

Sisekaitseakadeemia
Sisejulgeoleku instituut

Rait Pukk

**TAKISTUSED SUUREMAHULISTE PUIHONETE
EHITAMISEKS EESTIS**

Magistritöö

Juhendaja:

Dots. Alar Just, PhD

Kaasjuhendaja:

Kairi Pruul, MA

Tallinn 2016

ANNOTATSIOON

Sisejulgeoleku instituut	Kaitsmise kuu ja aasta: Juuni 2016
Töö pealkiri eesti keeles: Takistused suuremahuliste puithoonete ehitamiseks Eestis	
Töö pealkiri võõrkeeles: The barriers for construction of large-scale wooden buildings in Estonia	
Lühikokkuvõte: Magistritöö on koostatud eesti keeles, eesti- ja inglise keelse kokkuvõttega. Töö maht koos lisadega on 82 lehekülge. Töö koostamisel on kasutatud 73 allikat, sh 32 teadusallikat. Töö sisaldab 8 tabelit, 12 joonist ja 2 lisa.	
Magistritöö eesmärk on välja selgitada peamised takistused puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitussektoris, eristada tuleohutusosalased takistused ning anda sisendid erinevatele töögruppidele tuleohutusosalaste ja muude takistuste kõrvaldamiseks või leevendamiseks.	
Magistritöö uurimisülesanneteks on analüüsida teiste riikide kogemust suuremate puitehitiste püstitamisel ning tuleohutuse tagamisel, välja selgitada ja analüüsida suuremahuliste puitehitiste püstitamise takistused Eestis, sünteesida teooriat ja uuringu tulemust ning koostada ettepanekud tuleohutusosalaste ning tuleohutusega seotud takistuste kõrvaldamiseks suuremahuliste puitehitiste ohutuks püstitamiseks Eestis.	
Töö uurimisstrateegiaks on fenomenoloogiline uuring, andmekogumismeetodina on kasutatud poolstruktureeritud ekspertintervjuusid. Töö eesmärgi saavutamiseks viidi läbi 10 intervjuud 12 intervjuueeritavaga. Andmete analüüs teostati vastavuses kvalitatiivsele andmeanalüüsi meetodile.	
Magistritöö peamise uurimisjärgeldusena toob autor välja takistused suuremahuliste puitehitiste laialdasemaks kasutuselevõtuks Eestis ning autoripoolsed ettepanekud edasisteks tegevusteks tuginedes intervjuudele ja teiste riikide kogemusele. Ettepanekud hõlmavad vajalikke täiendusi kutse- ja täiendõppe korraldamises, teadus- ja arendustegevuste sidumises ettevõtluse vajadustega. Oluline roll on riigil oma kinnisvara arendamisel eeskju näitamine ning senisest nähtavam kommunikatsioon puitehitiste propageerimisel. Puitehitiste ohutuse tagamiseks on vajalik juhendmaterjalide ja ohutuse tõendamise meetodika väljatöötamine ning nende sidustamine eelpool toodud tegevustega. Edasiste tegevustega on vajalik tõsta puitehitiste alaseid, sh puitehitistega seonduvaid tuleohutusosalaseid kutseoskuseid projekteerimis-, ehitus- ja järelevalve valdkonnas, samuti parandada erinevate osapoolte teadlikkust puitehitistest ning tootarenduse tulemusena tagada puitehitiste konkurentsivõime tõus Eestis võrreldes teiste ehitusmaterjalidega. Kõik eelnimetatud tegevused omavad otsesest või kaudset seost isikuohutuse tagamisega puitehitistes. Töö autor esitab ka ettepanekud täiendavateks uurimissuundadeks.	
Lisad:	
Võtmesõnad: Tuleohutus, ehitusmaterjalid, puit, tuletundlikkus, ehituskonstruksioonid	
Võõrkeelsed võtmesõnad: Fire safety, building materials, timber, reaction to fire, building constructions	
Lõputöö seos riiklike arengukavade ja prioriteetidega: Eesti Reformierakonna, Sotsiaaldemokraatliku erakonna ning Isamaa ja Respublica Liidu valitsuse moodustamise kokkulepe; Siseturvalisuse arengukava 2015-2020;	
Säilitamise koht:	
Töö autor: Rait Pukk Olen koostanud lõputöö iseseisvalt. Kõik lõputöö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, seisukohad, kirjalikest allikatest ja mujal allikates saadud info on nõuetekohaselt viidatud. Olen nõus oma lõputöö avaldamisega elektroonilises keskkonnas.	
Allkiri:	
Vastab lõputöö nõuetele	
Juhendaja: Alar Just	Allkiri:
Vastab lõputöö nõuetele	
Kaasjuhendaja: Kairi Pruul	Allkiri:
Kaitsmisele lubatud	
Sisejulgeoleku instituudi juhataja:	Allkiri:

SISUKORD

MÕISTED JA LÜHENDID	4
SISSEJUHATUS	5
1. TEROREETILINE ÜLEVAADE SUUREMAHULISTE PUITEHITISTE EHTAMIST, TULEOHUTUSE TAGAMIST JA TÕENDAMIST MÕJUTAVATEST TEGURITEST	9
1.1. Suuremahulised puitehitised ja nende ehitamist mõjutavad tegurid	9
1.2. Suuremahuliste puitehitiste tuleohutuse tagamist ja tõendamist mõjutavad tegurid	16
1.3. Puitfassaadide ja puidust siseviimistluse tuleohutuse tagamist ning tõendamist mõjutavad tegurid	24
2. SUUREMAHULISTE PUITEHITISTE PÜSTITAMISE TAKISTUSED EESTIS	33
2.1. Metoodika, valim ja intervjuude läbiviimine	33
2.2. Intervjuude tulemused	38
2.3. Järeldused ja ettepanekud	60
KOKKUVÕTE	69
SUMMARY	73
VIIDATUD ALLIKAD	74
Lisa 1 Puitehitiste ehituspiirangud Euroopa Liidus ja lähinaabruses	80
Lisa 2 Intervjuude küsimustik	81

MÕISTED JA LÜHENDID

CLT (*Cross laminated timber*) – Ristkiht puit

FSE meetod (*Fire safety engineering*) – Tuleohutusinseneeria meetod (Autori sõnastus)

Kerge puitkonstruktsioon – konstruktsioon, mille tulepüsivus tagatakse kaitsekihtidega, üldjuhul ehitusplaatidega. (Autori sõnastus)

Massiivne puitkonstruktsioon – konstruktsioon, mis koosneb puidust ning mille tulepüsivuse tagamiseks ei kasutata katematerjale. (Autori sõnastus)

Puithoone – Hoone, mille maapealse osa kandekonstruktsioonid on valmistatud puidust.

Suuremahuline puithoone – kolme- või enamakorruseline puithoone või puithoone, mille pindala on üle 2400 m². (Autori sõnastus)

TCC (*Timber-concrete construction*) – Puit-betoon konstruktsioon

SISSEJUHATUS

Hoonete energiakulud moodustavad 40 % Euroopa Liidu energia kogutarbimisest. Asjaomane sektor kasvab, mistõttu suureneb ka energiatarbimine (Euroopa Parlament ja Nõukogu, 2010). Eeltoodut silmas pidades on alates 1995. aatsast Euroopas arendatud passiivmaja standardit, kus hoone aastane energiakulu ei tohiks ületada 15kWh/m², mis on pea 80% vähem praeguste hoonete energiatarbimisest. Idee seisneb selles, et erinevate ehitusviiside, materjalide ja tehnoloogiate kombineerimisega saavutatakse kuni 20 kordne energiatarbimise kokkuhoid võrreldes vanasid maju tulevikuhoonetega. (Mauring & Meingast, 2005) Puidu laialdasema kasutamise kasuks energiatarbimise hoonete ehituskonstruktsioonides osundab ka tema soojuserijuhtivus, mis näiteks betooniga võrreldes on pea 10x väiksem (Esperk, 2007).

Viimaste aastakümnete kliimamuutuste taustal on puidu omadus siduda süsinikku, saanud üheks täiendavaks puidu eduteguriks, käivitades uusi uurimus- ja arendustöid kogu maailmas, et leida lahendusi ja võimalusi puidu laialasemaks kasutamiseks ehituses, tagades samas ohutuse ja muud puitehitistega kaasnevate kitsaskohtade lahendamise. Puidu laialdasem kasutamine on oluliseks majanduse edendajaks, andes tööd metsandussektoriga seotud tegevusharudes nagu metsamajandus ja –raie, ehitusmaterjalide tootmine, mööblitööstus jms. Metsatööstuse jääke saab kasutada soojuse ja elektri tootmiseks. Selline sünergia omakorda tekitab vajaduse ning võimaluse teadus- ja arendustegevusteks kogu metsandussektoris. Samas on põlevus olnud piiranguks puidu kasutamisel suuremahuliste või strateegiliselt oluliste hoonete ja kaitserajatiste ehitamisel.

2011 aastal Soome valitsuse tegevuskava lipulaevaks tituleeritud „Strateegiline programm metsasektorile 1.oktoober 2011 kuni 30 september 2015“ tõi terviklahenduse puidu laialdasemaks kasutamiseks kogu metsandussektoris ühtse sünergiana, käsitledes nii metsa raiet, töötlemist, tootmisjäätmete kasutamist energiamajanduses, kui ka teadlikkuse tõstmist ühiskonnas ning teadus- ja arendustegevusi. Vaadates ehitusvaldkonna prioriteete, siis need keskendusid uute puitehitiste arendusprojektide elluviimisele, puidu ehitusalase teabe uuendamisele ja levitamisele, oskuste ja teadmiste levitamisele ning teadus- ja arendustegevuse arendamisele. (Finnish Ministry of Employment and Economy, 2015)

8.04.2015 sõlmitud Eesti Reformierakonna, Sotsiaaldemokraatliku erakonna ning Isamaa ja Respublica Liidu valitsuse moodustamise kokkulepe näeb ette pikaajaliste puittoodete

kasutamise propageerimist (näiteks avaliku sektori hoonete ehitamist puidust) (Reformierakond, 2015). Tuleohutusnõuded Eestis annavad lahenduse kuni neljakorruseliste elu- ja büroohoonete ehitamiseks ning kuni kahekorruseliste muude kasutusviisidega ehitiste püstitamiseks, jättes samal ajal võimaluse ka kõrgemate hoonete püstitamiseks eeldusel, et ohutus on tõendatud (Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded, 2015). Ühe peamise takistusena puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitussektoris on toodud tuleohutusnõudeid. Eesti puithoonete tootjad ja ehitusettevõtted on ehitanud või osalenud kuni 14 korruseliste puitehitiste püstitamises Norras, Rootsis, Soomes ja mujal. Eestis on ehitusmahud piirdunud kuni neljakorruseliste puithoonetega.

Tänaseks on puiduteemaline debatt jõudnud seisu, kus osapooled leiavad, et põhimõtteliselt on võimalik ehitada Eestis ka suuremahulisi puitehitisi aga reaalsuses ei ole puidu osakaal Eesti ehitussektoris oluliselt kasvanud. **Magistritöö aktuaalsus** tugineb asjaolule, et puudub ülevaade, milliseid takistusi puidu laialdasemaks kasutamiseks toovad esile ehitussektoriga seotud spetsialistid, millisel määral takistavad tuleohutusnõuded puitehitiste arengut Eestis ning milliste meetmetega saab tuleohutuslaseid takistusi vähendada, säilitades või isegi parandades tänast ohutuse taset ehitistes.

Siseturvalisuse arengukava aastateks 2015 – 2020 näeb ette, et Päästeameti juhtimisel töötatakse tuleohutusnõuete tagamiseks välja erilahendused ja juhendmaterjalid eesmärgiga suurendada puitmaterjalide kasutusvõimalusi ehitamisel (Siseministeerium, 2015). Kas ja millise suunitlusega ning millise detailsusega erilahendusi ja juhendeid täpsemalt on vaja ning millised on tuleohutusega seotud muud lahendamist vajavad kitsaskohad, on jäänud segaseks ning täpsustamata.

Magistritöö **uudsust** tuleb käsitleda pigem Eesti mastaabis, kuna suur osa Euroopa juhtivaid riike on arengutega puidusektoris kaasa läinud või juba juhtiva rolli võtnud, avardades nii normide, kui ka teadustöö võimalusi ohutuse tagamisel. Paljudes riikides on 6-8 korruselised puithooned juba tavapärase projekterimis- ja ehituspraktika.

Eelnevast lähtudes on töö **uurimisprobleemiks** küsimus, miks vaatamata oskustele ja tahtele ehitada Eestis suuremahulisi puitehitisi, ei ole seda reaalsuses seni tehtud.

Uurimisprobleemist tulenevalt püstitas töö autor järgnevad täpsustavad **uurimisküsimused**:

1. Milline on erinevate osapoolte soov ja valmisolek puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitistes?
2. Millised on takistused puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitussektoris ja millised nendest on seotud tuleohutuse tagamisega?
3. Milliseid ettevalmistusi peab riik tegema või saab teha puidu laialdasemaks kasutamiseks, et oleks tagatud puidu laialdasemal kasutamisel isikuohutus ehitistes vähemalt tänasel tasemel?

Töö **eesmärgiks** on välja selgitada peamised takistused puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitussektoris, eristada tuleohutuselased takistused ning anda sisendid erinevatele töögruppidele tuleohutuselaste ja muude takistuste kõrvaldamiseks või leevendamiseks.

Töö eesmärgi täitmist toetavateks **uurimisülesanneteks** on:

1. Analüüsida teiste riikide kogemust suuremate puitehitiste püstitamisel ning tuleohutuse tagamisel.
2. Välja selgitada ja analüüsida suuremahuliste puitehitiste püstitamise takistusi Eestis.
3. Sünteesida teooriat ja uuringu tulemusi ning koostada ettepanekud tuleohutuselaste ning tuleohutusega seotud takistuste kõrvaldamiseks suuremahuliste puitehitiste ohutuks püstitamiseks Eestis.

Käesolev magistritöö on fenomenoloogiline uuring (Virtanen, 2006, lk 169 ref Laherand, 2008, lk 89-93), mille andmekogumise meetodina on kasutatud kvalitatiivset andmekogumise viisi – ekspertintervjuusid. Valimi moodustas autor eesmärgistatud valimi põhimõttel (Järvet, *et al.*, 2015).

Magistritöö koosneb kahest peatükist, millest esimeses analüüsitakse ehitiste kavandamise ja ehitamise teoreetilisi aluseid ja põhimõtteid ning tuleohutuse tagamist. Teoreetiline osa tugineb võrreldavate riikide õigusaktidele ja normidele, ning normide muutmiseks läbiviidud uuringutele ja teadusartiklitele. Samuti on kasutatud olulisel määral rahvusvaheliste puidu tuleohutusega tegelevate töögruppide uuringute raporteid ja artikleid.

Magistritöö empiirilises osas, teises peatükis, analüüsitakse tuleohutusega seotud takistusi, võimalusi ja vajadusi et oleks lihtsam planeerida ja ehitada puidust hooneid. Empiirilise osa koostamisel on tuginetud töö autori poolt ekspertintervjuude käigus kogutud andmetele.

1. TEROREETILINE ÜLEVAADE SUUREMAHULISTE PUITEHITISTE EHITAMIST, TULEOHUTUSE TAGAMIST JA TÕENDAMIST MÕJUTAVATEST TEGURITEST

Tehases toodetud puitmajad jagunevad vastavalt tehnoloogiale: puitkarkassmajadeks, element- ja moodulmajadeks, masintoodetud palkmajadeks, käsitöö palkmajadeks ning aiamajadeks (Eesti Puitmajaliit, 2016). Puitmaja peamine tunnus on puidust kandekonstruktsioon.

1.1. Suuremahulised puitehitised ja nende ehitamist mõjutavad tegurid

Suuremahulised puitehitised on erinevates riikides defineeritud erinevalt. Üldjuhul on hoonete tuleohutusnõuded kirjeldatud lähtudes ehitise korruselisusest. Samas seab ehitise kõrgus ja korruselisus piiranguid erinevate konstruktiivsete lahenduste kasutamiseks. Näiteks tuleohutusosalaste uuringute lõppraport „*Fire Safety Challenges of Tall Wood Buildings*“ liigitab puithooned kolme erinevasse, tuleohutuse vaates selgelt eristuvasse, kategooriasse. Kuni kahekorruseliseks madalaks hoonestuseks (*low-rising buildings*), kolme kuni kuuekorruseliseks keskmise kõrgusega hooneteks (*mid-rise buildings*) ning üle kuue korruselised hooned liigitatakse kõrghooneteks (*high-rise buildings*) (Gerard, et al., 2013). Iga riik on liigitanud puitehitised kohaliku ehitustraditsiooni ja eripära silmas pidades.

Sarnane liigitus on tavapärane erinevates riikides, kus madalale hoonestusele ehituskonstruktsioonide osas on reeglina minimaalsed tuleohutusnõuded nii ehituskonstruktsioonide tulepüsivuse, kui ka muude ohutusmeetmete osas. Kuni 6 korruseliste ehitistele on tavapärased nõuded, mis eeldavad ehituskonstruktsioonidelt 30 – 60 minutilist tulepüsivust ning kõrghoonetele on kõrgendatud nõuded tuleohutuse osas, sh kuni 2h ehituskonstruktsioonide tulekaitset. Selline liigitus sarnaneb põhimõtetelt ka Mikkola poolt koostatud ehituspiirangute kaardistusele Euroopa Liidu riikides ning sobib puithoonete klassifitseerimiseks. Erandiks on keskmise kõrgusega hoonestus, mille piirangud on Euroopa Liidu liikmesriikides üldjuhul kuni 4 korrust (Vt lisa 1) (Mikkola, 2015).

Eesti uute ehitiste tüpoloogia ehk konstruktiivse ja plaanilise lahenduse põhitüübid (Maaülikool, 2012) on võrreldavad mujal maailmas levinud ehituspraktikaga. Ehitise tüpoloogia ning hoone põhielemendi, ehituskonstruktsiooni valiku määrab olulisel määral

planeeritava hoone kõrgus, suurus, ruumilahenduse vajadus, konstruktsiooni sildeavade mõõtmed ning ka lahenduse ehitismaksumus.

Kehtivate tuleohutusnormide kohaselt on Eestis madal hoonestus kuni kaks korrust, keskmise kõrgusega hoonestus puitehitiste puhul kuni 4 korrust ja üle nelja korruse loetakse kõrgeks hoonestuseks puitehitiste puhul, kui tõmmata paralleel muu maailma praktikaga. Eestis kehtivate tuleohutusnõuete kohaselt algab kõrghoonestus alates 8 korrusest. (Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded, 2015)

Oluline on silmas pidada, et puitehitiste puhul käsitletakse sise- või välisviimistluses puitpindu eraldiseisvalt. See tähendab, et puitehitise puhul ei pruugi olla vaatluse teel tuvastatav hoone kandekonstruktsioonide puidust ehitismaterjal. Tihti jätab kipsplaadiga seestpoolt kaetud ning krohviplaatidega väljastpoolt viimistletud hoone hoopis kivikonstruktsiooni ehitise mulje, seetõttu on ka puidu kasutamine viimistlusmaterjalina käsitletud eraldi alapeatükis.

Vastused küsimustele, miks üldse peaks ehitama suuremahulisi hooneid ja miks ehitada neid puidust, sõnastab kokkuvõtlikult „*Case studies of multi-storey wood-frame construction in USA*“ selgitusega, et enamik ameeriklasi elab äärelinnades, kuni kolmekorruselistes kergest puitkonstruktsioonist valmistatud elamustes ja korterelamustes. Selle tulemuseks on eeslinnade laialivagumine, suurendades seeläbi kohaliku omavalitsuse kulusid laialivalgunud tänavavõrgustiku korrashoiule, vee- ja kanalisatsiooniteenustele ning maa maksumuse kasvu linnade lähialadel. Seetõttu on USA linnades võetud suund tihedamale ja kõrgemale elamuarendusele. Puudus taskukohaste eluasemete järgi on probleem, mida jagavad mitmed suured linnad USAs. Kolme- kuni viiekorruselised kerges puitkonstruktsioonis ehitised pakuvad ökonoomset eluaset madala ehitismaksumusega ja kiire ehitusega. (Cheung, 2008) Puidust ehitamise eeliseid ja puitehitiste maksumust analüüsinud uuringud Rootsis jõudsid kergkonstruktsioonis ehitiste maksumust ja lahendusi kalkuleerides sarnasele järeldusele (Mahapatra & Gustavsson, 2009). Massiivsete puitkonstruktsioonide kuluefektiivsed lahendused on alles avastamisjärgus (White, 2012) ning seega on praeguste teadmiste ja oskuste juures võimalik toota kõige odavamalt kuni 6 korruselisi kergkonstruktsioonis puithooneid.

Ehitiste lõppmaksumust mõjutavad konstruktiivsed lahendused ja nende maksumus ning see omakorda mõjutab hoone tellijate ringi ja huvi. Rootsis, Österundi Tehnikaülikoolis teostati kuluefektiivsuse analüüs suuremahuliste puitehitiste tootmises, mille käigus analüüsiti traditsioonilise betoonkonstruktsiooni asendamise võimalikkust puitkonstruktsiooniga ning

võimalikke erinevusi hoone lõppmaksumuses. Uuringus toodi välja, et ehitusmaterjali mõju hoone maksumusele tuleb vaadelda komplekselt. Kandekonstruksiooni materjal iseenesest ei mõjutada oluliselt hoone tootmiskulusid, aga on võimalik hoone püstitamise seotud kulude kokkuhoiuks, kui asendada betoonkonstruktsioonid puitkonstruktsioonidega. Puithoonete ehitismahu kasvuga on võimalik läbi tootmisega seotud „õppimise“ mõjutada ka ehitusmaksumust. Uuringu käigus võrreldi ehitiste maksumust kolmes versioonis (Mahapatra & Gustavsson, 2009):

1. Traditsiooniline raudbetoon konstruktsioonis ehitis betoonist seinte ja vahelagedega.
2. Tegelikult projekteeritud samalaadne puitkonstruktsioonis ehitis, kus on võetud arvesse puitehitiste alaseid teadmisi ja regulatsioone 2004 aasta seisuga.
3. Hüpotetiline lahendus hoonest „variant 2“. Puitkonstruktsioonis ehitis, mille puhul on püütud leida alternatiivseid ja soodsamaid lahendusi puidu kasutamiseks.

Analüüsi tulemusena selgus, et kõige odavamaks osutus puitehitis, variant 3, mille ehitusmaksumus oli betoonkonstruktsioonis ehitisest (variant 1) 6% odavam ning traditsioonilisest puitehitisest (variant 2) 7% odavam. Esile on toodud ka olulised kokkuhoiukohad ehitus- ja tootmisprotsessis (Mahapatra & Gustavsson, 2009). Kirjeldatud hinnavõit saavutati kergkonstruktsioone kasutades, seega on oluline roll eesmärgistatud tootedisainil ning teadus- ja arendustegevusel puitehitiste laialdasemaks kasutuselevõtuks.

Nathan White (2012) koostatud ülevaates „*Tall Timber Construction: Fire Safety, Environmental and Cost Effectiveness*“ on toodud puidust kõrghoonete sagedamini esinevad ehitustüpoloogiad ehk konstruktiivsed lahendused tulenevalt ehitusfüüsikalistest piirangutest ja võimalustest puidu kasutamisel sh ka üle 20 korruseliste hoonetele. Ka antud ülevaates on jõutud järeldusele, et hinna võit on peamiselt kergkonstruktsioonide kasutamisel. Olulise järeldusena on välja toodud massiivse puidu eeliseid kergete puitkonstruktsioonide ees just tuleohutuse vaates. Samas on veel tõendamisel massiivsete puitkonstruktsioonide kuluefektiivsus. (White, 2012)

Erinevate hinnavõrdluste lõppjärelendusena võib väita, et traditsiooniline kergkonstruktsioonis puitehitis on samas hinnaklassis kivikonstruktsioonis ehitisega või vähesel määral kallim. Tootearenduse tulemusena on võimalik kuni 13% kokkuhoid kogu ehitusprotsessi maksumuselt. Saavutatav kokkuhoid sõltub piirkondlikest eripärades, sh. ehitustööjõu

maksumusest jms. Saavutatav kokkuvõtte teeb tehases eeltoodetud elementidega kergkonstruktsioonis puitehitise soodsaimaks ning ka kõige kiirema püstitamisaajaga ehitustüübiks.

Lisaks maksumusele, tuleb puitehitiste püstitamisel arvestada tuleohutuse alaste piirangutega, mis on riigiti erinevad. Olulised tuleohutusnõuded olid üldise põhimõttena EL nõukogu poolt kehtestatud kogu Euroopas ehitusdirektiiviga kuni aastani 2011. Alates 2011 aastast on Euroopa Parlamendi ja Nõukogu määrusega nr 305/2011 sätestatud ehitustoodete ühtlustatud turustustingimused ning põhinõuded ehitistele, sealhulgas olulised tuleohutusnõuded ehitistele. (Euroopa Liidu Parlament ja Euroopa Liidu Nõukogu, 2011)

Ehitiste põhinõuetele tugineb kogu ehitustoodete klassifitseerimine ning toodete üleeuroopaline tunnustamine. Oluliste tuleohutusnõuete sisustamine on aga iga liikmesriigi otsustada, arvestades kohalikke olusid ja ehitustava. Tuleohutus, akustika, vibratsioon, stabiilsus ja seismiline vastupidavus on valdkonnad, mida on puitehitiste juures uuritud. Peamiseks järelduseks on, et tuleohutus ja akustika on riigiti peamiseks teguriteks, mis piiravad puidu kasutamist. Üleeuroopalised ohutusnõuded ehitistele ei sea piiranguid ehitusmaterjalide valikule, küll aga peab hoone tuleohutuskonseptsioon tagama hoones viibivate isikute ohutuse. (Euroopa Liidu Parlament ja Euroopa Liidu Nõukogu, 2011) Täpsed tuleohutusnõuded ja tuleohutusalsed piirangud on iga liikmesriigi ohutuspoliitika küsimus. Uuringud puitehitiste piirangute kohta aastatel 1990, 2000, 2010 Euroopas ja Skandinaavias ning nende kaardisus näitavad selgeid soosivaid arenguid puidu kui ehitusmaterjali kasutamisel. Viimased kakskümmend aastat on toonud läbi uuringute suhtumise muutumist puitehitistesse. Uuringutes toodud prognooside kohaselt on võimalik, tuginedes siseriiklikele regulatsioonidele, ehitada enam kui viiekorruselisi puithooneid kogu Euroopas aastaks 2020. (Östman & Källsner, 2012)

Esko Mikkola poolt läbiviidud uuringus „*Bio-based products and national fire safety requirements*“ on välja toodud rahvuslikud tuleohutusalsed piirangud Euroopas ja selle lähinaabruses puidu kasutamisel ehituses 2015 aasta seisuga. Koondtabelina esitatud tulemus (Lisa 1) annab hea ülevaate võimalustest ja piirangutest puidu kasutamisel fassaadikattena, siseviimistluses ning ka kandeelemendina. Olulisemate järeldustena on välja toodud, et 24-st küsitletud riigist 16-s olid 2-6 korruseliste ehitiste projekteerimisel puidust kandekonstruktsioonidega ehituspiirangud rahvuslike normide või standardite põhjal. Samal ajal pea kõikides uuringuga kaetud riikides on puidu kasutamine piiranguteta, kui ohutus on tõendatud toimivuspõhiselt. Toimivuspõhise tõendamise üks komponent on FSE (*Fire safety*

engineering), samas näitas uuring, et FSE meetod pole puitehitiste planeerimisel eriti levinud, kuna puuduvad rahvuslikud meetodikad just puidu eripära silmas pidades. Kui FSE meetodit on kasutatud, siis on see piirdunud üldiste meetodikatega (Mikkola, 2015), seega võib eelnevast järeldada, et kui puuduvad rahvuslikud meetodikad FSE rakendamiseks, jäävad üldjuhul puitehitiste projekteerimisel tuleohutuse tagamise piiranguks rahvuslikud ehitusnormid või standardid.

