

Lauri Peltonen

Puukerrostalon kosteudenhallinta ja sääsuojaus

Opinnäytetyö

Kevät 2014

Tekniikan yksikkö

Rakennustekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikka

Koulutusohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Lauri Peltonen

Työn nimi: Puukerrostalon kosteudenhallinta ja sääsuojaus

Ohjaaja: Ilkka Loukola

Vuosi: 2014

Sivumäärä: 52

Liitteiden lukumäärä: 1

Insinöörityön aiheena oli selvittää oleelliset tekijät puukerrostalorakentamisen kosteudenhallintaan sekä sääsuojaukseen. Lisäksi työssä käydään läpi puukerrostalorakentamisen nykyinen tilanne ja sen tulevaisuuden näkymät. Puu on altis kosteuden vaikutuksille ja se täytyy huomioida rakentamisen eri vaiheissa. Rakennuskohteen sääsuojaus on osa kuivaketjua ja se on yksi vaihtoehto sen toteutuksessa. Puukerrostalorakentaminen on lisääntynyt voimakkaasti vuonna 2011 muutettujen palomääräysten ansiosta ja on myös saanut yhä enemmän näkyvyyttä mediassa.

Valtionvalta on edesauttanut puukerrostalorakentamista ja sen kehittyminen kilpailukykyiseksi vaihtoehdoksi on saavutettu. Elementtiteollisuudessa ja työmaan lämpimessä on vielä kehityshaasteita. Puukerrostaloista saadut kokemukset ovat positiivisia ja pitkän aikavälin tuloksia odotetaan.

Puukerrostalorakentaminen on ottanut huiman askeleen eteenpäin viimeisen parin vuoden aikana. Rakennusliikkeet ovat tunnistaneet sen vahvuudet ja niiden hyödyntämisessä on tehty selvää parannusta. Riskit ja niiden kartoitus pystytään huomioimaan entistä paremmin jo urakkalasketavaiheessa. Teollisten komponenttien käytössä ja suunnittelussa on vielä kehitettävää, jotta nopea ja kustannustehokas rakentaminen toteutuu.

Avainsanat: puukerrostalo, kosteudenhallinta, sääsuojaus

SEINÄJOEN UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Building Technology

Author: Lauri Peltonen

Title of thesis: Moisture management and weather protection system for a wooden multi-story construction

Supervisor: Ilkka Loukola

Year: Spring 2014 Number of pages: 52 Number of appendices: 1

The purpose of the thesis was to find out the main components of moisture management and weather protection system for wooden multi-story buildings. The thesis also contains a secondary view on the current situation of Finnish wooden multi-story building, and on expectations how it will develop in future.

The wooden multi-story construction has taken a great step forward in the past years. The government has improved multi-story timber construction to be a cost effective alternative. The major transition happened in 2011, when the fire regulation standards were updated to the current form. There are still things to develop in element production, and to make the overall production time shorter. The attitude has changed and the benefits acknowledged more and more.

Keywords: wooden multi-story building, moisture management, weather protection system

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Työn taustat ja tavoitteet	7
1.2 Työn sisältö.....	7
1.3 Työn rajaus	8
2 PUUKERROSTALORAKENTAMINEN.....	9
2.1 Yleistä	9
2.2 Ekologisuus ja kestävä kehitys.....	11
2.3 Asenteet ja ennakkoluulot.....	13
2.3.1 Rakennusliikkeet.....	14
2.3.2 Asukkaat	14
2.3.3 Valtionvalta, kunnat ja projektit	16
2.3.4 Teollisuus.....	17
3 PUURAKENTAMISEN ERITYISKYSYMYKSIÄ.....	19
3.1 Yleistä	19
3.2 Puun fysikaaliset ominaisuudet.....	21
3.3 Ääni, värähtely, taipuma ja painuminen	21
3.4 Puun kosteuskäyttäytyminen	23
3.5 Rakennekosteus ja kosteusrasitukset.....	24
3.6 Suojaaminen	27
3.7 Kuivaketju	29
4 RAKENNEJÄRJESTELMÄT	33
4.1 Yleistä	33
4.2 Suurelementtitekniikka	33
4.3 Tilaelementtitekniikka.....	34
4.4 Pilari-palkkijärjestelmä	35
4.5 CLT-tekniikka	36

5 SÄÄSUOJARAKENTAMINEN.....	38
5.1 Yleistä	38
5.2 Säätuojien toimittajat	39
5.2.1 KAS-Telineet.....	39
5.2.2 Lainapeite	40
5.2.3 Telinekataja.....	41
5.2.4 Ramirent	42
5.3 Hyödyt.....	44
5.4 Haitat.....	44
5.5 Kustannukset	46
6 POHDINTA	48
LÄHTEET	50
LIITTEET.....	52
Liite 1 Ramirent telinesuunnitelma.....	1

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Useimpien rakennusosien päästöjen vertailua Viikin puukerrostalon ja vastaavan betonikerrostalon kesken. (VTT Rakennustekniikka 1998, 9.).....	12
Kuvio 2. Kokonaisuudessaan Viikin puukerrostalo pärjäsi ympäristövertailussa vastaavalle betonikerrostalolle. (VTT Rakennustekniikka 1998, 16.).....	13
Kuvio 3. Puun ja teräksen liitos, joka ei ole sallinut puun kutistumista. (Viljakainen 1997, 84.).....	22
Kuvio 4. Kosteuden ja lujuusominaisuuksien välinen suhde. Puun kyllästymispiste on noin 27 prosentissa (ympyröity). (Porteus & Kermani 2007, 9.).....	23
Kuvio 5. Puussa tapahtuvat muodonmuutokset eri kappaleissa. (Kavaja 2009, 27.)	24
Kuvio 6. Rakennukseen kohdistuvat kosteusrasitukset. (Viljakainen 1997, 82.) ...	26
Kuvio 7. Vaipan rakenteellinen suojaus kosteudelta. (RIL 250-2011 2011, 51.) ...	27
Kuvio 8. Puutavaran suojaaminen ja varastointi. (Kavaja 2009, 32.)	28
Kuvio 9. Kriittiset tekijät aineen vaurioitumisen kannalta. (RIL 250-2011 2011, 153.).....	29
Kuvio 10. Suurelementti asennusvaiheessa. (Tolppanen ym. 2013, 42.)	34
Kuvio 11. Tila-elementtitekniikan käyttöä rakennustyömaalla. (Tolppanen ym. 2013, 49.).....	35
Kuvio 12. Puukerrostalon rungon pystytysvaihe. (Tolppanen ym. 2013, 47.)	36
Kuvio 13. CLT-elementeistä löytyy valmiit aukotukset. (Tolppanen ym. 2013, 44.) ..	37
Kuvio14. Sääsuoja löytyy hieman erikoisempiin kohteisiin. (KAS-Telineet, 2014. Kuvakaappaus, [viitattu 03.03.2014].).....	40
Kuvio 15. Gibson Tower sääsuojarakentamista. (Tolppanen ym. 2013, 172.)	41
Kuvio 16. Materiaalinoston tapahtuminen KH-suojan sisällä. (Telinekataja, 2014 Kuvakaappaus, [viitattu 03.03.2014].).....	42
Kuvio 17. Laajan alueen suojaaminen LGS-sääsuojojalla. (Ramirent, 2014 Kuva-kaappaus, [viitattu 03.03.2014].)	43
Kuvio 18. Enson talon sääsuojaus Plettac-järjestelmällä. (Ramirent, 2014 Kuva-kaappaus, [viitattu 03.03.2014].)	43
Kuvio 19. Viitteellinen sääsuojan kustannusarvio. (KAS-Telineet, 2014 Kuvakaappaus, [viitattu 03.03.2014].).....	47
Taulukko 1. Puurakentamista kokonaisuudessaan käsitelevisien uusien patenttiperheiden määrät ja kasvunkehitys. (VTT Innovaatiomaisema 2012, 7.).....	18
Taulukko 2. Puun kosteuspitoisuus sisätilassa asettuu lopulta 8–12 %:n välille. (Kavaja 2009, 32.).....	25
Taulukko 3. Ohjeellinen suojaus materiaaleittain. (Ratu S-1232 2013, 10.).....	32

1 JOHDANTO

1.1 Työn taustat ja tavoitteet

Puukerrostalorakentaminen on kasvanut voimakkaasti viimeisen parin vuoden aikana ja saanut paljon huomiota alan mediassa. Taustalla on vuonna 2011 uudistetut palomääräykset, jotka yhtenäistivät määräyksiä rakennusmateriaalista riippumattomiksi. Tämä luo uusia käyttökohteita puulle kerrostalorakentamisessa, koska puuta voidaan käyttää runkomateriaalina P2-paloluokassa 3–8-kerroksisissa asuin- ja toimitilarakennuksissa.

Kunnat ja valtionvalta ovat kaavoituksella ja uudistetulla lainsäädännöllä luoneet mahdollisuuden rakentaa mittavan määrän puukerrostaloja. Samalla puuteollisuus on kehittänyt uusia teollisia ratkaisuja, jotka ovat osoittautuneet kilpailukykyisiksi. Merkittävimmät puukerrostalohankkeet ovat meneillään pääkaupunkiseudulla, Tampereella, Joensuussa, Jyväskylässä, Raumalla, Turussa ja Seinäjoella.

Rakennusliikkeet ovat vielä varovaisia puukerrostalorakentamisessa. Uuden opettelussa on aina riskinsä ja oppirahoja joudutaan maksamaan. Rakentamista on pitkään rasittanut jatkuvat home- ja kosteusongelmat ja niiden huomioiminen on erityisen tärkeää puurakentamisessa. Materiaalien tunteminen ja hyvä työmaajärjestely on avainasemassa laadukkaassa rakentamisessa. Puukerrostalorakentamisessa kosteuden hallinta korostuu ja siinä on ilmennyt paljon sekä kehitystarpeita että epäluulojen kitkemistä. Monen huulilla on edelleen kysymys, onko puukerrostalorakentaminen kilpailukykyistä, viihtyisiä asua ja teknisesti toteutuskelpoisia.

1.2 Työn sisältö

Opinnäytetyön toisessa luvussa käydään läpi yleistä tietoa puukerrostalorakentamisesta ja sen nykytilasta Suomessa. Kolmannessa luvussa tutkitaan puun ominaisuuksia ja niiden vaikutuksia rakentamisessa. Selvitetään oleellimmat kosteuden vaikutukset ja kuinka niitä tulee hallita. Neljännessä luvussa käydään läpi tyyppilliset rakennejärjestelmät, joiden valinta vaikuttaa mahdolliseen sääsuojaratkai-

suun. Viidennessä luvussa kahlataan läpi sääsuojaus menetelmät sekä saatavia hyötyjä ja haittoja sekä kustannuksia. Lopuksi on työn pohdinta ja yhteenveto.

1.3 Työn rajaus

Opinnäytetyössä käsitellään Suomen puukerrostalorakentamisen nykyistä tilannetta. Tärkeimpänä on selvittää kosteuden vaikutus puurakentamiseen ja kuinka rakentamisen kuivaketjusta tulee huolehtia. Sääsuojat on rajattu vaihtoehtoihin, jotka soveltuvat puukerrostalorakentamiseen.

