroopa Liit

CEN/TS - Euroopa Standardikomitee tehniline spetsifikatsioon

NFPA 750 – Ameerika veeudu kustutussüsteemi standart

SKA - Sisekaitseakadeemia

SISSEJUHATUS

Puit on looduslik orgaaniline materjal, mida on ehitusmaterjalina kasutatud juba aastatuhandeid. Kuigi puit on põlev materjal ja seda ei saa ühegi kaitsevahendi abil muuta täiesti mittepõlevaks – on võimalik puit muuta raskesti süttivaks. Puidu põlevuse tõttu on puidu kasutamist ehitusmaterjalina tugevalt reguleeritud normide ja standarditega. Tuleohutus on oluline kriteerium turvalisema elukeskkonna kujundamisel ja hoonete materjalide valikul. (Frangi, Fontana 2010)

Euroopa Liidu energiapoliitikast lähtuvalt on paljud euroopa riigid võtnud eesmärgiks vähendada süsinikdioksiidi heitkogused, et võidelda kliimamuutuste vastu. 2008. aastal võeti Euroopa Parlamendis vastu Euroopa Liidu kliimapakett, mille plaan on aastaks 2020 vähendada ELi kasvuhoonegaaside heitkoguseid 20% ulatuses. Paljudel juhtudel on see põhjustanud suurenenud puidu kasutamise, mis on alternatiiviks tavapärasele ehitusmaterjale nagu teras ja betoon. (Energiamajanduse...2014)

Praegusel hetkel ei ole üldjuhul lubatud Eestis ehitada kõrgemaid kui 4-korruselisi puithooneid. Vastavalt Eestis kehtestatud normile, nagu Vabariigi Valitsuse määrus nr 315 (edaspidi: VV315) „Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded” sätestatakse, et tulepüsisivusklassi TP2 kuuluv puidust korterelamu tohib olla vaid kuni neljakorruseline (Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded, 27.10.2004). See tähendab, et kõrgemad hooned tuleb projekteerida vastavalt TP1 tulepüsisivusklassile. Võrreldes Eestiga lubatakse Soomes alates 2011. aastast ehitada kuni 8-korruselisi puitelamuid (Suomen...2014). Lõputöö eesmärgiks on uurida kõrgemate kui 4-korruseliste puitkorterimajade ehitamise kompensatsioonimehhanisme Eestis.

Eesmärgi saavutamiseks on autor püstitanud kaks uurimisküsimust:

- Millised on võimalikud takistused kõrgemate kui 4-korruseliste puithoonete ehitamisel Eestis?
- Millised nõuded peaksid olema tagatud kõrgemate kui 4-korruseliste puitmajade ehitamisel?

Peatükis 2 on toodud võrdlus Eesti, Soome, Rootsi puitmajade projekteerimisnõuete erinevuse kohta, mille aluseks on võetud asjakohase riigi kehtiv tuleohutusnorm. Tehnilised nõuded riigiti tuleohutuse valdkonnas erinevad. Autor võttis võrdluse aluseks Eesti, Soome ja

Rootsi ehitusnormi, mis reguleerivad asjakohase riigi hoonete projekteerimist. Võrdluse leidmiseks kasutas autor dokumendianalüüsi.

Empiirilises uuringus on välja toodud tuleohutusjärelvalve ja erialavaldkonna spetsialistide arvamus kõrgemate kui 4-korruseliste puitehitiste projekteerimise ja ehitamise kohta Eestis. Samuti viis autor läbi intervjuu siseministeeriumi pääste- ja kriisireguleerimispoliitika osakonna töötajaga. Autor kasutas andmeanalüüsimeetodiks poolstruktureeritud intervjuud.

Töö kirjutamisel on autor kasutanud Eesti, Soome ja Rootsi kehtivaid õigusakte ja standardeid, eesti- ja võõrkeelset erialast kirjandust. Samuti konsulteerinud mitmete eriala- ja tuleohutusvaldkonna töötajatega ja saanud neilt mitmekülgset abi.

Autor tänab lõputöö juhendajat Kadi Luhti, kaasjuhendajat Alar Valget ja kõiki lõputöö valmimisele kaasa aidanud inimesi.

1 PUITKONSTRUKTSIOONI TULEOHUTUS

Puit on laialt saadaval looduslik ressurss kogu Euroopas. Puit on ainus 100% taastuv ehitusmaterjal, selle kasutamine fossiilkütusel põhinevate mittetaastuvate materjalide asemel vähendab negatiivset mõju keskkonnale (Eesti...2014). Nõuetekohase haldamisega on toorpuidu potentsiaal tulevikus pidev ja jätkusuutlik. Tänu madala energiakulule ja vähesele saastele, mis on seotud puitkonstruktsioonide tootmisega, on keskkonnamõju palju väiksem kui teistel ehitusmaterjalidel. Puidust välisseina tootmisele kulub neli korda vähem energiat kui kergkruusaplokkidest laotud seinapuhul (Piik 2014). Samuti on puit oma materjali omaduste poolest kerge ehitusmaterjal, kuid võrreldes selle massiga on tugevus suur, puidu tugevuse/kaalu suhe on isegi suurem kui terasel (Köhler 2008:1-2).

Puidu osakaal Eesti ehitusektoris on madalam, võrreldes teiste tavapäraste ehitusmaterjalidega nagu teras ja betoon. Viimaste andmete kohaselt on puidu ehitusmaht ehitussektoris 9% (Haidinger 2003). Peamiselt on selle tinginud arvamus, et puidust ehitatud hooned on tuleohtlikud. Viimase kahekümne aasta jooksul on pikaajalise puidu kasutamisega mitmekorruseliste hoonete ehitamise osas juhtival kohal Põhjamaa (Guðnadóttir 2011). Soomes 2011. aastal kehtima hakanud uued ehitusreeglid lubavad puitkonstruktsioonidel põhineval hoone korruse arvuks kuni kaheksa (Östman 2014:181). Rootsis ja Norras puitkonstruktsioonidele korruse piirangut ei seata. Eesti nõuded mitmekorruseliste hoonete ehitamise osas on jäänud tagasihoidlikumaks. Lubatud korruste arv on riigiti tabelina väljatoodud LISA 1.

Puit on põlev ehitusmaterjal, mis võib süttida 300-400 °C juures (Guðnadóttir 2011). Ehitiste projekteerimisel on olulisel kohal turvalisus. Seetõttu on ka puidu kasutamisel oluline eeldus materjali piisav tuleohutus. Levinud on arvamus, et puitmaja on tuleohtlikum kui kivimaja. Tegelikult on ka puidust maja võimalik ehitada tulekindlalt ja ohutult. Puitkonstruktsioonide tulepüsivus ei ole halvem kui kivist, betoonist või metallist konstruktsioonidel. Puidu tulepüsivusvõimet tõstab tulekahju ajal puidu pinnale moodustuv söekiht, mis kaitseb allesjäänud puidukihte. Peamine põhjus puidu vähesel kasutamisel on seotud tema süttivusega tulekahju korral. Seetõttu on seadustesse ja normidesse seatud mitmed piirangud puidu kasutamisele. (Piik 2014)

1.1 Regulatsioonid

Ehitusregulatsioonid erinevad oma nõuete poolest üle terve Euroopa. Iga riik on kehtestanud omad nõudmised tuleohutute puithoonete projekteerimiseks. Peamiselt sätestavad regulatsioonid hoone tulekahju ja selle ohu vältimiseks olulised tuleohutusnõuded. Tuleohutusnõuded kohaldatakse evakuatsiooniteedele, trepidele, koridoridele, varuväljapääsudele ja vajalikele tehnilistele meetmetele, nagu suitsuandurid, sprinklersüsteemid, suitsu väljalaske süsteemid. Kõik need meetmed on vajalikud sõltumata konstruktsiooni materjalist. (Frangi, Fontana 2010)

Üldiselt muudetakse ehituseeskirjade regulatsioone funktsionaalsuse või efektiivsuse kriteeriumite saavutamise poole, normatiivide sätestamise asemel. Sellisele arengule andis hoogu ehitustoodete direktiiv (ingl. k. Construction Products Directive), mis võeti Euroopa Liidu siseselt kasutusele 1988.-dal aastal. CPD on 2013. aastal asendatud ehitustoodete määrusega CPR (Construction Products Regulation) (Construction...2014). Määruse kasutuselevõtuga avardusid liikmesriikide ehitusmaterjalide turud. See on soodustanud ka mitmekorruliste puitehitiste kasutusele võttu paljudes riikides. (Östman, Källsner 2011)

Enamasti koosnevad Euroopa standardid kooskõlastatud verifikatsiooni meetodikal. Need standardid eksisteerivad tehnilisel tasandil aga ehitusohutust reguleerib poliitilisel tasandil asjakohase riigi seadusandlus. Euroopa uued kooskõlastatud standardid loodetavasti aitavad kaasa erinevate riikide regulatsioonide ühtlustamisele. See on keerukas protsess, mille elluviimise kiirus varieerub riigiti. (Östman, Källsner 2011)

Puidu tulepüsivuse arvutamise nõuded ja meetodid sätestatakse standardis Eurokoodeks 5 osa 1.2. Tulepüsivusarvutusstandard käsitleb ainult tulekaitse passiivseid meetodeid. Aktiivse tulekaitsemeetodeid antud standardis ei ole käsitletud.