2015 aasta seisuga asub maailma kõrgeim puithoone Norras, Bergenis ja on 14 korrust kõrge. Hoone kandekonstruktsioonid on rajatud kombineerituna massiivsest puitkonstruktsioonist ning kergest puitkonstruktsioonist, täpsemalt puitelementidest. Ka selle hoone puhul on tegu ehitisega, mille ohutuskontseptsiooni väljatöötamisel on lähtutud FSE meetodit arvesse võetud. Hoone tuleohutuskontseptsiooni töötas välja SWECO Norway ja teise osapoolena kiitis selle heaks Norra ettevõtte Skansen Consult AS. Hoone massiivse põhikandekonstruktsiooni tulepüsivus on 90 minutit ning tubade ja moodulite kerged kandekonstruktsioonid 60 minutit. Lisaks on eksponeeritud puitelemendid töödeldud puidu tuletundlikkust vähendava immutusvahendiga. Samuti on hoones automaatne kustutussüsteem ja ülerõhuga evakuaatsiooneed. Kandekonstruktsioonide tulepüsivuse arvutused on tehtud vastavalt Eurokoodeks 5 nõetele ning puidu söestumiseks on arvestatud 0,7 mm/min. Puidust hoone põhikandekonstruktsioonid on omavahel ühendatud 8mm terasplaatidega, mis on puitdetailide külge kinnitatud 12 mm poltidega. Terasplaadid on paigaldatud puitkonstruktsioonide sisse selliselt, et need ei saa otseselt kokku puutuda tulega. (Abrahamsen & Malo, 2014) Seega on konstruktsioon projekteeritud selliselt, et puit kaitseb terast tulekahju temperatuuri eest ning takistab sellega terase kuumenemist selle voolavuspiirini.

Lisaks rahvuslikes ehitusnormides ja standardites toodule ning FSE meetodile, saab tuleohutust tõendada ka muul usaldusväärsel viisil. Näiteks Jaapani rahvusliku puidu kasutamise programmi raames viidi läbi kolm täismahulist tulekahju testi kolmekorruselise puidust koolimaja lahenduse leidmiseks. Projekti käigus kontrolliti tulekahju käitumist puithoones ja vastumeetmete tõhusust. Esimene tulekatse viidi läbi 2012 aasta veebruaris ning uuriti koolihoone käitumist tulekahjus, ilma tuleohutusele erilist rõhku panemata. Kandekonstruktsioonidena kasutati massiivseid puitposte ja –talasid. Kokku viidi läbi kolm testi, kus iga korraga tehti järjest detailsemaid parandusi ja järeldusi tulekahju leviku piiramiseks ja tüüplahenduse väljatöötamiseks. Viidi läbi ka siseruumide tulekahju arengu katseid. (Hasemi, *et al.*, 2014). Katsete peamine eesmärk oli näidata riigi ametiasutustele, et puitehitisi saab

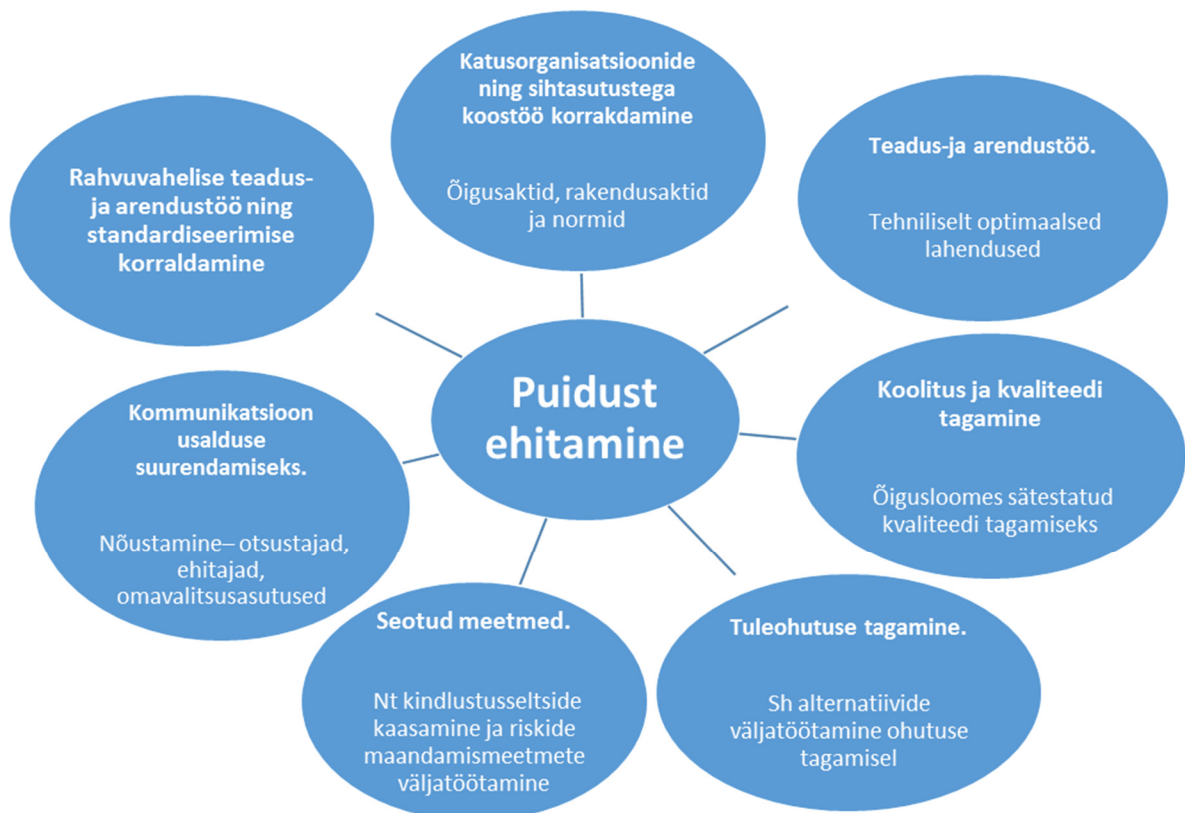
püstitada võrreldes muude ehitusmaterjalidega sarnase ohutustasemega, kui kõiki olulisi aspekte on arvesse võetud. Kolmanda katse puhul sai see ka tõendatud. (Buchanan, *et al.*, 2014)

Üle maailma on hetkel mitmeid ideekavandeid puidust ja puit-hübriid konstruktsioonis (nt. puit kombineerituna betooniga) kõrghoonetest, mis annavad aimu sellest et 14 korrust ei ole kaugeltki maksimaalne piir puidu kasutamisel kandekonstruktsioonina või selle olulise osana. Suur osa nendest jääbki arendus- ja innovatsiooniprojektideks, mis ei leiagi realiseerimist tegelikkuses ja on mõeldud võimalike lahenduste leidmiseks tootearenduses.

Ainsaks Eestis läbiviidud uuringuks, kus kajastatakse piiranguid puitehitistele, on Päästeameti poolt 2012 aastal Sisekaitseakadeemialt tellitud uuring „Ehitusnõuete analüüs vastavalt haiglate ja hooldekodude eripäradele“. Uuringu lähteülesanne sisaldas ehituslike tuleohutusnõuete võrdlust, sh kandekonstruktsioonidele ja korruselisusele esitatavate nõuete võrdlust Soome, Rootsi, Norra ja Šveitsi normidega ning võrdluse taustal ettepanekute esitamist Eesti siseriiklike ehitusnormide muutmiseks. Koostatud ettepanekud tõid küll välja soovitusi välistada ravi- ja hoolekandeesutustena ehitised, kus kandekonstruktsioonide tulepüsivus on määratlemata, kuid ei seatud otseselt piiranguid kandekonstruktsiooni tuletundlikkusele. Samast on ettepanekud klassifitseeritud kehtiva määruse hoonetüüpide põhjal, millest võib eeldada et üle kahekorruseliste hoonete puhul on eelduseks mittepõlev kandekonstruktsioon kui hoones vähemalt 75% kasutajatest ei ole võimelised või neil ei lubata iseseisvalt evakueeruda. (Luht, *et al.*, 2012) Muude hoone kasutusviiside kohta vastavasisulisi uuringuid ja ettepanekuid piirangute kehtestamiseks Eestis tehtud ei ole.

Artiklis „Tuleohutu puidu kasutamine fassaadidel“ kirjeldatakse olukorda, kus ühiskond ja kaasaegsete hoonete kavandajad soovivad kasutada ehituses rohkem puitu. Võõrsile eksporditud puitehitised võiksid olla eeskujuks ehitamisel, samas kui kohalikud normid lubavad kuni kahekorruselisi puithooneid ja fassaadilahendusi (Kotthoff & Wiederkehr, 2004). Kirjeldatud olukord Šveitsis aastal 2004 on üsna sarnane olukorraga Eestis käesoleval hetkel. Olukorrast väljatulemiseks algatati Šveitsis 2004 aastal tegevusprogramm, hõlmates detailsemalt kogu ehitusvaldkonna kitsaskohti, mis on vajalikud lahendada puitehitiste laialdasemaks kasutamiseks. Riikliku tegevuskava on skemaatiliselt kokku võtnud Reinhard Wiederkehr (2004) joonisel 1. Joonisel toodud tegevussuund „teadus- ja arendustöö“ tegevused on peamiselt seotud majanduslikult optimaalsete lahenduste leidmisega, et tootearenduse käigus leitud lahendused vastaksid etteantud parameetritele võimalikult väikeste kulutustega. „Koolitus ja kvaliteedi tagamine“ on seotud eriala spetsialistide ettevalmistusega. Šveitsis on

puitehitiste planeerimisel kohustuslik kaasata projekteerimis- ja ehitusprotsessi tuleohutuseksperdi, kelleks võib olla ka arhitekt, kui ta on oma oskused tõendanud. „Tuleohutuse tagamise“ suund on seotud alternatiivsete lahenduste väljatöötamisega olemasolevatele. Näiteks puidust fassaadikatte tulekaitsevahendiga immutamise asemel töötati välja lahendused tuletõkestite paigaldamiseks fassaadile. „Seotud meetmete“ tegevussuundade näiteks toodi kindlustusseltsid, kellega leiti kokkulepped nt veekahjude korvamiseks, kui juhuslikult peaks hoones kustutusüsteem rakenduma. Kommunikatsioonisuund käsitles nii otsustajate kui ka elanikkonna teavitamist teadus- ja arendustöö saavutustest ja võimalustest, andes sellega nii otsustajatele, kui ka elanikkonnale kindlustunnet edasisteks otsusteks. „Rahvusvaheline teadustöö ja standardiseerimine“ on oluline kõigile osapooltele, kasvõi arvestades tulekatsete maksumust. Näiteks osalesid Šveitsis korraldatud täismõõtmetes fassaadikatsetel ka Soome teadurid, kogudes andmeid ja tehes mõõtmisi tuleohutusnõuete kaasajastamiseks.



Joonis 1 Üldkontseptsioon „Puit ja tuleohutus“ (Kotthoff & Wiederkehr, 2004)

Kokkuvõtvalt, tuginedes eeltoodule, on suures plaanis tuleohutusnõuded puitehitistele Euroopas ja selle lähinaabruses sarnastel alustel. Tuleohutusnõuded on seotud valdavalt ehitiste korruselisusega. Kuni kahekorruseline hoonestus on valdavalt oluliste ehituspiiranguteta, üle

kahekorruseliste hoonetele on rakendatud osaliselt ehituspiiranguid ning üle 4-6 korruse, sõltuvalt riigist, on välja töötatud normlahendused või tuleb tõendada ohutust toimivuspõhiselt. See aga eeldab, et hoone kavandajad on teadlikud tuleohutusalaalastest kitsaskohtadest ning on tagatud järgnevates alapeatükkides kirjeldatud ohutusnõuete täitmine ja tõendamine. Kitsaskohtade ületamiseks on vajalik terviklik sünergia, mis hõlmab teadus- ja arendustegevusi, regulatsioonide muutmist, seotud isikute väljaõpet, rahvusvahelist koostööd, selgitustööd ning tõendatud meetmeid ohutuse tagamiseks.

1.2.Suuremahuliste puitehitiste tuleohutuse tagamist ja tõendamist mõjutavad tegurid

Tuleohutusinseneria (FSE) ja katsetele tuginev disain loob uusi võimalusi ja väljakutseid arvamuste ühtlustamiseks puitehitiste osas. FSE tugineb inseneria põhiprintsiipidele, arvutustele ja modelleerimisele, et leida lahendusi ohutusregulatsioonide põhinõuetele. Peamiseks tingimuseks toimivuspõhisel ohutuse tõendamisel on nõue, et arvesse võetakse kõiki tulekahjustenaariume, mis hoones võivad esineda. Tulekahju arengut ning evakuatsiooni analüüsi hoonest vaadeldakse koos. FSE miinimumkriteeriumiteks on oluliste tuleohutusnõuete tõendamine võimalike tulestenaariumite korral, kusjuures peab olema tagatud, et kuni kahekorruselises hoones ei toimu hoone varingut etteantud aja jooksul ning enam kui kahekorruseline ehitus ei tohi variseda tulekahju ega ka sellele järgneva jahtumisperioodi vältel. (Östman, 2015)

Kokkuvõtvalt, tõlgendades viite olulist tuleohutusnõuet, peab ehitise tuleohutuskontseptsioon võimaldama inimestel liikuda hoones kiiremini, kui levivad põlemisgaasid ja tuli, andma piisava ajavaru päästjatele tulekahju kustutamiseks või selle kustumise toetamiseks (automaatse kustutussüsteemi olemasolu korral), tagamaks, et hoone ei variseks ning maandama võimalikud ohud tule levikuks naaberhoonetele. Puitehitiste tuleohutuse tõendamine FSE raames tugineb aktiivsete ja passiivsete tulekaitsemeetmete rakendamisel ja nende koosmõju hindamisel.

Kui hoones on tekkinud tulekahju, siis esmatähtis roll on hoonesse ettenähtud aktiivsetel tulekaitse süsteemidel. Aktiivsed tulekaitse süsteemid vajavad aktiveerumiseks impulssi, olgu see siis manuaalne, mehaaniline või elektriline. Nende süsteemide eesmärk on tagada tulekahju varajane avastamine, hoones viibijate hoiatamine ja tulekahju hoidmine piiratud alal või selle

summutamine. Passiivsed tulekaitsemeetmed ei vaja välist energiaallikat, nad põhinevad spetsiifilistel konstruktsioonilahendustel, hoone arhitektuuril, materjalide ja toodete kasutamisel ning hoone elementidel, mis vastavad ettemääratud tingimustele. Passiivsete tulekaitsemeetmete projekteerimine põhineb tuleohu mõistmisele ja aktiivsete tulekaitsesüsteemide koosmõju mõistmisele tulekaitselise eesmärgi saavutamisel. (Custer & Hall, 2008)

Aktiivsete tulekaitsemeetmete rakendamine hoones, näiteks sprinklersüsteemi (automaatne kustutussüsteem) paigaldamine ehitisse võimaldab oluliselt paindlikumalt suhtuda passiivsete meetmete rakendamisse hoones nagu näiteks enam kui kahekorruselise hoone fassaadi katmist tulekaitseks immutamata puiduga sest fassaadi peamine ohutegur, tule levik korterist fassaadile on välistatud. Kuigi eririikides on ohutuse tõendamise alused erinevad, võimaldab näiteks sprinkleri kasutamine lisaks eeltoodule pikendada evakuaatsiooniteede normpikkust, katta pindasid siseviimistluses puiduga, kuni 8-korruselistes hoonetes võimaldab kasutada täiendava kaitseta puitfassaade, ei pea arvestama sisenurkades paiknevate akende ohutuskujasid. (Östman, *et al.*, 2014)

Samas on palju väljakutseid, mis tuleb lahendada FSE rakendamisel. Nendest peamised on (Östman, 2015):

- Ehitustööde kvaliteedi tagamine töömeeste poolt ja järelevalve ning tuleohutuse tagamine ehitustööde ajal.
- Peamiste strateegiate ja tulekahjustsenaariumite kontrollimine, vältimaks varakahjusid, kuna need tuginevad teistele hoonetüüpidele.
- Peamiste strateegiate ja stsenaariumite kontrollimine, vältimaks hoone varisemist, kui tulekahju pole kustutatud automaatse kustutussüsteemi poolt või päästemeeskonna poolt.

Ühe võimalusena tuleohutuse tõendamiseks uudsete lahenduste või arengusuundade planeerimisel on teadus- ja arendustöö. Tuleohutuse tagamine on Šveitsis peamine eeldus mitmekorruseliste puitehitiste püstitamiseks. Ehituskonstruktsioonide Instituut ETH Zürichis on uurinud tulekahju käitumisest puitkonstruktsioonides enam kui 15 aasta jooksul võttes lisaks arvesse nii avastamis-, kui ka kustutussüsteemide mõju tulekahju arengule kuni 6-korruselistes puithoonetes. Andmestik põhineb teoreetilistel uuringutel, elementide katsetustel, täismahulistel katsetel ning puitehitiste tulekahjude statistilistel andmetel. Uuringute

tulemusena töötati välja uued mudelid ehitussõlmede tulepüsivuse tõendamiseks ning avardati võimalusi kuni 6-korruseliste puitehitiste püstitamiseks. Uued lahendused arvestasid teaduspõhiselt tõendatuna aktiivsete tuleohutuspaigaldiste kaasmõju tulekaju arengule ja selle piiramisele. (Frangi & Fontana, 2010)

Sellised lahendused annavad poliitika kujundajatele kindlustunde edasisteks sammudeks. Alates 2005 aastast võib Šveitsis ehitada kuni 6-korruselisi puitehitisi ning alates 2015 puuduvad piirangud kapseldatud puitkonstruktsiooniga ehitiste püstitamiseks. Uuringute käigus teostatud täismõõdus katsete salvestusi kasutati ka elanikkonna tuleohutusala teadlikkuse tõstmiseks puithoonete tuleohutusest.

Tuleohutuse vaatest on puithoonete puhul äärmiselt oluline ehituskvaliteet. Isegi kui ehitusprojekt on nõuetekohane ja ohutus tõendatud, esineb suure tõenäosusega ehitamise ajal muudatusi, mida ohutust tagavate osapooltega läbi ei arutata või puudub kaasatud osapooltel piisav kompetents. Oluline roll ohutuse tagamisel on ehitusseadustiku kohaselt omanikujärelevalvet teostaval isikul. Tegemist on isikuga, kes on tellija palgal, ning kelle ülesanne on tagada projektijärgne ehitus (Ehitusseadustik, 2015). Võttes arvesse asjaolu, et puithoonete tuleohutusmeetmete tagamine on reeglina komplitseeritum võrreldes betoon- või kivikonstruktsioonis ehitisega, siis omanikujärelevalve ja ehitaja tuleohutusala teadlikkus ning roll tuleohutuse tagamisel on oluline.

Eriti oluline on täpsus ja detailsus hoone kandekonstruktsioonide ning tuletõkkeseptsioonide tulepüsivuse tagamisel, andes seeläbi aega evakuatsiooni läbiviimiseks hoones ning päästetööde teostamiseks.

Kandekonstruktsioonide vaatlemisel eristatakse tuleohutuse seisukohalt kergkonstruktsioonis puitehitisi ning massiivse konstruktsiooniga puitehitisi. Kergkonstruktsiooni valikul on piiravaks teguriks planeeritava hoone kõrgus, massiivse puitkonstruktsiooni kasutamiseks olulisi ehituslikke takistusi ei ole. (Gerard, *et al.*, 2013).

Tabelis 1 on koondatud kergest ja massiivset puitkonstruktsiooni iseloomustav ehitusmaterjalide valik, mille kohaselt kergkonstruktsiooni puhul kasutatakse peamiselt saledaid puitprofiile ning nenede tulepüsivus tagatakse peamiselt ehitusplaatidega. Massiivse puitkonstruktsiooni puhul

on selle tulepüsivus reeglina tagatud materjali ristlõike arvutustega. Vajaduse korral kasutatakse täiendavaks tulekaitseks ka ehitusplaate. (Gerard, *et al.*, 2013)

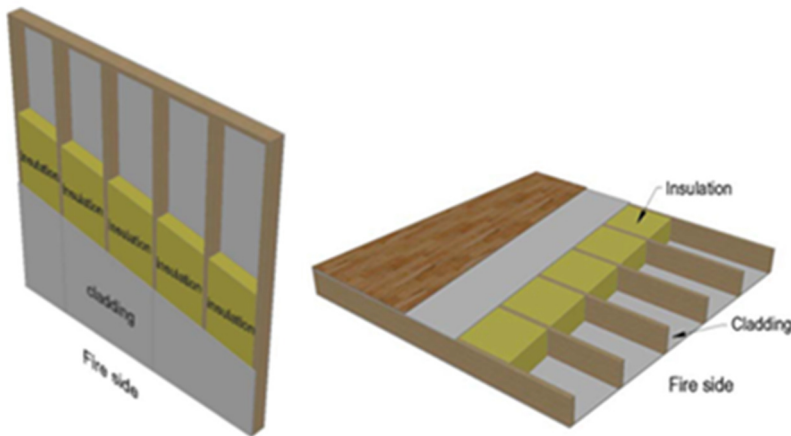
Tabel 1. Levinumad puitkonstruktsiooni tüübid ning nende kasutamine ehituses (Gerard, *et al.*, 2013)

Konstruktsiooni tüüp	Tava-pärane max. kõrgus	Tüüpiline puitelement	Tüüpiline nominaalne kandelemendi mõõt	Tüüpiline hoone kasutusviis	Kaitstud versus mitte-kaitstud puit
Kerge puit-konstruktsioon	Kuni 5-6 korrust	Sõrestik-seinad ja talad	50X100 ja 50X300	Korterelamud	Kips-plaadiga kaetud ja kaitstud
Massiivne puit-konstruktsioon	8 korrust	Postid ja talad	150X150	Korterelamud ja ärihooned	Kaitsmata puit või kaetud kipsiga

Lisaks toovad Kanada projekteerimisjuhised välja mõisted nagu „puitkonstruktsiooni piiratud kapseldus“ ja „puitkonstruktsiooni täielik kapseldus“. Kõrghoonete projekteerimisel arvestatakse kogu põlevmaterjali põlemisega ning ka jahtumisfaasiga. Et anda puidule samaväärne staatus mittepõlevast terasest või betoonist ehitisega, eeldatakse puitkonstruktsioonide täielikku kapseldust, mis pakub vähemalt kahe tunni jooksul puidule kaitset tule eest. (FPInnovations, 2013) Puitkonstruktsiooni kapseldus tähendab selle täiendavat kaitsmist tulekahju eest ehitusplaatide või muu säärasega, seepärast kasutatakse ka massiivse puidu puhul täiendavalt tulekaitset ehitusplaatide näol.

Ehituskonstruktsiooni tüübi valikul on märkimisväärne mõju tulekahju arengule ning tulekaitsemeetmete valikule (Gerard, *et al.*, 2013). White (2012) on tulekatsete olulise järeldustena välja toodud massiivse puidu eelseid kergete puitkonstruktsioonide ees just tuleohutuse vaates.

Kergkonstruktsioonis ehitise koosneb peamiselt puitsõrestikseintest ning puittaladel vahelagedest, mis kaetakse üldjuhul kipsplaadiga (Vt joonis 1). Kipsplaate kasutatakse puidust kergkonstruktsioonide katmisel. Kips sisaldab niiskust, nii vaba kui keemilist, oma kristallilises struktuuris. Kipsi dehüdratsioon ja kaltsium karbonaadi lagunemine absorbeerivad kuumust saades kipsplaadile tulekindlad omadused. (Thomas, 2010)



Joonis 2 Kerge puitkonstruktsioon, puitsõrestiksein ja puittaladel vahelagi (Just & Tera, 2010)

Kandekonstruktsiooni tulekaitseks võib lisaks kipsplaadile kasutada ka muid ehitusplaate. Levinud on erinevad puidupõhised plaadid, sealhulgas CLT plaadid. (Kolaitis, *et al.*, 2014) Kuigi ehitusplaatidest moodustatud kattekihiga saab lisaks kergetele puitkonstruktsioonidele kaitsta sarnastel alustel ka massiivseid puitkonstruktsioone, kajastab magistritöö autor kaitsekihtidega seonduvaid uuringuid käesolevas peatükis kuna kergkonstruktsiooni puitsõrestik peab olema täiendavalt kaitstud tulepüsivuse saavutamiseks.

Katsetused tegelikes tulekahjutingimustes näitasid, et põlemisgaaside temperatuur puitehitiste ruumides jääb 300 – 500 C⁰ madalamaks, kui Eurokoodeks 1 temperatuur-ajakõver. Sellistes tingimustes üks kiht kipsplaati tagab ca 20 tulekaitse puidule söestumise eest. Teise kihi lisamisel söestumise algusaeg kahekordistus. (Tsantaridis, *et al.*, 1999) Samalaadset tulemust kirjeldab ka Hakkarainen (2002).

Tihti on probleemiks, et kipsplaatide ja isolatsioonimaterjalide puhul puudub tootjapoolne info nende tulepüsivuse omaduste kohta. Puitehitiste konstruktsioonimaterjalide tulepüsivuse hindamiseks ning esmalt isolatsioonimaterjalide kaitseomaduste määramiseks on SP Trätek ja Tuv Nord laborites viidud läbi tulekatsed kergete puitkonstruktsioonide lahendustele. Uuriti mineraalvilla, kui täiteaine mõju puidu söestumisele. Töö raames katsetati keskmises mõõdus põrandakarkassi ning täismõõdus seinakarkassi. Loodi andmebaas täismõõdus puitkarkassseinte tulekatsete kohta. Olulise tulemina antakse arvutusmudelid kipsplaatide tuleomaduste hindamiseks, kui puudub vastavasisuline informatsioon tootjalt. (Just & Tera, 2010)

Kipsplaatide ja puidupõhiste plaatide katsetamisel kaitsekihina nii kerg- kui ka massiivsetel puitkonstruktsioonidel, jõuti järeldusele, et kipsplaadid pakuvad paremat kaitset kuna need ei lagune nii kiirest tulekaju mõjudest tulenevalt (Kolaitis, *et al.*, 2014).

Kokkuvõtvalt on kergkonstruktsioonide vajalik tulekaitse (kuni 60 minutit) saavutatav ehitusplaatidega. Samas massiivse kandekonstruktsiooni tulepüsivus on võimalik saavutada arvutades vajalikud konstruktsiooni mõõtmed ilma lisakaitseta.

Massiivset puitkonstruktsiooni kasutatakse peamiselt kõrghoonete või suurte sildeavadega ehitistes nagu avalik-ühiskondlikud hooned (kaubandus, spordihooned), tööstushooned jms. Puidust valmistatakse hoone postid, fermid ja talad, vahelaed. Tulenevalt eeltoodust järeldab autor, tuginedes tuleohutusnormidele, et massiivsete puitkonstruktsioonide tulepüsivuse nõuded algavad 30 minutist ja ulatuvad kuni 120 minutini, mistõttu on väga oluline kõikide detailide prognoositava käitumise tundmine tulekahju tingimustes.

Reeglina kasutatakse massiivse puitkonstruktsioonina liimpuitu või CLT paneele. Järjest enam on levinud massiivse ristkihtpuidu (CLT) kasutamine välisseintes ja vahelagedes. (White, 2012) Massiivsete puidust kandekonstruktsioonide tulepüsivuse arvutused tehakse vastavalt Eurokoodeks 5 nõuetele, mis arvestab söestumisest tingitud ristlõike kaotust ning temperatuurist tulenevat tugevuse ja jäikuse vähenemist kahjustamata jäänud ristlõikes. Samas ei arvesta sellised arvutused näiteks massiivsete liimpuittalade, postide ja CLT puhul puidukihte ühendava liimi käitumist temperatuuri kasvades ning selle mõju konstruktsiooni püsivusele. Uuringud, kus katsetati erinevaid Euroopas heakskiidetud liimidega sõrmjätkatud puitelemente, näitasid, et liimil puudub oluline mõju kandevõimele sõrmjätkatud liimpuit konstruktsioonide puhul. (Klippel, *et al.*, 2013) Samas ristliimpuidust paneelide (CLT) ja homogeensete puitpaneelide tulepüsivusomaduste võrdlusel selgus tulekatsete tulemusena, et tulepüsivusomadused ristliimpuitpaneelidel sõltuvad liimi käitumisest, millega ristliimitud puitelemendid on omavahel ühendatud. Tuletestide ajal täheldati, et kõrgel temperatuuril alla kukkunud söestunud kihid sõltuvad otseselt kasutatud liimist. Sellele viitab ka suurem söestumiskiirus homogeensete puitpaneelide puhul. (Frangi, *et al.*, 2009)

Eeltoodut silmas pidades võib väita, et nt CLT vahelaepaneelide tulepüsivuse hindamisel ei saa aluseks võtta Eurokoodeks 5 tulepüsivusarvutuste aluseid. Teine oluline kriteerium, mida ei ole võimalik Eurokoodeks 5 alusel hinnata, on kandekonstruktsiooni liitmike tulepüsivust, mis

mõjutavad konstruktsiooni, kui terviku tulepüsivust. Valdavalt kasutatakse massiivsete postide ja talade ühendamiseks erinevaid terasest liitmikke nagu on toodud näited joonisel 2.