2 PUUKERROSTALORAKENTAMINEN

2.1 Yleistä

Puu on ollut käytetyin rakennusmateriaali Suomessa aina 1950-luvun lopulle. Vuoden 1957 jälkeen uudet rakennusmateriaalit, kuten tiili, betoni ja teräs, valtasivat selvästi markkina-alaa. Asuinkerrostalovaltainen rakentaminen ja palamattomia materiaaleja tukenut lainsäädäntö olivat syitä niiden yleistymiseen ja suosimiseen. Voidaan sanoa, että 1960-luku ja myös 1970-luku olivat kerrostalotuotannon eli betonirakentamisen valtakautta. Puun osuus alkoi myöhemmin hitaasti kasvaa, kun pientaloasuntojen osuus rakentamisessa lisääntyi. (Siikanen 2008, 17–19.)

Puun tehokasta käyttöä rakentamisessa rajoittivat pitkään Suomen rakentamismääräykset, jotka kielsivät yli kaksikerroksisten puurunkoisten rakennusten rakentamisen. Koerakentamisen vaihe aloitettiin vuonna 1995 ja tavoitteena oli rakentaa laadukkaita puurunkoisia ja puujulkisivuisia kerrostaloja sekä kehittää niiden suunnitteluratkaisuja ja rakennusosia. Puukerrostalorakentaminen pysyi kuitenkin vielä vähäisenä ja vuosina 1997–2006 rakennettuja kohteita voidaan käytännössä pitää koerakennushankkeina. Syynä heikkoon mielenkiintoon oli puukerrostalojen taloudellinen kilpailukyky, rakennuttajien pidättäytyminen betonirakentamisessa sekä epäselvyydet viranomaismääräyksissä ja niiden käytännöissä.

Suomessa aloitettiin vuoden 2009 alusta uudestaan edistämään puukerrostalorakentamista ja taustalla oli lukuisia syitä. Ruotsissa puukerrostalorakentaminen oli saanut positiivisia kokemuksia ja Suomi oli sitoutunut päästörajoituksiin. Valtiovalan myönteinen muutos, kestäväntehityksen korostaminen ja toimintamallien suuntaus kohti matalaenergistä rakentamista loivat pohjaa puurakentamiselle. Samaan aikaan myös suurten metsäyhtiöiden kiinnostus järjestelmien kehittämiseen, rakennusosiin ja puurakentamiseen kasvoi ja varsinainen teollinen läpimurto alkoi. (Tolppanen, Karjalainen, Lahtela & Viljakainen 2013, 16–19.)

Palomääräykset RakMK E1 uudistettiin keväällä 14.4.2011, jolloin puu sai tasapuolisemman aseman muihin rakennusmateriaaleihin nähden. Aikaisemmin oli pitänyt hakea poikkeuslupa, jos rakennutti kolme- tai neljäkerroksisen puukerrosta-

lon. Nykyiset määräykset mahdollistavat puurunkoisen ja puulla verhottujen kerrostalojen rakentamisen P2-luokassa kahdeksaan kerrokseen asti. Palontorjunnassa käytetään automaattista sammutuslaitteistoa eli käytännössä sprinklerijärjestelmää.

Suomessa on nykyisin meneillään lukuisia puukerrostalohankkeita muun muassa:

Puukuokka, Jyväskylä Kuokkala

- Kolme 6–8-kerroksista taloa, 150 asuntoa
- Ensimmäinen 8-kerroksinen talo, 58 asuntoa
- Valmistetaan CLT-tilaelementeistä

Isokuusi, Tampere, Vuores

- Maksimissaan 7-kerroksisia taloja, noin 1500 kerrostaloasuntoa, kerrostalorakentamista noin 105 000 k-m²
- Asemakaavavaiheessa

Linnanfältti, Turku

- 2–5-kerroksisia taloja, 450 asuntoa, noin 46 000 k-m²
- Asemakaavavaiheessa , 7700 k-m²
- Pukinmäen energiatehokkaat puukerrostalot, Helsinki
- 5–7-kerroksinen pistetalo, 43 ASO-asuntoa ja 48 vuokra-asuntoa.

Tuuliniitty, Espoo

- 6–7-kerroksinen puukerrostalo, 280–420 asuntoa, 20 000–30 000 k-m²
- Ensimmäinen rakennus valmistuu vuoden 2016 lopulla
- Penttilänrannan puukerrostalokortteli, Joensuu
- 4–5-kerroksinen puukerrostalo, noin 370 asuntoa, 28 000 k-m²

(Korhonen & Mölsä 2014, 14.)

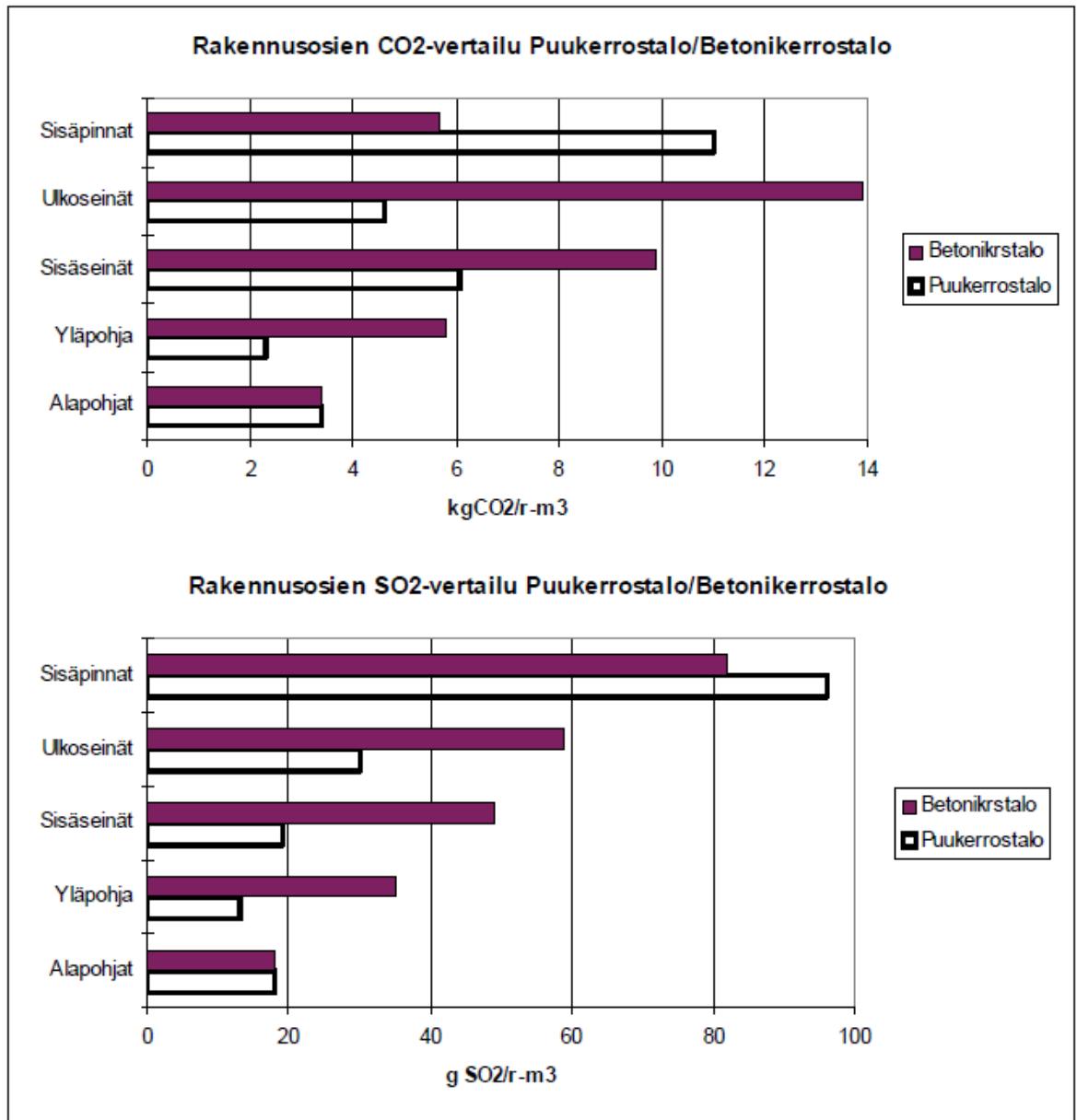
2.2 Ekologisuus ja kestävä kehitys

Suomi on asettanut tavoitteekseen laskea kasvihuonekaasupäästöjä kestäväälle tasolle vuoteen 2050 mennessä. Rakentaminen kuluttaa enemmän raaka-aineita kuin muu teollisuuden ala yhteensä. Rakentamiseen ja rakennusten energiatehokkuuteen on tullut paljon määräyksiä ja parempia toimintamalleja on kehitteillä. Ympäristöministeriön, Sitran ja Tekesin toimesta on laadittu ERA17-toimintaohjelma, jolla pyritään torjua ilmastonmuutosta vuosina 2010–2017. Uusiutumattomien raaka-aineiden vaihtelevat hinnat ja epävarma saatavuus ovat osasyitä, miksi on syntynyt halu löytää korvaavia vaihtoehtoja. Puu on raaka-aineena uusiutuva, taloudellinen ja ympäristöystävällinen.

Puurakentamisella voidaan Suomessa vastata moniin ympäristö-, ilmasto- ja energiahaasteisiin. Puun hiilijalanjälki on monesti pienempi kuin muilla materiaaleilla. Se tuottaa happea ja sitoo hiiltä kasvaessaan. Puu on matalaenergiatuote eli sen energiantarve jalostamiseen että puurakentamiseen on pieni verrattuna esimerkiksi betoniin tai teräkseen. Sen lisäksi puu on kotimainen ja monesti myös paikallinen tuote, joten se parantaa kansantaloutta ja työllisyyttä. Kustannussäästöä tulee myös logistiikassa verrattuna vastaaviin betonirakenteisiin. (Tolppanen ym. 2013, 120–133.)

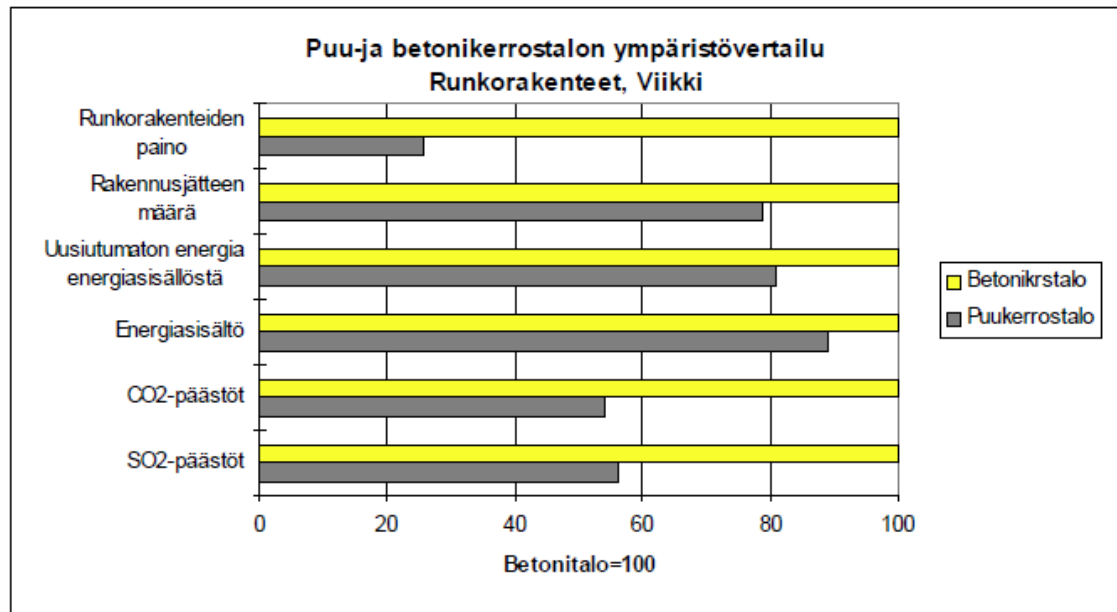
Energiatehokkaan rakentamisen yksi perusedellytys on vähentää materiaalihukkaa. Rakennusjätteiden vähentäminen, lajittelu ja hyötykäytön nostaminen ovat olleet rakennustoiminnan tavoitteena jo pidemmän aikaan. Puukerrostalorakentamisessa syntyvän jätteen määrään voidaan tehokkaasti vaikuttaa lisäämällä rakennusosien teollistamisastetta. Valmiit elementit tuovat työmaalle lähinnä suuren kasan pakkausjätettä, jota on kuitenkin painoyksikössä mitattuna vähän. Työmaan suurin hukka tulee yleensä muottipuutavarasta.