Ehitiste tehniliste nõuete süsteemide variatsioon on lai üle terve Euroopa. Eesmärgid ja teemad on üsnagi sarnased ning enamus riike nimetab enda regulatsioone efektiivsusel baseeruvateks. Puitehitistele mõjuvate nõuete uurimisel leiti ja analüüsiti viite erinevat ehitusregulatsiooni: tuleohutus, akustika ning vibratsioon, stabiliseeritus, seismoloogiline disain ning konstruktsiooni vastupidavus. Sellest selgus, et kõige selgemalt ette antud regulatsioonideks oli tuleohutus ning akustilised omadused. Ülejäänud regulatsioonid puitehitisi nii suurelt ei mõjuta kuid võivad piirata ehitistes puidu kasutamise mahtu. (Östman, Källsner 2011)

1.2 Olulised tuleohutusnõuded

Ehitised jagatakse VV315 määruse mõistes tuleohutusest ja kasutamiststarbelt tulenevalt seitsmeks kasutusviisiks. Elamud ja eluruumid kuuluvad I kasutusviisi alla. Puidust kandekonstruktsioonil põhinevad kolme- kuni neljakorruselised elamud tuleb ehitada TP2 tulepüsivusklassi nõuetele. Kõrgemaid puitelamuid määrus hetkel üldjuhul ehitada ei luba. Teisalt lubab määrus tõendada ehitise vastavust olulistele tuleohutusnõuetele arvutuslikult, analüütiliselt või muul usaldusväärsel viisil (VV315). Oluline, et tagatud on inimeste evakuatsioon, varakahjude vähendamine ning keskkonnakahju. Puitkonstruktsioonide projekteerimise korral on vaja tõestada vastavus nõutud tulepüsivuskriteeriumidele (Just 2007). VV315 määrus sätestab hoone projekteerimisel olulised tuleohutusnõuded, mis peavad olema täidetud kogu ehitise kasutusaja vältel. Tuleohutuse seisukohalt peab ehitise olema projekteeritud ja ehitatud selliselt, mis vastaks tulekahju tekkimise korral järgmistele tingimustele:

- Ehitise kandevõime peab ettenähtud aja jooksul säilima
- Tule ja suitsu teke ning levik ehitises peab olema piiratud
- Tule levimine naaberehitistele on takistatud
- Inimesed saavad ehitisest evakueeruda või saab neid muul viisil päästa
- Arvestatud on päästemeeskondade ohutuse ja nende tegutsemisvõimalustega

Puitu on lubatud kasutada kandekonstruktsioonides eeldusel, et täidetud on nõuded konstruktsiooni kandevõimele ja tuletõkestusvõimele tulekahjuolukorras (Östman 2014:59). Suured puitkandetarindid omavad tuleohutuse mõttes terase ja betooni ees isegi eeliseid, sest puidu kandevõime säilivusaega tulekahjus on lihtne prognoosida (Riistop 2005). Kõrgel temperatuuril kaotab teras puidust oluliselt kiiremini oma kandevõime ning paindub läbi, puidu pealispind aga söestub aeglaselt ning konstruktsioonid peavad kauem vastu (Koitla 2012). VV315 §9 sätestab nõude, et „ehitise konstruktsioon peab tulekahju korral säilitama ettenähtud aja jooksul oma kandevõime nii, et ehitises viibivad inimesed jõuaksid mõistliku aja jooksul ohutusse kohta ning päästemeeskonnal oleks võimalik inimesi ja vara päästa ning tuld kustutada.” Määruse alusel peab TP2 tulepüsivusklassi kuuluv kolme- või neljakorruseline I ja V kasutusviisiga ehitise kandevõime olema R60. See tähendab, et ehitise konstruktsioon ei tohi 60 minuti jooksul tulekahjus variseda. Ehitise kandekonstruktsiooni kandevõimet on võimalik tõendada vähemalt ühel järgmisel viisil: katseliselt, arvutuslikult,

ühendades katse- ja arvutustulemused või kasutades tunnustatud tabelarvutust (VV315). Ehitised ja selle osad jaotatakse tuleohutusest lähtuvalt kolme tuleohutusklassi.

VV315 § 4 sätestab järgmised tuleohuklassid:

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

Teiseks oluliseks nõudeks on tule ja suitsu teke ja leviku piiramine hoones. Tulekahju tekkimise korral peab hoone ehituslikud kaitsemeetmed takistama tule ja suitsu levikut teistesse hoone osadesse. Seda võib iseloomustada konstruktsiooni tulepüsivusvõimena. Määruse mõistes käsitletakse tulepüsivusena ehitise konstruktsiooni või selle osa võimet säilitada ettenähtud aja jooksul kande- ja soojusisolatsioonivõimet ning terviklikkust. Ehitise kandekonstruktsioonide ja tuletõkkeseksioonide moodustavate konstruktsioonide tulepüsivus määratakse lähtuvalt konstruktsiooni kandevõimest (tähis R), tihedusest ehk terviklikkusest (tähis E) ja soojusisolatsioonivõimest (tähis I). VV315 §10 sätestab, et „ehitis peab tule ja suitsu levimise takistamiseks, evakuatsiooni tagamiseks, päästetööde kergendamiseks ning varakahjude piiramiseks olema jaotatud tuletõkkeseksioonideks.” Tuletõkkeseksioon peab olema ehitatud nii, et tule levimine ühest tuletõkkeseksioonist teise on ettenähtud aja jooksul takistatud. Tulepüsivusaega hinnatakse minutites. TP2 hoone nõutud tuletõkkeseksiooni tulepüsivusaeg on EI60. See tähendab, et tuletõkkeseksiooni tihedus ja soojusisolatsioonivõime peab takistama tule ja suitsu levikut vähemalt 60 minutit. (VV315)

Puidust kandekonstruktsioonide tulepüsivusaja suurendamiseks on kaks peamist võimalust. Esiteks kasutada kandekonstruktsioonides suuremaid puidu mõõtmeid. Puidu suurem ristlõige tagab pikema puitkonstruktsiooni tulepüsivusaja, kuna puidu söestumiskiiruse, tugevuse ja jäikuse vähenemine on aeglasemad (Östman 2014:58). Teiseks on olulised tulekahju korral konstruktsioonide omavahelised liited. Metallist kinnitusvahendite kasutamisel tuleb olla ettevaatlik, kuna metall juhib soojust puidust paremini ning tulekahju

korral võivad kinnitused juhtida soojust puitkonstruktsiooni sisse. Selle tulemusena väheneb puidu kandevõime seal, kus metall puutub kokku puiduga. (Piik 2014)

Täpsemad puidu tulepüsivuse arvutamise nõuded ja meetodid sätestatakse standardis Eurokoodeks 5 osa 1.2

Kolmandaks ei tohi tule levik ühelt hoonelt teisele ohustada inimeste turvalisust ega põhjustada olulist majanduslikku või ühiskondlikku kahju. Põlevad hooned võivad kujutada ohtu ka teistele hoonetele. Põlev hoone kiirgab kuumust ning tuli võib levida sädemete või leekide kaudu. Hoonete vaheliseks kauguseks on määratud vähemalt 8 meetrit. Alla selle tuleb tule leviku piiramine tagada muude ehituslike meetmetega (VV315). (Östman 2014:167)

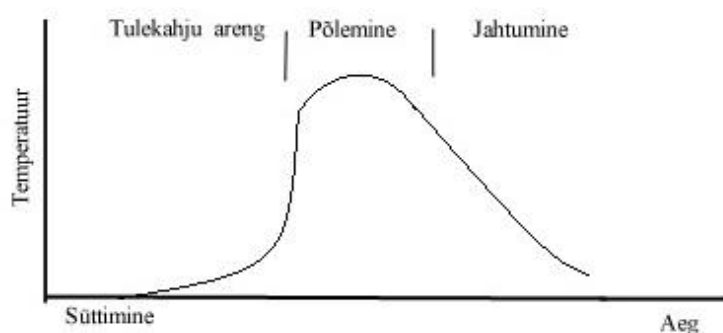
Neljandaks peavad inimesed saama ehitisest evakueeruda või saab neid muul viisil päästa. Hädaolukorras evakueerimine tähendab kohest ja kiiret lahkumist hoones tekkiva ohu tõttu. Evakueerimise plaanid on välja töötatud, et tagada ohutu ja tõhus evakueerimine kõikidele hoones viibivatele isikutele. Õigel planeerimisel tagatakse piisav arv väljapääse ja alarmsüsteeme, et tagada täielik evakuatsioon. Need võivad hõlmata häiresignaali, mis teatavad häirest foneetiliselt ja visuaalselt. Evakuatsioonina käsitatakse VV315 määruse tähenduses „kasutajate sunnitud väljumist ehitisest või selle osast ohutusse kohta kas tulekahju, õnnetusjuhtumi või muu ohtliku olukorra või selle võimaluse korral.” Evakuatsiooni tagamiseks peab hoones olema piisav arv kergesti läbitavaid evakuatsiooniteid ning evakueerumisaeg ei tohi põhjustada ohtu ehitise kasutajatele. Hoones peab olema piisav arv sobivalt asuvaid väljapääse, mis on piisavalt avarad, kergesti läbitavad ning selgelt märgistatud, nii et evakuatsiooni aeg hoonest ei põhjustaks ohtu. Pääsud peavad viima hoonest väljaspoole maapinnale või kohta, mis on ohutu tulekahju korral. „Ehitise igalt evakuatsioonialalt, kus alaliselt viibib või töötab inimesi, peab üldjuhul olema võimalik jõuda vähemalt kahe erineva, hajutatult paigutatud evakuatsioonipääsuni” (VV315). Kuni kaheksakorruselises korterelamus lubatakse evakuatsioonipääsude arvuks üks. (Östman 2010:21-22)

Viidendaks peab olema tagatud päästemeeskondade ohutus ja nende tegutsemisvõimalused. Tulekahju puhkemisel korral reageerivad päästjad peavad päästetööde tegemisel jõudma teatud aja jooksul ohutult päästa inimesi. Tulekahju kustutamiseks peab päästemeeskonnale olema tagatud ehitise juurdepääs ja ehitist teenindavale tuletõrje veevõtukohtale. (VV315)

1.3 Tuleohutuse strateegia

Teadmised tulekahju baaskäitumise, elanike ja hoonete kohta tulekahju ajal on oluline eeltingimus eduka tuleohutuse strateegia valimisel. Kõige tõhusam viis tulekahju efektiivseks kontrollimiseks on luua põhjalik tuleohutuse strateegia vastava meetmete kombinatsioonidega, mis täidavad tuleohutuse eesmärged. Sõltuvalt konstruktsiooni tüübist on lisaks traditsioonilistele konstruktsioonide tuleohutuse meetmetele vaja tagada erinevaid tehnilisi lahendusi. Nagu näiteks tulekustutussüsteemid ja suitsu avastamise süsteemid. (Frangi, Fontana 2010)

Joonisel 1 on toodud tüüpiline tulekahju areng toa tingimustel. Pärast süttimist võivad tulekahjud areneda väga kiiresti, sõltuvalt põlevmaterjali tüübist, kogusest, lähedal asuvatest süüteallikatest, ruumi geomeetriast ja ruumi ventilatsioonist. Tulekahju areng, mida ei suudeta kiiresti kontrolli alla saada hakkavad kiiresti kasvava temperatuuri mõjul kahjustama kõiki kaitsmata põlevmaterjale. Kõikides hoonetes on vallasvara nagu mööbel, seadmed, kaubad, mis oluliselt suurendavad põlemiskoormust. Põlemisprotsessi käigus vabaneb energia, gaas ja suits. Ligikaudu 80% tulesurmadest on tingitud tulekahjus eralduvate toksiliste põlemissaaduste tõttu. Kuumus on esmane põhjus hoone konstruktsiooni kahjustamisel. Mehaanilised ja termilised omadused ehitusmaterjalidel muutuvad temperatuuri tõusmisel. Teadmised temperatuuri ja aja arengust tulekahju ajal hoones on kõige olulisem tulekahju analüüsi jaoks. (Östman 2010:15-16)



Joonis 1. Standardtulekahju kõver (Östman 2010:15-16)

Puidust ehitiste tuleohutust peetakse üheks peamiseks takistuseks, et suurendada puidu kasutamist ehituses. Enamik tuleohutusnõuded Euroopas on traditsiooniliselt olnud liiga ranged ja põhinenud suurte linnade tulekahjude kogemusel. Tuleohutus on oluline kriteerium hoones viibivate isikute turvalisusele ja hoone materjalide valikul. Peamine eeltingimus

suurendamiseks puidu kasutamist ehitistes on piisava tuleohutuse tagamine (Östman, Källsner 2011).