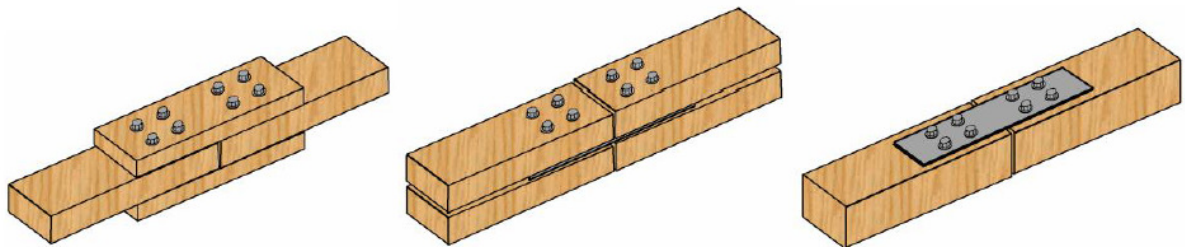
Joonis 3 Terasest liitmiku näide (Akotuah, *et al.*, 2016)

Puitehitiste kandekonstruktsiooni liitmike kuju ja disain on kriitilise tähtsusega tuleohutuse seisukohast kuna need on reeglina väiksema tugevusega kui põhikonstruktsiooni elemendid ning on seega konstruktsiooni nõrgim lüli. Ühenduste kuju ja geomeetria mõju ühendustele on uuritud erinevate katsete käigus. (Akotuah, *et al.*, 2016) Lisaks on ühendused erinevate termiliste ja mehaaniliste omadustega. Samuti võivad erinevad füüsikalised-keemilised protsessid mõjutada liitmiku soojuse ja niiskuse siirdeid, mis omakorda mõjutavad liitekohaga ja puitkonstruktsiooni mehaanilist käitumist. (Samaké, *et al.*, 2014) Terasliitmikuga teostatud, standardtulekahju tingimustes koormatud postühendustega ja talaühendustega teostatud katsetest võib järeldada, et terasest postühendused ja talaühendused puitkonstruktsioonide liitmikena on üldjuhul tulepüsivad alates 30 minutist kuni 60 minutini. Olulist rolli mängib posti ja tala vahele jääv õhuvähe, mida tuleks vältida, ning ühenduspoltide või -kruvide arv ja paiknemine. (Palma, *et al.*, 2014) Sarnaste täismõõtmetes katsete tulemused täiendasid, et liitmiku tulekindlus sõltub koormusest konstruktsioonile, ühenduse tüübist ja terasühenduse kokkupuutest tulega kuna koormuse suurenedes tulekindlus väheneb. Teine oluline järeldus oli, et terasliitmiku geomeetria ning ühenduspoldid ja nende asukohad mängivad olulist rolli konstruktsiooni, täpsemalt liitekohaga, tulepüsivuse tagamisel. (Akotuah, *et al.*, 2016)

On läbiviidud uuringuid, kuidas suurendada veelgi tootearendusega terasest liitmike tulepüsivust. Kriitilise tähtsusega seejuures on puidust posti ja puittala ühenduskoha tihedus, ehk teisisõnu, kui suurel määral kaitseb puitkonstruktsioon terasest liitmikku tule eest. Liimpuidu alumiste lamellide söestunud kihtide eemaldumise vältimiseks ning seeläbi temperatuuri juurdepääsu tõkestamiseks terasest kinnitusplaadile paigaldati puitlamellide

täiendavaks toetuseks teraskruvid. ETH Zurichis ja EMPA läbi viidud katsete tulemusena veenduti, et kruve on kerge paigaldada ja peita puitelementi ning nad annavad täiendava tugevuse normaaltemperatuuril, mis omakorda parandab tulepüsivust ühenduskohtades. (Palma, *et al.*, 2013)

Lisaks post-tala ühendustele on suurte sildeavade korral ka tala-tala ühendused teatud juhtudel vajalikud (Vt joonis 3) ning ka nende ühenduskohtade tulepüsivust mõjutavaid tegureid on uuritud. Kolme peamise ühenduse liigi, puit-puit-puit (WWW), puit-teras-puit (WSW) ja teras-puit-teras (SWS) ühendused kinnitatuna poltide või tüüblitega, katsete põhjal on välja töötatud ühenduse tulepüsivuse arvutamise meetodika. (Peng, *et al.*, 2011)



Joonis 4 WWW, WSW ja SWS ühendused (Peng, *et al.*, 2011)

Kokkuvõtvalt, on olemas meetodikad ja teaduslikud allikad, mille põhjal on võimalik prognoosida puitkonstruktsioonide ja selle elementide ning sidemete käitumist tulekahju tingimustes.

Suuremates ja kõrgemates hoonetes kasutatakse massiivset puitkonstruktsiooni üldjuhul kombineerituna betooni või terasega. Seda tüüpi konstruktsiooni lahendusi nimetatakse hübriidkonstruktsioonideks ning on valdavalt kasutuses keskmise kõrgusega (*mid-rise*) puithoonetes ja kõrghoonetes. (Akotuah, *et al.*, 2016) Massiivse puithübriidkonstruktsiooni näitena võiks tuua puit-betoonpaneelid (TCC) vahelagedele. Tegemist on lahendusega, kus puittalad moodustavad paneeli kandelemendi ning talade peale paigaldatud puidukihile valatakse betooni kiht, mis ankurdatakse puidu külge. Teise lahendusena käsitletakse lahendust, kus vahelae alumine vöö on betoonplaat, mille külge on ankurdatud puittalad ning peamise vööna kasutatakse jällegi puitu. TCC lahenduste osas võib välja tuua, et nende arendus on veel varajases staadiumis ning neid on küll katsetatud standardsetes tulekahjutingimustes, mistõttu

nende kasutamine FSE tingimustes on veel piiratud, sealhulgas ka kõrghoonete projekteerimisel. (Hozjan & Svensson, 2015) Arhitekt Hermann Kaufmann poolt projekteeritud kuni 30 korruselise lahendusena puitehitis *Lifecicle Tower* oli massiivsete puitkonstruktsioonide poolest planeeritud just eelmainitud TCC paneelide ja massiivsete puitpostidega ehitis, mille kandekonstruktsioonid pidid vastama R90 tulepüsivuse nõudele, hoone ehitati välja reaalsuses kaheksakorruselisena. (White, 2012)

1.3.Puitfassaadide ja puidust siseviimistluse tuleohutuse tagamist ning tõendamist mõjutavad tegurid

Maaailmas järjest enam leviv trend on nn roheliste hoonete ehitamine. „Rohelise hoone“ märgise saamiseks hinnatakse hoone erinevaid aspekte, sh teostatakse hoone keskkonna-, sotsiaalse ja majandusliku mõju analüüs, tasuvusanalüüs, kogukonnale avaldatava mõju hindamine, hinnatakse materjalikulu teenuseühiku kohta, teostatakse hoone elutsükli hindamine ning ehitise jätkusuutlikkuse hindamine jms. (Voll, *et al.*, 2013) Paljud uued hooned on planeeritud ja projekteeritud selliselt, et nad saaksid „Rohelise hoone“ märgise. Samas paljud looduslikud või säästvas ehituses kasutatavad materjalid avaldavad iseseisvat või koosmõju tuleohutuse kontseptsioonile, kui pole just kasutatud disainiefekte, mis leevendavad neid puuduseid. (Meacham, *et al.*, 2012) Oluline roll puithoone tunnetamisel on puitfassaadidel ja puidu kasutamisel hoonete sisepindadel. Need on ka kohad, kus tuleohutust saab olulisel määral mõjutada kasutades hoone geomeetriat või selles paiknevatid aktiivseid tulekaitsemeetmeid või neid teadlikult planeerides.

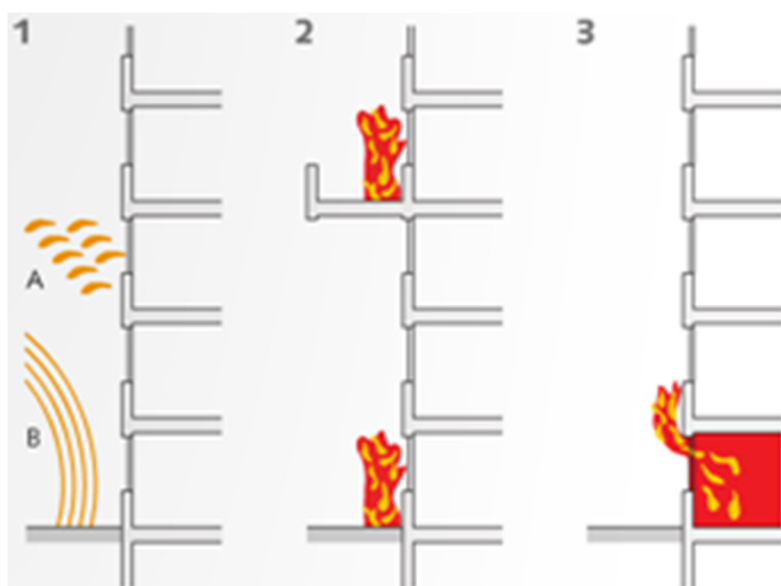
Eri- ja fassaadilahenduste projekteerimisel tuleb arvesse võtta, et ebapiisavad abinõud tuleohutuse tagamisel võivad kaasa tuua suure tuleohtu hoonetes. Eriarahenduste ülesandeks on suurendada võimalikku evakuatsiooniaega hoonest, vähendada tulekahju poolt tekitatud kahjusid ja võimaldada päästjatel hoonest inimesi evakueerida ning tõhusalt tuld kustutada ning seeläbi vähendada tule leviku ohtu naaberhoonetele. Tule leviku piiramisel tuleb arvesse võtta ka naaberhoonetest tulenevat tuleohtu. (Forest & Wood Products Australia, 2011) Eeltoodust võib järeldada, et oluline on lisaks hoone disainilahendustele arvestada puithoonete ja fassaadide planeerimisel muuhulgas ka päästemeeskonna võimekuse ning varustatusega.

Puidust viimistlusmaterjali tulekindlus sõltub massist, mõõtmetest ja puidu struktuurist. Puitu kasutatakse fassaadikatte materjalina laudisena, plaatidena või muude õhukeste ribadena.

Sellest tulenevalt muutub ka tema käitumine süttivust silmas pidades. See on põhjus, miks paljudes riikides on puidu kasutamine välisvoodrina piiratud. (Giraldo, *et al.*, 2015)

On kaks võimalust tuleohutuse tagamiseks puitfassaadidel. Käesoleval hetkel kõige levinum on tagada puitfassaadi vastavus tuletundlikkuse klassile, see tähendab puidust fassaadikatte immutamist või võõpamist tulekaitsevahendiga. Teine võimalus on hinnata hoone fassaadilahendust toimivuspõhiselt ning teostada fassaadilahendus võimalikele tulekahjustsenaariumitele vastavalt, lähtudes konkreetsest hoonest ja puitviimistluse valikust. Sellise lahenduse eelduseks on eelnevalt samasugustes tingimustes testitud lahenduse kasutamine. Katsete tulemused näitavad, et hoone disainielementidega on võimalik teatud tingimustel saavutada suuremat ohutust, kui puidu tulekaitsevärvide või -immutusega. (Korhonen & Hietaniemi, 2005)

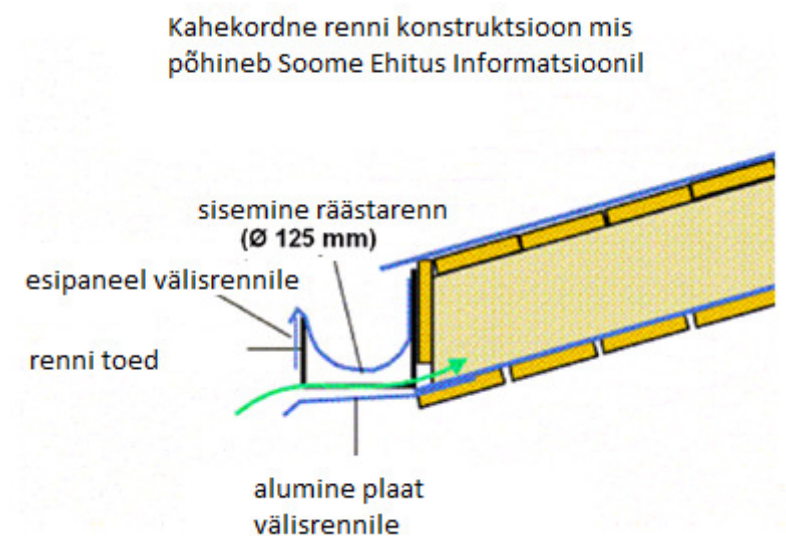
Fassaadikattematerjalidele sätestatud tuleohutusnõuded on tingitud peamiselt ruumides asetleidva tulekahju levimise ohust fassaadile või muust välisest tulekahju ohust (Kotthoff & Wiederkehr, 2004). Toimivuspõhise ohutuse tõendamise korral tuleb arvesse võtta vähemalt kolme tulekahjustsenaariumit (Vt joonis 5). Nendeks on välisest tuleallikast põhjustatud tuleoht nagu naaberhoone tulekahju soojuskiirgus, välisest tuleallikast põhjustatud tuleoht nagu põlevmaterjali süttimine hoone rõdul või prügikasti süttimine hoone vahetus läheduses ning siseruumist fassaadile leviv tulekahju. (Tsantaridis & Östman, 2015)



Joonis 5. Fassaaditulekahju stsenaariumid toimivuspõhisel ohutuse tõendamisel. (Kotthoff & Wiederkehr, 2004)

Fassaadiga seotud suurim tuleoht seisneb ühes tuletõkkeseksioonis leegitsemiseni jõudnud tulekahjus, mis võib purunenud akna kaudu levida kõrgematel korrustel asuvatesse tuletõkkeseksioonidesse. Seetõttu ei tohi fassaadikatematerjal aidata kaasa tule levimisele mööda fassaadi või selle sees. Ruumis leegitsemiseni jõudnud tulekahju korral on aknast väljuvad leegid üldjuhul nii võimsad, et vahetult ruumi kohal asuvale aknale avalduv tule mõju on väga tugev fassaadikatematerjalist olenemata. Ehitusreeglites vaadeldakse seda aktsepteeritava riskitasemena. Puitfassaadi korral on seetõttu peamine ülesanne piirata tule mõju süttinud ruumist kaks korrust kõrgemale jäävale aknale ja vähendada räästasse tule levimise ohtu. (Buchanan, *et al.*, 2014)

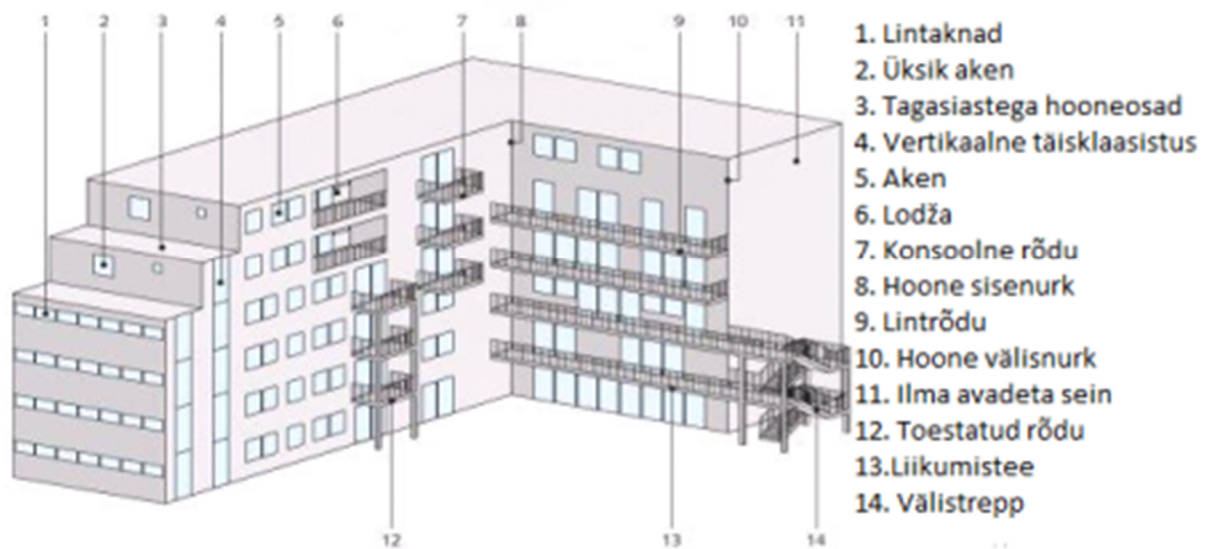
Võimaliku lahenduse räästakastide tuleohutuse tagamiseks, võimaldades samal ajal katusekonstruktsioonil tuulduda, on toonud Korhonenja ja Hietaniemi oma uurigus „*Fire safety of wooden facades in residential suburb multi-storey buildings*“ (Vt joonis 6) (Korhonen & Hietaniemi, 2005).



Joonis 6 Räästakasti tulekaitse (Korhonen & Hietaniemi, 2005)

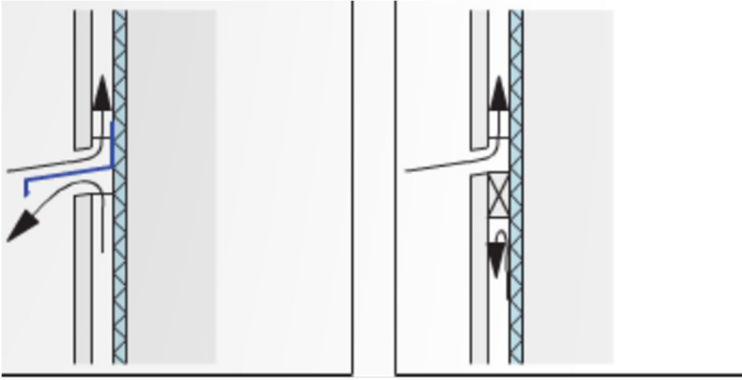
Peamised järeldused, mis on tehtud täismõõdus fassaaditulekahjude katsete põhjal, on vajadus ette näha tuletõkestused nii fassaadi välispinnal, kui ka tuulutuspilus. Puitfassaadide kasutamine on piisavalt turvaline, kui hooned on sprinkleeritud. (Tsantaridis & Östman, 2015)

Oluline roll fassaadi tulekahju arengus on fassaadi geomeetrial. Tuginedes läbiviidud laborikatsetele ning täismõõdus katsetele, on fassaadigeomeetria oluline tegur tule leviku kiirusel. Pildil 6 on näidatud 14 erinevat situatsiooni, mis mõjutavad fassaadilahenduse tuleohutust ning vajalikke tõkestusmeetmeid. Näiteks tuleb olukorda erinevalt hinnata, kui puitfassaadi läbib igal korrusel lintaken(1), rõdud (6, 7, 12), aknad asetsevad tavapäraselt kohakuti (5), fassaadil paiknevad evakuatsiooniteed (14, 13),sisenurgad (8) jms. (Brandschutz, L.D., 2009)



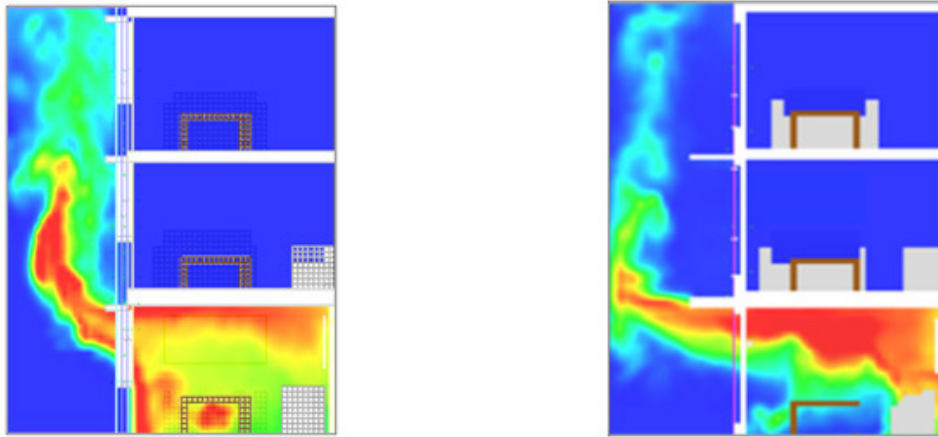
Joonis 7 Puitfassaadi tuleohutust mõjutavad fassaadigeomeetria tegurid. (Brandschutz, L.D., 2009)

Lisaks fassaadi geomeetria arvestamisele, on tuleohutuse seisukohast oluline valitud puidu profiil ja selle paigutus fassaadile. Tule levikut tuleb tõkestada nii fassaadi pealispinnal, kui ka puitkatte taguses tuulutuspilus. Näidislahendus tule leviku tõkestamiseks tuulutuspilus, tagades samal ajal fassaadi tuulituse, on toodud joonisel 8. Vastavalt hoone fassaadi geomeetria ning puitkatte paigutusele tuleb leida ohutu lahendus tule leviku tõkestamiseks ning fassaaditulekahju ohu minimeerimiseks. Kõige keerukamatel juhtudel, nt sisenurgaga hoonel, fassaadilahendusega, kus kasutatakse õhuvahedega laudist, tuleb puitkate kaitsta tulekaitse immutusvahendiga. (Brandschutz, L.D., 2009)



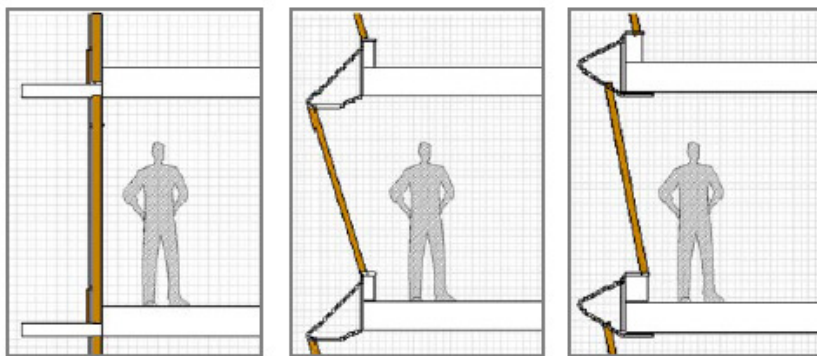
Joonis 8 Tuleleviku tõkestamine puitfassaadi tuulutuspilud ja välispinnal punn-sulund laudise korral (Brandschutz, L.D., 2009)

Tavapärase, ilma sisenurkade ning väljaulatuvate rõdudeta hoonete, kus kasutatakse punn-sulund tüüpi laudist, on võimalik fassaaditulekahju teket ja levikut takistada tuletõketega iga korruse lõikes. Tuletõke takistab tule levikut puitkatte taguses tuulutuspilus ning suunab leegi fassaadikattest eemale, andes sellega aega päästemeeskonnale tulekahju kustutamiseks või tule iseeneslikuks sumbumiseks. (Brandschutz, L.D., 2009) Sarnaste tõkestite või leegi suunajatega on võimalik vältida ka korteri tulekahjust fassaadile leviva leegi mõju ülakorrusel paiknevatele akentele ja fassaadikattele, suunates leegi fassaadist eemale. Leegisuunajate väljaulatus fassaadi tasapinnast on otseses seoses valitud puidust katematerjali lahendusega. Kuna vastavate leegisuunajate optimaalne valik on keerukas ning lisaks mõjutab leegisuunaja kaugus fassaadist ka olulisel määral hoone välisilmet, on tehtud valiku toimvuse kontrollimiseks välja töötatud kompuutersimulatsiooniprogrammid. Väljatöötatud kompuutersimulatsiooni abiga võimalik prognoosida tulekahju arengut ruumis ning aknaavast väljuva võimaliku leegijala kuju ja suurust sõltuvalt purunenud akna mõõtmetest ning selle fassaadist ohutule kaugusele suunamiseks vajalike efektiivsete leegisuunajate kuju ja mõõtmeid. Leegisuunajate mõõtmed sõltuvad akna suurusest. Joonisel 8 on toodud näide akna kohale paigaldatud leegisuunajatest, mille mõõtmed ja piisavus on testitud kompuutersimulatsiooni abil. (Giraldo, *et al.*, 2015)



Joonis 9. Akna kohal paiknev leegi suunaja, mis juhib korterist tuleva leegi fassaadist eelale (Giraldo, *et al.*, 2015).

Lisaks joonisel 9 toodud spetsiaalsetele leegisuunajatele, mis on hoone fassaadis eristatavad ning sõltuvalt ehitustraditsioonist, võivad olla ka visuaalselt häirivad, saab arhitektuursete lahendustega saavutada sarnase efekti ning lahenduse eesmärgipärasust arvutisimulatsiooni abil kontrollida. Joonisel 10 on toodud kolm hoone välisseina lahendust, mis akna purunemise korral juhivad leegi fassaadikattest eemale. (Giraldo, *et al.*, 2012)



Joonis 10 Hoone välisseina geomeetria kasutamine tuleohutuse tagamiseks (Giraldo, *et al.*, 2012)

Tulenevalt eeltoodust, on võimalik tüüpsituatsioonides tagada puitfassaadide tuleohutus võttes arvesse fassaadi geomeetriat, fassaadikatte erisusi ning piirkondliku päästemeeskonna päästevõimekust.

Teiseks võimaluseks puitfassaadide tulekaitseks on puidust fassaadikatte kaitsmine tulekaitsevõõbaga või -värviga. Sellise lahenduse miinuseks on kaitsevahendi

tulekaitseomaduste vähenemine ajas. Läbiviidud katsed loomulikes tingimustes ja tehistingimustes vananenud puitfassaadi kattematerjalidega tõendavad tulekaitsevahendite omaduste vähenemist puidu tulekaitsel ning tulekaitseomaduste kadumist 10 aasta jooksul. (Tsantaridis & Östman, 2016)

Viimastel aastatel on järjest enam kogumas populaarsust puidu kasutamine siseruumides pinnakattena, eriti just eluruumides. Aktiivsed tulekaitsemeetmed tulekahjusignalisatsiooni ja automaatse tulekustutussüsteemi näol võimaldavad sisetingimustes puidu kasutusala laiendada. Oluline on siinjuures silmas pidada puidu mõju tulekahju arengu kiirusele, sh võimalikku levikut hoone välispindadele. (Frangi & Fontana, 2005)

Läbiviidud katsed näitasid, et kiire reageerimisega sprinklerid tagavad piisava ohutuse igat tüüpi hoonetes, mis olid siseviimistluses puiduga kaetud. Sprinklersüsteem kustutas tulekahju alati varajases staadiumis, isegi mööbli kahjustused olid minimaalsed. (Frangi & Fontana, 2005)

Ka passiivsete tulekaitsemeetmetega on võimalik hoida tulekahju ühe ruumi piires isegi puitkonstruktsioonide, sh puidust siseviimistluse korral. Isegi pealoleva ruumi suitsutase ja temperatuur olid lubatavuse piirides kuni alumise korruse aknast ulatuv leek purustas ülemise korruse akna. Olulise järelalusena on toodud, et puitmaterjal siseviimistluses suurendab tulekahju levimise kiirust. (Frangi & Fontana, 2005). Lisaks tulekahju kiiremale kasvule on täheldatud kiiremat kuumuse, ruumi temperatuuri kasvu, kuumade osakeste intensiivsemat eraldumist ja kukkumist põrandale (Zhang, *et al.*, 2003). Eeltoodust võib järeldada, et puidu kasutamine siseviimistluses on sobiv, kui hoone tuleohutuskontseptsioon seda soosib. Olulisel kohal on kustutussüsteem, mis ei võimalda sisetulekahjul kasvada ja jõuda hoone välispindadele ning sealt edasi järgmistele korrustele või katusekonstruktsioonidesse.