Viikin puukerrostalon osaraportissa tarkasteltiin ja vertailtiin laajasti puukerrostalon ja vastaavan betonikerrostalon ympäristövaikutuksia. Puukerrostalon rakenteissa käytetään selvästi enemmän uusiutuvia energialähteitä kuin vastaavissa betonikerrostalon rakenteissa. Kuviosta 1 ilmenee että betonikerrostalon rakennusosien hiilidioksidi- ja rikkidioksidipäästöt ovat noin 30 – 45 % suuremmat kuin vastaavien puurakenteiden.



Kuvio 1. Useimpien rakennusosien päästöjen vertailua Viikin puukerrostalon ja vastaavan betonikerrostalon kesken. (VTT Rakennustekniikka 1998, 9.)

Puukerrostalon sisäpinnat ovat energiasisällöltään kuitenkin suurempi kuin betonikerrostalon sisäpinnat. Puukerrostalossa käytetään paljon monikerroksellisia rakenteita, mikä nostaa energiasisältöä. Ympäristövertailussa puukerrostalo saa vahvemman aseman kuin vastaava betonikerrostalo. Energiankulutus 50 vuoden elinkaaren aikana on samansuuruinen puu- ja betonikerrostalojen kesken. Kuitenkin eteenin ekvivalenttiarvot ovat suuremmat puukerrostalon rakenteissa kuin vastaavissa betonivaihtoehdoissa. (VTT Rakennustekniikka 1998, 5-17.)



Kuvio 2. Kokonaisuudessaan Viikin puukerrostalo pärjäsi ympäristövertailussa vastaavalle betonikerrostalolle. (VTT Rakennustekniikka 1998, 16.)

Puurakentamisen ympäristövaikutuksia on tutkittu paljon, mutta näkökulma on usein otettu metsien suojelun ja päästöjenhallinnan kannalta. Puu on monikäyttöinen ja esteettinen materiaali, joka on hyväksi elin- ja työympäristölle. Puun käyttö asumisen materiaalina tasaa kosteusvaihteluita parantaen sisäilman laatua ja lisää asumisviihtyvyyttä. Puulla on hyvät ominaisuudet ja asetelmat pärjätä tulevaisuudessa matalaenergia- ja passiivitalojen rakentamisessa.

2.3 Asenteet ja ennakkoluulot

Puukerrostalorakentaminen on herättänyt laajasti huomiota eri medioissa. Valtiovalta haluaa lisätä puurakentamista, rakennusliikkeet ovat epävarmoja niiden kannattavuudesta ja asukkaat epäilevät niiden turvallisuutta sekä käyttömukavuutta. Ihmisten asenteissa on kuitenkin tapahtunut selvä muutos viimeisen kymmenen vuoden aikana ja nyt halutaan edistää puurakentamista laajalla rintamalla.

Puukerrostalojen rakentamisesta saatu kokemus pitäisi saada nykyistä paremmin julki. Monet ongelmat pystyttäisiin välttämään, jos jokaisen ei tarvitsisi keksiä ratkaisuja uudestaan. Puukerrostalorakentaminen on siirtymässä voimakkaasti ele-

mentti-pohjaiseen rakentamiseen, joten ainakin työn läpimenoajassa tulee tapahtumaan kehitystä.

Puukerrostalon yleiset epäilyt koskevat ensisijaisesti sen paloturvallisuutta, ääneneristävyyttä ja kosteuskysymyksiä. Puukerrostalo on herkempi käyttäjien ja rakentajien virheille sekä valmis puukerrostalo vaatii säännöllisempää huoltoa kuin betonikerrostalo. Rakentamisen laatu, hyvä sisäilma ja joustava asunnon muunneltavuus ovat puukerrostalon etuja ja ne koetaan tärkeiksi.

2.3.1 Rakennusliikkeet

Rakennusliikkeiden mielipiteet vaihtelevat laajasti. Tulevaisuudessa rakentaminen siirtyy kuitenkin yhä enemmän passiivienergiatasoon, joten puurakentaminen tulee kasvamaan. Puukerrostalojen rakentamiseen liittyy rakentajien kannalta enemmän riskejä kuin betonirakentamiseen. Rakenteiden toimivuus pitkällä aikavälillä ja ohjeistetun käytön ja huollon toteutuminen ovat keskeisiä asioita terveen talon toteutuksessa. Rakennusliikkeet tiedostavat alan kasvupotentiaalin, mutta kymmenen vuoden vastuu aiheuttaa huolta.

Alkuvaikeuksia on esiintynyt monella eri rakennusliikkeellä ja puurakentamisen kehuttu nopeus on jäänyt saavuttamatta. Ongelmia ovat tuottaneet elementtien mittavirheet ja laadukkaat detaljit. Rakennuskohteiden rakentamisaika on kuitenkin ollut nopeampaa kuin vastaavan betonitalon rakentaminen, mutta aikataavoite on jäänyt saavuttamatta muun muassa uuden asian opettelun takia. Saatu kokemus on nähty tärkeänä ja arvokkaana jatkon kannalta. (Lavento 2012, 10-15.) (Laukkanen 2013, 74-75).

2.3.2 Asukkaat

Puuta arvostetaan rakennusmateriaalina ja sitä käytetään erityisesti omakotitalo ja mökkirakentamisessa. Sen työstäminen on helppoa ja kevyttä, eikä vaadi erityisosaamista. Kotimaisuus, pinta ja kosmeettinen arvo ovat asukkaalle tärkeitä teki-

jöitä materiaalin valinnassa. Puun käyttöä kerrostalorakentamisessa tai suurissa määrin julkisessa rakennuksissa kuitenkin vieroksutaan.

Yleensä asukas on huolissaan puukerrostalon paloturvallisuudesta ja sen toimivuudesta. Pelon ja epäilyksen varjon poistamiseksi on hyvä kertoa sprinklerijärjestelmästä ja sen toiminnasta. Aukkaat huomaavat sen turvalliseksi, riittäväksi ja toimintavarmaksi. Puun käyttöä ja näkyvyyttä voi kuitenkin rajoittaa huoneiston pintaluokkavaatimukset. Puu on palavaa materiaalia ja se voidaan joutua peittämään palamattomalla materiaalilla, kuten kipsilevyllä, jolloin varsinkin kosmeettinen arvo katoaa.

Asukkaiden huolenaihe on myös ollut asuntojen ääneneristys, varsinkin askeläänet. Äänimaailman on todettu olevan hieman erilainen puukerrostalossa kuin betonikerrostalossa johtuen rakenne- ja materiaaliratkaisuista. Kysymyksiä on herättänyt myös se, kuinka puukerrostalon myönteisistä puolista voidaan olla niin varmoja. Rakentamisesta ja niissä asumisesta olevat kokemukset ovat vasta vuosien, ei vuosikymmenten mittaisia. Hyvällä suunnittelulla ja ratkaisuilla voidaan kuitenkin varmasti rakentaa viihtyisiä ja terveitä asuntoja.

Suomessa puuarkkitehtuuria arvostetaan ja sitä pidetään varsinkin viihtyisyyttä parantavana tekijänä. TTY ja Oulun seudun ammattikorkeakoulun tekemässä tutkimuksessa vuonna 2011 selvitettiin puukerrostalojen asiakastyytyväisyyttä Ylöjärvellä, Helsingissä ja Lahdessa. Asuntoja oli kaikkiaan 158 ja vastauksia saatiin 118 kappaletta. Puurakenteisuus asunnon valintaan vaikutti 54 %:lla vastaajista, 89 % oli tyytyväisiä asuintaloon ja 72 % oli tyytyväisiä asunnon ääneneristävyyteen. (Metsä Wood kerrostalojärjestelmä 2013.)

Puukerrostalojen määrä on vielä vähäinen ja tilannetta seurataan monelta eri suunnalta. Esimerkiksi vakuutusmaksut saattavat olla selvästi korkeammat kuin vastaavissa betoni- ja tiilitaloissa. Kustannuksia nostaa erityisesti vesivahinkojen riski johtuen palojen sammuttamisesta ja vesivuodoista. Betoni- ja tiilirakenteissa on useimmiten tarpeen vain tehdä pienet rakenteelliset korjaukset, pintatyöt ja riittävä kuivatus.

Vesi vahingoittaa kastelemalla puurakenteita, jolloin voi helposti tulla laajoja seurannaisvahinkoja. Tämän seurauksena rakennusmateriaaleja ja rakenteita voidaan

joutua uusimaan huomattavasti enemmän. Sprinklerijärjestelmä on suotavaa suunnitella lohkoittain tai asuntokohtaisesti. Järjestelmän toimiessa vapautuu suuri määrä vettä, jonka takia vesivahingot saattavat olla suuremmat kuin palovahingot. Järjestelmällä on hyvä toimintavarmuus tulipalon sattuessa, mutta se pitää myös pystyä sulkemaan oikeaan aikaan.

2.3.3 Valtionvalta, kunnat ja projektit

Suurin muutos puukerrostalorakentamiseen tapahtui palomääräysten uudistuksien myötä, mikä herätti puukerrostalojen kehittämisen ja rakennuttamisen. Lisäksi on käynnissä Metsäalan strateginen ohjelma (MSO 2011–2015), jonka yksi painopiste on puurakentamisen lisääminen. Sen keskeisimmät toimenpiteet ovat teollisen puurakentamisen kohteiden hankkiminen ja kehittäminen. Samalla nostetaan korkeatasoista arkkitehtuuria ja energiatehokasta puurakentamista sekä kehitetään ja parannetaan puurakentamisen kilpailukykyä. Alan koulutusta ja tietoa päivitetään ja kehitetään. Puurakentamisen toimintaedellytyksiä pyritään parantamaan myös EU- ja kansainvälisellä tasolla, joka mahdollistaisi viennin. (Puurakentaminen ja puutuoteratkaisut 2014.)

Puurakentamisen kasvu- ja kehitysohjelmia löytyy ympäri Suomea. Eastwood on vuonna 2014 toteutettava ohjelma, jonka toiminta-alue on Etelä- ja Pohjois-Savo sekä Pohjois-Karjala. Etelä-Pohjanmaalla pyritään luomaan puukerrostalorakentamisen osaajaverkko Puu-Hubi-projektilla. Jäsenyrityksiä on siinä mukana toistakymmentä ja verkoston käytössä ovat Tampereen teknillisen yliopiston sekä Seinäjoen ammattikorkeakoulun rakentamisen asiantuntijat.

Monet eri kaupungit panostavat puurakentamiseen, asumisviihtyvyyteen sekä ympäristön hyvinvointiin ja tuovat kehityssuunnitelmat selkeästi esille. Kuntien päätökset ja osaajien verkottuminen luovat pohjan puukerrostalorakentamisen kasvulle. Tällä hetkellä kaavoituksen eri vaiheissa on noin 7 000 puukerrostaloasunnon rakentaminen lähitulevaisuudessa.