Esimesed varjualused, mis kunagi ehitati puidust või muust taimsest materjalist olid loomulikult tuleohtlikud. Ühiskonna areng tekitas suuremate ja keerukamate puitehitiste kasvu suurenemist külades ja linnades. Tuleohutusala reguleerimise puudumine aga tõi kaasa ulatuslike tulekahjude teke, kuna tuli levis hoonelt hoonele. Näiteks kolmandal sajandil eKr oli palju tulekahjusid Roomas, mis hävitas suure osa linnast. Linna taastamisel hakati parandama vesivarustust, hoonete vahelist kaugust ning hakati kasutama kive teatud maja osades. Elanikkonna kasv Euroopas muutis aga linnad suuremaks ja ülerahvastatuks, nagu Roomas, kus tulekahjud võisid kergesti ja kiiresti levida üle kogu linna. (Thomas 2008)

Tuntuim näide on suur tulekahju Londonis 1666. aastal. Enne seda sündmust toimus veel tulekahju 1633. aastal, kus üle 80% linna hävis. Aastal 1661 keelustas Charles II välja ulatuva ehituse, mis tagab kaitset madalamatele korrustele. Seejuures lubades vangistada ehitajad, kes neid nõudeid rikuvad ja lammutada maha ohtlikuid hooneid. Neid teadaandeid üldiselt ignoreeriti. Pärast 1666. aastal tekkinud tulekahju hakati laiendama tänavaid ja uued hooned ehitati peamiselt tellistest või kivist. Suuremates linnades ühendkuningriigis on järgi jäänud väga vähe puithooneid. (Carlson 2005)

Suured tulekahjud puitlinnades jäävad kaugete aastate taha. Arenenud tuleohutusmeetmed ja majade konstruktsioon on puidu piiranguid kasutamisele linnaehituses kärpinud. Peamine tulekahju põhjus majas on ikkagi hoone elanik ja esimesena süttib enamasti ruumi sisustus, mitte seinamaterjal. Praktikast on teada väga vähe juhtumeid, kus tulekahju on alguse saanud puidust kandekonstruktsioonidest. Tuleohu aspektist lähtuvalt ei olegi niivõrd tähtsad piirangud kandekonstruktsiooni põlemisomadustele, kui võrd hoones sees toimuv (Just 2005). Oluline faktor puitmajas on tule leviku kiirus, mida saab aga üsna efektiivselt piirata. (Riistop 2005)

Traditsioonilisi tuleohutusnõudeid võib määratleda meetmete arvu järgi, liigitades ennetavateks või kaitsvateks. Meetmed, mille eesmärkideks on töötada enne tekkeolukorda, takistades tulekahju initsiatsiooni, on kasutatavad kui ennetavate vahenditena. Sellised meetmed peaksid tagama, et õnnetus ei juhtu või vähemalt aeglustama arengut, mis võib põhjustada raske õnnetuse. Meetmed, mis on ette nähtud töötama pärast konkreetset algpõhjust, liigitatakse kaitsvateks vahenditeks. Need takistused peaksid kaitsma keskkonda ja inimesi, alates õnnetuse tagajärgede toimumisest. (Nystedt 2011)

1.4 Passiivne tulekaitse

Hoone oluliste tuleohutusnõuete tagamisel lähtutakse passivsest ja aktiivsest tulekaitse meetodist. Tulekaitse on vahend, et pärssida või vähendada süttimist, selle arenemist, tule levikut ja selle mõju keskkonnale (Donohue 2012). Enamik inimesi on tuttav peamiste aktiivse tulesummutuse meetoditega nagu sprinklerid ja tulekustutid. Passiivne tulekaitse oma lähtepunktist võib jääda inimesele märkamatuks või peaaegu unustatuks - kuni päevani, mil ta tõesti hindab ja sõltub sellest. Passiivne tulekaitse, vaatamata oma nimele, on alati töös. Nõuetekohaselt projekteeritud passiivne tulekaitse aitab ennetada konstruktsiooni varisemist ning võib päästa elusid, vara ja hoonet. (Aker 2008)

”Passiivse tulekaitse eesmärk on osta aega evakuatsiooniks või ümberpaigutada hoone kasutajad ohutusse kohta” (Donohue 2012). Passiivse tulekaitse moodustavad põrandad, seinad, laed ja seinakonstruktsioonid, mis peavad olema ehitatud nii, et piirata soojusülekanne või suitsu levikut ühest hoone osast teise.

Passiivsel tulekaitsel on järgmised funktsioonid (Donohue 2012):

- Hoone kasutajate kaitsmine hädaolukorras
- Kaitse tule ja suitsu leviku eest
- Kaitsta hoone süsteeme ja konstruktsioone

Vanasti, mil hooneid reklaamiti kui "täiesti tulekindlaid." on tänu teaduse ja kogemustega ümberlõkatud. Oleme jõudnud arusaamisele, et piisava soojuse toimel teras sulab, betoon killustub ja puit põleb või söestub. Alates 1960. aastast on ehituse ja kindlustuse valdkonnas hakatud kasutama mõisteid nagu "vastupidavus tulele" ning hiljuti "tulekindlus," mis kajastab arusaama, et kaitstud konstruktsioonid on tulele vastupidavad teatud aja jooksul. (Donohue 2012)

Ehituslik tulekaitse tagatakse hoone ehitustehniliste detailidega, mis on projekteeritud ja ehitatud selliselt, et säiliks konstruktsiooni kandvad ja isoleerivad nõuded minimaalse kestuse aja jooksul tulekahju korral. Hoone eralduselemendi moodustavad tuletõkkeseptsioonid, mis peavad takistama tule levikut teistesse hoone osadesse või kõrvalasuvale hoonele. Üldiselt töötab hoone jagamine septsioonideks põhimõttel, et anda piisavalt aega põgenemiseks ja päästetööde teostamiseks ning kaitsta tulekahju levimine kõrvalasuvatele hoonetele. (Östman 2010:19-20)

Tuli levib harva ühest hoone osast teise põledes läbi seina või põranda. Tavaliselt levib tuli mööda ühiseid peidikuid seintes või lagedes, kütte- ventilatsiooni kanalisüsteemide, elektri- või sidekaablite või lahtiste uste kaudu. Seega, selleks, et tagada terviklik tuletõkkesektsioon, on vaja, et iga ava või läbiviik (juhtmestik, torustik ja püstikud) on kaitstud, et takistada tule levikut. Tuli võib levida teise sektsiooni ka läbi akende, mööda fassaadi, katuseräästa või katusekonstruktsioonide. Täpsuse ja kvaliteedi tagamine ehituse ajal on seetõttu hädavajalik, et tagada tõhus konstruktsiooni passiivne tulekaitse. (Östman 2010:19-20)

Tühimikes tekkivad tulekahjud on ettearvamatud, kuna need võivad levida kiiresti või aeglaselt konstruktsiooni sisemuses. Varjatud tulekahjud võivad täielikult põleda või hõõguda. Täielik põlemine võib toimuda konstruktsiooni avamisel kui hõõguv tuli saab õhku. Uuringute tegemisel on tulnud ilmsiks, et põlemise faasi jõudnud tulekahju arenemine tühimikes võib olla kiirem kui standardse tulekahjukõvera korral. Tule levimise oht tühimikes võib esineda erinevates konstruktsiooniga hoonetes, kuid tagajärjed puitehitistes võivad olla tunduvalt rängemad. Põhiliselt on see probleem just vanemates puitmajades. Uuemates puithoonetes saab seda ära hoida tuletõkete abil. (Östman 2014:125)

Viimaste kümnendite jooksul on maailmas tehtud palju uurimistööd puitkonstruktsioonide tulekahjus käitumise kohta, mille eesmärgiks on pakkuda põhilisi andmeid ja teavet puidu ohutu kasutamise kohta. Tänu paranenud teadmistele puitkonstruktsioonide tuleohutuse valdkonnas koos tehniliste meetmete nagu sprinklersüsteemide ja suitsu avastamise seadmete kasutamisega, võimaldab ehitada tuleohutuid puitelamuid. Selle tulemusena on paljud riigid hakanud muutma oma tuleohutusnõudeid, võimaldades seega suuremat puidu kasutamist. (Östman, Källsner 2011)

Puidu jäikus ja tugevus väheneb olulisel määral temperatuuri tõusmisel (Frangi, Fontana 2010). Puidu temperatuuri tõusmisel hakkab puidus olev vesi aurustuma. Veeaur liigub puidu välispinna poole ning eraldub. Kuiva puidu temperatuur tõuseb veelgi, kuni selle kiud hakkavad lagunema. Temperatuuril umbes 200°C hakkab puitu kahjustama kiire termiline lagunemine. Seetõttu on oluline katta puikonstruktsioonid tulekindlatest materjalidest, mis aitavad takistada temperatuuri mõju puidule. (Östman 2014:57)

1.4.1 Puidu söestumine

„Tulele avatud ja kaitsmata puidust konstruktsioonielemendid söestuvad. Puitelemendi tulepüsivuse arvutamiseks vähendatakse selle esialgset ristlõiget söestumissügavuse võrra” (Östman 2014:79). Puidu käitumist tulekahjuolukorras arvestatakse Eurokoodeks 5 puidu söestumiskiirusega. Söestumiskiirus on füüsikaline omadus, mis sõltub puidu tihedusest, niiskusesisaldusest, kiudude suunast ja soojuse mõjust ning võib jääda vahemikku 0,5 kuni 2 mm/min (Östman 2014:58). Puit süttib lahtisest leegist või suurest kuumusest. Puidu süttimiseks peab tema pinnatemperatuur olema üle 400 °C. Tuli levib mööda puitelemendi pinda, süüdates üha uusi pindu. Tulekahju alguses põleb tuli jõuliselt ning puidu ristlõike ümber moodustub isoleeriv puusöe kiht (Just 2005). Puidu põlemisel hakkab välispinnakiht söestuma ning söekiht moodustab puidule isoleeriva kihi. Söestumiskiht kaitseb allesjäänud puitu kõrgete temperatuuride eest. Tekkinud söekihi soojajuhtivus on ligi kuus korda väiksem kui puidul. Söestumine toimub ühtlase kiirusega ning selle järgi on võimalik tulest puutumata jääva puidu ristlõiget piisavalt täpselt määrata. (Just 2007)

Söestumiskiirusteks okaspuidu korral loetakse (EVS-EN 812-7:2008):

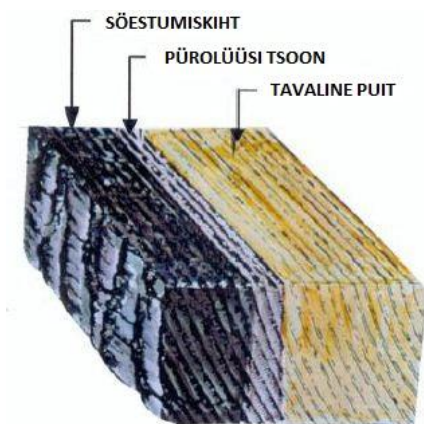
- 0,8 mm/min – ehituspuit
- 0,7 mm/min – liimpuit

Liimpuidu söestumiskiirus on ehituspuidust natukene väiksem, kuna ta on ühtlasema ja siledama pinnaga ning selles esineb vähem pragusid. (Just 2007).