Lisaks laboritingimustes tehtud katsetele on oluline teada saada, kuidas on puitehitised käitunud tulekahju tingimustes tavakasutuses. Millised on need faktorid, millega laborikatsed ei arvesta ja kuidas ennetada tuleõnnetusi kogu hoone elutsükli vältel? Suuremahulisi puithooneid on Euroopas ja põhjamaades ehitatud juba viimase 10 aasta jooksul ning samuti ka USA-s ja Kanadas. Kõige realistlikumad järeldused kasutuselevõetud ohutusmeetmete tõhususest ja hoonete nõrkadest kohtadest saab teha juba toimunud õnnetuste põhjal.

Vaatamata asjaolule, et suuremahulisi „rohelisi maju“ on püstitatud üle maailma ning nendega on ka juhtunud tuleõnnetusi, puudub nii Ameerika ühendriikides, kui ka mujal maailmas ühtne tuleõnnetuste andmebaas, millest saaks teha olulisi järeldusi (Meacham, *et al.*, 2012)

Rootsis, toimus Luleås, Klintvägeni ühiselamus tulekahju, kus rasva süttimisel pliidil liikus tuli ventilatsioonitorus pööningule ning sealt mööda konstruktsioonide tühimikke uuesti allapoole. Tulekahju levis peamiselt konstruktsioonitühimikes. Puitehitistele on iseloomulikud tühimikud välisseina tuulutuspiludes ning vahelaekonstruktsioonis. Tulekahju arengut mõjutas uurimisasutuse hinnangul asjaolu, mida tavakatsete ja tõendamisprotseduuride juures ei võeta arvesse – puhus tugev tuul. Raport viitab ka projekteerimis- ja ehitusalastele puudujääkidele. Tulekahju tagajärjel tuli viiekorruseline hoone lammutada. (Östman & Stehl, 2014) Seega oli oluline roll tekkinud olukorras nii projekteerimis- kui ka ehitualastel puudustel ning ilmastikuoludel.

2014 aasta jaanuaris toimud Norras, Lærdalis suuremastaapne tulekahju, millesse oli hõlmatud terve piirkond ajaloolisi hooneid. Läbiviidud uurimise lõppjäreldestes toodi samuti esile, et ohutuse tõendamisel tuleb arvestada erakorraliste ilmastikuoludega. Samuti on muutunud inimeste käitumine, furnituuri põlemisomadused, ehitustava ja ehitusmaterjalid. Olulise järeldusena tuleks soosida ja leida kuluefektiivseid lahendusi tulekustutussüsteemide laialdasemaks kasutuselevõtuks. (Steen-Hansen, *et al.*, 2015)

Eestis pole seni uuritud puitehitistes toimunud tulekahjude ulatuse seoseid ehitusvigade või korralduslike eksimustega. Autori poolt teostatud päringule tuginedes on Päästeameti andmebaasi JÄIS andmetel ca 30% ehitusprojektidest ning valminud ehitistest saanud Päästeametilt negatiivse hinnangu tulenevalt puudulikust tuleohutusalasest lahendusest või tulenevalt asjaolust, et oluliste tuleohutusnõuete täitmine ei ole tõendatud.

Puitehitiste spetsiifilises uuringus „Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga“ on välja toodud tuleohutusalasest puudustega seonduvalt peamiselt küttesüsteemide ning elektrisüsteemide halb seisukord ja suitsuandurite puudumine hoonetest. (Kalamees, *et al.*, 2012) Kahjuks on uuringu fookusest väljas aastate jooksul teostatud ümberehituste mõju ehitiste tuleohutusalasest seisukorrale. Näiteks vanas korterelamus võib krohvikihi eemaldamine palkseinalt, selle eksponeerimiseks, põhjustada tulekahju kiiremat levikut hoones või konstruktsioonide tühimikes.

Uuritud on ka Eesti eluasemefondi tehnilist seisukorda, mis on valminud aastatel 1990 – 2010. Tehtud järeldused peegeldavad ehitusalaseid probleeme Päästeameti statistikas. Uuringu kokkuvõte viitab puudustele hoonete projektdokumentatsioonis, ehitustööde käigus ehitustehnoloogia eiramisele, konkreetses olukorras mittesobivate materjalide kasutamisele ning ehitusmuudatuste puudulikule dokumenteerimisele ning projektide tervikliku lõppanalüüsi mittetegemisele. (Kalamees, *et al.*, 2011) Eeltoodud puudused võivad oluliselt mõjutada ka ehitise käitumist tulekahju tingimustes ning hoonete ohutust ka üldisemalt.

Eeltoodust võib järeldada, et lisaks uusehitistes loodavale turvalisele keskkonnale, tuleb täiendava ohuna vaadelda hoone tehnilist seisukorda ning selles toimuvaid tegevusi koos hoone ja selle tehnosüsteemide vananemisega. Lisaks tulekatsetele tavatingimustes, peavad lahendused tagama ohutuse ka erakorraliste ilmastikuolude puhul. Erakorraliste ilmatikutingimustega või loodusnähtustega arvestamine puitehitiste puhul ei ole erandiks. Näiteks võib tuua maavärinate järgselt puhkenud tulekahjud, kus päästemeeskonnal puudub juurdepääs hoonele sõitmiskõlbmatu tänavavõrgustiku tõttu, samuti on hooned tänavavõrkudest „eemale rebitud“ ning ei tööta hoone kustusüsteemid. Selliste olukordade lahendamiseks on puitkõrghoonetele ette nähtud autonoomne kustusvee allikas kustusüsteemi toitmiseks. (Östman, *et al.*, 2014)

2. SUUREMAHULISTE PUITEHITISTE PÜSTITAMISE TAKISTUSED EESTIS

Käesoleva magistritöö teise uurimisülesande lahendamiseks, välja selgitada ja analüüsida suuremahuliste puitehitiste püstitamise takistusi Eestis, viidi läbi empiiriline uuring. Uurimisstrateegiaks valiti **fenomenoloogiline uurimus**, sest uuritakse erinevate spetsialistide ning arvamuslimidrite kogemust ja kokkupuudet suuremahuliste puitehitistega.

Esimeses alapeatükis antakse ülevaade kasutatud metoodikast, valimi moodustamise alustest ning intervjuude läbiviimise asjaoludest. Teises alapeatükis on toodud intervjuude tulemused ja nende analüüs ning kolmandas alapeatükis on toodud autori poolsed järeldused ja ettepanekud puidu laialdasema kasutamise propageerimiseks ehitussektoris, sealhulgas suuremahuliste puitehitiste püstitamisel.

2.1. Metoodika, valim ja intervjuude läbiviimine

Fenomenoloogilise uurimuse eesmärgiks on esile tuua uuritavate vahetud kogemused, mis omakorda seab ka andmete kogumisele tingimused. Uuritavad peavad saama oma kogemusi edastada vabas ja sundimatus õhkkonnas. (Virtanen, 2006, lk 169 ref Laherand, 2008, lk 89-93) Selleks pakkus autor välja intervjuu läbiviimiseks uuritavatele võimaluse kohtuda intervjuueeritavate tööruumides, autori tööandja poolt pakutavates ruumides või intervjuueeritavate omalt poolt nimetatud muudes ruumides. Valdavalt sooviti intervjuu läbiviimiseks kohtuda intervjuueeritava tööandja ruumides. Ühel juhul kohtuti töö autori tööandja ruumides. Intervjuule eelnevas vestluses täpsustati andmete kasutamise tingimused.

Kuna töö autor töötas intervjuude koostamise ajal Päästeametis ning intervjuueeritavatele selgitati et intervjuude tulemusi presenteeritakse ja kasutatakse puitehitiste tuleohutuse töögrupi töös, otsustas autor intervjuueeritavatele vabama eneseväljenduse tagamiseks välja pakkuda anonüümsed intervjuud. Selline otsus osutus põhjendatuks kuna intervjuueeritavad väljendasid vabalt oma seisukohti ka Päästeameti tegevuse osas, millele vihjati „omavahel öeldes“ või anti mõista, et avalikus intervjuus intervjuueeritav pigem esitaks seisukohad leebemas vormis või üldse mitte. Intervjuude kajastamisel viidatakse sellisel juhul vaid isiku kutsetegevuse valdkonnale. Erandina lepiti kokku täpsem viitamine kindlustusseltside ettepanekutele ja

kogemusele kuna siin esines autori hinnangul olulisi seisukohti, millele tähelepanu juhtida just kindlustusseltsidele viidates. Sellise lähenemisega olid ka intervjueeritavad nõus.

Kvalitatiivse suundumusega uurimustes on valim populatsiooni tunnuste järk-järgulise otsimise ja ühendamise tulem. Valimi väljaarendamine toimub senikaua, kuni saavutatakse valimisse haaratavate populatsiooni tunnuste küllastumine, s.o kuni ei selgu enam uusi tunnuseid. (Õunapuu, 2012)

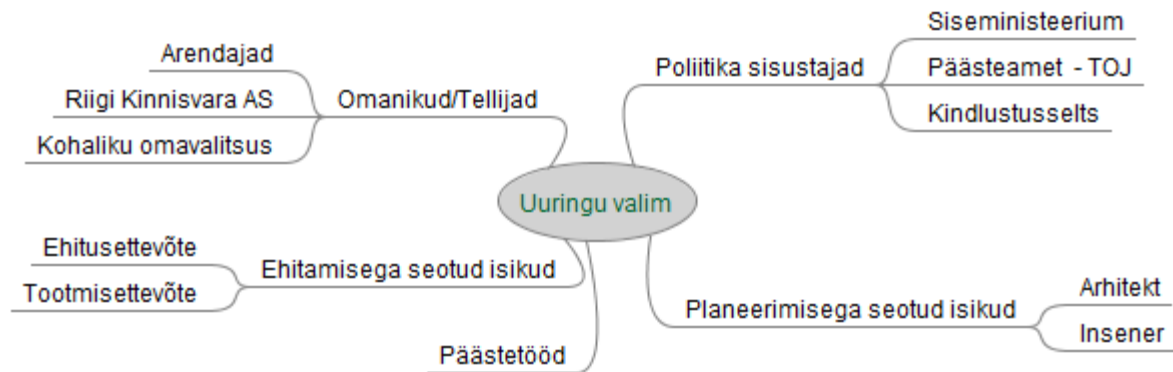
Kogemus sünnib siis, kui inimene suunab oma teadvusliku tegevuse mingile objektile (Virtanen, 2006, lk 165 ref Laherand, 2008, lk 89-93), seega oli väga oluline valimi koostamisel uuritavate kogemuslik kokkupuude suuremahuliste ehitiste, puitehitiste või suuremahuliste puitehitistega oma kutsetegevuse käigus. Kogemuse üks osa võib olla ka puidu kasutamise teadlik vältimine, sest see aitaks välja selgitada, mis on selle põhjuseks.

Intervjueeritavate arv võib fenomenoloogilises uuringus olla erinev. Andmestik võib koosneda kuuest aga ka mitmekümnest intervjuust. Ühest küljest tuleb meeles pidada et fenomenoloogilises uuringus järgitakse kvalitatiivset teadusparadigmat, mille puhul pole uuritavate arv tähtis. Teisalt ei pruugi intervjueeritavate väike hulk kogemuste kogu variatiivsust esile tuua. Tähtis on leida sellised infoandjad, kellel on uuritava ilminguga seotud kogemusi. (Virtanen, 2006, lk 172 ref Laherand, 2008, lk 89-93)

Uuringu „Takistused suuremahuliste puitehitiste ehitamiseks Eestis“ raames on küsitletud kinnisvara arendamise (hoonete tellijad), projekteerimise, ehitamise, järelevalve, hilisema haldamise, kindlustamise, ohutuspoliitika sisustamise ning päästetöödega seotud kutselisi isikuid (Joonis 11). Teisisõnu on uuringu valimi esmaseks piiranguks ehk üldkogumiks isikute ring, kes igapäevaselt puutuvad tööalaselt kokku ehitiste ning ehitustehniliste või tuleohutusosalaste küsimustega.

Lisaks on uuringu valim kitsendatud eesmärgistatud valimi põhimõttel. Uuritavate valimine toimub lähtudes uurimisküsimusest ning uurija lähtub oma teadmistest, kogemustest ja eriteadmistest mõne grupi kohta, kusjuures uurija püüab leida kõige tüüpilisemad esindajad populatsioonist. (Järvet, *et al.*, 2015) Eesmärgistatud valimi kaalutluseks on asjaolu, et Eesti oludes on piiratud arendajate, tellijate, ehitajate jms kutseliste isikute või asutuste ja ettevõtete hulk, kellel on kogemus, võimekus, võimalus, vajadus või tahe suuremahuliste puitehitiste püstitamiseks või sellele kaasaaitamiseks. Valimis kajastuvad ettevõtted, asutused ning nende

esindajad omavad võimalust või võimekust suuremahuliste puitehitiste püstitamiseks, omavad rolli ohutuspoliitika sisustamisel või omavad võimekust projekteerida suuremahulisi ehitisi.



Joonis 11. Valimi üldkogum (Autori koostatud)

Paljud intervjueeritavad on seotud mitme grupiga valimis, tulenevalt ühiskondlikust aktiivsusest või muudel põhjustel. Intervjuu valim koosneb viiest põhigrupist:

- I grupp – Omanikud/tellijad/arendajad. Esindatud 5 isiku poolt. Intervjuudes osalesid 2 Tallinna Linnavalitsuse esindajat, kes korraldavad linna sotsiaalpindade ehitamist ja korrashoidu. Esialgses valimis oli 1 esindaja, kuid isik avaldas soovi kujundada seisukohad koos kolleegiga. 1 Riigi Kinnisvara AS esindaja, kelle ülesandeks saab olema Keskkonnaministeeriumi ehitamise projektijuhtimine ning 1 isik kinnisvara arendajate esindajana, kes esindas samal ajal ka ehitiste planeerijaid juhtides vastava erialaliidu tegevust ning ehituse ja suurarendustega tegelevat ehitusettevõtet.
- II grupp – Ehitamisega seotud isikud. Esindatud 3 isiku poolt. Üks isik, kelle põhitegevus oli seotud ehituse korraldamise ning projektijuhtimisega, kusjuures peamiselt ehitatakse suuremahulisi kivi- või teraskonstruksioonid ehitisi ning üks isik, kelle põhitegevus oli seotud tehaseehituse korralduse ja juhtimisega, kusjuures ehitatakse peamiselt suuremahulisi puitehitisi ning üks isik, kelle põhitöö oli seotud projektijuhtimisega ja ehitusettevõtte juhtimisega, sama isik esindas ka arendajaid.
- III grupp – Päästetöödega seotud isikud. Sisu poolest esindatud 3 isiku poolt, kandvaks esindajaks aga üks isik. Valitud isikul on 24 aastane staaž päästetööde valdkonnas. Ta on töötanud tuletõrjuna, kustutustööde juhina, ning erinevatel juhtivatel ametikohtadel seoses päästetööde planeerimisega ja korraldamisega. Kuna ka poliitika sisustajate grupil

(grupp IV) on teatav ülevaade päästetöödest ja – sündmustest, ning läbi normide kujundatakse päästetööde ohutusest ja isikuohutusest, pidas autor seda piisavaks esindatuseks.

- IV grupp – Tuleohutuspoliitika sisustajad. Esindatud 4 isiku poolt. Kindlustusseltside esindajaid oli kutsutuid 1 kuid isiku soovil esindati valdkonna seisukohti kahekesi. Kindlustusseltse on käsitletud poliitika kujundajatena kuna hoonete, kutsetegevuse ja seadmete kindlustamine on ettevõtetele ja eraisikutele kohustuslik või soovituslik näiteks laenu saamiseks või kutsetegevusega seotud tegevusriskide maandamiseks ning sellisel juhul kindlustustingimused omandavad regulatiivse akti tähenduse. Siseministeriumi esindaja on tuleohutuspoliitika nõunik. Päästeameti esindaja, kes kujundab ehitusnorme ning aitab sisustada tuleohutuspoliitikat.
- V grupp – Hoonete planeerimisega seotud isikud. Esindatud 4 isiku poolt. Kaks vastava erialaliidu esindajat, kellest üks esindas ka arendajaid. Isikul peamine kokkupuude teras- ja betoonkonstruktsioonis ehitistega. Teine isik vastupidiselt Eesti kontekstis omab suurte ehitiste, sh ka suuremahuliste puitehitiste projekteerimise kogemust. Lisaks on grupist II seotud hoonete planeerimisalase tegevusega oma tegevusvaldkonnas üks ehitus- ja üks tootmisettevõtte.

Täpsem ülevaade isikute esindatusest erinevates alajaotistes on toodud tabelis 2. Kokkuleppeliselt intervjueeritavatega, oli tegemist anonüümse intervjuuga. Intervjueeritavate valimisel lähtuti eesmärgist kaasata otseselt või kaudselt kõiki puithoonete ehitamisega seotud osapooli.

Fenomenoloogilistes intervjuudes kogutakse andmeid peamiselt intervjuudega või avatud küsimustega küsimustikega. Esimesel juhul on ohuks, et uurija võib oma kohaloluga vastuseid mõjutada. Näiteks ei pruugi ebamugavate küsimuste puhul intervjueeritavad ennast avada ja sellisel juhul on sobivamaks avatud küsimustega küsimustik. Samast pole kirjaliku andmekogumisviisi juures võimalik esitada täiendavaid küsimusi. (Virtanen, 2006, lk 170-171 ref Laherand, 2008, lk 89-93) Töö autor valis andmekogumise viisiks intervjuud. Kuna samaaegselt oli koostatud ka esmane valim, oli töö autorile selge, et intervjueeritavate näol on tegu isikutega, kes igapäevaselt esindavad oma tööandjat, erialaliitu või on arvamuslimidrid tegevusvaldkonnas. Seega ei tohiks seisukohtade esitamine olla probleemiks. Lisaks on uuritav valdkond seotud isikute tööalase kogemusega ning ei tungi eraellu. Piisavaks leevenduseks pidas autor anonüümisuse pakkumist vältimaks olukorda, kus intervjueeritav tunneb ennast

ebamugavalt tuleohutusvaldkonna olukordade kirjeldamisel. Usaldusväärne õhkkond loodi enne intervjuud algust selle sisu kajastamise selgitamisel. Kuna valimi koostamisel lähtuti üldtunnustest (tööalane kokkupuude ehitiste ja puitehitistega) ning eritunnustest (nt päästetööd, ehitamine, kindlustusvaldkond vms), siis intervjuud andsid võimaluse koguda paindlikumalt informatsiooni erialaspetsiifilistes küsimustes. Näiteks küsida lisaküsimusi või täpsustavaid küsimusi, mida intervjuud planeerides poleks osanud küsida.

Andmete kogumise viisiks on valitud poolstruktureeritud ekspertintervjuud (Flick, 2009), kus kogutakse andmeid suulise eesmärgistatud vestluse käigus. Kuigi intervjuud olid eesmärgistatud, võimaldas autor intervjuueeritavatel edasi anda kõik oma mõtted seoses teemakäsitlusega ning küsis vajadusel täiendavaid selgitusi. Intervjuude läbiviimiseks valmistati ette põhiküsimused (lisa 2) ning tehti intervjuu läbiviimise ajakava. Küsimused jaotusid kolme plokki lähtuvalt magistr töö eesmärgist ja uurimisküsimustest:

- Erinevate osapoolte soov ja valmisolek puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitistes.
- Takistused ja võimalused puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitussektoris ja nende seotus tuleohutuse tagamisega.
- Riigipoolsed ettevalmistused, et oleks tagatud puidu laialdasemal kasutamisel isikuohutus ehitistes vähemalt tänasel tasemel.

Intervjuude küsimustik on toodud lisa 2. Intervjuu küsimuste ettevalmistamisel kasutas autor ka testgruppi, viies läbi pilootintervjuud kahe kolleegi ning ühe ehitusvaldkonnas töötava tuttavaga. Pilootintervjuude käigus selgus, et mõned küsimused oma (vastuste) sisult korduvad ning need eemaldati küsimustikust.

Kokku viidi läbi 10 intervjuud ajavahemikus november 2015 – jaanuar 2016 ja intervjuueeriti 12 isikut. Kõige lühem intervjuu kestis 47 minutit ning kõige pikem 1h ja 32 minutit. Ülevaade intervjuude ajakavast ning intervjuueeritavatest on toodud tabelis 2.

Tabel 2 Ekspertintervjuude ajakava (autori koostatud)

NR	Organisatsioon	Valimi (Vt joonis 10) kutseline esindaja	Intervjuu läbiviimise aeg	Intervjuu pikkus
1	Päästeamet	Päästetööd	18.11.2015	47 min
2	Eesti Ehitusinseneride Liit	Arendaja, ehitusettevõtteid, insener	16.11.2015	1h 24 min
3	Riigi Kinnisvara AS	Arenduse projektijuht	23.11.2015	1h 14 min
4	Eesti Arhitektide Liit	Arhitekt	3.12.2015	1h 27 min

Tabel 2 järg

5	Kinnisvara arenduse, projekteerimise ja ehitamisega tegelev ettevõte	Arendaja, ehitusettevõte, hoonete planeerimisega seotud	4.12.2015	1h 23 min
6	Puitehitiste tehasetootmisega tegelev ettevõte	Tootmisettevõte/ ehitusettevõte, hoonete planeerimisega seotud	8.12.2016	1h 32 min
7	Päästeamet	Tuleohutusjärelevalve, päästetööde ja isikuohutuse tagamine	4.01.2016	57 min
8	Siseministeerium	Poliitika kujundaja, läbi normide päästetööde ja isikuohutuse tagamine	8.01.2016	1h 12 min
9	Tallinna Linnaplaneerimise Amet 2 esindajat	Kohalik omavalitsus (omanikuna, tellijana, arendajana)	25.01.2016	1h 24 min
10	Kindlustusseltside Liit 2 esindajat	Poliitika kujundaja	27.01.2016	1h 16 min

Intervjuu käigus lasti intervjuueeritaval küsimusele vastata. Intervjuueeritavat suunati vajadusel teema juurde tagasi. Lisaks esitati intervjuueeritavale täiendavalt tegevusvaldkonna põhine lisaküsimus või lisaküsimused, kui need saanud intervjuu käigus juba vastatud. Reeglina toimusid vastajaga personaalsed intervjuud. Kindlustusseltside esindajatega ning kohaliku omavalitsuse esindajatega toimusid paarisintervjuud, kus valdkonna seisukohad kujundasid kaks isikut. Kuna mõlemal juhul esindasid isikud valdkonda või asutuse seisukohti ning kujundasid vastustena ühtse seisukoha ning pigem täiendasid teineteist, loetakse analüüsi tabelis intervjuude tulem ühe isikuna. Seega võrreldakse 10 intervjuu tulemusi, mitte 12 intervjuueeritava seisukohti.

2.2. Intervjuude tulemused

Fenomenoloogilise uurimuse olulised mõisted on kirjeldus ja reduktsioon. Kirjelduse all mõistetakse uuritava poolt isikliku kogemuse kirjeldust ning uuritava kogemuse kirjeldamist uurija poolt. Siin on olulisel kohal uuritava kogemuse ja uurija kirjelduse vastavus. Reduktsiooni all mõistetakse ebaolulisest loobumist, et esile tuua nähtuse struktuur. (Virtanen, 2006, lk 169 ref Laherand, 2008, lk 89-93) Ekspertintervjuud salvestati, salvestatud helifail transkribeeriti ning sellega anti andmetele kirjalik kuju. Kirjalikul kujul andmete esitlemine võimaldab neid töödelda.

Fenomenoloogilises uuringus jagatakse andmetöötlus viide etappi. Andmetöötluse esimeses etapis tutvus töö autor intervjuu andmetega ülevaate saamiseks ning uuritava kogemuse mõistmiseks, samuti seoste loomiseks erinevate mõtete vahel ilma magistritöö autori hoiakute

või eelarvamusteta. Andmetöötluse teises etapis jagas autor teksti tähendusüksusteks. Tõi tekstist välja kõik olulise, mis seostus käesoleva töö eesmärkidega otseselt või kaudselt. Seejärel teostas keelekasutuse tõlkimise teaduskeelde ehk teisisõnu koondas autor sarnased või korduvad mõtted ühtse nimetajaga tähendusüksusteks (koodid ja kategooriad). Uuringu neljandas etapis lõi autor individuaalsed tähendusvõrgustikud ehk siis tõi välja olulised mõtted iga intervjuueritava juures. Seejärel viiendas etapis koostas töö autor üldise tähendusvõrgustiku, mille baasil tegi järeldused ja ettepanekud. (Virtanen, 2006, lk 169 ref Laherand, 2008, lk 89-93)



Joonis 12. Fenomenoloogilise uuringu etapid (Autori koostatud)

Intervjuueritavaks valitud isikute taustaandmetele tuginedes on isikutel summaarselt igakülgne seos suuremahuliste ehitiste tellimise, projekteerimise, ehitamise, järelevalve või päästetööde teostamise või suuremahuliste ehitiste ohutuspoliitika kujundamisega. Intervjuu sissejuhatuses uuriti intervjueritavatelt senist kogemust suuremahuliste puitehitistega. Kaheksas intervjuus kümnest toodi välja tööalane kokkupuude suuremahuliste puitehitistega. 2 intervjuu puhul puudus otsene kokkupuude suuremahuliste puitehitistega, kuid oli kokkupuude suuremahuliste ehitistega või puitehitistega üldiselt, näiteks sotsiaaleluhoonetega. Samuti esines kokkupuuteid koolituste, messiküllastuste või tutvumisreiside näol. Intervjueritavate poolt väljatoodud seosed suuremahuliste puitehitistega või puitehitistega on toodud tabelis 3.

Tabel 3. Intervjueeritavate poolt esile toodud seosed puitehitistega (autori koostatud)

Senine kokkupuude puitehitiste ja suuremahuliste puitehitistega	
Tööülesannetega seonduvalt	8
Endale ehitamine /eluase	3
Otsene kokkupuude suuremahuliste hoonetega, sh puithoonetega	2
Tulekahjudega seonduvalt	1
Koolitused, messid	2
Puit moodustab ca 10-15% projekteerimismahust	1
Peamiselt viimistlusmaterjalina	1
Kuni 2 korruselised sotsiaalmajad	1
Meedia vahendusel	1

Taustainfo analüüs, kui ka intervjueeritavate ütlused kinnitavad nende summaarset kattuvust autori uurimishuviga.

Intervjuude andmete sisu töötlemiseks kasutati tabelprogrammi MS Excel, kuhu sisestati transkribeeritud teksti avatud kodeerimise tulemusel saadud kõik kodeeritud märksõnad (Salana, 2009). Käesoleva töö raames on märksõnadeks tähendusüksused. Seejärel moodustas autor kodeeritud märksõnade ja uurimisküsimuste võrdlemise tulemusena viis kategooriat, kuhu lahterdati kodeeritud märksõnad (Flick, 2009). Ülevaade kategooriatest ning kategooriatesse kuuluvatest märksõnadest on toodud tabelis 4.

Tabel 4 Ekspertintervjuude kategooriad ja koodid (Autori koostatud)

I kategooria. Hoiakud	II kategooria. Takistused	III kategooria. Võimalused	IV kategooria. Ettevalmistused	V kategooria. Tuleohutuse ja pääste spetsiifika
Pooldan	Hind	Teadlikkus	Riigi eeskuju ja initsiatiiv	Päästetööd
Pooldan tingimustel	Teadlikkus	Kasutaja- mugavus	Õigusaktid ja normid	Tuleohutus-nõuded
Pigem ei poolda	Kasutajamugavus	Võimekus	Juhendmaterjalid	
Eelistused puuduvad	Ehitustehnilised takistused	Head ehitus-füüsilised omadused	Erinevad (riigi)toetused	
	Kutseoskused	Ehitusprotsessi eelised	Teadus ja arendustöö	
	Elukaare jooksul tekkivad probleemid	Ekspertide kaasamine	Tulevikusuunad	
		Propageerimise võimalused		

Läbiviidud intervjuude põhjal koostati kokku 10 individuaalset tähendusvõrgustikku.

I intervjuu. Individuaalne tähendusvõrgustik.