Puurakentamista pyritään vauhdittamaan muun muassa tonttijaolla, jossa suositaan puuta. Esimerkiksi joillakin asemakaava-alueilla voi olla hankala pärjätä tont-

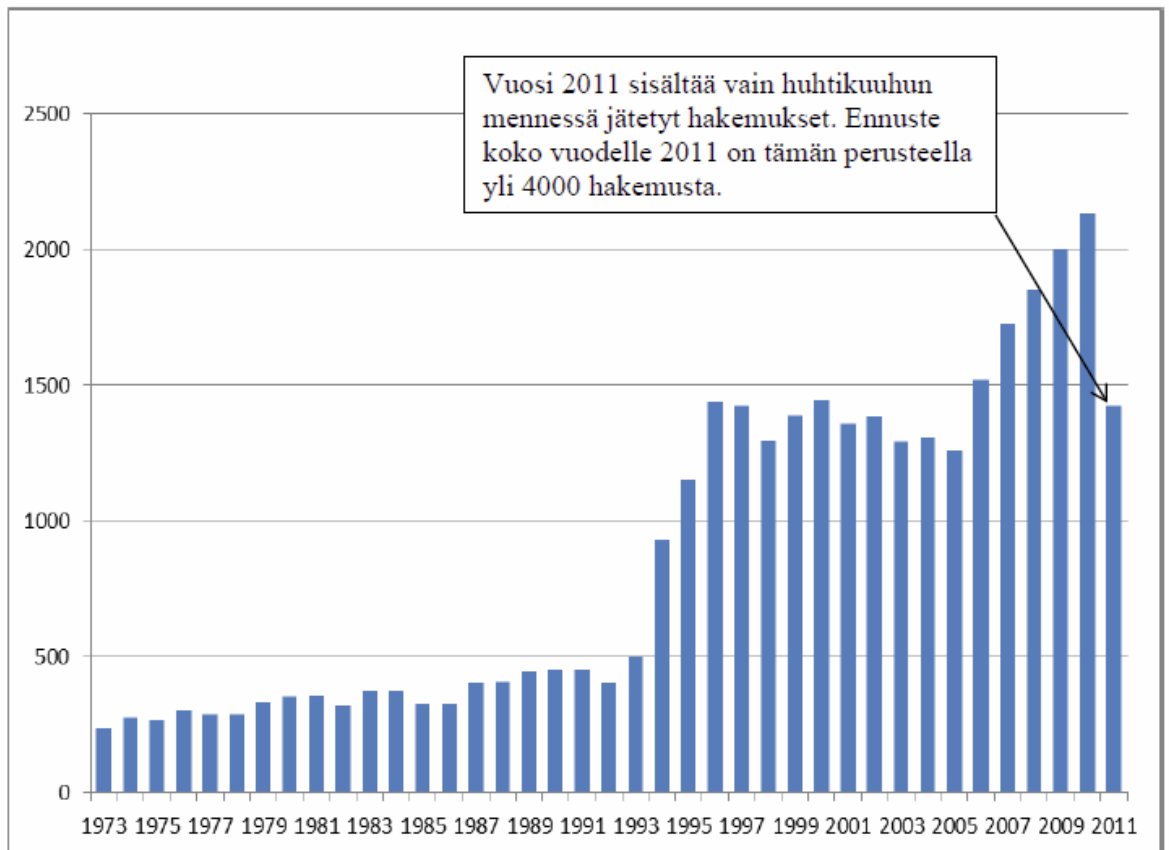
tikilpailussa ilman hyvää kehitysideaa. Helsingin Jätkäsaaren puukorttelialue on hyvä esimerkki kaupungin rakentamisen ohjaamisesta. (Korhonen & Mölsä. 2014, 14.)

2.3.4 Teollisuus

Puuteollisuuden ongelmana on ollut epävarma tulevaisuus ja kehityksen arvioiminen puukerrostalorakentamisessa. Suuria tavarantoimittajia on Suomessa vähän ja rakennusliikkeet ovat valittaneet alan kapeasta kilpailuttamisesta.

Varmat kotimaan markkinat edesauttaisivat elementtiteollisuuden kasvua sekä varmistaisivat alan investoinnit. Kysyntää löytyy varsinkin hoiva- ja päiväkotien sekä puukerrostalojen rakentamisessa, mutta esimerkiksi pientalorakentamisessa markkinat ovat hiljentyneet taantuman takia. PTT:n helmikuun katsauksessa selviää, ettei kasvua juuri tapahdu omakotitalojen toimituksessa tänä vuonna. (Lättilä 2014, 16.)

Puuelementtien ja puukomponenttien valmistus- ja kehitystyö lisääntyy tulevaisuudessa. VTT:n raportin mukaan suurimmat patentoinnin osa-alueet ovat olleet lattiat, seinät, ikkunat ja runkorakenteet. Taulukosta 1 pitää huomioida, että Japani ja Kiina hallitsevat selvästi patentointien hakua ja tutkimustyötä lähes 60 prosentin osuudella. Suomen osuus on vaatimaton noin 0,5 prosentin luokkaa. Yleinen kiinnostus puurakentamiseen avaa kuitenkin Suomelle vientimahdollisuuksia.



Taulukko 1. Puurakentamista kokonaisuudessaan käsittelevien uusien patenttiperheiden määrät ja kasvunkehitys. (VTT Innovaatiomaisema 2012, 7.)

Puuteollisuuden avuksi on kehitelty RunkoPES eli avoin puuelementtirakentamisen teollisuusstandardi. Se sisältää yleiset puuelementtirakentamisen suunnitteluperiaatteet ja suositukset. RunkoPES mahdollistaa erilaisten runkoratkaisujen sekä seinä- ja välipohjarakennevaihtoehtojen käyttämisen. Tarvittaessa eri valmistajien ratkaisut voidaan liittää toisiinsa niin suunnittelussa kuin työmaalla. Yleisesti RunkoPES helpottaa ja tekee vertailukelpoiseksi tarjouspyynnöt.

Kilpailu on selvästi tasa-arvoisempaa, kun on yhtenäiset säännöt toimitussisällön ja sopimusehtojen suhteen. Standardia laadittaessa on erityisesti kiinnitetty huomiota laadun ja kriittisten työvaiheiden hallintaan. Ratkaisuja voidaan tarkastella kantavuuden, tiiviiden, kosteustekniikan, lämmöneristävyyden, ääneneristävyyden ja rakennettavuuden kannalta. RunkoPES:n toimivuutta häiritsee kuitenkin se, että monet puuosavalmistajat ovat kehittäneet myös omia järjestelmiä. (Tolppanen ym. 2013, 34–37.)

3 PUURAKENTAMISEN ERITYISKYSYMYKSIÄ

3.1 Yleistä

Puu tuo elävänä materiaalina omat erityispiirteensä rakentamiseen. Sen muodonmuutokset lämpövaihdoksista on pientä, mutta kosteus vaikuttaa suuresti sen käyttäytymiseen. Lujuusominaisuudet muuttuvat, rakenteet painuvat ja liikkuvat sekä puun elinikä voi vaihdella.

Puurakenteiden oikeanlainen käyttö ei aiheuta suuria ongelmia kerrostalorakentamisessa, mutta kokonaisuudessaan rakennusprosessi on erilainen kuin betoni-kerrostalossa. Tällä hetkellä on tarvetta saada lisää osaamista ja kokemusta alalle. Puu muuttaa rakentamisen käytäntöjä monella eri tavalla se muun muassa kestää sateita huonommin, sitoo enemmän työvoimaa ja mahdollistaa eri työvaiheiden tekemisen samaan aikaan. Tehdasolosuhteissa kootut elementit asennetaan kuivina rakenteeseen, joten pystyttäminen on tapahduttava nopeasti. Puuelementtien paino on noin viidennes vastaavista betonielementeistä, minkä ansiosta työmaalla pärjätään selvästi pienemmällä nostokalustolla. Elementtien koko on kasvamana päin ja esimerkiksi suuret tilaelementit voivat painaa yli 10 tonnia ja vaativat tehokkaan nostokaluston.

Nopea rakentaminen vaatii esivalmistettujen rakennusosien ja elementtien osaa-vaan ja laajaa käyttöä. Työmaan aikataulua voidaan tulevaisuudessa selvästi tarkentaa, kun yhteistyötä parannetaan suunnittelijoiden, logistiikan ja urakoitsijoiden kesken. Yksi edellytys nopealle läpimenoajalle on jaksottaa ja jaotella työt moneen samanaikaisesti tehtävään työvaiheeseen. Rakennusosien ja tarvikkeiden siirtokalustoksi riittää kevyt nosturi. Asentaminen tehdään tavallisilla koneilla ja tarvikkeilla, koska liitokset ovat helppoja sekä yksinkertaisia. (Tolppanen ym. 2013, 172–174.)

Kosteus- ja homeongelmat ovat olleet rakentamisen ja kiinteistöpidon merkittävin ongelma jo pidemmän aikaan. Puurakentamiselle tyypilliset monikerrokselliset rakenneratkaisut ovat herkempiä suunnittelu-, rakennus- ja käyttövirheille kuin aiemmat massiivirakenteet. Rakentamista ohjaavat lait edellyttävät nykyisin lähes

nollaenergiatasoa uudisrakentamisessa ja tulevaisuudessa matalaenergiaraken-
taminen on vallitseva rakennustapa.

Talon sisäpuolelta tuleva lämmön määrä on huomattavasti pienempi kuin aikai-
semmin ja se tulee huomioida rakennusfysiikassa. Esimerkiksi ulkopinnassa ole-
van paksun eristeen kuivumiseen vaikuttaa pääasiassa vain ulkoilmasto. Tulevai-
suuden talot ovat kosteusteknisesti haastavia ja vaativat vaipan sisäpinnan hyvän
höyry- ja ilmatiiveyden. Tiivis sisäpinta taas nostaa ilmanvaihdon vaatimuksia. Ko-
neellinen ilmanvaihtojärjestelmä osataan suunnitella hyvin, mutta laitteiden sää-
dössä ja ylläpidossa on tehty laiminlyöntejä aiheuttaen rakenteisiin kohdistuvia
turhia kosteusrasituksia. Rakentamisvaiheessa rakenteiden kostuminen ja kuivu-
misaikojen laiminlyönti kasvattaa oleellisesti home- ja vaurioriskiä.

Rakennusvaipan tiiviys vaikuttaa keskeisesti vaipparakenteen toimivuuteen, si-
säilman laatuun ja energiatehokkuuteen. Puukerrostaloissa rakennusosien kerrok-
sellisuuden täytyy toimia ilma-, höyry- ja sadevesitiiveyden kannalta. Vuotoilmalla
on merkittävä vaikutus lämmöntarpeeseen ja kosteustekniseen toimintaan. Tiiviin
talon sisäilma vaihtuu pääasiassa koneellisesti, joten ilmanvaihdon täytyy olla riit-
tävä ja hyvin tasapainotettu. Korkeissa kerrostaloissa syntyy eri kerrosten välille
hankalasti hallittavia ilmanpaine-eroja, joihin vaikuttavat myös vuodenajat. Ilman-
vaihtojärjestelmä voidaan rakentaa asuntokohtaisesti hajautettuna järjestelmänä ja
käyttää eri säätöasetuksia kesä- ja talviaikana.