Söestumiskiiruseid rakendatakse olenemata tulele avatud pinna paiknemise suunast. Vertikaalsete ja horisontaalsete pindade suhtes vahet ei tehta. Nii kohaldatakse samasuguseid söestumiskiiruseid pindadele, mis on tulele avatult altpoolt ning põrandapindadele, mis on tulele avatud ülaltpoolt. Pinnale ülaltpoolt avatud tulele ei ole plaatidest koosneva tulekaitsevooderdise ära kukkumine oluline ning sellega ei pea arvestama. (Östman 2014:79)

Joonisel 2 on toodud põlenud puidu tsoonid. Tulekahju ajal moodustub puidu ümber isoleeriv puusöe kiht, mis põlevate gaaside ja puusöe koosmõjul laguneb. Tavalise puidu ja söestunud puidu vahele tekib pürolüüsikiht, mis on umbes 5 mm paksune. See on tsoon, kus puit on keemiliselt mõjutatud tule poolt, kuid ei ole veel täielikult põlenud. (Just, A., Just, E., Õiger 2013)

Tavaline puit on ka veidi mõjutatud temperatuuri poolt, kuna niiskuse aurustumine puidust vähendab materjali tugevuse ja jäikuse omadusi (Guðnadóttir 2011).



Joonis 2. Puidu söestumine (Östman 2014:57)

Eristatakse ühemõõtmelist ning kahemõõtmelist puidu söestumist. Ühemõõtmeline söestumine on spetsiifiliste puiduliikide ja tiheduse füüsikaline omadus. „Ühemõõtmelise söestumise baasväärtuseks on kaitsmata poollõpmatu, pragude ja mulgustusteta puitplaadi söestumise kiirus β_0 ühemõõtmelise soojusvooga standardtulekahju tingimustes.” Kahemõõtmeline söestumine arvestab ka puidu ristlõike mõõtmeid ja suurema söestumisega nurkades. Neljakandiliste ristlõigete nurkades on soojusvoog tavaliselt kahemõõtmeline ja annab jääkristlõikele ümarama kuju. (Östman 2014:80)

Ühemõõtmelise söestumise sügavust $d_{char, 0}$ on võimalik arvutada järgmise valemi abil: (Östman 2014:80)

$$d_{char, 0} = \beta_0 t$$

kus t on tulekahju aeg ja β_0 on ühemõõtmelise, kiudude suhtes täisnurga all oleva söestumise kiirus.

Kahemõõtmelise söestumise arvutamiseks kasutatakse valemit: (Östman 2014:80)

$$d_{char, n} = \beta_n t$$

kus β_n on nominaalne söestumiskiirus

1.5 Aktiivne tulekaitse

Erinevalt passiivsest tulekaitsest, rakendub aktiivne tulekaitse tööle alles siis kui tulekahju on tekkinud. Aktiivne tulekaitse on ainus viis kontrollida või summutada tulekahju, et minimeerida tulekahju korral tekkinud kahju ehitisele ja sisustusele. Peamine põhjus miks kasutatakse aktiivset tulekaitset on võita aega ohutuks evakuatsiooniks. Võib öelda, et tulekahju tekkimine ehitises on haruldane sündmus, mistõttu tuleb aktiivseid tulekaitse süsteeme nõuetekohaselt hooldada, et tagada nende rakendumine võimaliku tulekahju korral. Aktiivse tulekaitse hulka kuuluvad tulekahjualarmid, tulekahju avastamise seadmed, suitsu- ja soojuse eemaldamise seadmed, tulekustutussüsteemid jne. Järgnevalt on põhjalikumalt kirjeldatud tulekustutussüsteeme. (Östman 2010:175)

Tänapäeval kasutatakse mitmesuguseid automaatseid tulekustutussüsteeme, mis projekteeritakse vastavalt hoone tulekaitsetasemest. Hoonete tulekaitsetase sõltub reeglina tulepüsisivusklassist, tuletõkkeseksiooni pindalast ja korruste arvust (VV315). Tulekaitse seisukohalt on Eestis kasutusel mitmesugused automaatsed tulekustutussüsteemid, mida kasutatakse hoonete tulekaitseks. Kõige enam levinud kustutusüsteemid hoonetes on sprinklersüsteemid, gaaskustutussüsteemid ja veeudu kustutusüsteemid. Tulekustutussüsteem aitab piirata veekahjustusi, kuna süsteemi väljastav veekogus on väiksem sellest, mida päästeteenistus kasutab põlengu hilisemas staadiumis (Östman 2010:178).

Põhjamaades tehtud uuringu kohaselt vähendavad tulekustutussüsteemid oluliselt ehitiste sõltuvust päästeteenistuse tegevustest tulekahju arengu ja leviku piiramisel. Erinevused sprinklersüsteemiga ehitistel ja varustamata ehitiste vahel on väga suured, mis loob eelduse riiklikes normides tulekahjuarvutuste lihtsustatud käsitluses ehitistele kehtestatud detailsetest nõuetest kõrvalekallete lubamiseks. (Östman 2014:33)

Eluruumidesse paigaldatud tulekustutussüsteemide põhiülesanne on inimeste kaitsmine korteri või ruumi põlengu eest. Statistikalet toetudes toimub surmaga lõppevatest tulekahjudest 80-90% just eluruumides (Östman 2014:32). Tulekustutussüsteemid projekteeritakse hoonesse tulekahju avastamiseks ja lokaliseerimiseks. Vastavalt Vabariigi Valitsuse määruse nr 315 kohaselt, peab kolme- ja neljakorruseline TP2 hoone olema kaitstud automaatse tulekustutussüsteemiga. Lisaks traditsioonilisele sprinklersüsteemile on tehnoloogia arenguga lisandunud ka veeudu kustutusüsteem.

1.5.1 Sprinklersüsteem

Sprinklersüsteemidel on pikk ja edukas ajalugu. Kindlustusseltsid väidavad, et sprinkleri töökindlus on umbes 99% kui need on õigesti projekteeritud (Östman 2010:178). Sprinklersüsteemid on oluline osa ehitise tuleohutuse funktsiooni tagamisel (Nystedt 2011). Automaatne sprinkler on kõige sagedamini paigaldatud süsteem ja tihti kasutatakse seda riskide vähendamiseks, mis tulenevad hoone kasutamisest. Näiteks tööstuses, et kaitsta hoones viibivaid inimesi, kõrge väärtusega kaupu või seadmeid. Sageli on sprinklerid kasutusel ka moodsates hoonetes näiteks lennujaamades, ladudesse või kõrgetes korterelamutes. (Östman 2014:179)

Automaatne sprinklersüsteem on süsteem, mis rakendub tulekahju olukorras automaatselt ja jaotab piisavas koguses vett, et kontrollida tulekahju (Solomon 1992). Seda süsteemi peetakse väga usaldusväärseks tulekaitse ja tulekahju summutamise süsteemiks. Süsteem koosneb sprinkleripeadest, mis rakenduvad temperatuuri toimele (tavaliselt 57°C ja 260°C). (Hadjisophocleous, Benichou 2010)

Eristatakse peamiselt märg- ja kuivüsteeme. Märgtorustikuga sprinklersüsteemid on kõige levinumad sprinklersüsteemid. Süsteemi survetorustik on täidetud veega kuni sprinkleripeadeni. Tulekahju olukorras sulab sprinkleripea otsas asuv ampull vastava temperatuuri juures, mis tagab vee juurdepääsu tulekahjule. Torustikus langenud rõhk käivitab sprinkleripumbad. Seda süsteemi kasutatakse ruumides, kus keskkonna temperatuur ei lange alla +4°C (Naffa 2009).

Kuivüsteemi korral on süsteem täidetud veega kuni häireklapini. Torustikus on ainult surverõhk. Sprinkleripea rakendumisel langeb torustikus rõhk, mille tõttu avaneb klapp ja süsteem täitub veega. Süsteemi kasutatakse kohtades, kus õhutemperatuur ohustab vee külmumist torustikus. (Naffa 2009).

Sprinklersüsteemidele ettenähtud vooluhulk sõltub ohuklassist. Sprinkleri ohuklassid sõltuvad arvutuslikust pindalast ja intensiivsusest. Madala ohu klassi (LH) korral sätestab standart, et minimaalne veevooluhulk peab olema 225 l/min (EVS-EN 12845:2005). Kõrgemate ohuklasside korral peab veevooluhulk olema tunduvalt suurem. Mille tõttu sprinklersüsteemi rakendumise korral võivad tekkida hoones suuremad veekahjustused võrreldes veeudu kustutussüsteemiga.