Esimese intervjuu **kategoorias „hoiakud“** oli intervjueeritav oma hinnangutega selgelt tsoonis „Pooldan tingimustega“ Puidu kasutamine on põhjendatud, kui on tagatud turvalisus. *„Arvan, et see puidu kasutamine, seda peaks soodustama, aga mõttekoht, et see peab olema turvaline, juhul, kui midagi peaks selles hoones juhtuma ... puit põleb paremini kui muud põhikonstruktsioonid, millest me hooneid ehitatakse, teras, r/b need ei põle aga ükshetk murduvad või lähevad puruks...“*

Takistuste kategoorias toob intervjueeritav esile inimeste teadlikkust, sh tuleohutusosalast teadlikkust. Inimeste teadlikkusega seonduvad veel elukaare jooksul tekkivad probleemid, millest intervjueeritav toob esile paigaldiste töökindluse vähenemise aastatega, ventilatsioonisüsteemide korrashoiuga seonduvad murekohad ning asjaolu, et uutes hoonetes on reeglina tulekindlus tagatud, vanades enam mitte. *„Riskid ... puitkonstruktsioonide korral on võimalik tule kiirem levik kas läbi puitkonstruktsioonide otse läbi minnes, läbi vahelae või siis minnes puitkonstruktsioonide sisse hakkab seal edasi liikuma või hoone väljast, kui on puitkattedpinnad, siis tule levikul soodsam pinnas kui kiviseintel“*

Lisaks rõhutab intervjueeritav puitehitiste juures puidu kergemat süttivust, tule kiiremat levikut hoones ning võimalikku tule levikut hoone konstruktsioonitühimikes. Korduvalt on murekohana välja toodud šahtide või kommunikatsioonide tulekindlus olemasolevates hoonetes.

Võimaluste kategoorias toob intervjueeritav esile puidu prognoositavat käitumist tulekahju tingimustes.

Tulenevalt erialast on intervjueeritava olulised ettepanekud **tuleohutuse ja päästespetsiifika kategoorias**. Toodud ettepanekud on otseses seoses riigipoolsete ettevalmistuste kategooriaga.

Tuleohutusnõuded – Siduda ehituslikud nõuded, sh puithoonete kõrgus päästevõimekusega. Kõrgemate hoonete puhul ette näha reageerimist kiirendavaid lahendusi nagu alt avatavad suitsuluugid trepikodadesse, kuivtõusutorud keerukate või kõrgete trepikojalahenduste puhul vähendamaks ajakulu voolikuliini vedamiseks trepikojas. Tulekahju kiire vertikaalse leviku tõkestamiseke ette näha šahtide tuletõkestused iga korruse tasapinnal.

Päästetööde teostamise osas – ette näha tulevikus päästeautode komplekteerimisel erivarustust just puithoonete spetsiifikat silmas pidades. Näiteks „kobra“ kustutusseadmed, termokaamerad.

Lisaks ettepanekud päästetöötajate õppesse puitehitiste kustutamise spetsiifika sisseviimine, sh ka vabatahtlike päästjate väljaõppesse.

II intervjuu. Individuaalne tähendusvõrgustik.

Hoiakute kategoorias liigituvad intervjueeritava ettepanekud koodi alla „Eelistused puuduvad“, ehk teisisõnu näeb intervjueeritav vajadust pigem kaotada eelhoiakud erinevate materjalide suhtes ning lähtuda eesmärgipäraselt. Puudub vastuseis, pigem objektiivsed asjaolud. Tuleks vaadata, kus on põhjendatud puidu kasutamine, kus kombineeritud lahendused, nt komposiitkonstruktsioonid ning kus ei ole puidu kasutamine otstarbekas.

Takistuste kategoorias toob intervjueeritav välja puitehitise hinna. Koodi all „hind“ on eraldi kajastamist leidnud lõppmaksumus m² kohta „...täna tean kõiki lahendusi, õõnespaneel jne aga kui ma peaksin tegema puitvahelae, siis ma ei tea, suudab ta need nõuded täita ja ta on hinnalt kallim kui teine lahendus tagades tulepüüvuse, jääkuse ja müra.“ Kajastust leiab ka projekteerimismaksumus, kus tänases konkurentsitingimuses projekteerija pigem vaatab, kuidas saab kõige odavamalt hoone projekteerida. Siin on kivi- ja teraskonstruktsioonil eelised.

Kood teadlikkus on seotud esmalt tellijapoolsete kõhklustega kliendi huvi osas. „Miks arendajana ei kasutata täna puitu, ei ole põhjus tulepüüvus, vaid põhjus on et nad ei ole kindlad, et nad suudaks müüa puidust korterelamut ... kuidas klient seda vastu võtab.“

Hinnakoodiga on seotud ka kood „kasutajamugavus“. Siin on märksõnadeks tüüplahenduste puudumine, mis tõstab projekteerimismaksumust, võrdlustabelite puudumine, mis raskendab lahenduse maksumuse võrdlemist hoone kavandamisel ja on seega seotud ka koodiga „teadmatus“, täpsemalt lõppmaksumuse teadmatus.

Koodi all „tehnilised takistused“ on olulisteks märksõnadeks: jääkus, müra, tuleohutus ja vahelagede kõrgus võrreldes betooniga. Kusjuures korduvalt ja kõige keerulisema probleemina on toodud just mürapidavust, sh sammumüra ja külgsuunas levivat müra.

Koodis „Kutseoskused“ on välja toodud tugevate puidualaste inseneribüroode vähesus ning puuduv oskus komposiitlahenduste kasutamiseks. Lisaks olukorrad, kus omanikujärelevalve meeskonnas puuduvad spetsiifilise ettevalmistusega spetsialistid.

Kategoorias „Võimalused“ on intervjueeritav koodi all „kasutajamugavus“ välja toonud, et kui lõpptarbijal on mugavused olemas, pole ehitusmaterjal oluline. „Head ehitusfüüsikalised omadused“ on ennustatav tulepüsivus ning soojus-, niiskus ei kondenseeru pinnale. Lisaks ka eelised transportimisel. „...r/b elementi saad mitte tänu mahule vaid kaalule võibolla 2 seinaelementi autole panna ja viia 1000 km Soome, aga puitelemente saad sa panna sinna niipalju kui mahub, kaaluüriangut ei tule. Saad panna 6 tk, see on tohtu eelis.“

Kategoorias „Ettevalmistused“ koodi all „riigipoolne ettevalmistus ja eeskuju“ on kaks olulist tähelepanekut. Esiteks oodatakse riigipoolset süsteemset panustamist ning innovatsiooni vedamist puitehitiste vallas. Vajalikud on näidishooned, sh hooned, millel on läbipaistev ehitushinna kujunemine. „Õigusaktid ja normid“ ettepanek kopeerida lähinaabrusest juba toimivaid lahendusi. Kood „Teadus ja arendus“ juures on peamiseks suuniseks riigipoolne innovatsiooni vedamine puitehitiste valdkonnas, kuna eraettevõtetal puudub selleks võimekus ja seetõttu ka riskivalmidus. Lisaks on vajadus rakendatava tootearenduse ja katsetuste järele või juba mujal tehtud katsete teaduspõhiseks juurutamiseks. „...täna meil puudub materjali arendustegevus, laborid kus teha mingeid suuri tulekatseid, katsetamise võimalused, see on läinud kõik Eestist välja kuna kõik suured tootjad on kontsernid ja me peamegi Skandinaaviast võtma selle info sisse, saama selle kogemuse ja rakendama siia. Meil ei ole endal suutlikust seda teha“. Lisaks on vajadus korraldada seminare ja praktikume, kus kaasatakse väliseksperite, kellel on praktiline kogemus. Tulevikuvisionina toob intervjueeritav esile isekandvate puitkonstruktsioonis seinte ning komposiitmaterjalide laialdasema kasutamise.

Kategooria „Tuleohutuse ja pääste spetsiifika“ soovitusel piirnevad tuleohutusnõuetega. Soovitavalt võiks olla läbi mõeldud siseriiklikud lahendused kuni 8-korruseliste puithoonestustele. Eraldiseisva märkusena toob intervjueeritav välja silmatorkavalt halva olukorra teraskonstruktsioonide tulekaitse tagamisel tulekaitsevärvidega.

III intervjuu. Individuaalne tähendusvõrgustik.

Kategooria „Hoiakud“ piirnes koodiga „Eelistused puuduvad“ ja „vastuseisu pole, pigem objektiivsed asjaolud“, intervjuueeritav kirjeldab meeskonna suhtumist selliselt: „*Pigem probleemi ei nähta ja meelestatus – kui võib teha puidust, miks ka mitte*“. Kohtunud on erialaliitude ja arhitektidega, et arutada võimalikke lahendusi.

Kategoorias „Takistused“ tõi intervjuueeritav välja esmalt koodi „Hind“ alla klassifitseeruvaid probleeme. Kuna hinnateadmatus, siis prognoositakse ca 30% kallimat ehitusmaksumust. Samas on ka ootused hoone tehnilisele lahendusele ja energiatõhususele kasvanud. „*Murekoht kasutades traditsioonilisi ehitusmaterjale – betoon, kivi ja teras, siis on ühikuhind täpselt prognoositav ja puidu puhul on teadmatus nii suur ...*“. Samas toob intervjuueeritav arhitektide ja liitudega kohtumistest välja, et oluline hinna mõjutaja on ka arhitektuuriline lahendus. „... liit väidab, et vahet ei ole millest seda maja ehitad, kui see on büroohoone 4-korrust, normaalsed gabariidid, siis traditsiooniliselt või puidust, siis see väga hinda ei mõjutagi. Mõjutab mida sa ehitad. Kui lähteülesanne on väga huvitava arhitektuuriga esinduslik ministriumihoonne või tavaline büroohoone see hinnaklass pigem erineb sealt.“ Seega ka sellest intervjuust kajastub pigem hinnateadmatus uute lahenduste osas. Seda on välja toodud ka kasutajamugavuse koodi all, kus puuduvad võrdlustabelid, mis teiste materjalide puhul on olemas. Koodi all „Ehitustehnilised takistused“ on välja toodud puidu jäikus ja müraga seonduvad mured. Kutseoskuste osas on peamiseks murekohaks vähene puitehitiste projekteerimise kogemus ja sellega kaasnevad ohud.

Kategooria „Võimalused“ all on toodud esile puitehitiste juures tehases eeltoodetud moodulite paigaldamise täpne montaaži prognoos ehk ehitusprotsessi prognoositav ajaline kestvus. Samuti on oluline koostöö piiratud ressursside tingimustes. „*Kui arhitekt koos puitmaja tootjaga selle maja valmis projekteerib, siis ilmselt ehitamine polegi enam probleem.*“

Kategooria „Ettevalmistused“ koodi all „Riigi eeskuju ja initsiatiiv“ on samuti peetud oluliseks näidishoonete vajadust. Ka siin on oluliseks peetud läbipaistvate näidislahenduste vajadust.

IV intervjuu. Individuaalne tähendusvõrgustik.

Kategoorias „Hoiakud“ on esile toodud kood „pooldan tingimustega“ Tingimuste osas oluliseks eelduseks on tellijapoolne soov puidu konstruktiivseks kasutamiseks. Väiksemate hoonete puhul on arhitekti roll puidu kasutuses olulisem kui suurte puhul. „...*valdavalt on see tellija erihuvi.*“ Puidu eelistus on pigem arhitektuurse elemendina. Koodis „Eelistused puuduvad“ on tähtsal kohal ka asjaolu, et puit ei sobi kõikidesse olukordadesse. Pigem on olulised objektiivsed asjaolud.

Kategoorias „Takistused“ on intervjueeritav viidanud puitehitiste eeldatavale maksumusele. Koodis „Hind“ kajastub ehitise lõppmaksumus, kusjuures eeldatav tulemus on tavapäraest ehitismaterjalidest üle 30% kallim, sõltuvalt arhitektuursest lahendusest ja hoone tüpoloogiast. Hinda mõjutavad ka projekteerimise limitatsioonid, mida tuleb kompenseerida erinevate lahendustega. „*Sul on arhitektina valida, et kas veidi põnevam hoone linnaruumis arhitektuurselt lahenduselt või siis varjatud kujul puidu kasutamine kuskil konstruktsioonis. Kaalukausile mahub üks või teine aga mitte mõlemad korraga. Siis on loogiline, et arhitekt valib selle huvitava arhitektuuriga. Seda temalt nagu ka eeldatakse.*“ Takistuseks siinkohal on kulupõhine arvestus. Näiteks on raudbetoon odavam kui *CLT*. Suurte hoonetega käib kaasas ka äriplaan kulu kalkulatsiooniga. Koodi „Kasutajamugavus“ juures toob intervjueeritav välja tüüplahenduste puudumise. „Tehnilised takistused“ juures on olulisel kohal projekteerimise suhteline keerukus ning projekteerimise limitatsioonid, sh sildeavad. Samuti tuleb puitkonstruktsioone kaitsta ehituse ajal ilmastikumõjude eest. Kood „Kutseoskused“ all on toodud vähene oskus suuremahuliste ehitiste püstitamisel, samuti projekteerimise ja ehitamise kogemus. Hakkama saame pisemate ehitistega. Väljaõpet vajavad ehitajad, arhitektid.

Kategoorias „Võimalused“ on olulisel kohal tellija teadlikkus kuna suuremad puithooned on reeglina tellija teadlik valik. Tuleohutusnõuded pole seni olnud probleemiks. Eelneva intervjuu käigus on ka välja tulnud, et ettevõtte meeskond on olulisel määral tuleohutusega tegelema ja vajadusel ka konsultandi abi kasutanud. „*Me kasutame täiendavat abi keerukate projektide puhul, kui need väljuvad tavaraamidest ja kui teisiti ei saa. Need ei pruugi olla Eestis, võivad olla ka Soomes. Modelleerimised...*“ Samast koodis „Ekspertide kaasamine“ ei pea intervjueeritav põhjendatuks ekspertide kohustuslikku kaasamist suuremahuliste puitehitiste puhul. „*Ma hästi ei toeta sellise mõtte juurutamist Eestis. Esiteks ma arvan, et ei ole olukord nii kehva, et peaks lisama bürokraatiat.*“ Samuti ei pea intervjueeritav ka tasuvaks sellist spetsiifilist spetsialiseerumist. „Ehitusprotsessi eelistena“ on välja toodud kiire ehitise püstitus.

Koodis „Valdkonna propageerimine“ toob intervjueeritav välja, et valdkonda on vaja turustada tervikpildis - tellijad, arendajad, lõpptarbijad. *„Ma näen, et puidu kommunikatsioon on olnud väga jõuline ja tubli.“* Siin on silmas peetud pigem erialaliitude tegevust.

Kategoorias „Ettevalmistused“, koodis „riigi eeskuju ja initsiatiiv“ on selged ootused riigile, kui ühele suurimale kinnisvara omanikule ja arendajale ministeeriumite ja ametkondade süsteemse panustamise osas ning riigi kui innovatsiooni vedaja rolli tugevdamisele. *„Riik saab näidata eeskuju, nagu igal pool mujalgi. Kui riik otsustab ühel hetkel, et kõik lasteaiad jms., mida ta ehitab peavad olema puidust või ministeeriumihooned või koolid, vallamajad, et need on puitehitised, see on riiklik poliitika. Siis see areng oleks väga kiire. Sellisel juhul sa panustad selle vähese innovaatika raha konkreetselt selle punkti peale. Kui seda tellimust ei ole, siis panustad selle enesetäiendamisele. Aga oodata et erainvestorid hakkaks puidust tellima ja sellega suurt eeskuju näitama, me ei näe seda täna...“*

Kood „Õigusaktid ja normid“ intervjueeritav leiab, et puitehitiste arenguks peavad olema siseriiklikud normid, sest üldiselt ei olda valmis tõendamispõhiseks lähenemiseks. Seda nii kindlustuse, kui ka päästeteenistuse poolt.

Kood „Teadus ja arendus“ olulise mõttekohana on välja toodud nõrk side teadusasutuste ja ettevõtjate vahel ehitussektoris. *„... meie teadus, uurimused, teadusanalüüsid, mida tehakse koolides ei jõua eraettevõtlusesse. Ja see tuleneb sellest, et ülikoolide side ja marketing ettevõtjate suunas on väga nõrk, sellega ei tegeleta. Et sa pead infot, kui sul on vaja konsultatsiooni või uurimistulemust, väga välja kiskuma. See kontakt teadusasutuste ja projekteerimissektori vahel on väga nõrk.“* Samuti on olulise asjaoluna välja toodud ettevõtluse vähene võimekus innovatsiooni vedada ja riigipoolsete võimaluste, võimekuste vähene kasutamine. Riik peaks olema innovatsiooni vedaja läbi teadusasutuste.

Kood „Tulevikusuunad“ all prognoosib intervjueeritav tehaselise tootmise kasvu ja platsiehituse vähenemist.

Kategoorias „Tuleohutuse ja päästetööde spetsiifika“ on kajastust leidnud ettepanekud tuleohutusnõuete täiendamiseks. Ettepanekud hõlmavad puitehitiste normipõhiseid lahendusi. Eluhoonete kõrgus kuni 6 korrust ning kuni 8 korruseliste hoonete lahendused võiks olla läbi mõeldud. Seejärel viidates levinud piirangutele planeeringutes, täpsustab intervjueeritav *„Jään selle juurde, et võiks lahendada kuni 8. Vaatame või aknast välja. On 3-korruselised, 5-*

korruselised, aga küllalt palju on ka kõrgemaid. Et Tallinn oleks kindlasti huvitatud ka kõrgemast. Et kasvõi seesama piirang, mis on Tallinnas väga paljudes kohtades 24 meetrit, kuhu sisse topitakse 7 või 8 korrust või 6 korrust kaubanduspinda. 24 meetrit on planeeringutes väga laialt kasutatud ruumiline märk miskipärast. See võiks olla. Ühesõnaga kuni 24 meetrit, korruselisus polegi nii tähtis.“

V intervjuu. Individuaalne tähendusvõrgustik.

Kategoorias „Hoiakud“ pooldas intervjuueeritav (kood „Pooldan“) puidu laialdasemat kasutamist ehituskonstruksioonina, lisades valmisoleku puidu laialdasemaks kasutamiseks ka viimistlusmaterjalina, kui seda ei peaks tulekaitsevahendiga täiendavalt kaitsma. Siinkohal on probleemiks tulekaitsevõrvide püsivus ajas. *„Ajapüsivus – keegi reaalselt katseid pole teinud aga eks see ole näha mis need majad teevad siin paari aasta jooksul. Kaua see BsDo seal kestab, keegi ei tea seda ka. Laborikatsed tehtud, et see lauajupp sobib, vastab, aga kas see on nii ka 5 aasta pärast seda ei tea“.* Samuti lisas intervjuueeritav, et eelistused puuduvad ning, et peaks kaotama põhjendamatud piirangud puidu kasutamisel (kood „Eelistused puuduvad“), tuues näite nõudest rõdu põrandalaudade tulekaitseks. Samuti ka kõrguse osas *„...miks peab piirama kui sa suudad tagada tulepüsivuse. Puidu puhul tekivad nii ehk naa piirangud, massiivsus, et ta tuulega ümber ei lähe. Ei näe kõrguse piirangu osas sisulist tausta.“*

Kategoorias „Takistused“ toob intervjuueeritav esile ehituse lõppmaksumuse eeldatava kalliduse (kood „Hind“), täpsustades, et kivikonstruksioon on siiski odavam kui CLT. *„Massiivsus on väliskonstruksioonides oluline, kuid viimistlusmaterjalina tehtaks kindlasti puidust rohkem kui neid nõudeid leevendada. Ristkiht on see, mis annab seda massiivsust ja see on kallis ja täna sa laod plokki mitu kihti ennem kui paned ristkiht puitpaneeli sinna.“* Massiivsus on omakorda seotud müra probleemide lahendamise (kood „Tehnilised takistused“). Siiski ei ole täna hinnateadmatus läbiv murekoht *„Täna on Eestis tegijad olemas kes pakuvad täislahendusi, et eks saab selle hinna ka ja ei pea ennustama.“*

Kood „Teadlikkus“ on seostatud just tellijapoolse ning lõpptarbija poolse teadlikkusega. Kood „Kasutajamugavus“ seostub heade juhendmaterjalide ja tüüplahenduste puudumisega. *„... küllalt palju vasturääkivust standardites endis, mis tähendab et need peaks aegajalt üle vaatama. Näiteid on palju, kus üks lause ütleb ühte ja järgmine vastupidist...“.* Kood „Tehnilised takistused“ on esmalt esile toodud puidu tuletundlikkus ja vajadus täiendava tulekaitse immutuse järele.

Kategoorias „Võimalused“ kui lõppkasutajal on kõik mugavused olemas, pole ehitusmaterjal tähtis (kood „Kasutajamugavus“). *„Lõpptarbija tahab 4 seina, sooja tuba väikseid kommunaale, temale pole materjal veel oluline millest see ehitatud on.“* Intervjueeritav lisab, et ehitada me oskame ja samuti on olemas tootjad (Kood „Võimekus“). Lisaks on puit looduslik materjal ning tagab hea niiskustasakaalu (Kood „Head ehitustehnilised omadused“). Iseloomustades ehitusprotsessi eeliseid, *„Kui on pädev konstruktor, täna neid juba Eesti turul on, siis pole vahet. Kui sõlmed on ette konstrueeritud pole probleemi.“* Täiendavalt leiab intervjueeritav, et tüüplahendused on hinnaskaalal juba konkurentsivõimelised. Puitehitiste puhul peab intervjueeritav vajalikuks ekspertide kaasamist. *„...mingitest suurustest alates oleks kohustus kas arhitekt ise läbinud koolituse, sest täna mingit nõuet ju ei ole tuleohutuse osas või siis on eraldi konsultant, kes siin turul on, kõrghooned, lao-tootmishooned, korterelamud, arvan et seal võiks sellise reguleerinuga teha. Tootmishooned peaks kõik sinna alla kuuluma, seal võib nii rämedalt arhitekt eksida.“* Intervjueeritav näeb vajadust järgnevateks arenguteks valdkonna jõulisema turustamise ja nõudluse tekitamise järele (Kood „Propageerimise võimalused“).

Kategooria „Ettevalmistused“ on ettepanekud suunatud normide ja õigusaktide vasturääkivuste kõrvaldamiseks (Kood „Normides palju vasturääkivusi“). Riiklike toetuste osas on tehtud ettepanek siduda ehitamisel CO₂ sidumine energiatarbimisega. Tulevikusuundadest prognoosib intervjueeritav oluliselt suuremat puidu kasutamist fassaadidel, kui tekivad kulutõhusad lahendused.

Ühe ettepanekuna **Kategoorias „Tuleohutuse ja päästetööde spetsiifika“** toob intervjueeritav võimaluse siduda puidu kasutamine fassaadidel päästevõimekusega.

VI intervjuu. Individuaalne tähendusvõrgustik.

Kategoorias „Hoiakud“ toob intervjueeritav esile olulise tingimisenä, et on vajalik sõltumatu osapoole, päästeteenistuse osalus projekteerimis- ja ehitusprotsessis. *„... samamoodi on meil pidaja Päästeameti näol olemas, jama päris ei saa teha. Päästeamet ei lase seda läbi.“* (Kood „Pooldan tingimustega“) Intervjueeritav toob välja, et peaks siiski kaotama põhjendamatud piirangud, sest puit ei ole niikuinii igas olukorras sobilik ning pigem peaks lähtuma objektiivsetest asjaoludest (Kood „Eelistused puuduvad“). *„Takistused on mujal, see pole hoiakus. Ei usu, et puitu vaenulikult suhtutakse, pole seda kordagi tajunud. Pigem on selles, et puuduvad kogemused ja traditsioonid.“*

Kategoorias „Takistused“ toob intervjueeritav esile massiivse puitkonstruktsiooni kõrgema hinna võrreldes kergkonstruktsiooniga „...väga ei kipu massiivpuitu panama just hinna tõttu”, samast on intervjueeritav seisukohal, et puidust on siiski võimalik ehitada samas hinnaklassis võrreldes teiste ehitusmaterjalidega. „Sõltub lahendusest, kui räägime ehituse hinnast, siis sisetunne ütleb, et suuri erinevusi ei ole.“ (Kood „Hind“) Olulise murekohana näeb intervjueeritav ühtse käekirja ja lahendusloogikaga tüüplahenduste ja juhendmaterjalide puudumist. „Kui on tähtajad peal ja hakata puidu peale arvutama, kui sul pole eelnevat kogemust siis võtab see palju aega ja sellest loobutakse.“ Ja hilisemalt täiendab, „Norra Ehituse ja Uuringute Instituudi poolt koostatud lahendused ja kirjeldused ... siis selle järgi õpivad koolipoisid ja insenerid, arhitektid, järelevalve, kolme osapoole kontroll jne. Kõik saavad ühtemoodi asjast aru ja kõik õpivad sarnase käekirjaga kirjutatud materjalide põhjal ja see on väga põhjalik materjal. Süsteem töötab. Sa ei pea selle lahenduse järgi tegema, aga kui sa teed, siis saavad kõik aru ja see on üks garanteeritud lahendus, pole kohustuslik.“ (Kood „Kasutajamugavus“) Olulisel kohal on ka meie ehitussektori kutse- ja täiendõpe. „Kui vaadata kui palju õpetatakse kõrgkoolis puitu või palju projektbürood puitmaju teevad. Sa oled teinud kivimaju ja sul on olemas mingid sõlmed ja kogemus ja tunnetus mistõttu lihtsam projekteerida kivimaja kui puitmaja mille eelnev kogemus puudub või on napp.“ (Kood „Teadlikkuse tõstmine“). Sama selgitus on otseses seoses ka kutseoskustega. Koodi all „Kutseoskused“ on lisaks leidnud väljatoomist päästeteenistuse valmisolek kutseoskuste näol. „Kui meil oleks projekt olnud ja tahtnud teostada, siis oleks tekkinud küsimus, et kellele me seda tõestame või tõendame. Kui me peame Päästeametile tõendama, et kas Päästeametil on pädevust otsustada, võtame näiteks Norra projekti analoogi kas või selle 14-kordse, tahaks samasugust maja teha Eestisse praeguse määruse järgi. Peaksime ära tõestama. Kui me nüüd hakkaks tõestama, siis kas on kedagi, kellele me selle tõestuse esitame“. Välja on toodud ka kogu ehitussektori, sh ehituskoolide tänane puitehitiste alane ettevalmistus. Ehitustehniliste takistuste (Kood „Ehitustehnilised takistused“) juures on esile toodud puidu liigniiskuse kartust. „Kui vesi satub konstruktsiooni nii, et sa ei märka, siis võib ta mädanema hakata. See on tema nõrkus. Niiskus ja veevariid, torulekked, tormiga järele andnud konstruktsioonielemendid, kus võib sisse sadada.“ Lisaks on ka murekohaks suuremahuliste hoonete projekteerimise kogemus. „Kodumaja tuules on väga palju üldistatud Eesti turgu, loodud sellist kuvandit, et me teame kuidas lahendada kõiki neid muresid. Kodumaja ja mõned tootjad veel kes on teinud vähe kõrgemaid hooneid kui siin 5-8 korrust.“

Kategoorias „Võimalused“ koodi all „Kasutajamugavus“ eeldatakse, et kui ehitus on probleemivaba, pole ehitusmaterjal oluline. *„Kui inimene elab majas ega tal pole vahet kui maja toimib...“*. Intervjueeritav on ka rõhutanud puidu emotsionaalset sidusust hoone kasutajaga. Puitu võiks rohkem kasutada interjööris, eriti eluhoonetes. Puit on looduslik ehitusmaterjal ning ta on „soe“ materjal. Lisaks on koodi all „ehitusfüüsikalised omadused“ välja toodud kerge töödeldavus, prognoositav tulepüsivus kandekonstruksioonina, ning CO2 sidumine. Ehitusprotsessi võtmes on oluliseks komponendiks puitehitiste juures tehases eelvalmistatud ehituselementide ja –moodulite kiire paigaldus ehitusplatsil (Kood „ehitusprotsessi eelised“). Koodi all „Eksperptide kaasamine“ näeb intervjueeritav võimalusena keerukate hoonete puhul kolmanda osapoole kaasamist sarnaselt Norrale. Koodis „Propageerimine“ võiks vaadata, kas ikka on puitkonstruktsioon kallim kui muud lahendused. Intervjueeritava hinnangul olulist vahet ei ole, samuti võiks soodustada puidu kasutamist siseviimistluses.

Kategoorias „Ettevalmistused“, koodi „Riigipoolsed ettevalmistused“ osas toob intervjueeritav välja juhtivate ametkondade süsteemsema panustamise vajaduse ning tegevuste omavahelise sidustamise, sh normide, juhiste, inseneride väljaõppe ning kvaliteedisüsteemide tervikliku kujundamise vajaduse. *„Meie arhitektid on väga kunstniku moodi inimesed, nad on väga vähe insenerid.“* , mistõttu ongi vajalik juhendmaterjalide olemasolu tavapäraste olukordade lahendamiseks. Vajadusel saaks osta kasutusõigused ning võtta kasutusse lähinaabrite terviklikud regulatsioonid (kood „Õigusaktid ja normid“). Siinkohal peaks riik olema uuenduste vedajaks. Olulisel kohal on ka näidismajade ja -lahenduste olemasolu.