Kestävän kehityksen periaatteiden toteuttaminen ja ilmastonmuutoksen huomioi-
minen vaikuttavat rakentamisen käytäntöihin. Kehitystrendinä on arvioitu seuraa-
vanlaisia muutoksia: keskilämpötila nousee, suhteellinen ja absoluuttinen kosteus
kasvavat, sademäärät kesällä ja talvella lisääntyvät, tuuli voimistuu, viistosateen
vaikutus kasvaa, vedenpinta nousee ja tulvat yleistyvät sekä kuivimpien kuukausi-
en kuivattava vaikutus rakenteisiin vähenee. Uusien haasteiden ja kehittämistä-
voitteiden myötä täytyy varmistaa rakennusfysikaalisesti toimivat rakenneratkaisut,
rakentamistavat ja materiaalien käytettävyyt. Rakennuksen ja tilojen oikeanlaises-
ta käytöstä täytyy tiedottaa ja noudattaa niiden säännöllistä huoltamista. (RIL 250-
2011 2011, 13-17.)

3.2 Puun fysikaaliset ominaisuudet

Puu on materiaalina kevyt ja helppo työstettävä. Huokoisuutensa ansiosta sen lämmönjohtavuus on huono ja kuivan puun sähkönjohtavuus pieni. Ääneneristysominaisuudet ovat materiaalin keveyden takia kuitenkin huonot. Eristävät rakenteet voidaan tehdä yhdistelmärakenteita, jotka parantavat äänitekniäominaisuuksia. Puun lämpölaajeneminen on kosteuden aiheuttamiin muodonmuutoksiin verrattuna vähäistä, mutta jäätyessään puuhun syntyneet jännitykset saattavat aiheuttaa pakkashalkeamia.

Puun palotekniset ominaisuudet rajaavat sen käyttöä ja soveltuvuutta eri kohteisiin. Kuitenkin sen ennustettavuus ja käyttäytyminen palotilanteissa tunnetaan hyvin, jolloin rakenteiden turvallinen suunnitteleminen on mahdollista. Puu ei kantavana rakenteena tarvitse erityistä suojausta, jos se täyttää vaadittavan palokeston aikavaatimuksen. (Siikanen 2008, 43–48.)

Puu kestää parhaiten puristusta syiden suunnassa ja sen taivutuslujuus on suuri. Puun erikoisuus on, että se kestää hetkellistä kuormitusta noin 50 % enemmän kuin jatkuvaa 10 vuoden aikaista kuormitusta. Vetolujuus on karkeasti noin puolet puun vastaavasta puristuslujuudesta. Lujuusominaisuudet muuttuvat oleellisesti, kun vaikuttavan voiman suunta suhteessa syiden suuntaa muuttuu. Puu kestää heikosti kohtisuoraan syitä vastaan olevaa vetoa. Tärkeimmät lujuusominaisuuksiin vaikuttavat tekijät ovat puun tiheys, kosteuspitoisuus, lämpötila, puun mekaaniset viat ja kasvuhäiriöt.

3.3 Ääni, värähtely, taipuma ja painuminen

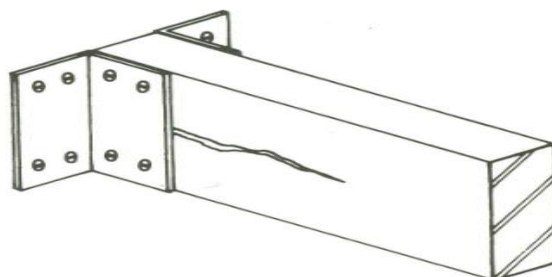
Puurakenteissa korkeat ja keskikorkeat äänet ovat yleensä paremmin eristettävissä kuin tavallisissa rakenteissa. Ongelma-alue ovat matalat eli alle 100 Hz:n taajuiset äänet, jotka ovat standardin mittausalueen ulkopuolella. Perinteisesti massiiviset rakenteet soveltuvat hyvin eristämään matalia taajuuksia, mutta puurakenteissa se pitää erikseen huomioida. Rakenteiden toteutus ja liitokset vaikuttavat huomattavasti ääneneristysominaisuuksiin ja äänen siirtymiseen. Ääneneristävyyt-

tä voidaan huomattavasti parantaa tekemällä pieniä detaljimuutoksia. (Siikanen 2008, 160–163.)

Osa laitteista ja koneista (esimerkiksi pesukone) ja ihmisen aiheuttama askelääni ovat matalataajuista värähtelyä. Värähtely koetaan haitalliseksi, jos välipohja alkaa resonoida eli myötävärähdellä kuormituskomponenttien kanssa. Suomessa kävelyistä johtuva resonanssi-ilmiö otetaan huomioon määräyksellä, jonka mukaan välipohjan ominaistajuus pitää olla yli 9 Hz. Yksi mahdollinen tapa parantaa välipohjarakennetta värähtelyteknisesti on valaa siihen askelääntä eristävä kelluva pinta-valu joko betonista tai kipsistä. (RIL 205-1-2009 2009, 271.)

Puurakenteiden mitoitus tehdään noudattaen eurokoodeja EN 1990, EN 1991 ja EN 1995. Mitoituksessa huomioidaan rakenteiden käyttöluokka eli kosteusluokka ja kuormituksen aikaluokka. Vaakarakenteiden mitoituksessa määräävinä ovat yleensä taipuma ja värähtely, joten se olisi syytä tehdä käyttörajatilassa ennen murtorajatilatarkastelua. Taipumarajat on esitetty suunnittelunormissa, mutta täytyy huomioida myös rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja niiden määrittämät tasaisuusvaatimukset lattialle. (Tolppanen ym. 2013, 86–90.)

Rakennuksen kokoonpainuminen johtuu rakenteen painosta ja puun kuivumisen seurauksena tapahtuvasta kutistumisesta. Rakentajan ja suunnittelijan kannalta on tärkeää ymmärtää, missä kokoonpainuminen tapahtuu ja voiko se aiheuttaa mahdollisia vaurioita pintamateriaaleille ja installaatioille tai rikkoa mekaanisia systeemejä. Yhdistelmä rakenteissa pitää huomioida materiaalien käyttäytymiserot lämmön ja kosteuden vaikutuksesta. Keskeinen sääntö on pitää rakenteet erillään.

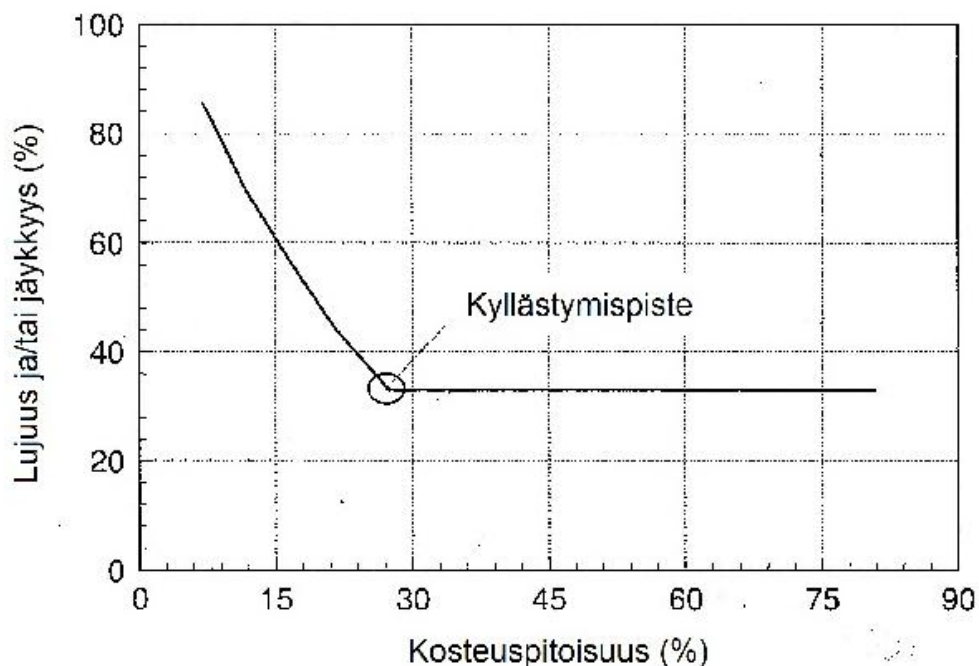


Kuvio 3. Puun ja teräksen liitos, joka ei ole sallinut puun kutistumista. (Viljakainen 1997, 84.)

Kokoonpainuminen voidaan huomioida toimivilla detaljeilla, käyttämällä joustavia niveliä, rakentamalla kokoonpainuvia liitoksia ja varaamalla erilaisia painumavaroja. Kokoonpainuminen puukerrostalossa tapahtuu pääasiassa välipohjien kohdalla. Rakennuksen massan vuoksi painuma on suurinta talon alakerroksissa, mutta kokonaisvaikutukset ovat suurimmat ylimmissä kerroksissa. (Viljakainen 1997, 30–31.)

3.4 Puun kosteuskäyttäytyminen

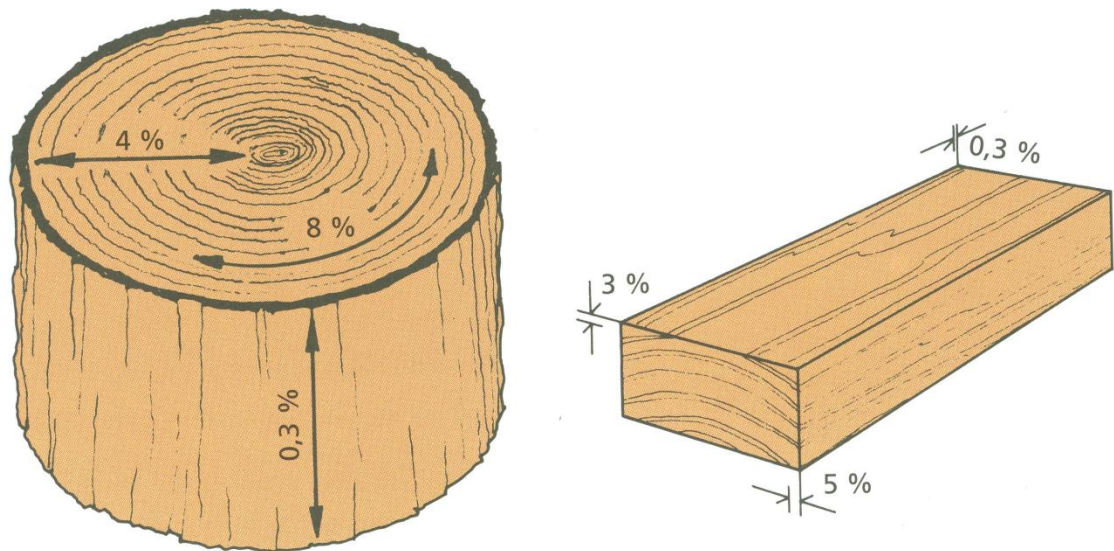
Puun suhteellisen kosteuden laskiessa 25–30 %:n alapuolelle puu kutistuu lähes lineaarisesti (kuvio 4.). Kutistumisessa on eroavaisuuksia puulajien kesken. Rakenteiden sisä- ja ulkopinnassa on erilaiset vaikuttavat rasitukset ja se voi ilmetä erisuuruisina kutistumina, esimerkiksi ulkoseinän runkotolpassa. Tuoreen puun kuivumisena sisäkuivaksi sen lujuusominaisuudet muuttuvat muun muassa puristuslujuus kasvaa noin kaksinkertaiseksi, vetolujuus kasvaa noin 20 % ja taivutuslujuus kasvaa noin 60 %.