1.5.2 Veeudu kustutussüsteem

Huvi, kasutada väga väikeseid veepritsset (veeudu) tulekahju summutamise süsteemina on avaldanud suurt mõju viimase 15 aasta jooksul. Majanduslik jõud ja huvi on tingitud kahest peamisest kaitsmise vajadusest. Esiteks, 1990 aastatel rahvusvaheline merenduse regulatsioon kohustas paigaldada sprinklersüsteemid reisilaevadele. Rahvusvaheline Mereorganisatsioon (IMO) otsustas, et sprinklersüsteemid peavad olema paigaldatud kõikidele olemasolevatele ja uutele reisilaevadele, mis veavad rohkem kui 35 reisijat (Hume 2003). See kohustus inspireeris otsima süsteemi, mida võiks pidada samaväärseks sprinkleritega, kuid mis kasutaks vähem vett, väiksema läbimõõduga torusid, oleks kergem üldise kaalu poolest, kui standartne sprinklersüsteem ja loodetavasti odavam. (Mawhinney 2008)

Veeudu toime tulekahjule põhineb soojuse neeldumises, põlevmaterjali ja kuumade pindade/gaaside jahutumises, hapniku tõrjumises ning veeaurust barjääri moodustamisest. Vee sattumisel põlemistsooni see aurustub ja neelab endasse soojust. See soojushulk on kuus korda suurem kui soojus, mis on vajalik temperatuuri tõstmiseks 10 - 100 °C. Samuti jahutab veeudu ka põlevmaterjali ja teisi kuumasid pindu. Põlevmaterjali temperatuuri langemine alla tema leekpunkti, kustutab tulekahju. Põlevmaterjali niisutamisega väheneb ka uuestisüttimise oht juhul kui vesi on jõudnud piisavalt sügavale materjali sisse. Veepiiskade aurustumisel paisuv vesi põhjustab hapniku tõrjumist. 5,5 liitri vee täielikult aurustumisel 100 m³ ruumis väheneb hapniku osakaal 10%. Lisaks moodustub veeaurust barjäär, mis soojust neelates takistab põlevmaterjalil uuesti süttida ning kaitseb tulekahjus veel puutumata jäänud pindasid. (Kalde 2011)

Veeudu moodustavad väikesed veepritsmed, mis 99% ulatuses on väiksema diameetriga kui 1000 mikronit (s.o üks mm) (Mawhinney 2008). Seetõttu on ta oma kustutusomaduste poolest efektiivne, kuna väiksemad veepiisad katavad suuremat pinda ja aurustuvad kiiremini, absorbeerides endasse soojust (Liu, Kim 2001).

Vesi, oma kustutusomaduste poolest on hea kustutusvahend, kuna ta on hea soojamahtuvusega (4,2 J/gK) ja kõrge varjatud aurustumissoojusega (2,4 kJ/g), absorbeerides märkimisväärse koguse soojust leکیدelt ja kütuselt. Aurustumisel paisub vesi umbes 1700 korda. See suurendab potentsiaalset soojusneelduvust ja aurustumist, mis parandab seejärel võimalike tulesummutuse võimeid. (Liu, Kim, 2011; Mawhinney 2008)

NFPA 750 määrab minimaalseks veevoolu kestvuseks 30 minutit (NFPA 750). Soovitatav on veeudusüsteemil lasta töötada pikema ajavahemiku jooksul, kui minimaalne tulekustutusaeg seda nõuab. Esiteks, varieeruvad kustutamise ajad isegi kontrollitud katsetingimustes ja realseid ruumi tingimusi ei saa täpselt kontrollida. Teiseks, võib taassüttida vedelkütuse tulekahjud, kui kuumad pinnad ei ole piisavalt jahtunud või kui on jäänud leek varjestatud piirkonda. Põhimõtteliselt peab veevool jätkuma senikaua, kuni on kindel, et tulekahju on täielikult kustutatud ja taassüttimist ei toimu. Sellise kinnituse saamine on raske saavutada realsetes tulekahju tingimustes. Praktiliselt on ahvatlev määrata suvalise minimaalse vooluhulga kestust konservatiivsetel oletustel tõenäosus tulekahju kustutamist. (Mawhinney 2008)

Veeudu tulekahju summutamise süsteemid on oma tõhusust tõestanud erinevate tulekahjude kustutamisel. Samuti ei tekita selle kasutamine mingisugust mürgistuse ohtu ja keskkonnaprobleeme. Ja pärast ruumi kiiret puhastamist on see võimalik uuesti kasutusele võtta, mis on väga oluline hoone elanike seisukohast. (Zhigang, Kim, Carpenter, Kanabus 2004)

2 TULEOHUTUSNÕUETE VÕRDLUS RIIGITI

Käesolevas peatükis on käsitletud Eesti, Soome, Rootsi ehitusnorme, mis reguleerivad puitkorterimajade projekteerimist. Ehitusregulatsioonid erinevad oma nõuete poolest üle terve Euroopa. Iga riik on kehtestanud omad nõudmised tuleohutute puithoonete projekteerimiseks. Põhjamaa on juhtiv oma pikaajalise puidu kasutamise ja mitmekorruseliste hoonete ehitamise osas viimase kahekümne aasta jooksul (Guðnadóttir 2011). Praegusel hetkel ei ole lubatud Eestis üldjuhul ehitada kõrgemaid kui 4-korruselisi puithooneid (VV315). Määrus sätestab TP2 tuleohuklassi lubatud korruse arvuks eluhoonete korral kuni 4-korrust. Näiteks Rootsis ja Norras pole puitkonstruktsioonide hoonete ehitamisel korruse piirangut (vt LISA 1). Peatükis on autor koostanud tabeli, kus võrreldakse Eesti 3-4 korruseliste, Soome 3-8 korruseliste ja Rootsi 5-8 korruseliste puithoonete projekteerimise nõudeid. Autor valis võrdluseks kolm peamist Eestile lähedamal asuvat riiki.

2.2 Eesti, Soome ja Rootsi ehitusnormi võrdlus

Käesolevas peatükis on autor koostanud tabeli, et võrrelda erinevate riikide tuleohutusnõudeid puitkonstruktsioonide projekteerimisel. Võrdluse aluseks on võetud Eestis kehtiv Vabariigi Valitsuse määrus nr 315, Soomes kehtiv ehitusmäärus "Rakennusten paloturvallisuudesta," jõustunud 2011. aastal ja Rootsis kehtiv ehitus- ja planeerimisameti määrus "Boverkets byggregler 19 BFS 2011:26."

Alates 2011. aastal Soomes kehtima hakkanud uued ehitusreeglid pakuvad uusi võimalusi puidu kasutamiseks elumajades ja kontorites (Östman 2014:181). Soome ehitusnormis jagatakse hoone tuleohuklassid sarnaselt kolmeks (P1, P2, P3), nagu ka Eestis (TP1, TP2, TP3). Ehitise tehnilised nõuded vastavalt tuleohuklassile on sarnased. Mõningad erinevused aga teise tuleohuklassi (P2) hoonete projekteerimisel on selles peatükis välja toodud. Rootsis jagatakse hoone tuleohutuse seisukohalt nelja ehitusklassi (Br0, Br1, Br2, Br3). Br0 tähendab väga suure kaitsevajadusega ehitist, Br1 suure kaitsevajadusega ehitist, Br2 on mõõduka kaitsevajadusega ja Br3 on väikese kaitsevajadusega ehitist. Rootsis tuleb ehitist, millel on vähemalt kolm korrust, projekteerida Br1 ehitusklassi tingimustel.

Soome ehitusmääruse järgi on lubatud P2 klassi hoone ehitada kuni 8-korruselise, arvestades ehitumääruses toodud tehniliste nõuetega (vt tabel 1). Tehnilised nõuded põhinevad

kandvatele elementidele, tule ja suitsu tekkele ja levikule ning kasutajate ja päästemeeskondade ohutuse kriteeriumitele (Östman 2014:22). Eestis lubatud TP2 puidust eluhoone võib olla kuni 4-korruseline. Kõrgema hoone ehitamisel tuleb lähtuda TP1 tuleohuklassi nõuetest. Korruste arvu piirangut Rootsis Br1 ehitusklassis puidust ehitamisel ei ole. Korruse arvu piirangud on määratletud ainult Br2 ja Br3 klassi ehitistel, aga need kehtivad kõikidele materjalidele.

Ehitise konstruktsioon peab tulekahju korral säilitama ettenähtud aja jooksul oma kandevõime nii, et ehitises viibivad inimesed jõuaksid mõistliku aja jooksul ohutusse kohta ning päästemeeskonnal oleks võimalik inimesi ja vara päästa ning tuld kustutada (VV315). Kandekonstruktsioonide nõuded Soomes P2 hoonele on sarnased Eestile, R60. See tähendab, et kandekonstruktsioon ei tohi 60 minuti jooksul tulekahjus variseda. Rootsis sõltub Br1 klassi hoonete konstruktsioonide tulepüsivusaeg korruste arvust, põlemiskoormusest ning ka konstruktsiooni tähtsusest. See võib olla R15 kuni R240. Kontori- või eluhoone, mille põlemiskoormus on alla 800 MJ/m², nõutud tulepüsivus põhikandekonstruktsioonidele on kuni 4-kordne (k.a.) R60. 5-8 kordse ehitise vertikaalne kandekonstruktsioon R90, vahelaed R60. Kõrgema kui 8-kordse puithoone projekteerimisel peavad kõik konstruktsioonid olema R90.

VV315 § 10 sätestab, et ehitise peab tule ja suitsu levimise takistamiseks, evakuaatsiooni tagamiseks, päästetööde kergendamiseks ning varakahjude piiramiseks olema jaotatud tuletõkkesektsioonideks. Eestis, Soomes ja Rootsis jaotatakse tuletõkkesektsioonid korterelamus eluruumide kaupa. See tähendab, et iga korter on eraldatud teistest korteritest tuletõkkesektsiooniga. Kõikides kolmes riigis ehitise nõutud tuletõkkesektsiooni tulepüsivusaeg on EI60. Ehitistel klassis Br1 tuleb tule ja suitsugaasi levik tuletõkkesektsioonide vahel piirata eraldava konstruktsiooniga. Rootsi määruse järgi jaotatakse konstruktsiooni tulepüsivusaeg vastavalt põlemiskoormusele. Põlemiskoormus alla 800 MJ/m² tähendab tulepüsivusajaks EI60.

Tuleohutuspaigaldistena on Eestis nõutud TP2-klassi kolme- ja neljakorruseliste hoonete trepikodades sprinklersüsteem, mille materjalid vastavad tuletundlikkuse klassile D-s2,d2. Soomes loetakse nõuetele vastavaks puidust kandekonstruktsioonide kasutamine kuni kaheksakorruselistes ehitistes kui kasutatakse sprinklersüsteemi kogu hoones. Selline kohustus tekib P2 hoones, millel on enam kui 2 korrust. Rootsis on nõutud tegevusklassis 3 kasutada eluaseme sprinklersüsteemi.