Kategoorias „Tuleohutuse ja päästetööde spetsiifika“ peab intervjueeritav Eesti oludes mõistlikuks kuni 8-korruseliste hoonete tuleohutuslahenduste väljatöötamist.

VII intervjuu. Individuaalne tähendusvõrgustik.

Kategoorias „Hoiakud“ on intervjueeritav rõhutanud eeltingimust, et ehitamine peab olema ohutu ning puudub vajadus põhjendamatute piirangute järele. *„Peaks olema igapäevane ehitusmaterjal, millega ehitada. Vahet pole kus. Küsimus on nüansis, mida, kuidas ja kui palju tehakse. Kas see on ohutu või mitte. Just tuleohutus ja selle kontseptsioon. Kuidas on lahendatud“*

Kategoorias „Takistused“ on peamiselt esile toodud projekteerijate ja ehitajate kogemus, tuleohutusjärelvalve ametnike kogemus ja kaalutusvõimekus ning tellijate teadlikkus. *„Ma arvan, et tahe võib olla küll suur, aga pädevust pole, et nad hakkama saaksid. Et hoone oleks ohutu neid on võibolla ühe käe näppudel (silmas on peetud suuremahuliste puitehitiste projekteerimise ja ehitusega tegelevaid ettevõtteid. Autori märkus). Peamiselt ettevõtted, kes ehitavad ka välisriikides ja peamiselt on tegemist moodulmajade tootjatega või elementidega, mitte puhtalt kohapeal tehtavate asjadega.“* „Ehitustehnilise takistusena“ on intervjueeritav esile toonud tule leviku võimaluse puitkarkasshoone tühimikes. Koodis „Kutseoskustega seonduvatest takistustest“ kõige olulisemad murekohad on üldine tuleohutusalaane kutseoskus arhitektide seas, ohutuse tõendamise oskus, mille osas Eestis igapäevapraktika puudub ja puudujäägid ehituskvaliteedis. Sellest tulenevalt ka lahendused, kus ohutusalaaseid probleeme ei osata isegi märgata. *„...keegi tahab kuskilt kärpida, keegi tahab oma nägemust, aga lahenduse enda peale, kas või inimese ohutus, väga ei mõelda.“* Koodis „Aastate jooksul tekkivad probleemid“ on intervjueeritav ära märkinud kindlustusriskide kasvu aastatega.

Kategoorias „Võimalused“ on intervjueeritav märkinud puidu prognoositavat tulepüsivust, kuid samast näeb suuremahuliste puitehitiste planeerimisel ja ehitamisel vajadust tuleohutuse vaatest tõendatud kutseoskuste järele (Kood „Ekspertide kaasamine“).

Kategoorias „Ettevalmistused“ leiab intervjueeritav, et oleks vajalik näidishoone. *“Kindlasti oleks abiks, kui inimene näeb oma silmaga sellist korraliku lahendust, suurt ehitist, mis on tehtud. See annab teatud mõttes kindlust juurde, et saab küll ja pole hullu midagi...“* Puidust ehitamise vedajad peaks olema erialaliidud, riik peaks pigem toetama (Kood „Riigi eeskuju ja initsiatiiv). Koodi all „Õigusaktid ja normid“, toob intervjueeritav esile, et normid ei arvesta erivajadusi. Lisaks on vajadus standardlahenduste ja sõlmede järgi.

Kategoorias „Tuleohutuse ja päästetööde spetsiifika“

Üheks ettepanekuks on ehitusnormide juures arvestada päästevõimekusega. Näiteks puidust fassaadilahenduste juures tuleks arvestada ka pääste taktikaliste võimalustega. Vastavate puitlahenduste kustutamine võiks olla ka päästjate õppeharjutuste osa. Puitehitiste kõrguspiiranguks hindab intervjueeritav kuni 8 korrust.

VIII intervjuu. Individuaalne tähendusvõrgustik.

Kategoorias „Hoiakud“ on intervjueeritav rõhutanud objektiivsetest asjaoludest tulenevat kaalutusvajadust. *„Ei ole nii, et kõik asjad peavad olema puidust, pigem peaks kasutus olema mõistlik...“*

Kategooria all “Takistused“ on välja toodud teadlikkusega seotud takistused, nagu tellijate, arhitektide ja inseneride teadlikkuse tõstmise vajadust. *„Üldsuse teadmatust ja teadmine hinnast, ohutusest, kasutamisest. See on niivõrd väikese grupi käes kes tegelikult ei suuda mõjutada kogu turgu.“* Kuigi intervjueeritav lisab tuleohutuse vaatest *„Minu jaoks pole takistusi, sellepärast on mul raske sellest rääkida.“*, peab ta samal ajal tuleohutuselaste teadlikkust üheks takistusest. Kood „Kutseoskused“ all on toodud ohutuse tõendamise oskus, inseneride puudulikud baasteadmised tuleohutusest ja vajalikud täiendused kutse- ja täiendõppes, millele lisandub vähene suuremahuliste puitehitiste püstitamise kogemus Eestis.

Kategoorias „Võimalused“ toob intervjueeritav esile, et esmalt peaks tegelema tellijatega, et tekkiks nõudlus selliste hoonete järele. Välja on toodud ka puidu „soe“ tunnetus *„Beton versus puit on hoonel teine sisekliima ja ka emotsionaalselt külmem.“* Kategoorias „Ekspertide kaasamine“ näeb intervjueeritav vajadust suuremahuliste puitehitiste planeerimisel kõrvalise abi järele, ekspertide või ettevalmistusega spetsialistide järele. Kategoorias „Propageerimine“ on ettepanek võtta riigil koordineeriv, mitte detailides vastutav roll valdkonna arendamises ning parandada senist kommunikatsiooni. Puudub ülevaade, mida riik teinud on. See ergutaks ka teisi osapooli rohkem kaasa töötama.

Kategoorias „Ettevalmistused“ on vajadus näidishoonete järele. Riik võiks ka oma kinnisvaraarendustes rohkem puithooneid planeerida. Vajalik on ka vastutavate ametkondade suurem koostöösünergia. Samal ajal peaks oluline initsiatiiv olema ka tootjate ja erialaliitude käes (Kood „Riigi eeskuju ja initsiatiiv“). Kood „Õigusaktid ja normid“ juures on oluline huvitatud osapoolte vastutuse kasv. *„...kindlat seisukohta pole, aga selge on see, omanik peab võtma suurema vastutuse. Riik ei saa teha ära omaniku tööd.“* ja täiendab *„Meil on mõttemall, et riik vastutab kõige eest. Riik annab sulle ehitus- ja kasutusloa, mis tähendab, et kaudselt riik kannab ka vastutuse, et ta on ju lubanud mul ju niimoodi teha.“* Koodi all „Riigipoolsed toetused“ soovib intervjueeritav motiveerida puidu kasutamist läbi fondide. Koodi all „Teadus ja arendus“ on olulisel kohal tootearendus ja innovatsioon ning riik innovatsiooni vedajana läbi teadusasutuste.

Kategoorias „Tuleohutuse ja pääste spetsiifika“ toob intervjueeritav välja mõtte, kus teatud olukordades võiks tuleohutuse hindajaks olla ka keegi teine, peale Päästeameti. Sellisel juhul teostaks Päästeamet pistelist kontrolli.

IX intervjuu. Individuaalne tähendusvõrgustik.

Kategoorias „Hoiakud“ tõid intervjueeritavad esile Päästeameti tähtsuse ohutuse tagajana. Otsest vastuseisu ei olnud, pigem objektiivsed asjaolud, kuid samast toodi välja, et hetkel ei suuda ette kujutada 5-6 korruselist puitmaja oma vastutusalas.

Kategoorias „Takistused“ on peamiseks argumendiks hind. Keerukas arhitektuur, energiatõhusus ning puidu kasutamine tõstavad kõik maksumust. Lisanduvad hilisemad eeldatavalt kõrgemad kindlustusmaksed, hooldustegevuste eeldatav kõrgem hind. *„Kuidas eksploatatsioonis puit töötab, vot see on nüüd küll teemaks. Kartused selles osas on kõige suuremad.“* Koodi all „Kasutajamugavus“ on välja toodud ehitusmaksumuse võrdlustabelite puudumine. Tehniliste takistustena müra, vahelagede suurem kõrgus, tulepüsivus, välispiirete ülekuumenemise ja läbipuhutavuse tegur ning võimalikud niiskuskahjustused. *„Kõiksugu detailplaneeringu kõrgused , vahelaed ja kandetalad. Korterite arv väheneb, kui absoluutkõrgus on detailplaneeringuga antud see on jagatud korrusteks. Betoon on õhem ja seetõttu parem neid sinna mahutada.“* „... läbipuhutavus, et seda saavutada , eramajal pole probleem aga kortermajal?“ Kutseoskuste osas toodi välja, et omanikujärelevalve on üldjuhul kompetentne, kuid tuleohutusküsimustes jääb nõrgaks. Kriitikat tehti ka inspektorite osas, kuna nad valivad kõikidest nõuetest alati kõige rangema (kood „Kutseoskused“). Aastate jooksul nähakse ohtu ka putukakahjustuste tekkeks.

Kategoorias „Võimalused“ tuuakse esile nii üldise, kui ka tellijate puidualase teadlikkuse tõstmise vajalikkust. Kood „Kasutajamugavus“ juures on oluline probleemivaba haldus tulevikus. Kood „Head ehitustehnilised omadused“ on esile toodud puidu ennustatav tulepüsivus. Koodis „Ekspertide kaasamine“ hinnati, et Eestis ei tasu ära spetsialiseerumine. Puidu propageerimise osas peeti oluliseks siinkohal arhitekti initsiatiivi. *„Kui arhitekti poolt ei tule erinevaid lahendusi siis nii ongi.“*

Kategoorias „Ettevalmistused“, koodiga „Riigi eeskuju ja initsiatiiv“ on välja toodud, et on vajalik kulutõhusat näidishoonet. Riik saaks läbi omavalitsuste planeerimisalaste regulatsioonidega puitehitise arengusse kaasa aidata. Koodi all „Õigusaktid ja normid“ on välja

toodud, et on vajalik lahendada rendipindadel omaniku ja rentniku vastutuse küsimused. „...linna poolt vaadatuna on maksimaalne rendiperiood 5 aastat. Pikemaid ei tehta ja lühem on 1 aasta. Selle ideoloogiaga võiks kord iga viie aasta jooksul korterisse sisse saada.“ Lisaks on viidatud, et normid peaks rohkem arvestama erivajadustega. Koodi all „Riigi toetused“ on soovitatud ette näha konkurssidel lisapunkte puidu kasutamise eest ning erinevate projektipõhiste toetuste võimaldamist.

Kategoorias „Tuleohutuse ja pääste spetsiifika“ on peamise probleemina välja toodud probleemid „sodi“ kogujatega ning seeläbi korterite põlemiskoormuse kavu.

IX intervjuu. Individuaalne tähendusvõrgustik.

Kategoorias „Hoiakud“ toovad intervjuueeritavad välja, et pigem kindlustaks tulekindlaid hooneid, aga võimalike puitehitiste arengute võtmes on oluline Päästeameti kui kontrolliva organi säilimine oluline.

Kategoorias „Takistused“ toovad intervjuueeritavad välja, et teatud asjaoludel puudub kindlustamise huvi. „Teen endale selgeks maksimaalse eeldatava kahju, kuhu tuli saab levida ja sellest lähtuvalt tegelikult küsimus pole eelkõige nii väga makses vaid nagu /.../ välja tõi, kas me üldse tahame sellist riski portfelli.“ Koodis „Tehnilised takistused“ on toodud kiirem tule levik ja võimalik tulekahju ulatus ning võimalik tule levik tühimikes. „Minu peamine küsimus on, kuidas on korraldatud kommunikatsioonid läbi korruste, kaabli, vendi ja liftišahtid. Kuidas on tulekindlus tagatud läbi hoone ja välisfassaadi.“ Lisaks vee- ja niiskuskahjustuste oht. Oluliseks murekohaks on koodis „Aastate jooksul tekkivad probleemid“ esile toodud märksõnad nagu paigaldiste töökindlus eksploatatsioonis (sh. küttesüsteemid), ventilatsioonisüsteemide korrashoid, hooneväline tuleohutus (ladustamine jms), puitfassaadide tuleoht ning muude kindlustusriskide oluline kasv aastatega.

Kategoorias „Võimalused“ on välja toodud vajadus teadlikkuse tõstmiseks ning koodi all „Ekspertida kaasamine peavad intervjuueeritavad vajalikuks mingist suurusest alates kohustuslikku eksperdi kaasamist puitehitise puhul.

Kategoorias „Vajalikud ettevalmistused“ koodi all „Riigi eeskuju ja initsiatiiv“ on peetud tähtsaks riigipoolse järelevalve säilimist. „Väljast saab tellida ekspertiise, arendada nõustamise poolt tuleohutuses, aga fundamentaalselt peab alles jääma riigi roll järelevalves,

et on olemas autoriteetne asutus, kes ütleb et sa pead.“ Koodi all „Õigusaktid ja normid“ on märkuseks, et normid ei toimi päriselus.

Kategoorias „Tuleohutuse ja päästetööde spetsiifika“ peetakse oluliseks siduda puitehitiste ehitamine päästemeeskonna võimekuse ja kaugusega planeeritavast ehitisest. Olulisel kohal on šahtide ja kommunikatsioonide tulepüsivus ning küttesüsteemide korrashoid.

Üldine tähendusvõrgustik

Järgnevalt toob autor ülevaate üldisest tähendusvõrgustikust kategooriate kaupa lähtuvalt intervjuudest. Tabelite parempoolses veerus on viide intervjuueeritavate arvule, kes on vastavale koodile osundanud. Kategooria „Hoiakud“ koosneb neljast koodist. Puidu laialdasemat kasutamist pooldatakse kümnest intervjuust kaheksas. Olulisena toodi välja, et tuleb kasutada õigeid materjale õiges kohas, ei peaks eelistama ühte ehitusmaterjali teisele. Tuleks kaotada põhjendamatud piirangud erinevate materjalide kasutamisele. Kahel juhul pigem ei pooldatud puidu laialdasemat kasutuselevõttu. Ülevaade kategooria „Hoiakud“ koodidest on toodud tabelis 5.

Tabel 5. Hoiakud puidu laialdasemaks kasutamiseks ehituses.

Hoiakud puidu laialdasemaks kasutamiseks		
Pooldan	Pooldan	1
Pooldan tingimustega	Oluline et kontroll PA näol olemas	3
	Peab olema turvaline	2
	Puit peamiselt arhitektuurse elemendina	1
	Sõltub tellija tingimustest	1
Pigem ei poolda	Pigem kindlustaks tulekindlamaid hooneid	1
	hetkel me ei suuda mõelda et puitmaja 5-6 korruselisena.	1
Eelistused puuduvad	Peaks kaotama põhjendamatud eelhoiakud erinevate materjalide suhtes	5
	Eelistus puudub	4
	Puit ei ole sobilik iga asja jaoks	2
	Vastuseisu pole, objektivsed asjaolud	6

Kategoorias „Takistused“ on välja toodud intervjuueeritavate hinnangul lahendamist või leevendamist vajavad murekohad puitehitiste laialdasemaks kasutamiseks. Intervjuude käigus toodi küll esile puitehitise maksumus, kuid intervjuude taustainfot võrreldes on probleemiks pigem hinnateadmatus. Väga olulised on selles kategoorias lisaks hinnateadmatus

kutseoskuste madal tase, mida kinnitab ka Päästeameti tööstatistika. Oluline on esile tuua, et koodi alla „Elukaare jooksul tekkivad probleemid“ töid näiteid kõik osapooled, kellel on tööalased kokkupuuted õnnetusjärgsete olukordadega ning selle koodi juures märkused puudusid ehitamise ja projekteerimisega seotud ettevõtetel. Ülevaade kategooria „Takistused“ koodidest on toodud tabelis 6.

Tabel 6. Takistused puidu laialdasemaks kasutamiseks ehituses. (autori koostatud)

Takistused		
Hind	Ehitusel m2 hind lõpptarbijale	4
	keerukas arhitektuur + 0 energia + puit ei lähe kokku, kallis	2
	Kõrgemad kindlustusmaksed	1
	Massiivpuitu kasutatakse vähem hinna tõttu	1
	Hilisema hoolduse maksumus	1
	RB odavam kui CLT	2
	Kallim ca 30% - 50 %	2
	Projekteerija vaatab, kuidas kõige odavam ära projekteerida	1
	Suurte hoonete juures Exel - äriplaani osa	1
Teadlikus	Kogemus	3
	Arendaja pole kindel, kas klient soovib /ostab	2
	Pääste ametnike teadlikkus, kaalutusvõimekus	1
	Tulenevalt rihihinnangust ei soovita kindlustusportfelli	1
	Inimeste/omanike teadlikkus	3
	arhitektide, inseneride teadlikkus	2
Kasutajamugavus	Teistel materjalidel tüüplahendused olemas	5
	Puuduvad võrdlustabelid	3
	Infomaterjalid puuduvad	1
Ehitustehnilised takistused	Jäikus (roomavus)	2
	Müra, sh sammumüra, külgmüra (el. toosid jms)	3
	Tule levik tühimikes	4
	Puidu kergem süttivus	1
	kiirem tule levik ja tulekahju ulatus	2
	Ilmastikukaitse vajadus ehituse ajal	1
	Ülekuumenemise tegur	1
	Läbipuhutavuse tegur	1
	Niiskus, sh veevariid, konstruktsiooni lekkes, hallitus ja seened	3
	Projekteerimise limitatsioonid, sh sildeavad	1
	Projekteerimise suhteline keerukus.	1
	Vahelagede kõrgus planeeringues ja projektides betooni järgi	2
	Tuleohutus	5
	Tuletundlikus - Kui ei peaks võõpama, kasutaks rohkem	1
Kutseoskused	Hakkama saadakse eramute ja väiksemate korterelamutega	1
	Ohutuse tõendamise oskus	2

	Omanikujärelevalve tuleohutusküsimustes nõrk	1
	Omanikujv tugev üldehituses, kui mksad töö eest	1
	Puuduvad tugevad inseneribürood	1
	Vähene oskus inseneride seas	3
	Väljaõpe, koolid, ehitussektor, arhitektid - puudulik	4
	Inspektor valib normi kõige rangema lahenduse	2
	Kellele ohutust tõendada- inspektorite ettevalmistus?	2
	Vähene projekteerimise ja ehitamise kogemus	5
	Ehituskvaliteet on nõrk	1
	Puudub oskus komposiiti kasutada	1
Elukaare jooksul tekkivad probleemid	Paigaldiste töökindlus eksploatatsioonis	2
	Ventsüsteemide korrashoid	2
	Uutes hoonetes tulekindlus tagatud, vanades mitte	1
	Putukkahjurid	1
	Hooneväline tuleohutus. Ladustamine jms	1
	Puitfassaadide tuleoht	1
	Kindlustus- ja ohutusriskide oluline kasv aastatega	2

Kategooria „Võimalused“. Intervjuudes toodi välja palju mõtteid ja viiteid asjaoludele, mida pole puitehitistega seoses piisavalt esile toodud. Nt erinevate osapoolte üldise teadlikkuse tõstmine. Levib erinevaid kuuldusi, millel pole faktilist kinnitust või millel on faktiline kinnitus ning seda oleks vaja selgitada. Olulisel kohal on kasutajamugavuse vaade selle erinevates vormides alates projekteerimismugavusest kuni lõppkasutajani. Välja on toodud olemasolevad võimekused nagu tehaselise ehituse ehitusprotsessi kiirus võrreldes platsiehitusega, puidu head ehitusfüüsikalised omadused ning puidu propageerimise võimalused. Ülevaade kategooria „Võimalused“ koodidest on toodud tabelis 7.

Tabel 7. Võimalused puidu laialdasemas kasutamiseks ehituses

Võimalused		
Teadlikkus	Teadlikkus	2
	Tellija teadlikkus	2
	Tuleohutusnormid pole olnud kordagi takistuseks seni	1
	Suurem puithoone on tellija erisoov	3
Kasutajamugavus	Lähtume probleemivabast haldusest	1
	Võrdlustabelid maksumuse osas	1
	Kui lõpptellijal mugavused olemas, pole mat oluline	3
Võimekus	Ehitada oskame	1
	Tootjad olemas	2
Head ehitustehnilised/füüsikalised omadused	Hea/ennustatav tulepüsivus	4
	Hea sisekliima, niiskustasakaal	2
	100% looduslik, naturaalne,	2

	Kerge töödeldavus	1
	CO2 sidumine	1
	Soe, ei kondenseeru niiskus	2
Ehitusprotsessi eelised	See teeb ehituse palju kiiremaks -majatehased	2
	Ehitustöö kestvus täpselt prognoositav	1
	Kui hea konstruktor, pole ehitamisega probleemi	1
	Hind ei ole probleem tüüplahenduste puhul	1
	Kerge hea transportida	1
Ekspertide kaasamine	Vajadus eksperdikutse või spetsialisti järgi	4
	Ekspertid kohustuslikuks puidu puhul	1
	Mingist suurusel alates ohutuskoolituse kohustus	2
	Oleme kasutanud välisabi, kui on keerukad hooned	1
	Norras 3 osapoolse kontroll	1
	Ekspertidega kokkupuude puudub	1
	Ei toeta ekspertide kaasamise kohustust	1
	Ei ole teada puitehitistele spetsialiseerunud arh.büroosid	1
	Eestis ei tasu ära spetsialiseerumine	2
Propageerimise võimalused	Sisetunne ütleb et olulist hinna erinevust pole	1
	Telli lahteülesanne arhitektile peab sisaldama, mis oluline	2
	Arhitektide initsiatiiv	1
	Riigile koordineerija roll puidu kasutamisel ehituses.	1
	Puudub ülevaade, mida riik on teinud	1
	Vaja valdkonda turundada tekitada nõudlust	3
	Võiks veel rohkem interjööri	1

Kategoorias „Vajalikud ettevalmistused“ tuleb lisaks tabelis toodule lõppjärgelduste tegemiseks vaadelda ka kõiki intervjuusid tervikuna. Väga oluliseks pidasid siin intervjuueeritavad erinevas väljenduses riigi rolli eeskuju näitajana eeskätt just näidishoonete ehitamisel. Hoone maksumuse kujunemine ning tehnilised lahendused peaks olema avalikult kättesaadavad. Kui on eesmärgiks puidu laialdasem kasutamine ehituses, siis erinevad poliitikavaldkonnad peavad seda toetama. Ehituspoliitika, õigusruum, teadus- ja hariduspoliitika ning maksupoliitika. Ülevaade kategooria „Vajalikud ettevalmistused“ koodidest on toodud tabelis 8.

Tabel 8. Vajalikud ettevalmistused puidu laialdasemas kasutamiseks ehituses

Vajalikud ettevalmistused		
Riigi eeskuju ja initsiatiiv	Poliitika - KOV ja riigi hooned puidust	2
	Vaja näidishoonet	6
	Näidishoonet, ka majanduslikult tasuv	2
	Juhtivate ministereeriumite/ametkondade suurem/süsteemsem panus vajalik	4
	Linnaplaneerimise küsimus	1
	Kui riik (PA)kõrvale astub, siis see suur risk	1
	Võimeka töögrupi loomine	1
	Vedajad peaks olema erialaliidud, riik peaks toetama	2
Õigusaktid ja normid	Norra Ehitusinstituudilt osta teave ära	1
	Kopeerime ümbritsevast	1
	Lähinaabrite lahendused võiks sobida ka Eestis	2
	Puithoonete puhul oluline riiklikud normid sest kes kindlustab tõendamispõhiselt?	1
	Rendipindadel vaja lahendada omaniku vastutuse vastuolud	1
	Normid ei arvesta erivajadusi	2
	Normid ei toimi päriselus	1
	Normides palju vasturääkivust	1
Oluline osapoolte vastutuse kasv	1	
Juhendmaterjalid	Vajalikud standardlahendused, sõlmed	1
	Austrias ja Šveitsis tootjad on välja töötanud palju häid lahendusi teinud ehitajale ja konstruktorile need käepäraseks	1
	Kõik saavad ühtemoodi asjast aru kõik õpivad sarnase käekirjaga kirjutatud materjalide põhjal	1
Riigi toetused	Peaks vaatama kogu hoone jalajälge. Mõte - võid rohkem energiat tarbida kui seod ehitamisega CO2	1
	Maksupoliitika - puidu kasutamisele soodustused, Kredex jms.	2
	konkurssidele lisapunkte	1
Teadus ja arendus	Riik innovatsiooni ja uuringute vedajana	4
	Vajalik teadusasutuste ja ettevõtjate koostöö	1
	innovatsioon ja riskide maandamine	1
	Investeerimine innovatsiooni	2
	Ettevõtjatel puudub võimekus.	2
	Katsetamine/tootearendus	2
	Tuua väliseksperte	1
	Arhitekti osalus kogu ehitusprotsessis, praegu puudub tagasiside proj. vigadest	1
Tulevikusuunad	Isekandvad seinad vähe kasutatud.	1
	Komposiit on lahendus	1
	Suund tehase töö poole, platsiehitus väheneb	1
	Fassaadidele	1

2.3.Järeldused ja ettepanekud

Vastuseks **esimesele uurimisküsimusele, milline on erinevate osapoolte soov ja valmisolek puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitistes**, sai peamiselt positiivse, puitehitiste arengut soosiva tagasiside. Kõhkleva, pigem äraootaval seisukohal olid praktikud, kes peavad tulevikus neid ehitisi ka haldama ning kindlustusseltside esindajad, kes pigem nägid oma kindlustusportfellis tuleohutumaid lahendusi ja olid murelikud hoone elukaare jooksul tekkivatest probleemidest. Tegemist on ka sihtgruppidega, kes on ka tänasest puiduteemalisest debatist kõrvale jäänud. Näiteks Šveitsi puitehitiste laialdasema kasutuselevõtu rakenduskavas oli kindlustusriskide maandamine üks meetmete pakett, millega eraldi tegeleti. Intervjuudes seati olulisele kohale tingimus, et suuremahuline puitehitis peab olema ohutu. Puidu laialdasemat kasutamist sooviti eelkõige viimistluses või arhitektuurse elemendina. Seega on ikkagi ohutus üks oluline aspekt, mida ka tulevases kommunikatsioonis kajastada tuleb.

Vastuseks **uurimisküsimusele, millised on takistused puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitussektoris ja millised nendest on seotud tuleohutuse tagamisega**, saab järeldada, et ühe läbiva takistusena puidu kasutamisel suuremahuliste hoonete projekteerimisel on arendajate, ehitajate ja ka ehitiste planeerijate poolt välja toodud **puitehitiste maksumus**, täpsemalt hinnateadmatus. Intervjuude võrdlusest järeldab autor, et hinnaerinevuses puidu kahjuks ollakse kindlad massiivsete konstruktsioonide kasutamisel. Kergkonstruktsioonide osas esines intervjuudes vasturääkivusi, mis on seletatavad näiteks vajalike täiendavate kulutustega mürapidavuse saavutamiseks või tuleohutuse. Igapäevaselt puitmajade tootmisega tegelev intervjuueeritav hindas kergkonstruktsioonis lahendused hinnaskaalal samaväärseks kivihoonetega ning prognoosis ehitustööjõu kallinemisega seonduvalt ehituse lõppmaksumuse vähenemist tehases eeltoodetud puitmoodulite ja –elementide kasuks. Sama kinnitab ka käesolevas töös viidatud kuluefektiivsuse analüüs suuremahuliste puitehitiste tootmises. Traditsiooniline puitehitis oli samas hinnaklassis betoonehitisega. Tootearenduse tulemusena leiti lahendused puitehitiste kasuks ca 7% ulatuses hoone lõppmaksumusest. (Mahapatra & Gustavsson, 2009). Sarnastele järeldustele on jõudnud ka Austraalias püstitatud puitehitiste maksumuse hindamisel (White, 2012). Intervjuude käigus toodi välja ka projekteerimismaksumuse kõrgem hind kuna projekteerimiskogemus suuremahuliste ehitiste planeerimisel on vähene ja sellega seoses ka projekteerijal vaja teha rohkem „lisatööd“. Eeltoodu iseloomustab tellijate, ehitajate ja projekteerijate vähest kutsealast teadlikkust ja seetõttu ka arendajate ebakindlust hinnakujunemise ja oskusteabe osas. Puitehitiste maksumust mõjutab ka tuleohutusmeetmete maksumus. Näiteks sprinklersüsteemi paigaldamine

eluhoonesse on arvestatav lisakulu ohutusmeetmena, mida kivihoone puhul üldjuhul ei ole vaja ette näha. Tuginedes läbiviidud katsetele on sprinklersüsteem põhjendatud peamiselt puidu kasutamise viimistlusmaterjalina nii sise- kui välisviimistluses (käesolev töö lk 25-28).