Kuvio 4. Kosteuden ja lujuusominaisuuksien välinen suhde. Puun kyllästymispiste on noin 27 prosentissa (ympyröity). (Porteus & Kermani 2007, 9.)

Kosteuspitoisuus ja -käyttäytyminen täytyy huomioida mitoituksessa ja rakentamisessa. Hygroskooppisena aineena puun tasapainokosteus määräytyy ympäristön suhteellisen kosteuden mukaan. Selvimmin muodonmuutokset ilmenevät kutistumisena ja turpoamisena.

Puu on anistrooppinen materiaali eli se kutistuu ja turpoaa eri suuntiin eri tavoin (kuvio 5.), mikä on rakentajalle kiusallista. Eniten muodonmuutosta tapahtuu vuosirenkaan suunnassa noin 8 %, säteen suunnassa noin 4 % ja vähiten pituus-suunnassa noin 0,3 %. Muodonmuutokset puun poikkileikkauksessa ilmenee laudan kovertumisena ja halkeilemisena. (Siikanen 2008, 43–48.)



Kuvio 5. Puussa tapahtuvat muodonmuutokset eri kappaleissa. (Kavaja 2009, 27.)

3.5 Rakennekosteus ja kosteusrasitukset

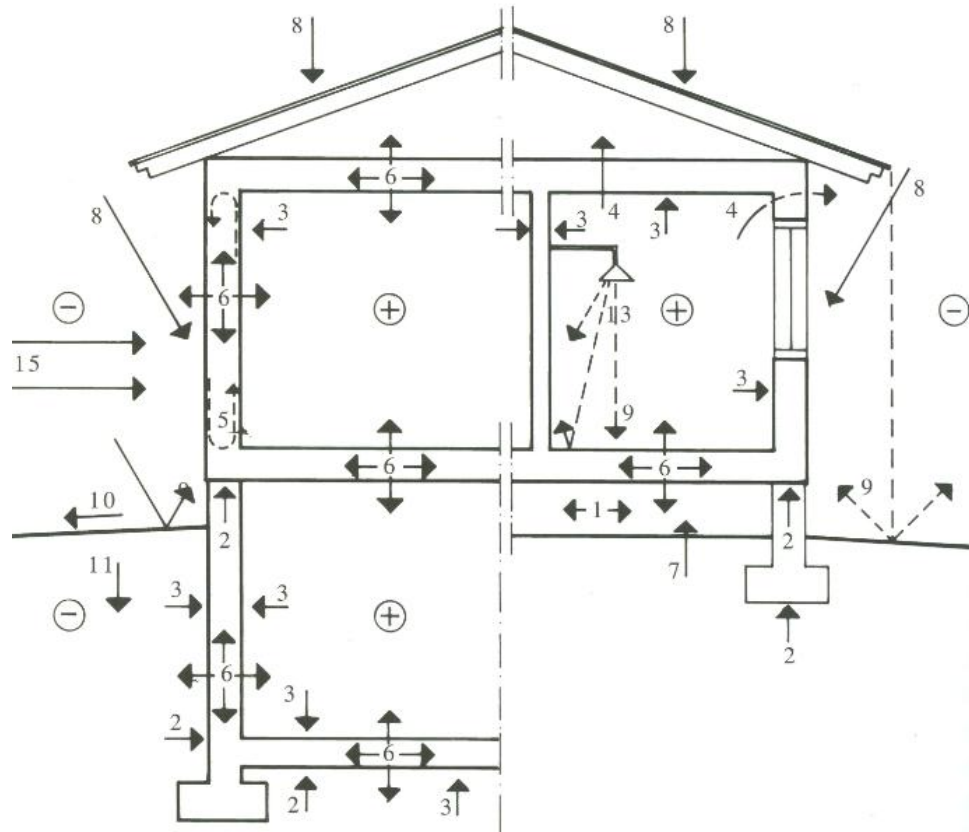
Rakennuskosteus on rakennusaineisiin ja -tarvikkeisiin joutunutta ylimääräistä kosteutta esimerkiksi varastoinnin tai rakentamisen aikana. Puutavara tulisi säilyttää kuivana, koska liiallinen kosteus voi aiheuttaa hometta ja lahovaurioita. Kosteusvaihtelut aiheuttavat puuhun muodonmuutoksia, jolloin rakenteet liikkuvat ja vaiipan tiiviys vaarantuu. Puulle sopiva ja suositeltu kosteuspitoisuus määräytyy käyttökohteen mukaan, joka on esitetty taulukossa 2.

Käyttökohde	Kosteuspitoisuus
Runkotavara	alle 24 %
Lattiatavara	alle 10 %
Sisäverhouslaudat	alle 16 %
Ikkunat	10–15 %
Ulko-ovet	10–15 %
Sisäovet	8–12%
Liimapuu	1–15%

Taulukko 2. Puun kosteuspitoisuus sisätilassa asettuu lopulta 8–12 %:n välille. (Kavaja 2009, 32.)

Rakennuksessa on huomioitava myös muiden tuotteiden rakenne- ja valmistuskosteus (kuten betoni), joka voi nostaa tilan suhteellista kosteutta. Kuivumista voidaan tehostaa lämmittämällä rakennetta, lisäämällä ilmvirtausta kuivattavan rakenteen ympärillä tai käyttämällä ilmankuivaajia. Yleensä rakennuksen kuivumista nopeutetaan lämpötilaa nostamalla, mutta tällöin pitäisi välttää seinämärakennetta, jossa muovinen höyrynsulku on rakennettu sisäpuolisen lisälämmöneristeen alle. Tällöin ongelmana on tilan suuri suhteellinen kosteus ja poikkeavan korkea lämpötila mikä luo riskin vesihöyryn tiivistymiselle höyrysulun sisäpinnalle ja kastelee siten rakenteen. (Siikanen 2008, 148–150.)

Rakennuskosteus liikkuu rakenteessa niin kauan kunnes on saavuttanut tasapainokosteuden vallitsevan ympäristön kanssa. Sen jälkeen kosteutta ei enää siirry suurissa määrin rakennusaineen ja ympäristön välillä. Tasapainokosteuteen vaikuttavat lämpötila, ympäröivän ilman kosteus ja rakennusaineen kosteustekniset ominaisuudet. Rakennukseen kohdistuvia kosteusrasituksia on lukuisia ja ne on esitetty kuviossa 6. Kosteuspitoisuudet voivat vaihdella vuodenaikojen ja tilan käyttötavan mukaan. Esimerkiksi kesämökin puulattiassa tapahtuu muodonmuutoksia kausiluontoisen käytön takia. Kosteusrasitukset voivat muuttua myös, jos tilan toiminnassa tai käyttötavassa tapahtuu muutoksia.



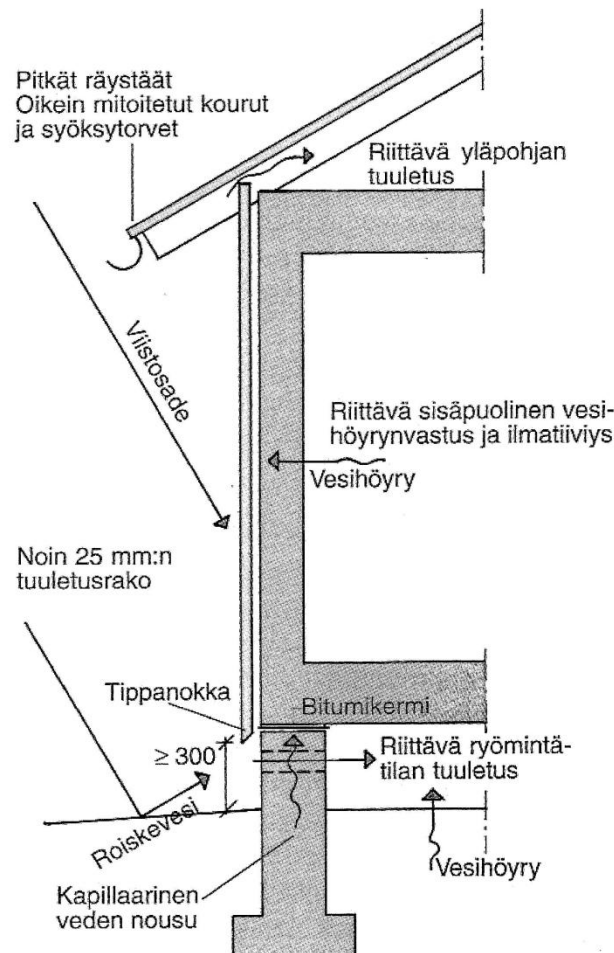
Kuvio 6. Rakennukseen kohdistuvat kosteusrasitukset. (Viljakainen 1997, 82.)

1. Ilmakosteus, absoluuttinen ja suhteellinen
2. Kapillaarinen imu
3. Diffuusio
4. Pakotettu konvektio
5. Luonnollinen konvektio
6. Rakennekosteus
7. Maasta haihtuva kosteus
8. Lumi, vesi ja räntä
9. Roiskevesi
10. Pintavesi
11. Vajovesi
12. Pohjavesi
13. Sisäpuolinen vedenpaine
14. Vuodot
15. Tuuli

3.6 Suojaaminen

Puunsuojauksen tavoitteena on säilyttää puun rakenne ehjänä ja pitkäikäisenä sekä ylläpitää puun hyviä ominaisuuksia. Suojaamaton puukaan ei turmellu helposti, jos kosteuspitoisuus pysyy alle 20 %:n tai jos puu on upotettu kokonaan veteen tai ilmatiiviiseen maahan. Yleisesti puun suojaamiseksi on käytetty kahta menetelmää, joko rakenteellista suojausta tai kemiallista suojausta.

Rakenteellisen suojauksen (kuvio 7.) lähtökohtana on estää veden tunkeutuminen rakenteisiin ja rakenteiden säilyttäminen kuivana. Yleensä oikein suunniteltu ja toteutettu rakenteellinen puusuojaus on riittävä ja pitkällä aikavälillä myös sekä halvin että tehokkain.

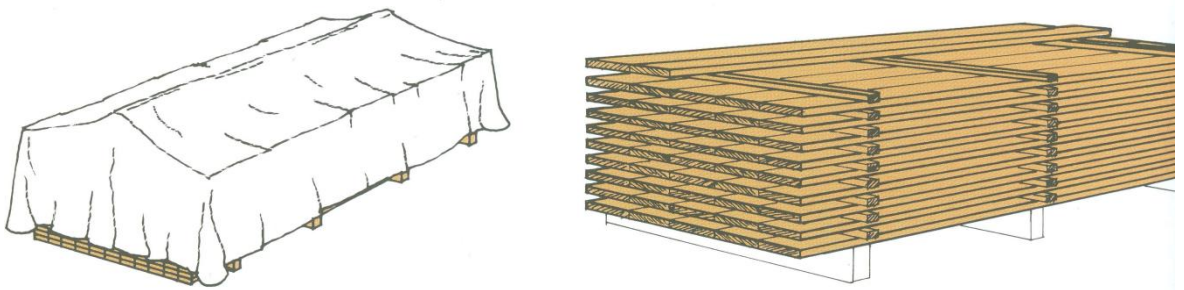


Kuvio 7. Vaipan rakenteellinen suojaus kosteudelta. (RIL 250-2011 2011, 51.)

Kemiallinen suojaus on tarpeen, jos kosteus ei pysy alle 20 %:n tai puun säilymistä ei voida varmistaa rakenteellisin menetelmin. Kemiallinen suojaus on suojausta täydentävä keino ja se voidaan toteuttaa seuraavin menetelmin: ruiskutus-, sively-, upotus-, paine- ja tyhjäkyllästyksellä. Saavutettu lahonkestävyys riippuu käytetystä suoja-aineesta, sen määrästä, koostumuksesta ja imeytyssyvyydestä. (Siikanen 2008, 84–87.)