TP2- klassi eriomaduseks on ranged nõuded sisepindadele. Piisava ohutustaseme saavutamiseks nõutakse kerge ehitusviisi vastukaaluks tuleohutuse seisukohast kõrgema tuletundlikkuse klassiga pinnakihte (EVS-EN 812-7:2008). Eestis on TP2 hoones lubatud kasutada materjale, mis vastavad B-s1,d0 tuletundlikkuse klassile. See tähendab, et ehitise osa on tuletundlik, kusjuures tuletundlikkus väljendub süttivuses ja eriti vähesel määral suitsu eraldumises ning põlevaid tilku ega tükke ei esine (VV315). Soomes on lubatud D-s2,d2, kui hoone on varustatud sprinklersüsteemiga. See vastab ehitise osale, mis on tuletundlik, kusjuures tuletundlikkus väljendub tulekahjus (põlemisprotsessis) osalemise lubatavuses (VV315). Rootsis sprinklersüsteemi paigaldamisel lubab elamuehitusamet fassaadil kasutada nähtavat puitu (D-s2,d2) eeldusel, et alumise korruse fassaad on mittepõlevast materjalist (Östman 2014). Ehitistes klassis Br1 peavad laepinnad olema pealiskihiga klassis B-s1,d0 ja seinapinnad peavad olema pealiskihiga vähemalt tuletehnolises klassis C-s2,d0.

Tabel 1. Eesti, Soome, Rootsi tehniliste nõuete võrdlus

Tuleohuklass ja korrulisus	Kolme- ja neljakorruseline TP2 hoone (Eesti)	Kolme- kuni kaheksakorruseline P2 hoone (Soome)	Viie- kuni kaheksakorruseline Br1 hoone (Rootsi)
Kandekonstruksioonid	R60	R60	Vertikaalne R90, vahelaed R60
Tuletõkkekonstruktsioon	Pealmaakorrused EI60	Pealmaakorrused EI60	Pealmaakorrused EI60
Tuletõkkeseksioonid	Jaotamine eluruumide (korterite) kaupa	Jaotamine eluruumide (korterite) kaupa	Jaotamine eluruumide (korterite) kaupa
Tuleohutuspaigaldised	Automaatne tulekustutussüsteem hoone trepikojas	Automaatne tulekustutussüsteem (kogu hoones)	Automaatne eluaseme sprinklersüsteem (Kogu hoones)
Tuletundlikkus (sisepind)	B-s1,d0	D-s2, d2	Lagi B-s1,d0, seinad C-s2,d0
Välisseinad	B-s1,d0 ¹⁾	B-s2, d0	D-s2.d2 ²⁾

¹⁾ D-s2,d2, kui ehitises on automaatne tulekustutussüsteem ning välisseinast väljastpoolt süttimisest põhjustatud tulekahju levimine seinas on tõhusalt takistatud

²⁾ Sprinklersüsteemi olemasolu ja alumise korruse fassaad mittemõlevast materjalist

3 EMPIIRILINE UURING

Käesolev peatükk kirjeldab läbiviidud uuringu eesmärki ja analüüsib saadud tulemusi. Autor viis läbi intervjuud, selgitamaks välja võimalikud põhjused, mis takistavad kõrgemate puithoonete ehitamist Eestis. Ehituslikud nõuded erinevad riigiti üle terve Euroopa. Eesti nõuded puithoone korruste arvu suhtes on tagasihoidlikumad võrreldes Skandinaavia riikidega. Teiseks oluliseks aspektiks oli leida võimalikud tehnilised lahendused, mille alusel kõrgemate kui 4-korruseliste hoonete projekteerimine oleks lubatud. Näiteks Soomes loetakse nõuetele vastavaks puidust kandekonstruktsioonide kasutamine kuni kaheksakorruselistes ehitistes, kui kasutatakse sprinklersüsteemi. Kokkuvõtteks võib öelda, et lõputöö empiirilise uuringu eesmärgid said täidetud ning püstitatud uurimisküsimustele leiti vastused.

3.1 Uuringu eesmärk, valim ja protsess

Uuringu eesmärk oli leida kompensatsioonimehhanismid kõrgemate kui 4-korruseliste puitkonstruktsioonide ehitamise osas Eestis. Autor viis läbi intervjuud tuleohutusjärelvalve ja erialavaldkonna spetsialistidega ning siseministeriumi pääste- ja kriisireguleerimispoliitika osakonna töötajaga. Suuliselt viidi läbi üks ja elektronposti teel kolm intervjuud.

Tuleohutusjärelvalve ametnikuga viidi intervjuu läbi 2014. aasta märtsikuus Päästeametis. Intervjueeritavale saadeti esmalt küsimused elektronposti teel tutvumiseks. Seejärel viidi läbi suuline intervjuu samade küsimuste alustel Päästeameti ruumides. Läbiviidud protsess salvestati diktofoni vahendusel ning selle kohta koostati transkriptsioon.

Teise tuleohutusjärelvalve töötaja, erialavaldkonna spetsialistiga ning siseministeriumi töötajaga viidi intervjuu läbi elektronposti teel. Kõikidele isikutele saadeti küsimused lähtuvalt autori poolt koostatud intervjuu plaanist. Intervjuu plaan koosneb kuuest autori poolt püstitatud küsimusest. Autor kasutas andmekogumismeetodiks poolstruktureeritud intervjuud.

Intervjuu plaan on lisatud käesoleva töö lõppu (LISA 4).

3.2 Uuringu tulemused

Siseministeriumi ametnikuga läbiviidud intervjuus selgus, et VV315 määrus on jäänud samaks alates normi jõustumisest, kuna pole olnud vajadust tuleohutusnõudeid ehitise ja selle osa puitkonstruktsioonidele muuta põhjusel, et need on asjakohased ning kohaldatavad. Sellele järeltulele jõuti ka Siseministeriumi poolt 2010. aastal SKA-lt tellitud uuringus „Ehituslike tuleohutusnõuete asjakohasuse analüüs.” Tuleohutusjärelvalve ametnike arvates on ka Vabariigi Valitsuse määrus nr 315 puitkonstruktsioonide osas jäänud samaks, kuna üksikute punktide pärast pole lihtsalt hakatud määrust muutma. Autor viitab selle küsimusega Soome riigi praktikale, kuna alates 2011. aastast uuendati Soome tuleohutusnormi. Sellega seoses tõsteti puitehitise korruse arvu piirangut kaheksa korruseni, sprinklersüsteemi olemasolul.

Tuleohutusjärelvalve ametnikuga läbiviidud intervjuus selgus, et peamiseks takistuseks kõrgemate kui 4-korruseliste ehitiste projekteerimisel on viidatud VV315 määrusele, mis sätestab, et TP1 hoonete kandetarindid tuleb teha vähemalt A2-s1,d0 klassi kuuluvatest materjalidest. See tähendab määruse mõistes ehitise osa, mis on tuletundlik, kusjuures tuletundlikkus väljendub eriti vähesel määral suitsu eraldumises. Puit kuulub tuletundlikusklassi D ehk ehitise osa, mis on tuletundlik, kusjuures tuletundlikkus väljendub tulekahjus (põlemisprotsessis) osalemise lubatavuses. Seetõttu saab puitu kandekonstruktsioonina kasutada ainult TP2 või TP3 tulepüsivusklassides. Esimese kasutusviisiga ehitiste TP2 tulepüsivusklassi maksimaalne lubatav korruse arv on kuni neli. TP3 klassi korral piirdub korruse arv kuni kahega.

Teisalt tõid tuleohutusjärelvalve ametnikud välja olukorra, mis VV315 § 2 lg 3 p 4 kohaselt lubab tõendada ehitise vastavust olulistele tuleohutusnõuetele arvutuslikult, analüütiliselt või muul usaldusväärsel viisil. Seega võib öelda, et tegelikult ei ole VV315 otseselt takistuseks kõrgemate kui 4-korruseliste puitmajade ehitamisel. Ametnike arvates võivad takistuseks olla inimeste teadmised tõendada muul viisil tuleohutust ning samuti kontrollida ja usaldada saadud tulemusi riikliku järelvalve poolt. Puuduvad ”rusikareeglid,” mis tooksid välja konkreetsed lahendused, kuna puitkonstruktsiooni sõlmede arvutamine on küllaltki keeruline ning ajakulukas protsess. Lisaks on selliste arvutuste tegemine suhteliselt kallis ning Eesti inimesed ei ole valmis sellist hinda maksma. Samuti viitas sellele asjaolule ka siseministeriumi ametnik, et Eestis ei ole palju häid praktilisi näiteid, kuidas analüütilisel või muul usaldusväärsel viisil on tõendatud olulistele tuleohutusnõuetele vastavus suuremate

puitehitiste osas. Sellest tingituna on puitehitiste korruste arv jäänud Eestis kuni nelja korruse tasemele.

Siseministeriumi ametniku arvates on oluline tuua välja, milliseid praktilisi lahendusi kasutavad välisriigid ning kuidas need suhestuvad Eesti oludesse ja vastavasse õigusruumi. Kindlad õigusruumi muudatused saavad olla puitehitisi arvestades seotud näiteks korruste arvu, piirpindala, tulepüsivuse, tuletõkkesektsioonide, ehitusmaterjalide tuletundlikkuse, evakuatsiooni ohutuse ning erinevate tuleohutuspaigaldistega. Tuleohutusjärelevalve ametniku arvates võiks Eestis lähtuda sarnastest nõuetest nagu Soomes, kus alates teisest korrusest on nõutud sprinklersüsteem. Sellisel tingimusel oleks ka Eestis lubatud ehitada kõrgemaid puithooneid, kui see praeguse kehtiva normi järgi lubatud on. Ehitusnormide muutmise võtab aega ning nõuab kaalukate otsuste tegemist, et mitte seada ohtu hoonete viibivate kasutajate turvalisus.

Tuleohutusjärelevalve ametnik püüab hoida ennast kursis ka teiste riikide tuleohutusnormidega, nii palju kui muude tööde kõrvalt aega jääb. Informatsiooni saamiseks suheldakse valdkonnas tegelevate asutustega ning nende kaudu saadakse informatsiooni ka erinevate riikide kohta. Näiteks materjalide või õppereisidel osalemise kaudu. Otseselt ei ole puidu kasutamise temaatika tegelikult Päästeameti huvi, vaid pigem puiduga tegelevate ettevõtete või selle tööstuse huvi. Nende kaudu peamiselt jõuab see info Päästeametile, kes siis saadavad erinevaid dokumente, et kuidas on Soomes, Rootsis või teistes riikides tuleohutusnõuded puithoonetele seatud.

Kokkuvõtteks hakatakse ametniku arvates puitu järjest rohkem kasutama, eelkõige seoses Eesti metsarohkuse tõttu, mida kattab 50% maismaast. Puidu arukas kasutamine võimaldab kasvatada riigi majandust ja vähendada ökoloogilist jalajälge. Eesti metsapoliitika hindab Eesti metsade suurt looduslikku ja ökoloogilist väärtust (Eesti...2011). Kindlasti kasvavad tulevikus inimeste teadmised puidu kasutamisest ning sellest tulenevalt muutuvad ka inimesed julgemaks puidu kasutamise osas.