Intervjueeritavate hinnangul on üheks arendustegevust mõjutavaks teguriks elanikkonna puitehitiste alane teadlikkus. Sellest tulenevalt on vajalik ka sellega tegeleda. Seni puudub arendajatel kindlustunne sellistele hoonetele ostjate leidmise osas. Teadlikkuse tõstmine ning avatud dialoog puitmajade probleemide ja lahenduste osas on üks oluline märksõna kogu sektori arengus. Teadlikkuse tõstmiseks arhitektide ja projekteerijate hulgas peeti oluliseks vajaliku **oskusteabe olemasolu ja selle kasutajamugavust**. Intervjuudes on korduvalt viidatud asjaolule, et teistel levinud ehitusmaterjalidel nagu betoon või teras on olemas materjalikulu ja maksumuse võrdlustabelid ning tüüplahendused. Sellised võimalused annavad ka arhitektile kindlustunde, kuna arhitektuursele visioonile on tugi konstruktiivsete tüüplahenduste näol olemas. 2015 aastal Šveitsis kasutusele võetud ning käesolevas töös korduvalt viidatud tuleohutusala regulatsioon on välja töötatud eeskätt kasutajamugavust ning arusaadavust silmas pidades.

Puitehitiste ehitamisel on intervjueeritavate poolt takistusena välja toodud kõigi osapoolte **kutseoskused**. Kõige enam toodi välja vähest projekteerimise ja ehitamise kogemust ning seetõttu puuduvad isikud kellelt leida tuge suuremahuliste puitehitiste projekteerimisel ja ehitamisel ning ohutuse tagamisel. Välja toodi puiduspetsiifilise väljaõppe vajadust kogu ehitussektoris, sh ka järelevalvet teostavate ametnike hulgas. Eestis läbiviidud eluasemefondi tehnilise seisukorra uuringud kinnitavad samuti üldist puudujääki kutseoskuste osas ehitustööde korraldamisel, ehitusmaterjalide valikul ning ehitustegevuse dokumenteerimisel (käesolev töö lk 29). Samuti viitavad kutseoskuste parandamise vajadusele puidu laialdasemal kasutuselevõtul ning suuremahuliste ehitiste planeerimisel ja ehitamisel käesolevas töös arengukavad Soomes ja Šveitsis (käesolev töö lk 6 ja lk 14). Päästealaga seotud isikute hinnangul peab täienema ka päästjate, sh vabatahtlike päästjate väljaõpet. Vajalik on tunda puithoonete ehituskonstruksioonide eripärasid ning sellest tulenevaid ohte päästjatele ning hoones viibivatele isikutele. Päästjad peavad oskama prognoosida tulekahju arengut sõltuvalt kustutustaktika valikust. Näiteks ülerõhuventilaatorite kasutamine võib lihtsustada esmaseid kustutustoiminguid kuid seetõttu hoone „tühimikesse surutud“ tulekollete hilisem likvideerimine võib osutada oluliselt keerukamaks ja põhjustada suuremaid kahjustusi hoonetele.

Ehitustehniliste ja ehitusfüüsikaliste takistuste juures on intervjuudes kõige enam kajastust leidnud tuleohutus ja sellega seonduvad detailsed küsimused. Käesoleval hetkel on kandekonstruktsioonide, sh nii kergkonstruktsioonide (käesolev töö lk 18-19), kui ka massiivsete konstruktsioonide (käesolev töö lk 19-20) ning nende liitmike (käesolev töö lk 20-22) tulepüsivust hinnatud ning nende käitumist katsetatud nii laborikatsetes, kui ka täismõõdus katsetes, sh ka koosmõjus tuleohutuspaigaldistega (käesolev töö lk 28) ning on välja töötatud toimivad lahendused. Lisaks on intervjuudes rõhutatud tuletõkketarindite tulepüsivuse tagamist, mis on nn ühesugune probleem kõikide hoonetüüpide puhul, sõltumata kandekonstruktsioonide valikust. Muud intervjuudes esiletoodud takistused puitkonstruktsioonide kasutamisel, sh jäikus, roomavus (aastate jooksul tekkiv läbipaine näiteks vahelagede puhul), müra, niiskusest tekkivad probleemid, välispiirete ülekuumenemine päikese mõjul, projekterimisalaste limitatsioonide kompentseerimine muude lahendustega ning ehituskonstruktsioonide kõrgus (vahelaed) võrreldes teiste ehitusmaterjalidega, on küsimused, mis ei ole käesoleva töö fookuses ning millega on vajalik tegeleda täiendavate uuringute raames.

Puitehitiste ühe olulise riskikohana töid intervjueritavad välja **hoone elukaare jooksul tekkivad probleemid**. Ohutusega seonduvate riskide väljatoomine oli eranditult seotud tuleohutuspoliitika kujundajate seisukohtadega, sh pääste, kindlustusseltsid ning Siseministeerium, ehk isikute poolt, kes puutuvad igapäevaselt kokku tuleõnnetuste ja nende tagajärgedega. Sarnastele probleemidele viitas ka intervjuu Tallina linnavalitsuse ametnikega, kes lisaks ehitiste planeerimisele korraldavad ka hoonete haldamist ning korrashoidu. Aastate jooksul muutub hoonete ehitustehniline seisukord ning sõltuvalt ruumide kasutajast võib see olla seotud ka tuleohutuslike küsimustega. Lisaks sellele halveneb hoone paigaldiste seisukord aastatega ning võib põhjustada tuleriski või tulekahju hilist avastamist. Ohuteguritena toodi välja küttesüsteemid ning ventilatsioonisüsteemid. Sarnastele probleemidele viitab ka „Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga“ (käesolev töö lk 29).

Puidu kasutamisel hoone välispiiretes peeti oluliseks takistusena välja tuua tulekaitseimmutuse püsivus aastate jooksul. Samuti toodi esile puitfassaadi tuleohutus hoonevälisel põlevmaterjali ladustamisel (oht fassaadile kui see peaks süütamise tulemusel süttima). Aastate jooksul kaitseomaduse kaotanud tulekaitsevärvi kaitstud puitfassaadide vältimise meetmed on kirjeldatud käesoleva töö lk 22-28. Viide uuringule fassaadikatete tulekaitsevahendite

kaitseomaduste vähenemisest aastatega on toodud lehekülgedel 28-29. Tuletõkestid puitfassaadil ning fassaadigeomeetria oskuslik ärakasutamine võimaldavad oluliselt pidurdada tule levikut fassaadil kuni selle iseenesliku sumbumiseni. Samast võivad äärmuslikud ilmastikuolud muuta tulekahju leviku ja käitumise prognoosimatuks (käesolev töö lk 28-29).

Puidu laialdasem kasutamine siseviimistluses on otseselt seotud hoone tuleohutuskontseptsiooniga ning sõltub nii passiivsete, kui ka aktiivsete tulekaitsemeetmete kasutamisest, sh automaatsete sprinklersüsteemide kasutamisest. Selles osas on olulisel kohal kuluefektiivsete lahenduste leidmine nagu nn kodusprinkleri kasutuselevõtt puiteluhoonetes.

Kokkuvõtvalt pigem sooviti puitu rohkem kasutada nii ehituskonstruksioonides, kui viimistlusmaterjalina, aga esmalt peavad lahendused olema kuluefektiivsed tagades samas tuleohutuse ja mürapidavuse konstruksioonides. Hoonete jätkusuutiku ohutuse tagamise ning riskide maandamiseks on vajalik läbi mõelda tulevikuriskid ning nende maandamise meetmed. Oluline on tõsta kutsetegevuses teadmiste taset ning elanikkonna teadlikkuse taset puitehitistest. Nende takistuse kõrvaldamine peab olema lähtekohaks ka teadus- ja arendustegevuses juhendmaterjalide ning õigusaktide väljatöötamisel.

Vastuseks **kolmandale uurimisküsimusele, milliseid ettevalmistusi peab riik tegema või saab teha, et oleks tagatud puidu laialdasemal kasutamisel isikuohutus ehitistes vähemalt tänasel tasemel**, toodi intervjueeritavate poolt kõige enam välja **riigi kui poliitika kujundaja** rolli vähene märgatavus ning süsteemse panustamise vajadus. Magistritöö sissejuhatuses viidatud koalitsioonileppe planeeritud tegevus – pikaajaliste puittoodete kasutamise propageerimine (näiteks avaliku sektori hoonete ehitamist puidust) (Reformierakond, 2015) (käesolev töö lk 5), ei ole kaasa toonud olulisi muutusi puitehitiste ehitusturul Eestis. Intervjueeritavad tõid välja murekohana näidishoonete puudumise, sh majanduslikult tasuvate näidislahenduste puudumise.

Riik innovatsiooni vedajana toodi esile kui suurim arendaja läbi omavalitsuste ja riiklike ehitustellimuste. Riik peaks olema läbipaistva arendustegevuse eestvedav jõud. Läbipaistev arendustegevus kinnisvaraturul tooks kindlustunde hindade ja tehniliste lahenduste toimivuses. Sellised lahendused eeldaksid intervjueeritavate hinnangul **koordineeritud ja rakendatavaid teadus- ja arendustöö tellimusi**, mille jaoks ettevõtjatel üksikute objektide vaates vahendeid ei jätku. Selliselt lähenes ka Soome, käesolevas töös viidatud lk 5 „Soome riigi Strateegiline programm metsasektorile 1.oktoober 2011 kuni 30 september 2015“ mille raames riigi ja

omavalitsuste eestvedamisel ehitati 50 suuremahulist puithoonet. **Kinnisvara arendussektori huvi tõstmiseks** toodi ettepanekuna välja erinevaid toetuste või maksusoodustuste võimalusi ning konkurssidel lisapunktide võimalust kohaliku taastuva ehitusmaterjali kasutamisel.

Riigi roll õigusloome kujundajana leidis intervjuudes kajastust nii suures vaates, kui ka detailides. Näiteks toodi välja kitsaskohad, kus sarnaseid hooneid, tehnilisi lahendusi või arhitektuurseid lahendusi ei saa kasutada või ehitada Eestis, võrreldes näiteks Norraga. Lähinaabrite standardlahendused võiksid olla sobilikud ka Eestis. Võiksime rohkem kopeerida ümbritsevat, kui puudub endal võimekus teadus- ja arendustöök. Siseriiklikult teeb õigusloome seisukohast muret normide liigne vasturääkivus ning normilahenduste mittetoimivus päriselus. Paljudel juhtudel ei arvesta normid erivajadustega, kuigi see on muutumas.

Käesolevas töös lk 6 viidatud tuleohutusosalased ehitusnõuded Eestis võimaldavad tüüplahendusena ehitada kuni 4 korruselisi elu- ja büroohooneid ning kuni kahekorruselisi muu kasutusviisiga puithooneid. Määruses toodud võimalus tõendada ohutust muul viisil (FSE meetod) ei toimi, kuna projekteerimisalane, täpsemalt tuleohutusosalane, teadlikkus Eestis piirduv reeglina standardlahenduste tundmisega. Intervjueeritavate hinnangul on projekteerimisalaste spetsiifiliste kutseoskustega isikute ring piiratud ning ohutuse tõendamise oskus vähene. Samuti toodi välja tuleohutusjärelvalve inspektorite vähene ettevalmistus kaalutusotsuste tegemiseks. Pigem valitakse kõige rangem lähenemine normist. Seega teoreetiline võimalus on olemas aga reaalsuses see pole kasutatav. Sama toob välja ka Mikkola oma uuringus „*Bio-based products and national fire safety requirements*“ (käesolev töö lk 11). Kui puuduvad rahvuslikud meetodikad FSE meetodi rakendamiseks, piirduakse projekteerimisel ja ehitamisel reeglina tüüplahendustega. Seega on tuleohutuse seisukohast oluline välja töötada rahvuslikud meetodikad või juhendmaterjalid FSE meetodika rakendamiseks või tüüplahendused suuremahuliste puitehitiste ehitamiseks. Intervjueeritavate hinnangul, kes pigem pooldasid suuremahuliste puitehitiste laialdasemat kasutuselevõttu, võiks Eesti tingimustes läbi mõelda standardlahendused kuni 8-korruseliste puithoonete ehitamiseks, sh konstruktsioonide tüüpsõlmed. Ühe soovitusena on nimetatud kasutada selleks juba väljatöötatud lahendusi Austrias, Šveitsis ja Norras või kasutusele võtta nendes riikides kasutatavad terviklahendused. Oluline on ühtne käekiri normide ülesehitusel kõikides valdkondades, sh tuleohutuse valdkonnas.

Tuleohutuse, sh ka päästetööde eripära silmas pidades toodi intervjuudes välja ettepanekud siduda ehitusnormid piirkondliku päästevõimekusega (näiteks redelautode olemasolu), pidades silmas tulekahju võimalikku arengut ehitistes ja hoone fassaadil. Päästetööde kiiremaks teostamiseks näha ette erinõuded trepikodade kiiremaks suitsueemalduseks ning voolikuliinide vedamise asemel ette näha trepikodadesse torustikud, mis võimaldaks kustutusvee väljavõtteid igal korrusel. Üle peaks vaatama tule leviku tõkestamise nõuded šahtides ja muudes hoone võimalikes tühimikes.

Tulevikusuundadena, mida arendustegevustes arvesse võtta, on intervjuudes väljatoodud platsiehituse osakaalu vähenemine ja suund tehasele ehitustoodete eeltootmise poole, st tehases eelvalmistatud majamoodulid ja –elemendid. Lisaks on välja toodud komposiitlahenduste (puit-betoon, puit-teras) osakaalu kasvu prognoos tuleviku puitehitistes, sh suuremahuliste puitehitiste puhul. Samuti on viidatud soovile leida lahendusi puidu laialdasemaks kasutamiseks viimistlusmaterjalina ilma tulekaitsevahendeid kasutamata.

Kõik see eeldaks võimeka koordineeriva töögrupi loomist ministriumide, ametkondade ning ka erialaliitude tasandil, kaasates väliseksperte, kes on meie arengutest ees.

Käesoleva magistr töö sissejuhatuses viidatud Soome valitsuse „Strateegiline programm metsasektorile 1.oktoober 2011 kuni 30 september 2015“ kajastab kogu metsandussektori arendamise strateegilist kava. Ehitussektori osas on selles kavas välja toodud uute puitehitiste arendusprojektide elluviimine, puidu ehitusalase teabe uuendamine ja levitamine, oskuste ja teadmiste levitamisele ning teadus- ja arendustegevuse arendamine (Finnish Ministry of Employment and Economy, 2015), ehk kokkuvõtvalt kõik murekohad, millele on intervjuude käigus viidanud Eesti ettevõtjad ja ametkonnad. Nimetatud programm võiks olla vajaduspõhiste uuendustega Eesti puitehitiste sektori arengukava aluseks.

Magistr töö empiirilises osas välja toodud kitsaskohad on mitmetes võrreldavates riikides (Šveits, Soome, Kanada) juba leidnud lahenduse riiklike strateegiate, nende rakenduskavade ning rakenduskavade raames läbiviidud uuringute näol. Samast on veel palju uurimis- ja arendusvaldkondi, milles ka Eestil on võimalus oma panus anda. Näiteks käesolevas uuringus viidatud arvutisimulatsioonid on osa rakendustest, mis teevad toimivuspõhise tõendamise kättesaadavamaks arhitektidele ja inseneridele, võimaldades seeläbi veenduda arhitektuurse või konstruktsioonilahenduse vastavuses läbiviidud katsetele ja ohutuskriteeriumitele vastavalt. Magistr töö teoreetilises käsitluses leiti erinevatest riikidest sarnaseid tuleohutusega ning ka

ehitussektoriga laiemalt seotud lahendusi puidu laialdasemaks kasutamiseks, mida on vajalik arendada detailsetes küsimustes, näiteks tulekindlad ning samas ka helipidavad harukarpide ja pistikutooside lahendused, mis on süvistatud tulekindla kipsplaadi sisse jms.

Tuginedes käesoleva töö teoreetilisele osale ning empiirilises osas kogutud andmetele, toob töö autor välja käesoleva uuringu kõige kaalukama argumendina edasiste tegevuste planeerimiseks ärilise aspekti arvestamise. Vaatamata puidu omadustele siduda süsinikku ning et tegemist on taastuva ehitusmaterjaliga on metsandus- ja kinnisvaraarenduse sektor esmalt tulu teenimisele suunatud ettevõtlus, millega muuhulgas kaasnevad mitmed positiivsed mõjud, sh süsinikuringluse ajatamine, taastuvate ressursside kasutamine, tööhõive parandamine maapiirkondades jms. Võttes arvesse metsandussektori positiivseid mõjusid on töö autori hinnangul iga täiendav võimalus, mille ohutus on tõendatud ning mis on teadustöö ja tootearenduse käigus muutunud nii äriliselt, kui ka kasutusmugavuselt atraktiivseks, oluline rakendada praktikasse hoonete ehitamisel ja uuendamisel.

Tuginedes uuringu käigus kogutud informatsioonile, vajavad tänased kitsaskohad puidu laialdasemaks kasutamiseks lahendamist „suures pildis“, liikudes järjest detailsemate lahenduste poole. Selleks, et ehitada ja propageerida puidu laialdasemat kasutamist ehituses ohutult ning selliselt, et valdkonnas ka tegelikkuses muudatused toimuksid, teeb töö autor järgnevad ettepanekud poliitika kujundajatele:

Moodustada puitehitiste laialdasemaks kasutuselevõtuks piisava võimekuse ja poliitilise mõjuga töögrupp. Töögrupi poolt poliitilisel tasandil lahendamist vajavad tegevussuunad:

1. Teadus- ja hariduspoliitika

- a. Teadus- ja arendustöö rahastamise eesmärgistamine lähtuvalt ettevõtluse ning riigi kinnisvaraarenduse vajadusetest. (Ettepanek seotud punktiga 2b) Teadus- ja arendustegevuse kokkulepped peavad hõlmama ehitussektorit tervikuna, sh ohutuse aspekte, ehitusmaksumust, tootearenduses osalemist jms.
- b. Inseneriõppe, kutseõppe ja täiendõppe programmidesse puitehitiste spetsiifika juurutamine tulenevalt teadus- ja arendustegevusest ning tuleohutusvaldkonna eesmärkide ja õpiväljundite lisamine ehitusvaldkonna õppeprogrammidesse.
- c. Osalemine rahvusvahelises teadus- ja arendustöös alapunktis a toodud eesmärkidest lähtuvalt.

- d. Olemasoleva innovatsiooni ja tehnoloogia (targa maja ja energiatõhusate hoonete tehnoloogia jms.) sidumine puitehitiste kontseptsiooniga.
2. Majandus- ja ehituspoliitika
 - a. Riigipoolse tahte määratlemine puidu laialdasemasse kasutamisesse panustamisel, sh hoonete uuendamisel ja ehitamisel. Otsustatud suundade sisseviimine arengu- ja rakenduskavadesse ning arendustellimustesse.
 - b. Riigi ja kohalike omavalitsute eeskju näitamine. Tõsiseltvõetavuse suurendamiseks on vajalik lisaks Keskkonnaministeeriumi hoonele initsiatiivi laienemist ka teistesse riigi kinnisvara arendustesse. Ettevõtjate ootuseks on näidishooned, kus on muuhulgas ka avalik hinna kujunemine ning üheselt arusaadav puidu maksumus lõpphinnas.
 - c. Ehitusalaste, sh ohutusalaste õigusnormide ja juhendmaterjalide uuendamine arvestades sh nende praktilisust ja kasutusmugavust.
 - d. Nn. tootearenduse toomine projekteerimisvaldkonda. Hetkel väidetavalt arhitekt peale ehitusloa väljastamist üldjuhul ei osale ehitusprotsessis ja seetõttu projekteerimisvead korduvad.
 3. Maksupoliitika ja toetused
 - a. Kaaluda erinevate fondide või muude toetuste sidumist „hoone jalajäljega“ või taastuvate ehitusmaterjalide kasutamisega.
 - b. Riigihangetel saab rakendada nn. lisapunktide andmist puidu kasutamise eest arhitektuurse visiooni
 4. Ohutuspoliitika
 - a. Ehitiste elukaare jooksul tekkivate ohtude maandamismeetmete väljatöötamine arvestades muuhulgas ka kindlustusriike.
 - b. Ohutuse tagamise kontseptsiooni ja õigusliku regulatsioon väljatöötamine, kui ohutust tõendatakse toimivuspõhiselt.
 5. Vabariigi Valitsuse tegevuskava kommunikatsiooni korraldamine
 - a. Koondada ja koordineerida valitsuse tegevuskava täitmise kommunikatsiooni läbi ministeeriumite ja erialaliitude, vältides seeläbi kallutatud informatsiooni teket ning tagades seeläbi ülevaate tegevuskava rakenduskavade täitmise üle.

Puitehitiste tuleohutuse töögrupile teeb töö autor järgmised ettepanekud:

1. Jätkata kuni viiekorruseliste planeeritud tegevusi puitehitiste tüüplahenduste väljatöötamisega elu- ja büroohoonetele järgmiste täiendustega:
 - a. Esmajärjekorras koostada lahendused lähtuvalt kergkonstruktsioonis puitehitistest.
 - b. Eesti tingimustesse tüüplahenduste väljatöötamisesse kaasata kohalikud tehasetootjad, eesmärgiga võtta arvesse ka lähiriikidest peamiste ekspordisihtkohtade nõudeid.
 - c. Otsida võimalusi, katmaks lisaks tuleohutusosalastele lahendustele, ka müra ja muude töös viidatud probleemide lahendamisele tervikuna, näiteks probleemivaba haldus.
 - d. Võtta arvesse uuringus viidatud päästetööde teostamise vajadusi ning leida neile ka võimalikke alternatiive. Võimalusel teostada kuluanalüüs.
 - e. Huvi on kasutada tulekaitsevärvidega töötlemata puitpindasid.
 - f. Liita Eesti Kindlustusseltside Liit töögrupi tegevusest informeeritute hulka.

2. Uute tegevussuundadena puitehitiste osas:
 - a. Välja töötada tüüplahendused või toimivuspõhise FSE meetodi rakendamise juhised 5-8 korruseliste puitehitiste tuleohutuse tagamiseks.
 - b. Koostada tuleviku ohtudeprognoos ja võimalikud maandamisemeetmed.
 - c. Korraldada puitehitise tuleohutusega seotud infopäevi ja täiendõpet valdkonnaga seotud isikutele ning kutse- ja täiendõppe raames. Kaasata lektoritena ka välislektoreid.
 - d. Viia puitehitiste spetsiifika ka päästjate ja vabatahtlike päästjate väljaõppesse.

3. Tuginedes intervjuude käigus esitatud informatsioonile laiendada töögrupi tegevus- ja uurimissuundasid või moodustada uusi töögrupe järgnevates küsimustes:
 - a. Avatäidete ja tehnosüsteemide tuletõkketarinditest läbiviikude tulepüsivuse tagamise hetkeolukord Eestis.
 - b. Terasest kandekonstruktsioonide tulepüsivuse tagamine ja hetkeolukord Eestis.
 - c. Kas ehitussektori ehitus-, projekteerimis- ja järelevalvealaste kutsete ning erialakoolide õppekavad ja täiendõppe programmid tagavad baastadmised tuleohutuse tagamisest hoonete projekteerimisel ja ehitamisel.
 - d. Kas Eesti tingimustes on mõistlik välja arendada FSE meetodi rakendamise võimekus suuremahuliste puitehitiste projekteerimiseks. Kui mitte, siis millised võiksid olla lahendused ohutuse tagamiseks suuremahulistes puitehitistes.
 - e. Millised on hoone elukaare jooksul tekkivad tuleohud suuremahulistes puitehitistes ja kuidas neid ennetada.

KOKKUVÕTE

2015 aasta seisuga asub maailma kõrgeim puithoone Norras, Bergenis ja on 14 korrust kõrge. Hoone maapealne osa koosneb peamiselt ruumelementidest ning neid ümbritsevast liimpuidust valmistatud kandesõrestikust. Hoone ruumelemendid on valmistanud Eesti ettevõtte Kodumajatehase AS. See fakt ning näited 6-8 korruselistest puithoonetest lähiriikides on korduvalt tõstatanud Eesti meedias küsimuse, miks meil ei ole võimalik püstitada suuremahulisi puitehitisi, kui mujal maailmas meie ettevõtted seda teevad. Puidu laialdasemat kasutamist toetab ka meie valitsusliidu koalitsioonilepe. Sellest on järeldatud, et on olemas oskused, ettevõtjate ning poliitiline tahe rohkem ehitada suuremahulisi puidust ehitisi ka Eestis.

Eesti tuleohutusnormid annavad lahenduse kuni neljakorruseliste puithoonete ehitamiseks, jättes võimaluse ehitada ka suuremaid hooneid juhul, kui ohutus on tõendatud. Ohutuse tõendamine eeldab tugevat tuleohutusosalast kompetentsi ja kogemust tulekahjustsenaariumite prognoosimiseks.

Eelnevast lähtuvalt otsib töö autor vastust **uurimisprobleemile**, miks vaatamata oskustele ja tahtele ehitada Eestis suuremahulisi puitehitisi, ei ole seda reaalsuses seni tehtud.

Uuringu tulemusena selgus, et suuremahuliste puitehitiste püstitamiseks Eestis on peamiseks takistuseks vähene teadlikkus suuremahulistest puitehitistest ning ebapiisav kutsealane ettevalmistus isikute ringis, kes puitehitiste planeerimise, ehitamise ja kasutamisega igapäevaselt kokku puutuvad. Sellest tuleneb probleemide võrgustik, kus oluline roll on muuhulgas ka tuleohutuse tagamisel. Sarnaste probleemide ees on olnud ka näiteks Soome ja Šveits, kus probleemide lahendamiseks töötati välja terviklik tegevuskava. Käesolev töö toob välja probleemide võrgustiku, mida tuleb tervikuna lahendada.

Töö **eesmärgiks** oli uurida suuremahuliste puitehitiste püstitamist ja ohutuse tagamist teistes riikides, välja selgitada peamised takistused puidu laialdasemaks kasutamiseks Eesti ehitussektoris ning eristada tuleohutusosalased takistused ja anda sisendid erinevatele töögruppidele takistuste kõrvaldamiseks või leevendamiseks.

Tuginedes teoreetilises osas toodud teiste riikide kogemustele suuremahuliste puitehitiste püstitamisel, kerkib esile mitmeid tuleohutusega seonduvaid sidusprobleeme, mida tuleb lahendada tervikuna. Praegusel hetkel on erinevate ministriumite ja ametkondade tegevused keskendunud üksikute fookusprobleemide lahendamisele, jättes kõrvale tervikpildi.

Samasugused probleemid töid esile ka empiirilises uuringus teostatud intervjuude tulemused. Magistritöö ettepanekud tuginevad nii intervjuude, kui ka töö teoreetilises osas toodud lahendustele ja annavad sisendid erinevatele töögruppidele takistuste kõrvaldamiseks või leevendamiseks.