Kosteusvauriot ja siitä johtuva materiaalin biologinen ja kemiallinen hajoaminen tuottavat terveydelle haitallisia reaktiotuotteita. Home, bakteerit, hiivat, sädesienet ja muut sienet aiheuttavat puun lahoamista ja pilaantumista. Elävinä organismeina ne tarvitsevat elääkseen vettä, lämpöä, ilmaa (happea), ravinteita ja riittävän pitkän vaikutusajan. Puurakentamisen kannalta huomio pitää kiinnittää lämpötilaan ja kosteusolosuhteisiin. Kastunut materiaali tai rakenne ei kuitenkaan heti homehdu tai pilaannu, mutta se on pyrittävä kuivaamaan mahdollisimman nopeasti. Eri materiaaleilla on eri kosteudensietokyky ja sen ylittyminen on estettävä. (Wiley 1994, 1-9–1-15.)

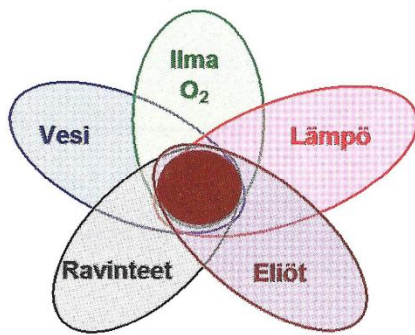
Puutavaraa joudutaan melkein aina varastoimaan lyhyehköjä aikoja työmaolosuhteissa. Perustamis- ja runkotyövaiheessa varastointi tapahtuu ulkona, jolloin materiaali on altis säävaikutuksille. Puutavara varastoidaan suoralle alustalle, irti maaperästä ja suojataan niin, ettei peite estä ilmankiertoa (kuvio 8.). Puun varastointiaikaista kuivumista voidaan parantaa asentamalla rimat kerroksien väliin. Suojattu puutavara säilyy myös paremmin puhtaana ja vähentää sen kolhiintumista. (Kavaja 2009, 32.)



Kuvio 8. Puutavaran suojaaminen ja varastointi. (Kavaja 2009, 32.)

Rakennusmateriaalit ja -tarvikkeet eivät ole steriilejä ja kosteusvaurioiden yhteydessä voi esiintyä useita eri mikrobityyppejä. Homeet ja muut mikrobit ovat luon-

nollinen osa elinympäristöämme, minkä takia tiukkojen raja-arvojen asettaminen niille on hankalaa. Sisäilmalle on ohjeelliset raja-arvot ja ne pätevät hyvin, jos näyte otetaan talvisaikaan tai ulkoilmasta otetaan verrokkinäyte. Merkittävä home- ja lahovaurio vaatii kuitenkin pitkän vaikutusajan ja suuren kosteusrasituksen. Olosuhteiden vaihdellessa enemmän tai vähemmän tarvittava vaikutusaika voi olla reilusti teoreettista aikaa pidempi. Home- ja kosteusongelmat ovat yleensä monen tekijän summa. Niiden estämisen ja korjaamisen kannalta on tärkeää ymmärtää rakennuksen kosteustekninen toiminta sekä homeen ja vaurioiden syntyminen mekanismit. (RIL 250-2011 2011, 151–160.)



+ VAIKUTUSAIKA!

Ympäristön mikroilmaston minimikosteusolot:

Kriittinen kosteus rakennusmateriaalien pinnassa saavutetaan, kun ilman suhteellinen kosteus on pitkään yli RH 75–100 %

- home > RH 75–80 %
- laho > RH 95 %
- bakteerit > RH 95–99 %
- hyönteiset > RH 65–80 %.

Orgaanisten materiaalin (esim. puun) kosteuspi-toisuus (u % kuivapainosta):

- home > u 18–20 %
- laho > u 25–30 %.

Lämpötila +5 (-5)– +50 °C.

Kuvio 9. Kriittiset tekijät aineen vaurioitumisen kannalta. (RIL 250-2011 2011, 153.)

3.7 Kuivaketju

Rakentamisen aikaiseen kosteuteen pystytään vaikuttamaan suuresti esimerkiksi hyvällä rakennesuunnittelulla, järkevällä työvaihesuunnittelulla ja suojaustoiminnalla. Kosteushallintatoimenpiteet on hyvin suunniteltu ja niiden noudattamista toteutetaan rakentamisvaiheessa. Tavoitteena on estää rakenteiden ja materiaalien kastuminen tehtaalla, kuljetuksessa ja työmaalla. Samalla vähennetään materiaalihukkaa ja rakennuksen kuivattamistarvetta.

Valtioneuvosto on käynnistänyt ”Valtakunnalliset kosteus- ja homealkoot”-toimenpideohjelman (2010–2014), jonka tavoitteena on kosteus- ja homeongelmien vähentäminen ja niiden torjuminen. Rakennusvalvontaviranomainen pitää valvoa rakennuslakien ja -määräysten sekä hyvän rakentamisen tavan noudattamista rakennuskohteessa. Lupaviranomainen varmistaa, että suunniteltava rakennus täyttää rakentamiseen ja käyttöön liittyvät määräykset. Viranomaiset arvioivat hankkeen vaatimustason ja suunnittelijoiden kelpoisuusvaatimukset. Valvontavaiheessa rakennustarkastajan tulee suorittaa määrätyt työkatselmukset ja valvoa suunnitelmien riittävästä ja laadukkaasta laatimisesta. (RIL 250-2011 2011, 16.)

Rakennusvalvontaviranomainen voi tukea laaturakentamista vaatimalla rakennuslupaehdoissa kosteudenhallintasuunnitelmaa, jonka perusteena voidaan käyttää MRL:n terveellisyyskriteeriä. Rakennuttajan asettama vaatimustaso rakentamisen kosteudenhallinnalle ja kuivanapidolle olisi hyvä esittää urakkaohjelmassa. Tarvitavat liitteet ja tavoitteet tulisi esittää, jotta urakoitsija pystyisi laatimaan alustavan kosteudenhallinnan suunnitelman ja varautumaan siitä aiheutuviin kuluihin jo laskentavaiheessa. (RIL 250-2011 2011, 42.)

Rakennustyö voidaan toteuttaa erilaisilla urakkamalleilla, jolloin tehtävät ja vastuut voivat olla hajautettuna. Puukerrostalorakentaminen sitoo enemmän työvoimaa ja työmaalla voi toimia samanaikaisesti monta eri aliurakoitsijaa. Merkittävin syy kosteus- ja homeongelmien syntyymiseen ovat olleet asenteet ”näin on aina ennenkin tehty”. Asennemuutoksen pitäisi lähteä jo rakennuttajasta, joka päättää selvät laatuvaatimukset. Kosteushallintasuunnitelman tavoite on tiedostaa riskit ja minimoida ne. Hyvä tiedonkulku, perehdytys, valvontamenettely ja mittaukset edesauttavat sen toteutumista. (RIL 250-2011 2011, 21–25.)

Kosteudenhallintaprosessin laatiminen aloitetaan kosteusteknisten lähtötietojen kuten ympäristön, olosuhteiden, rasituksien ja riskien määrittelystä. Rakennuttaja määrittelee kosteushallintatavoitteet ja lisäksi päätetään hankkeen ja rakennuksen kosteusteknisestä vaativuudesta esimerkiksi kosteusluokalla. Kosteudenhallintaan ja -tekniseen toimintaan liittyvien ratkaisujen valinnasta tehdään päätös, jonka jälkeen niiden toteutusta valvotaan ja huolehditaan laadunvarmistuksesta. Kosteudenhallinnan kannalta kriittisimmät tekniset laatutekijät liittyvät pihan ja ympäristön

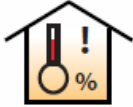




rakentamiseen. Muita tärkeitä osa-alueita ovat rakennustekniset, talotekniset ja työtekniset laatutekijät. (RIL 250-2011 2011, 21–25, 40–42.)

Rakenteeseen voi kulkeutua kosteutta sateesta, ilman vesihöyryn tiivistymisestä, vesivuodoista tai kapillaarisesti maaperästä. Ylimääräisen veden kulku rakenteisiin pitää ensisijaisesti estää. Piha-alueen vedenpoistosta pitää huolehtia, että hulevedet valuvat rakennuksesta pois päin. Lisäksi kasvillisuus ei saa turhaan rasittaa rakennusta ja se on tarpeen mukaan poistettava. Väärin mitoitettu tuuletus tai liian aikaisin tehty pinnoitus voi aiheuttaa rakennekosteutta ja myöhemmin ilmetä vaurioina. (Ratu S-1232 2013, 2–9)

Kosteudenhallintasuunnitelmassa korostuu työmaaolosuhteiden hallinta ja niiden toimiva suunnittelu. Sovitaan toimenpiteistä, joilla pyritään estämään rakenteiden ja rakennusmateriaalien kastuminen. Peruseriaatteena on varata riittävästi sääsuojia, joita pitää olla vähintään sama määrä kuin suojattavia rakenteita ja materiaalia. Suotavaa on myös suurien rakennuksien suojaaminen kriittisten työvaiheiden ajaksi tai osaksi aikaa. Puupohjaiset rakennustarvikkeet, lämmöneristeet ja materiaalit ovat kosteudelle arkoja

Rakennuksen rungon kastumista voidaan vähentää rakentamalla kattorakenteet mahdollisimman nopeasti. Kastumisriskiä voidaan myös pienentää hyödyntämällä valmiselementtien käyttöä, joka oikein toteutettua nopeuttaa rakentamista. Kohteen runko voidaan nostaa myös kerroksittain, jolloin seuraava kerros toimii edellisen katteena ja estää näin veden valumisen ylemmältä tasolta alemmalle. Alakerosten kosteusherkkiä työvaiheita ei aloiteta ennen kuin vesikatto on kiinni ja kosteudenhallinta on kunnossa.

Työmaalle tulevat rakennusmateriaalien ja tuotteiden kuivana pysymistä voidaan parantaa sopimusehdoilla. Toimittajilta vaaditaan kuljetuksen aikaista suojausta ja tuote toimitetaan työmaalle oikeaan aikaan. Ohjeelliset suojausmenetelmät on esitetty taulukossa 3, mutta varastoinnissa täytyy huomioida valmistajan mahdolliset tuotekohtaiset vaatimukset. Varastointialue on suunniteltu ja ajoissa valmis sekä mahdollinen suojauskalusto on valmiina. (RIL 250-2011 2011, 93–106.)

Käyttötila	Lämmin tila	Sisätila	Suojainen tila	Ulkotila
				
Säilytys lämmitetyssä sisätilassa. Materiaalilla voi olla erityisiä olosuhdevaatimuksia, kuten lämpötila tai ilmankosteus.	Materiaali säilytetään lämmitetyssä sisätilassa.	Materiaali tulee säilyttää sisätilassa kastumiselta. Ei välttämättä lämpötilavaatimusta. Varastointipaikka esim. ulkorakennus tai varastokontti.	Materiaali voidaan säilyttää katetussa ulkotilassa. Esimerkiksi suojapeitteillä tai katoksella suojattu tila.	Materiaalilla ei ole erityistä suojaustarvetta.
Parketit, laminaatit				
Kalusteet				
Matot				
Kipsi- ja lastulevyt				
Pintatuotteet				
Suojaamattomat puuikkunat ja -ovet				
Pintapuutavara				
IV-koneet ja äänenvaimentimet				
			Laastit	
			Runkopuutavara	
			Puuikkunat ja -ovet (lyhytaikainen)	
			Metalli-ikkunat ja -ovet	
			Kuivabetoni	
			Lämmöneristeet	
			Metallikasetit	
			Puuelementit	
			Betonielementit	
			Keramiikka, tiilet ja laatat	
			Raudoitteet	
			Metallivarusteet	
			Maa-ainekset	
			Kattotiilet	
			Ulkovarusteet	

Taulukko 3. Ohjeellinen suojaus materiaaleittain. (Ratu S-1232 2013, 10.)