4 JÄRELDUSED JA ETTEPANEKUD

Kuigi puit on tõhus ehitusmaterjal, eelkõige seoses tema jätkusuutlikusega, ei ole puidu potentsiaal ehitussektoris kasvanud. Peamiselt on selle tinginud kehtestatud piirangud puitehitiste projekteerimisel. Puidu põlevus on üks peamisi põhjuseid, miks enamik ehitusnorme piiravad rangelt puidu kasutamist ehitusmaterjalina, eelkõige piirates puitehitiste korruste arvu. Puitehitistele mõjuvate nõuete uurimisel analüüsiti viite erinevat ehitusregulatsiooni, millest selgus, et kõige selgemalt ette antud regulatsioonideks oli tuleohutus ning akustilised omadused. Puitu on lubatud kasutada kandekonstruktsioonides eeldusel, et täidetud on nõuded konstruktsiooni kandevõimele ja tuletõkestusvõimele tulekahjuolukorras. Samuti tuleb hoonete projekteerimisel lähtuda VV315 määruses toodud oluliste tuleohutusnõuetega. Nõuded kogu Euroopas erinevad, kuid kõikide riikide poolt kehtestatud piirangud on seotud tulekahju ja selle leviku piiramiseks, et tagada ohutu kasutamine hoonetes viibivatele isikutele. Tehnilised nõuded konstruktsiooni ja seinavooderelementide osas on otseselt seotud hoone kõrgusega.

Pikema puitkonstruktsioonide eluea kindlustavad passiivsed ja aktiivsed tulekaitse meetmed, mille eesmärk on ohutuse suurendamine hoonetes viibivatele inimestele, päästemeeskondadele, naabritele, rahalise kahjule ning keskkonnale tulekahju korral. Passiivse tulekaitsemeetmena on oluline katta konstruktsiooni elemendid tulekindlast materjalist, mis tõstavad puitelementide tulekindluse omadusi. Tõhustunud aktiivsed tulekaitsesüsteemid nagu sprinkler ja tulekahju avastamise süsteemid võimaldavad puidu kasutamist ehituses muuta ohutumaks. Paljud Põhja-Euroopa riigid on seetõttu viimasel kümnendil liberaliseerinud rohkem puidu kasutamist ehituses.

Dokumendianalüüsist selgus, et Põhjamaa on juhtiv oma pikaajalise puidu kasutamisel mitmekorruseliste hoonete ehitamise osas viimase kahekümne aasta jooksul. Tuleohutusnõuded Eesti, Soome ja Rootsi vahel erinevad. Eestis lubatud TP2 hoone võib üldjuhul olla kuni 4-korruseline. Määruses sätestatud korruse arvu piirangut ületades tuleb lähtuda ehitise projekteerimisel TP1 tuleohuklassi nõuetest. See tähendab, et ehitise kandetarindid tuleb teha vähemalt A2-s1,d0 klassi kuuluvatest materjalidest. Sellisel juhul pole puitkandetarindid hoone ehitamisel lubatud, kuna puit kuulub tuletundlikkuse klassi D. Seetõttu saab puitu kandekonstruktsioonina kasutada ainult TP2 või TP3 tulepüsivusklassides. Ehitusnormide analüüsist selgus, et peamine erinevus Eestiga võrreldes

teiste riikidega 8-korruseliste puithoonete projekteerimise korral on see, et hoone peab olema varustatud sprinklersüsteemiga. Soomes tekib selline nõue P2 hoones, millel on enam kui 2 korrust ja Rootsisis Br1 ehitusklassis samuti alates kolmandast korrusest. Samuti võimaldab sprinklersüsteem teha mõõndusid ka välispinna kattematerjalide kasutamisele. Näiteks Soomes on klassi D-s2,d2 puidupõhiste toodetega kaetud välispinnad nõuetele vastavad. Ning Rootsisis samuti kui alumise korruse fassaad on mittepõlevast materjalist.

Intervjuu läbiviimisel tuleohutuse valdkonna spetsialistiga selgus, et VV315 määrust pole lihtsalt üksikute punktide pärast hakatud muutma. Määruse nõuete mutmine on mahukas protsess, mida Päästeamet teeb koostöös Siseministeriumiga, viimane teeb selle kohta ettepaneku Majandus- ja Kommunikatsiooniministeriumile. Lisaks arvas ametnik, et inimeste teadmised puidu tugevate külgede vähesest tundmisest tõttu piiravad puithoonete ehitamisel põhinevate ehitiste mahtu.

Autor teeb ettepaneku Majandus- ja kommunikatsiooniministeriumile muuta VV315 määrust sarnaselt nagu on seda tehtud Soomes. Lubada sarnaselt kõrgemate puithoonete projekteerimist kui ehitised on varustatud sprinklersüsteemiga. Regulatsiooni mutmine toetab Euroopa Liidu energiapoliitikast lähtuvalt rohkem puithoonete ehitamist, mis aitab vähendada kasvuhoonetega seotud heitkoguste mahtu. Lisaks teeb autor ettepaneku moodustada puithoonete arengu perspektiividest lähtuvalt tugevad poliitilised ja valitsuse programmid, mis soodustaksid puithoonete piirangute vähendamist. Seda mõtet toetab ka keskkonnaminister Keit Pentus-Rosimannus, kes käesoleval aastal 26. märtsil Riigikogu hoones toimunud seminaril „Puiduga jõuame kiiremini kaugemale,“ rõhutas et kohaliku puidu kasutamine ehituses tuleb muuta lihtsamaks. Uus valitsuskogus on võtnud eesmärgiks vaadata üle ja kaotada piirangud, mis piiravad kohalike materjalide, eelkõige puidu suuremat kasutamist ehituses. Keskkonnaministri sõnul „Meil on kindel soov ja tahtmine teha selle säästliku, keskkonna- ja inimsõbraliku materjali kasutamise ehitamisel nii lihtsaks kui võimalik“ (Seminar...06.04.2014).

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli kompentsatsioonimehhanismide välja selgitamine kõrgemate kui 4-korruseliste puithoonete projekteerimise korral Eestis. Eesmärkide saavutamiseks viis autor läbi dokumendianalüüsi ja intervjuu siseministeeriumi, tuleohutusjärelvalve ning erialavaldkonna spetsialistidega. Töö raames võrdles autor kolme erineva riigi tuleohutusnõudeid puitkonstruktsioonide projekteerimisel. Eesti tuleohutusnõuded sätestavad puitkonstruktsioonidel põhineva hoone lubatud kõrguseks üldjuhul kuni 4-korrust. Soomes on lubatud puidust kandekonstruktsioonide kasutamine kuni kaheksakorruselistes ehitistes. Rootsis puidust ehitamisel korruse piirangut ei ole määratud.

Puidust ehitiste tuleohutust peetakse üheks peamiseks takistuseks, et suurendada puidu kasutamist ehituses. Kõrgemate puitmajade projekteerimisel Eestis on oluline tagada ehitise vastavus olulistele tuleohutusnõuetele. Hoone oluliste tuleohutusnõuete tagamisel lähtutakse passivsest ja aktiivsest tulekaitse meetodist, mis aitavad pärssida või vähendada süttimist, selle arenemist, tule levikut ja selle mõju keskkonnale. Tõhustunud aktiivsed tulekaitsesüsteemid nagu sprinkler ja tulekahju avastamise süsteemid võimaldaksid ehitada kõrgeimaid kui 4-korruselisi puithooneid.

Teiseks uuriti töö käigus erialavaldkonna spetsialistide arvamust kõrgemate puithoonete projekteerimisel. Selle jaoks viis autor läbi intervjuu tuleohutusjärelvalve spetsialistidega. Selgus, et peamine takistus kõrgemate puithoonete ehitamisel on TP1 hoonete kandetarindid, mis tuleb projekteerida vähemalt A2-s1,d0 klassi kuuluvatest materjalidest. Samuti tuleb hoone projekteerimisel lähtuda määruses VV315 toodud oluliste tuleohutusnõuetega. Intervjuu tulemuse põhjal võib öelda kui Eestis oleksid täidetud samasugused nõuded nagu Soomes siis sellistele nõuetele vastavate puithoonete ehitamine oleks lubatud ka Eestis.

Puidu suurem kasutamine ehituses võimaldab kasvatada Eesti majandust ja vähendada ökoloogilist jalajälge. Puithoone ehituse mahtu piiravad paljuski ka inimeste teadmised, eelkõige arhitektid, projekteerijad, ehitajad, riiklik järelvalve. Puuduvad kindlad juhised, mis tooks välja konkreetseid lahendused. Puitkonstruktsiooni sõlmede arvutamine on küllaltki keeruline ning ajakulukas tegevus. Insenerid ja arhitektid võiks rohkem koostööd teha, et puitu avalikes hoonetes julgelt kasutada. Skandinaavia riikides on puitkarkassil põhinevad hooned väga populaarsed, kuna puitelamu arengut toetavad tugevad poliitilised valitsuse programmid.

SUMMARY

Wood is an efficient building material, because of its sustainability, there has been no increase in the use of wood in construction. This is mainly due to European restrictions on designing wooden structures. Fire safety requirements are considered the main obstacle to increasing the use of wood in construction. Regulations vary throughout Europe. Each country has established its own set of regulations. Nordic, is a leading country, in the long term use of wood in constructing multi-storey buildings.

The objective of this thesis is to identify the requirements for Estonian buildings which are taller than four stories. Currently, Estonia does not allow generally to erect a wooden building taller than four stories. To achieve the objective, author researched and analyzed documentation along with interviewing experts in the field. In the thesis, author compare three different national fire safety designs for wooden structures.

In Chapter two, author compare wooden structure requirements from Finland, Sweden and Estonia. The requirements are based on current national fire safety standards. However, technical requirements for fire safety are very different from country to country. For example, wooden structures up to eight stories have been allowed in Finland since 2011. And in Sweden and Norway, they don't set wooden floor apartments as part of the design restrictions.

In the third chapter the author interviews a fire safety supervisors of wooden structures. As it turns out the main obstacle for constructing taller structures is that they be designed with at TP1 buildings with at least A2-s1, d0 class of materials. According to the results of the interview, it can be said that if Estonia can meet the same requirements as Finland, then Estonia should be able to construct taller wooden structures. The main requirement is installing a sprinkler system in all taller structures.