Uurimisprobleemi täpsustav **esimene uurimisküsimus**, milline on erinevate osapoolte soov ja valmisolek puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitistes, sai peamiselt positiivse, puitehitiste arengut soosiva, tagasiside. Erandiks olid arendajate esindajatena praktikud, kes peavad tulevikus neid ehitisi ka haldama ning kindlustusseltside esindajad, kes pigem nägid oma kindlustusportfellis tuleohutumaid lahendusi ja olid murelikud hoone elukaare jooksul tekkivatest probleemidest. Tegemist oli ka sihtgruppidega, kes on ka tänasest puiduteemalisest debatist kõrvale jäänud. Näiteks Šveitsis olid kindlustusseltsid ja kindlustusohutude maandamine üks meetmete pakett, millega eraldi tegeleti. Intervjuudes seati olulisele kohale tingimus, et suuremahuline puitehitis peab olema ohutu. Puidu laialdasemat kasutamist sooviti eelkõige viimistluses või arhitektuurse elemendina. **Teisele uurimisküsimusele**, millised on takistused puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitussektoris ja millised nendest on seotud tuleohutuse tagamisega, sai autor vastuseks, et peamine takistus on teadmatus või puudulik teadlikkus, mis omakorda kajastub märksõnades hind, müra, tuleohutus, kutseoskused, tehnilised takistused, aja jooksul tekkivad probleemid. Sarnased kitsaskohad on olnud ka teistes riikides ning neid on lahendatud komplekselt. **Kolmandale uurimisküsimusele**, milliseid ettevalmistusi peab riik tegema või saab teha puidu laialdasemaks kasutamiseks nii, et oleks tagatud puidu laialdasemal kasutamisel isikuohutus ehitistes vähemalt tänasel tasemel, sai autor vastuseid empiirilise uuringu käigus ning tulemusi toetas teoreetilises osas toodud teiste riikide kogemus. Kõige olulisemateks märksõnadeks on siin riigi, kui suurima kinnisvara omaniku ja tellija eeskuju ning näidishoonete tekkimine, ehk teisisõnu riiklik tellimus ehitistele ja läbi selle ka tootearendus. Näidishoonete juures on oluline läbimõeldud ja toimivad lahendused, mis on ka kuluefektiivsed. See tekitaks vajaduse teadus- ja arendustegevusele, millele saaksid omakorda tugineda normid ja õigusaktid.

Magistritöö **esimese uurimisülesandena** uuris magistritöö autor teiste riikide kogemust suuremate puitehitiste püstitamisel ning tuleohutuse tagamisel. Kokkuvõtvalt võib öelda, et oleme tervikpilti vaadates näiteks Soome või Šveitsiga võrreldes samas seisus, kus nemad olid 6-12 aastat tagasi. See vahe on ületatav lühema perioodiga kuna selle aja jooksul on tehtud palju uuringuid ning arengukavasid, mille kordaminekutest ja eksimustest saame õppida.

Tuleohutusosalased lahendused hoone põhielementidele on suures osas välja töötatud. On veel terve hulk detailseid uurimisvajadusi ja – võimalusi, milles ka Eesti saaks kaasa panustada.

Teiseks uurimisülesandeks oli välja selgitada ja analüüsida suuremahuliste puitehitiste püstitamise takistusi Eestis. Selleks viidi läbi empiiriline uuring. Poolstruktureeritud intervjuudega koguti hinnanguid ja seisukohti kogu ehitussektoriga seotud osapooltelt. Arendajad, arhitektid, ehitajad, poliitika kujundajad ning pääste esindajad andsid omapoolse sisendi nii takistuste, võimaluste, kui ka vajalike tegevuste teostamiseks. Vaatamata sellele, et puit ehitusmaterjalina leidis palju soosivat suhtumist, puudub praeguses olukorras nõudlus suuremahuliste puitehitiste järele. Arendaja eesmärk ei ole ehitada puidust vaid ehitada probleemivaba hoone. Puitu soovitakse rohkem kasutada viimistluses. Kandekonstruksioonide osas peaks kaotama põhjendamatud piirangud ja ehituskonstruksiooni valik peaks lähtuma objektiivsetest asjaoludest. Autori järelalusena on kõige suurem takistus suuremahuliste puitehitiste ehitamiseks arendajate huvi puudumine, mis omakorda on tingitud töös viidatud sidusprobleemidest, mida saab lahendada tervikuna. Riik saab siin olla eeskujuks ja innovatsiooni vedajaks.

Kolmandaks uurimisülesandeks oli sünteesida teooriat ja uuringu tulemust ning koostada ettepanekud tuleohutusosalaste ning tuleohutusega seotud takistuste kõrvaldamiseks suuremahuliste puitehitiste ohutuks püstitamiseks Eestis. Uurimisülesande lahendamise käigus tehtud ja eelpool viidatud järelaluselt tulenevalt on kõige suuremad ootused riigile oma võimaluste ning poliitilise tahte kasutamiseks hästi kommuniqueeritud tegevuste elluviimisel.

Tuleohutuse seisukohast on kõige olulisem välja töötada juhendmaterjalid kuni 24 meetrise (8 korrust) kõrguseliste puitehitiste püstitamiseks vaatamata sellele, et reaalne esialgne arendushuvi võib piirduda kuni 5 korruseliste hoonetega. Kuni 5 korruseliste hoonete lahendamiseks tüüpahendused puitkarkasshoonetele ning üle 5 korruse *FSE* meetodi rakendamise juhised tuleohutuse hindamisel. Sidusprobleemidena tuleb lahendada projekteerimis- ja ehituskvaliteedi tagamine. Ehituskvaliteedi olulisust tuleohutuse tagamisel näitas ka käesolevas töös viidatud, Rootsis toimunud tulekahju, kus hävis sisuliselt terve viiekorruseline hoone suhteliselt madala intensiivsusega tulekahjus sest tuli levis hoone tühimikes.

Käesoleva magistr töö tulemusi, mis on seotud tuleohutusega, rakendatakse tuleohutusosalaste takistuste kõrvaldamiseks Sisekaitseakadeemia Päästekolledži juures tegutseva puitehitiste

töögrupi tegevuskava koostamiseks ning täiendavate uurimisvajaduste planeerimiseks. Uurimistöö sisaldab viiteid juba väljatöötatud lahendustele, mida oleks võimalik juba praegu rakendada puidu laialdasemaks kasutamiseks ning tuleohu mõistmiseks.

Magistritööd saab kasutada ka poliitikate elluviimise planeerimisel kuna järeldused sisaldavad erinevate ministriumite vastutusalasse kuuluvaid ettepanekuid.

Ettepanekud edasiste uurimisprobleemide kohta

1. Kas ehitussektori ehitus-, projekteerimis- ja järelevalvealaste kutsete ning erialakoolide õppekavad ja täiendõppe programmid tagavad baastadmised tuleohutuse tagamisest hoonete projekteerimisel ja ehitamisel.
2. Kas Eesti tingimustes on mõistlik välja arendada *FSE* meetodi rakendamise võimekus suuremahuliste puitehitiste projekteerimiseks. Kui mitte, siis millised võiksid olla lahendused ohutuse tagamiseks suuremahulistes puitehitistes.
3. Kuidas lahendada olukordasid kus hoone tuleohutuskontseptsioon, mis on seotud *FSE* meetodi rakendamisega ja toimivuspõhise ohutuse tõendamisega, ületab päästeteenistuse võimekust anda hinnangut pakutud lahendusele.
4. Millised on hoone elukaare jooksul tekkivad tuleohud suuremahulistes puitehitistes ja kuidas neid ennetada.

SUMMARY

As in 2015, the highest wooden building of the world situates in Norway, Bergen and is 14 storeys high. The aboveground part consists of mainly rooms and the framework of glue-laminated timber around them. The rooms of the building are completed by an Estonian company Kodumajatehase AS. This fact and the examples of 6-8 storeys wooden buildings in neighbouring countries have repeatedly raised a question in Estonian media of why it is not possible to construct large-scale wooden buildings if these are done in other parts of the world by our companies. Having a wider use of wood is also supported by the coalition agreement of the government.

The thesis consists of 82pages. The author has used 73 different sources, including 32 scientific sources. The thesis has 8 tables, 12 figures, and 2 annex.

The purpose of the current thesis is to identify the main obstacles in wider use of timber in Estonian construction sector, distinguish the difficulties in fire safety and provide an input for different work groups about eliminating or softening the fire safety and other problems.

The research task of the thesis is to analyse the experience of other countries in constructing larger wooden buildings and guarantee fire safety, to identify and analyse the obstacles of constructing large-scale wooden buildings in Estonia, to synthesize the theory and the results of the research and to compile proposals of how to handle the obstacles of fire safety and safe construction of large-scale buildings.

The strategy of the research was a phenomenological research; semi-structured expert interviews were used as a data collecting method. To accomplish the purpose of the paper, 10 interviews with 12 interviewee were conducted. The analyses of the data was compiled according to the method of qualitative data analyses.

The author mentions the obstacles in the wider usage of large-scale wooden buildings in Estonia as the most important conclusion of the research as well as the suggestions of the author for further action relying on the interviews and the experience of other countries. The suggestions include necessary extensions in arranging vocational and continuing education, in linking research and development with the needs of entrepreneurship. The state has an important role in taking a lead in developing its real estate and in using more exposed communication of the

promotion of wooden buildings. There is a need for guidance documents and for the design the method for safety verification to secure the safety of wooden constructions and to link them with abovementioned activities.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

- Abrahamsen, R. & Malo, K. A., 2014. *Structural design and assembly of "treet" - a 14 storey timber residential building in Norway*. Quebec City, Canada, WCTE, pp. 1-8.
- Akotuah, A.O., Ali, S.G., Erochko, J., Zhang, X. and Hadjisophocleous, G.V., 2016. Study of the fire performance of hybrid steel-timber connections with full scale tests and finite element modelling. *Applications of Structural Fire Engineering*.
- Brandschutz, L.D., 2009. *Aussenwände. Konstruktion und Bekleidungen*, Zürich: VKF.
- Buchanan, A., Östman, B. & Frangi, A., 2014. *FIRE RESISTANCE OF TIMBER STRUCTURES*, Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology.
- Cheung, K., 2008. Case studies of multi-storey wood-frame construction in USA.. *Structural Engineering International*, Volume 18, Number 2(4), pp. 118-121.
- Custer, R. & Hall, J., 2008. Dynamics of compartment fire growth. rmt.: NFPA, toim. *Fire protection handbook*.. Quincy: National Fire Protection Association, pp. 49-59.
- Eesti Puitmajaliit, 2016. *Miks Eesti puitmaja?*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://puitmajaliit.ee/miks-eesti-puitmaja>
[Kasutatud 01 04 2016].
- Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded* (2015) Majandus- ja taristuminister.
- Ehitusseadustik* (2015).
- Esperk, T., 2007. *Eesti väikeelamute tarindite olelusringi hindamine*, Tartu: Tartu Ülikool.
- Euroopa Liidu Parlament ja Euroopa Liidu Nõukogu, 2011. *Ehitustoodete ühtlustatud turustustingimused*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:088:0005:0043:ET:PDF>
[Kasutatud 06 01 2016].
- Euroopa Parlament ja Nõukogu, 2010. *Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv hoonete energiatõhususe kohta*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:ET:PDF>
[Kasutatud 03 10 2015].
- Finnish Ministry of Employment and Economy, 2015. *Final report on the strategic Programme for the Forest Sector*, Helsinki: Up-to-Point Oy.
- Flick, U., 2009. *An Introduction to Qualitative Research. 4th*, London: SAGE Publications Ltd.
- Forest & Wood Products Australia, 2011. *Combustible Façades Fire Safety Engineering Design of Combustible Fassades*, s.l.: Forest & Wood Products Australia, Exova Warringtonfire Aus Pty.

FPInnovations, 2013. *Technical guide for the design and construction of tall wood buildings in Canada*. Canadian Wood Council ed. Vancouver, Canada: FPInnovations, Pointe-Claire.

Frangi, A. & Fontana, M., 2005. Fire Performance Of Timber Structures Under Natural Fire Conditions. *Fire Safety Science*, 8(279), pp. 279-290.

Frangi, A. & Fontana, M., 2010. Fire safety of multistorey timber buildings.. *Structures & Buildings*, Vol. 163(4), pp. p213-226.

Frangi, A., Fontana, M., Hugi, E. & Jübstl, R., 2009. Experimental analysis of cross-laminated timber panels in fire. *Fire Safety Journal*, 44(8), pp. 1078-1087.

Gerard, R., Barber, D. & Wolski, A., 2013. *Fire safety challenges of tall wood buildings*. National Fire Protection Research Foundation ed. San Francisco: Arup North America Ltd.

Giraldo, M., Avellaneda Diaz-Grande, J., Lacasta Palacio, A. & Rodríguez, V., 2015. *Computer-simulation research on building-facade geometry for fire spread control in buildings with wood claddings..* Berlin, COST Action FP1404.

Giraldo, M. P., Lacasta, A. & Avellaneda, J., 2015. *Simulation Study on Fire Propagation in Wooden Façades and the Influence of Façade's Geometry..* Berlin, COST Action FP1404..

Hakkarainen, T., 2002. Post-flashover fires in light and heavy timber construction compartments. *JOURNAL OF FIRE SCIENCES*, vol 20 no. 2, 20(2), pp. 133-175.

Hasemi, Y., Yasui, N., Itagaki, N., Izumi, J.I., Osaka, T., Kaku, T., Naruse, T., Hagiwara, I., Kagiya, K., Suzuki, J.I. and Kato, K., 2014. *Full-scale fire tests of 3-storey wooden school building*, Quebec City, Canada.: In 2014 World Conference of Timber Engineering..

Hozjan, T. & Svensson, S., 2015. *Review of timber-concrete composite beams in fire*, Berlin: Technische Universität München (TUM)..

Just, A. & Tera, T., 2010. *Structural Fire Design of Timber Frame Assemblies Insulated by Glass Wool and Covered by Gypsum Plasterboards*, Tallinn: TTÜ Kirjastus.

Järvet, S; Saar, I; Valk, A; Loik, R; Tamm, L; Kratovitš, M; Lees, M; Karu, T; Mäe, V; Elling, T; Silberg, U; Toom, K; Karton, I; Talmar-Pere, Plaks, P., 2015. *Üliõpilastööde koostamise ja vormistamise juhend*, Tallinn: Sisekaitseakadeemia.

Kalamees, T; Ilomets, S; Liias, R; Raado, L.M; Kuusk, K; Maivel, M; Ründva, M; Klõšeiko, P, Liho, E; Paap, L; Mikola, A., 2011. *Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga*, Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool.

Kalamees, T; Arumägi, E; Just, A; Kallavus, U; Mikli, L; Thalfeldt, M; Klõšeiko, P; Agasild, T; Liho, E; Haug, P; Tuurmann, K; Liias, R; Öiger, K; Langeproon, P; Orro, O; Välja, L; Suits, M; Kodi, G; Ilomets, S; Alev, Ü; Kurik, L., 2012. *Eesti Eluasemefondi ehitustehniline seisukord - ajavahemikul 1990 - 2010 kasutusele võetud korterelamud*, Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool.

Klippel, M., Frangi, A. & Hugi, E., 2013. Experimental Analysis of the Fire Behavior of Finger-Jointed Timber Members.. *Structural Engineering*, 140(3), pp. Volume 140, Issue 3.

- Kolaitis, D., Asimakopoulou, E. & Founti, M., 2014. Fire protection of light and massive timber elements using gypsum plasterboards and wood based panels: A large-scale compartment fire test. *Construction & Building Materials*, 73(8), pp. 163-170.
- Korhonen, T. & Hietaniemi, J., 2005. *Fire safety of wooden façades in residential suburb multi-storey buildings*, Espoo: VTT Building and Transport..
- Kotthoff, I. & Wiederkehr, R., 2004. *Brandsichere Anwendung von Holz an der Fassade. Internationales Holzbau-Forum*. Garmisch, 10. Internationales Holzbau-Forum.
- Laas, E., Uri, V. & Valgepea, M., 2011. *Metsamajanduse alused*, Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.
- Luht, K; Valge, A; Just, A; Kalamees, T; Angelstok, F., 2012. *Ehitusnõuete analüüs vastavalt haiglate ja hooldekodude eripäradele*, Tallinn: Sisekaitseakadeemia.
- Mahapatra, K. & Gustavsson, L., 2009. *Cost-effectiveness of using wood frames in the production of multi-storey buildings in Sweden*, Växjö: School of Technology and Design..
- Mauring, T. & Meingast, R., 2005. Savi-passiivmaja moodulehitisena. *Keskkonnasäästlik planeerimine ja ehitus = Sustainable spatial planning and construction*, Köide 99, pp. 96-101.
- Meacham, B., Poole, B., Echeverria, J. & Cheng, R., 2012. *Fire Safety Challenges of Green Buildings*, Quincy: The Fire Protection Research Foundation.
- Mikkola, E., 2015. *Bio-based products and national fire safety requirements*. Berlin, Germany, Technische Universität München, pp. 116 - 118.
- Palma, P; Frangi, A; Hugi, E., Cachim, P.; Cruz, H., 2013. *Fire resistance tests on steel-to-timber dowelled connections reinforced with self drilling screws*. Zürich , Eidgenössische Technische Hochschule Zürich .
- Palma, P., Frangi, A., Hugi, E. C. P. & Cruz, H., 2014. *Fire resistance tests on beam-to-column shear connections*. Zürich , ETH-Zürich .
- Peng, L., Hadjisophocleous, G., Mehaffey, J. & M., M., 2011. On the Fire Performance of Double-shear Timber Connections. *Fire Safety Science*, Köide 10, pp. 1207-1218.
- Reformierakond, 2014. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://www.reform.ee/koalitsioonileping>
[Kasutatud 9 12 2015].
- Reformierakond, 2015. *Koalitsioonilepe*. [Võrgumaterjal]
Available at: <http://www.reform.ee/koalitsioonilepe>
[Kasutatud 09 12 2015].
- Riistop, M., 2002. *Süsinikuringe mtsas*. [Võrgumaterjal]
Available at: http://www.loodusajakiri.ee/eesti_mets/artikkel-2_5.html
[Kasutatud 9 12 2015].
- Salana, J., 2009. *The coding manual for qualitative reseachers*, London: Sage Publications.

Samaké, A., Taazount, M., Audebert, P. & Palmili, P., 2014. Thermo-hydric transfer within timber connections under fire exposure: Experimental and numerical investigations.. *Thermal Engineering*, 63(1), pp. 254-265.

Siseministeerium, 2015. [Võrgumaterjal]

Available at:

https://www.siseministeerium.ee/sites/default/files/dokumendid/Arengukavad/siseturvalisuse_arengukava_2015-2020_kodulehele.pdf

[Kasutatud 4 1 2016].

Steen-Hansen, A. *et al.*, 2015. *Fire Safety in Towns with Wooden Buildings. Experience from large fires*. Berlin, Technische Universität München.

Zhang, J; Yang, F; Shields, T.J; Silcock, G.W.H; Azhakesan, M.A., 2003. Effects of surface flame spread of plywood lining on enclosure fire in a modified ISO room. *Journal of fire sciences*, 21(1), pp. 67-83.

Thomas, G., 2010. Modelling thermal performance of gypsum plasterboard-lined light timber frame walls using SAFIR and TASEF.. *Fire and Materials*, 34(8), pp. 385- 406.

Thomas, G., 2011. A Typology for the Case Study in Social Science Following a Review of Definition, Discourse and Structure. *Qualitative Inquiry*,. *Social Sciences*, 17(6), pp. 511-521.

Tsantaridis, L. & Östman, B., 2015. Fire Scenarios for Multi-storey Façades with Emphasis on Full-Scale Testing of Wooden Façades. *Fire technology*, 51(6), pp. 1495-1510.

Tsantaridis, L. & Östman, B., 2016. *Durability of the Reaction to Fire performance of Fire Retardant Treated wood products in exterior applications*. Strbcke Pleso, Wood and Fire safety conference.

Tsantaridis, L., Östman, B. & König, J., 1999. Fire protection of wood by different gypsum plasterboards. *Fire and materials*. *Fire and Materials*, 23(1), pp. 45-48.

White, N., 2012. *Tall Timber Construction: Fire Safety, Environmental and Cost Effectiveness*. Melbourne, Melbourne Conference and Exhibition Centre.

*Virtanen, J., 2006. Laadullisen tutkimuksen käsikirja. rmt.: J. M. Teokessa, toim. *Fenomenologia laadullisen tutkimuksen lähtökohtana*. Helsinki: International Methelp KY, pp. 151-213.

Voll, H., Seinre, E., Kallemets, E. & Tasa, M., 2013. *Hoonete keskkonnamõju arvestamine, nn. „roheline märk”*, Tallinn: Tallinna Tehnika Ülikool.

Õunapuu, L., 2012. *Valimid kvantitatiivsetes ja kvalitatiivsetes uurimustes*. [Võrgumaterjal]

Available at: <https://dspace.ut.ee/bitstream/handle/10062/27764/index.html>

[Kasutatud 2 3 2016].

Östman, B., 2015. Fire Safety Engineering – Opportunities and Challenges for timber buildings. *Fire Science Reviews*, 1(30), pp. 98-103.

Östman, B., Frangi, A. & Buchanan, A., 2014. *FIRE RESISTANCE OF TIMBER STRUCTURES*. White paper, s.l.: s.n.

Östman, B. & Källsner, B., 2012. *National building regulations in relation to multi-storey wooden buildings in Europe*, Växjö: SP Träteknik and Växjö University.

Östman, B. & Stehl, L., 2014. *Brand i flerbostadshus av trä –Analys, rekommendationer och FoU-behov*, Borås: SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut..

Yin, R. K., 2014. *Case Study Research. Design and Methods. Fifth edition*, s.l.: Sage Publications..

Lisa 1 Puitehitiste ehituspiirangud Euroopa Liidus ja lähinaabruses

Table 1. Regulatory limitations and possibilities for D and D_{FL} reaction to fire class products based on present questionnaire and earlier data [1,2,3].

Country	Allowed number of storeys (or height of building in meters) for D class products					D/D _{FL} class products allowed in buildings with at least 3 storeys					
	Load-bearing structures			External cladding		Internal walls/ceilings				Floorings	
	Prescribed rules	Performance based (PB)	Protection required	No sprinklers	With sprinklers	Escape routes Sprinklers		Within apartments Sprinklers		Escape routes	Within apartments
						No	Yes	No	Yes		
Austria	6	No limit	No	6	6	-	-	+	+	-	+
Belgium	See PB	No limit	No	3 (10 m)	3 (10 m)	-	+ ^a	+	+	-	+
Czech Republic	3-4 (12 m)			3-4 (12 m)	3-4 (12 m)	-	-	+	+	-	+
Denmark	3-4	No limit		3-4	3-4	-	-	-	-	+	+
Estonia	4	No limit	No	8	8	-	+	-	+	+	+
Finland	2 / 8 ^b	No limit	K ₂ 10/K ₂ 30	2/4	8	-	-	+	+	+	+
France	No limit	No limit	No	4 or 50 m ^c		-	-	+	+	+	+
Germany	4-5	> 5	K ₂ 60	3 (7 m)	3 (7 m)	-	-	+	+	+	+
Greece	No limit	No limit	No	No limit	No limit	-	-	+	+	+	+
Ireland	3 (10m)	No limit		≥ 5	≥ 5	-	-	+	+	+	+
Italy	See PB	No limit	No	(12 m)	(12 m)	-	-	-	-	+	+
Latvia	4	Not used	B-s1,d0	4	4	-	-	+	+		
Macedonia	2			2							
Netherlands	13 m	No limit		3-4	≥ 5	-	-	+	+	+	+
Norway	4	No limit	EI30/EI60,K ₂ 10	4	4	-	-	+	+	+	+
Poland	3-4 (12 m)		B-s1, d0	(25 m)	(25 m)	-	-	+	+	-	+
Portugal	(9 m/single family)			(28 m)	(28 m)	-		+		-	+
Slovakia	2-4	Not permitted	EI	(12 m)	(12 m)	-	-	+	+	+	+
Slovenia	3 / 5 ^b	No limit	EI30/EI60	3 (10 m)	3 (10 m)	-	-	-	+	+	+
Spain	See PB	No limit	EI30-EI120	6 (18 m)	6 (18 m)	-	-	+	+	-	+
Sweden	See PB	No limit	No	2	≥ 5	-	-	-	+	+	+
Switzerland	(30 m)	No limit	No	(30 m)	(30 m)	-	+	+	+	+	+
Turkey	3	No limit	F30B2/F60AB	3	3	-	-	-	-		
United Kingdom	See PB	No limit		≥ 5	≥ 5	-	-	-	+	-	+

^a Fire detection is the required active means

^b With sprinklers

^c Applicable for dwellings; more than 4 storeys requires compliance with French façade test

Lisa 2 Intervjuude küsimustik

Erinevate osapoolte soov ja valmisolek puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitistes.

Milline on olnud Teie senine kokkupuude puitehitiste, sh. suuremahuliste puitehitiste planeerimisega, ehitamise või kasutamisega?

Võib käsitleda ka personaalset kokkupuudet, koolitusi või kolleegide kokkupuudet. Eesmärk välja tuua kogemuslik taust.

Milline on teie seisukoht puidu kui ehitusmaterjali senisest laialdasemaks kasutuselevõtuks ehituskonstruksioonide valmistamisel?

Isiklik seisukoht, kas tundub põhjendatud, kui riik võtab ühe suunana avaliku sektori ehitistes laialdasema puidu kasutamise. Küsimus käsitleb muuhulgas puidu laiemat kasutamist sise- ja välisviimistluses.

Millisest ehitusmaterjalist hoone konstruktiivset lahendust Teie eelistate?

Põhirõhk just ehituskonstruksiooni lahendused

Milliseks Te hindate Eesti kinnisvara arenduse ja ehitussektori valmisolekut tellida, projekteerida ja ehitada suuremahulisi puithooneid?

Tunnetuslik hinnang projekteerijate, ehitajate, järelevalve teadmistele, ettevalmistusele ja oskustele.

Arendajate osas üldine valmisolek või kindlustunne puidu laialdasemaks kasutamiseks.

Takistused ja võimalused puidu laialdasemaks kasutamiseks ehitussektoris ja nende seotus tuleohutuse tagamisega.

Milliseid puuduseid Te näete puidul ehituskonstruksiooni materjalina võrreldes teiste enamlevinud ehitusmaterjalidega?

Välja tuua, mis pigem suunaks kasutama teisi materjale.

Milliseid eeliseid Te näete puidul ehituskonstruksiooni materjalina võrreldes teiste enamlevinud ehitusmaterjalidega?

Mis pigem suunaks kasutama puitu.

Milliseid puudusi ja eeliseid tooksite eraldi välja tuleohutuse seisukohast?

Riigipoolsed ettevalmistused vähemalt tänasel tasemel isikuohutuse tagamiseks puidu laialdasemal kasutamisel ehitistes.

Milline on Teie hinnang puitehitiste ehitamise piirangute põhjendatusele? Praegustes õigusaktides on piirangud puidu kasutamiseks tulenevalt ehitiste kasutusviisist, kõrgusest, kasutajate arvust. Samuti piirangud nii sise- kui ka välisviimistluses kasutamiseks.

Kui ei pea põhjendatuks, siis millised need peaks olema? Kas hetkel kehtivad piirangud on piisavad või pigem liiga ranged?

Hetkel on olulisemateks piiranguteks korruselisus – lubatud üldjuhul kuni kaks korrust, erandina büroo- ja eluhooned kuni 4 korrust.

Millisel määral olete kokku puutunud alternatiivse tuleohutuse tõendamisega?

Määrusega on kehtestatud olulised tuleohutusnõuded. Nende tagamiseks on ette nähtud standardlahendused määruse tasandil ja standardites. Alternatiivse tõendamise käigus tõendatakse vastavus olulistele tuleohutusnõuetele vaatamata sellele et pole otseselt järgitud määruse või standardi piirväärtusi. Nt kui hoones (jäähall) on tavapärasest oluliselt väiksem põlemiskoormus, ei pea kandekonstruktsioonide tulepüsivuse arvutusi tegema vastavalt standardtulekahju tingimustele vaid saab ühe olulise nõude täitmist tõendada vastavalt tegelikule olukorrale.

Milline on teie hinnang arendajatele, arhitektidele, projekteerijatele, ehitajatele ja järelevalvele pakutava toe piisavusele alternatiivsel ohutuse tõendamisel (tuge pakkuvate spetsialistide olemasolu, tuleohutusala täiendõpe jms)?

Kas on piisavalt spetsialiste, kes tuge pakuvad. Tuleohutusala täiendõpe vms. Millest on puudus?

Milliseid ettevalmistusi peaks Teie hinnangul tegema riiklik sektor puidu laialdasemaks kasutamiseks ehituses?

Siia alla käib poliitika kujundamine, õigusloome, ettevalmistused spetsialistidele jms, kui seda peetakse riigi ülesandeks.

Kas riiklik järelevalve peaks tänasega võrreldes olema rohkem teostama kontrolli ehituse ajal või peaks pigem suurenema vastutus ehitusspetsialistidele?