Using wood would allow the Estonian economy to grow and help reduce its carbon footprint. However, the main obstacle is the acceptance of the people in the building industry such as architects, designers, and state regulators. In Scandinavian countries wooden framed buildings are quite popular.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

Aker, J. M. 2008. The Basics of Passive Fire Protection. Buildings, vol. 102 Issue 4, 66-70. Välja otsitud EBSCOhost andmebaasist 01.02.2014

BFS. Boverkets byggregler 2011. Rootsi riikliku ehitus- ja planeerimisameti kodulehelt www.boverket.se/Global/Webbokhandel/Dokument/2012/BBR-engelsk/BFS%202011-26%20Avsnitt%205.pdf välja otsitud 20.03.2014

Carlson, J. A. 2005. The economics of fire protection of fire protection: from the great fire of London to rural/metro. Economic Affairs, Vol. 25 Issue 3, 39-44. Välja otsitud EBSCOhost andmebaasist 05.03.2014

Construction Products Directive/Regulation. Construction products kodulehelt www.constructionproducts.org.uk/sustainability/products/construction-products-directiveregulation välja otsitud 10.03.2014

Donohue, S. S. 2012. Striking a balance between passive and active fire protection. Consulting-Specifying Engineer, vol. 49 Issue 2, 46-50. Välja otsitud EBSCOhost andmebaasist 04.02.2014

Eesti ehitussektori ülevaade ja areng. The Enterprise Europe Network kodulehelt www.prismentenvironment.eu/reports_prism/Estonia_PRISM_Environment_Report_EE.pdf välja otsitud 02.05.2014

Eesti on metsariik. 2011. Keskkonnaministeeriumi kodulehelt www.envir.ee/375987 välja otsitud 01.04.2014

Ehitisele ja selle osale esitatavad tuleohutusnõuded. Vastu võetud Vabariigi Valitsuse 27.10.2004 määrusega nr 315, jõustunud 01.01.2005 - RT I 2004, 75, 525

Energiamajanduse riiklik arengukava aastani 2020. Vabariigi Valitsuse kodulehelt www.valitsus.ee/UserFiles/valitsus/et/valitsus/arengukavad/majandus-ja-kommunikatsiooniministeerium/Energiamajanduse_riiklik_arengukava_aastani_2020.pdf välja otsitud 20.01.2014

- EVS-EN 12845:2005. Paiksed tulekustutussüsteemid. Automaatsed sprinklersüsteemid
- EVS-EN 812-7:2008. Ehitiste tuleohutus. Osa 7. Ehitistele esitatava põhinõude, tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus.
- Frangi, A., Fontana, M. 2010. Fire safety of multistorey timber buildings. Structures & Buildings, vol. 163 issue 4, 213-226. Välja otsitud EBSCOhost andmebaasist 04.03.2014
- Guðnadóttir, I. 2011. Timber as Load Bearing Material in Multi-storey Apartment Buildings. Akadeemilise teadustöö hoidla kodulehelt www.skemman.is/en/item/view/1946/10160 välja otsitud 10.03.2014
- Hadjisophocleous, G. V., Benichou, N. 2010. Fire safety design guidalines for federal buildings. Amazon Web Services kodulehelt www.s3.amazonaws.com/zanran_storage/irc.nrc-cnrc.gc.ca/ContentPages/8122583.pdf välja otsitud 10.12.2013
- Haidinger, C. 2003. Puitkonstruktsioonide arenguperspektiividest. Ehitaja, 6, 25-27
- Hume, P. B. 2003. Water Mist Suppression in Conjunction with Displacement Ventilation. Canterbury ülikooli kodulehelt www.civil.canterbury.ac.nz/fire/pdfreports/BHume03.pdf välja otsitud 05.11.2013
- Just, A, Just, E., Õiger, K. 2013. Puikonstruktsioonide erikursus. Tallinna Tehnikaülikooli kodulehelt www.ttu.ee/public/e/ehitusteaduskond/Instituudid/Ehitiste_projekteerimise_instituut/Oppematerjalid/Erikurus/Konspekt_Puidu_erikursus_-_AJust_25112013.pdf välja otsitud 03.02.2014
- Just, A. 2005. Puidu tulepüsivus. Puuinfo, 2, 23-25
- Just, A. 2007. Tulepüsivad puitkonstruktsioonid ei ole utoopia. Puuinfo, 2, 39-41
- Kalde, G. 2011. Veeudu kustutussüsteemi efektiivsus. Publitseerimata lõputöö. Sisekaitseakadeemia, Tallinn
- Koitla, K. 2012. Konstruktori töö eeldab täpsust. Oma Maja, 2, 18
- Köhler, J. 2007. Reliability of timber structures. Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, Zürich

Liu, Z. G., Kim, A. K. 2001. Review of water mist fire suppression technology: Part II - Application studies. Journal of Fire Protection Engineering, vol. 11 no. 1, 16-42. Välja otsitud SAGE andmebaasist 10.11.2013

Mawhinney, J. R. 2008. Water Mist Fire Suppression Systems. Raamatus Fire Protection Handbook, Edition Volume II. (Toim. A. E. Cote). (lk 135-170). Quincy National Fire Protection Association

Naffa, I. 2009. A Guide to Automatic Sprinkler Systems. Buildings, 10, 28

NFPA 750: Standard on Water Mist Fire Protection Systems.

Nystedt, F. 2011. Verifying Fire Safety Design in Sprinklered Buildings. Lund University Publications kodulehelt
www.lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOID=1832666&fileOID=1832676 välja otsitud 27.03.2013

Piik, M. 2014. Ka puidust saab tuleohutult ehitada. Häire 112, 1, 36

Riistop, M. 2005. Ehitagem puidust. Puuinfo, 1, 5-8

Seminar "Puiduga jõuame kiiremini kaugemale." 2014. Puuinfo kodulehelt www.puuinfo.ee/index.php?option=com_content&view=article&id=201&Itemid=72 välja otsitud 06.04.2014

Solomon, R. 1992. Automatic Sprinkler Systems. Raamatus Fire protection handbook. (Toim. A. E. Cote, J. L. Linville). (lk 127-151). Quincy National Fire Protection Association

Suomen rakentamismääräyskokoelma. Rakennusten paloturvallisuus. Määräykset ja ohjeet 2011. Helsinki. Ympäristömisteriö, Rakennetun ympäristön osasto. 43 s. www.finlex.fi/data/normit/37126-E1_2011-fi.pdf välja otsitud 09.03.2014

Zhigang, L., Kim, A. K., Carpenter, D., Kanabus, J. M. 2004. Extinguishment of Cooking Oil Fires by Water Mist Fire Suppression Systems. Fire Technology, 40, 309–333

Thomas, G. 2008. Fire Safety Design of Multi-Storey Timber Buildings. New Zealand Journal of Timber Design, vol 16 issue 2, 6-11

Östman, B. 2014. Tuleohutud puitmajad. Tallinn OÜ Media Zone

Östman, B. 2010. Fire safety in timber buildings. Sweden SP Träteknik

Östman, B., Källsner, B. 2011. National building regulations in relation to multi-storey wooden buildings in Europe. SESAC Euroopa projekti kodulehel www.concerto-sesac.eu/IMG/pdf/WP_16.2_Report_EU_60-2.pdf välja otsitud 15.03.2014

LISA 1 LUBATUD KORRUSTE ARV RIIGITI PUITKORTERMAJADES

	Enne 1994	1994	1995	1997	1999	2004	2005	2011
Rootsi	2	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
Norra	3	3	∞	∞	∞	∞	∞	∞
Soome	2	2	4*	4*	4*	4*	4*	8*
Taani	1-2	1-2	1-2	1-2	4	∞	∞	∞
Eesti	1-2	1-2	4	4	4	4	4	4

* Sprinkleri olemasolu Soomes

LISA 2 SOOME HOONETE KORRUSTE ARVU, KÕRGUSE JA PINDALA PIIRANGUD TP2- JA TP3- KLASSI HOONETES

Hoonet iseloomustavad näitajad		P2	P3
Korrulisus	Üldjuhul	kuni 2	kuni 2
	Elumaja ja kontorihoone	kuni 8	kuni 2
	Tootmis-ja laohooned, garaažid	kuni 2	kuni 1
Kõrgus	Üldjuhul	kuni 9 m	kuni 9 m
	3-4 korruseline elumaja ja kontorihoone	kuni 14 m	ei ole lubatud
	5-8 korruseline elumaja ja kontorihoone	kuni 26 m	ei ole lubatud
	ühekorruseline toomis-ja laohoone	piiranguta	kuni 14 m
Korruste kogupindala	ühekorruseline	piiranguta	kuni 2400 m ²
	kahekorruseline	piiranguta	kuni 1600 m ²
	kõrgem, kui kahekorruseline	kuni 12 000 m ²	ei ole lubatud

LISA 3 EESTI HOONETE KORRUSTE ARVU, KÕRGUSE JA PINDALA PIIRANGUD TP2- JA TP3- KLASSI HOONETES

Hoonet iseloomustavad näitajad		P2	P3
Korrulisus	Üldjuhul	kuni 2	kuni 2
	Elumaja ja kontorihoone	kuni 4	kuni 2
	Tootmis- ja laohooned, garaažid	kuni 2	kuni 1
Kõrgus	Üldjuhul	kuni 9 m	kuni 9 m
	elumaja ja kontorihoone	kuni 14 m	kuni 9 m
	ühekorruseline toomis- ja laohoone, garaažid	piiranguta	kuni 14 m
Korruste kogupindala	ühekorruseline	piiranguta	kuni 2400 m ²
	kahekorruseline	piiranguta	kuni 1200 m ²

LISA 4 INTERVJUU PLAAN

Tere! Mina olen Rauno Schmeimann, Sisekaitseakadeemia Päästekolledži lõpukursuse tudeng. Kirjutan lõputööd teemal „Kõrgemate kui neljakorruseliste puitmajade ehitamine Eestis“ ja soovin teada saada Teie arvamust antud teemal.

Minul on Teile järgnevad küsimused:

1. Kuidas olete kursis Skandinaavia riikide normidega, mis sätestavad puitkonstruktsioonide projekteerimist?
2. Millisel põhjusel on jäänud Vabariigi Valitsuse määrus nr 315 nõuded puitkonstruktsioonide osas samaks, alates normi jõustumisest?
3. Millised võimalikud takistused on Eestis kõrgemate kui 4-korruseliste puitmajade ehitamise osas?
4. Millised tuleohutusnõuded peaksid olema täidetud, et lubada ehitada kõrgemaid kui 4-korruselisi puithooneid?
5. Kas Eestis oleks lubatud ehitada üle 4 korruselisi puithooneid kui oleksid täidetud samasugused nõuded nagu Soomes?
6. Milliseks peate puitkonstruktsiooni arengut ja tulevikku Eestis?