Elementtien kuljetukset ja odotusajat työmaalla on yksi puukerrostalorakentamisen olennainen kastumisriski. Erityisesti tämä pitää huomioida, jos elementteihin on asennettu lämmöneristys ja pintaverhous. Elementit täytyy suojata säältä kuljetuksen, varastoinnin ja soveltuvin osin asennuksen aikana niin etteivät ne pääse kastumaan. Elementit voidaan pakata muovikalvoon, mutta sen repeytymisriski pitää huomioida. Asennusvaiheessa suojamuovit poistetaan elementtien taustalta. Elementtien ulkopuolelle jäävät suojamuovit voidaan halutessaan jättää paikalleen työn aikaiseksi suojaksi ja poistaa julkisivuverhouksen yhteydessä. (Tolppanen ym. 2013, 172–173.)

4 RAKENNEJÄRJESTELMÄT

4.1 Yleistä

Kuiva rakennustapa ja puukerrostalojen teollinen rakentaminen on hyvin nopeaa oikein suunniteltuna. Rakennuskohde voi valmistua arviolta jopa puolessa ajassa perinteiseen rakentamiseen verrattuna. Rakennuskohteen läpimenoaika riippuu kohteen suuruudesta ja käytettävästä rakennejärjestelmästä. Puukerrostalon läpimenoaika on noin 4–7 kk ja ajassa on tehty jatkuvasti parannusta. Betoniset kellari- ja väestönsuojat ovat sen hitaimpia työvaiheita. Kokonaisnopeuden kannalta on suotavaa aloittaa siltä rakennuksen osalta, jossa rungon pystytys on nopeinta.

Osaaminen elementtien asentamisessa ja detaljien yhteensovittamisessa on kehittynyt ja hiljalleen puurakentaminen sujuu rutiinilla. Rakennejärjestelmä valitaan kohteeseen sopivaksi ja sovitaan siinä käytettävistä teollisista komponenteista. Yleisin puukerrostalojen runkona on kantaviin seiniin perustuva kerroksittainen järjestelmä. Rungon ja vesikaton pystytysvaiheen jälkeen on suotavaa jaotella ja jaksottaa työt moneen samanaikaisesti tehtävään työvaiheeseen. Maalarit, levyttäjät sekä sähkö- ja LVI-asentajat voivat työskennellä lähes samanaikaisesti, jolloin työmaa etenee nopeasti. Rakennuksen porrashuone- ja luhtikäytävärakenteet on hyvä tehdä kulkuvalmiiksi, jotta rakennusmateriaalien jakaminen ja työntekijöiden liikkuminen helpottuu. (Tolppanen ym. 2013, 174.)

4.2 Suurelementtitekniikka

Suurelementti on tehdasvalmisteinen valmisosa, jonka koko on yleensä yhden seinän mittainen. Puukerrostalon kantavina ja jäykistävinä rakenteina ovat liima-puupalkit ja -pilarit ja ne voidaan integroida välipohja- ja seinäelementteihin. Elementtien koon mukaan valitaan sopiva nosturi. Suurelementtejä käytetään eniten rakennusten ulkoseinien rakentamiseen (kuvio 10.) ja niihin voi valmiiksi asentaa ikkunat, ulkovuorauksen ja muun muassa sähköputkitukset. Välipohjien suurelementit ovat yleensä 1,8–2,4m leveitä ja niiden enimmäispituus on noin 12 metriä.

Tekniikasta on runsaasti kokemusta ja suurelementit voidaan valmistaa joustavasti kohteen tarpeiden mukaan. Tekniikkaa voi helposti yhdistellä eri materiaalien, esimerkiksi betonin kanssa. Korkealla valmistusasteella päästää pystyttämään noin kerros per viikkoaikataululla ja sitä voidaan hyödyntää eri rakennusosissa. Suurelementtien liitokset ja liittymät ovat vaativia ja niiden tiivyyteen on kiinnitettävä huomiota. Avoimet elementit kestävät paremmin säätä, kuljetusta ja asennusta kuin valmispintaiset suurelementit.



Kuvio 10. Suurelementti asennusvaiheessa. (Tolppanen ym. 2013, 42.)

4.3 Tilaelementtitekniikka

Tilaelementti on rakennuselementti, jossa on vähintään ylä- ja alapohja sekä päätyseinät. Tilaelementti voidaan valmistaa tarpeen mukaan sisutusta ja kalusteita myöten. Menetelmä sopii hyvin pienasuntoihin ja asuntoloihin. Pitkälle viety tekniikka mahdollistaa nopean rakentamisen. Suurimmissa tilaelementeissä täytyy huomioida nostojen ja kuljetuksen aiheuttamat mahdolliset muodonmuutokset, jolloin rakenteet täytyy tehdä vastaamaan tavanomaista vaativampia lujuusrasituk-

sia varten. Tilaelementtien kuljetus voi vaatia koon takia erikoisjärjestelyjä eikä sen asentaminen ole helppoa tehdä sääsuojassa (kuvio 11.).

Tyypillisimmät enimmäismitat ovat: leveys 3,6–5,5 m, korkeus 3,0–4,0 m ja pituus 12–14,5 m. Koko rakennus voidaan tehdä tilaelementeistä ja niiden taloudellinen käyttö vaatii rakenteiden ja liittymien vakiointia sekä pitkiä tuotantosarjoja. Tällä tekniikalla valmistetun puukerrostalon ääneneristävyys on hyvä, koska rakenteet muodostavat automaattisesti kaksoisrungon. Korkeiden puukerrostalojen primäärirunkona voidaan puun lisäksi käyttää teräsprofiileja. Teräsrunгон avulla parannetaan rakenteiden jäykkyyttä, sekä se minimoi puurakennukselle tyypillisen painumisen. (Karjalainen, Heikkilä, Koiso-Kanttila & Kilpeläinen 1997, 68–70.)



Kuvio 11. Tila-elementtitekniikan käyttöä rakennustyömaalla. (Tolppanen ym. 2013, 49.)

4.4 Pilari-palkkijärjestelmä

Pilari-palkkijärjestelmä on yleinen ja toimiva järjestelmä niin asuin- kuin liikerakentamiseen. Perusideana on, että kantavina ja jäykistävinä rakenteina toimivat ker-

topuiset pilarit ja palkit sekä niiden varaan asennetut välipohjien ripalaatat. Ulkoseinät voidaan esimerkiksi rakentaa suurelementeistä, jolloin niiden ulkovuoraus ja eristepaksuus valitaan rakennuskohtaisesti. Yhdenmittaisten pystyrakenteiden ansiosta painumien vaikutukset on minimoitu.

Pilari-palkkijärjestelmän rungon pystytys vesikattoon saakka tapahtuu muutamassa päivässä. Järjestelmä mahdollistaa joustavan tilasuunnittelun ja on muunneltavissa käyttäjän toiveiden mukaan. Kantavat rakenteet sijoitetaan moduuliverkkoon, joka määrittää käytettävien elementtien koon. Rakennuksessa voidaan myös käyttää ryömintätalallista alapohjaa, mutta toisaalta pilarit saattavat rajoittaa pohjaratkaisun suunnittelua. Pilari-palkkijärjestelmän liitokset tehdään yleensä teräslevyjä ja pultteja käyttäen, mikä parantaa niiden jäykkyyttä ja leikkauskestävyyttä.



Kuvio 12. Puukerrostalon rungon pystytysvaihe. (Tolppanen ym. 2013, 47.)

4.5 CLT-tekniikka

CLT (Cross Laminated Timber) on levy, joka koostuu ristikkäin liimatuista puulamellerkerroksista. Rakennuslevyjä on saatavana eri vahvuuksina ja ristiinlaminointi

takaa levyn lujuuden ja muotonsäilytyksen, jolloin painumat ja kosteuseläminen on vähäistä.. CLT-tekniikkaa voidaan hyödyntää joustavasti muun muassa taso- ja tilaelementtirakentamisessa. CLT-elementteihin tehdään työstökoneella ikkuna- ja oviaukot (kuvio 13.) sekä elementtiliitosten ja LVIS-asennusten vaatimat työstöt. CLT-levyt on syrjäliimattu, jolloin ne eivät tarvitse erillistä höyryn- ja ilmansulkukerrosta. Palomääräykset ja äänitekniset seikat voivat vaatia rakenteen suojalevytystä, mutta tapauskohtaisesti toiminnallisella palomitoituksella perustellen levytys voidaan jättää pois. (Tolppanen ym. 2013, 43–45.)

Erittäin monipuolisena ja vahvana rakennusmateriaalina se soveltuu seiniin, välipohjiin ja kattoihin. Tekniikka on alun perin kehitetty Sveitsissä ja Suomessa Stora Enso on johtava CLT-elementtitekniikan edistäjä. CLT-levyt tulevat Stora Enson Itävallan tehtaalta ja niiden elementointi tapahtuu Suomessa. CLT-elementteihin perustavalla rakenneratkaisuilla toteutettiin viime vuosina noin 2000 taloa ympäri Eurooppaa.



Kuvio 13. CLT-elementeistä löytyy valmiit aukotukset. (Tolppanen ym. 2013, 44.)

5 SÄÄSUOJARAKENTAMINEN

5.1 Yleistä

Sääsuojan tarkoituksena on ensisijaisesti suojata materiaaleja ja rakentamista säävaikutuksilta. Samalla se suojaa työntekijöitä ja tasaa rakentamisen laadun. Lopputuloksena ja oikein toteutettuna saadaan vakiintunut tehokas tuottavuus, jonka ansiosta säästyy aikaa ja rahaa. Suojaustarpeeseen vaikuttavat voimakkaasti vuodenajat. Talvihaitat ja lumisateen vaikutukset huomioidaan lokakuusta huhtikuuhun. Valittu runkojärjestelmä määrittää sääsuojamallin ratkaisun ja käytettävyyden.

Sääsuojaus on osa kuivaketjua ja siitä on monesti suuri apu kosteudenhallinnassa. Se ei kuitenkaan yksin estä mahdollisia virheitä. Ministeri Viitasen ehdotus sääsuojauksen käytöstä ja ympäristöministeriön asetusluonnos edellyttäisi jatkossa pakollista rakennustöiden sää- ja olosuhdesuojausta. Rakentajien pelkona on, kuinka asetus huomioi erilaiset työmaat. Tornitalon elementtejä on hankala nostaa sääsuojan sisällä eikä laajaa työmaata kannata huputtaa. Tärkeämpää on tapauskohtaisesti tehdä toimiva ja hyvin suunniteltu kosteudenhallintasuunnitelma, jonka toteuttamista seurataan. Urakoitsijoiden tarjousvaiheessa ei ole yhtenäisiä käytäntöjä, miten kosteudenhallinta kustannuksena huomioidaan. (Häkkinen 2014, 11.)

Sääsuojaus on ollut viimeisen viiden vuoden aikana ripeimmin kasvava osa-alue telinevuokrauksessa. Asetuksen laajuus koskettamaan myös betonirakenteita tuntuu hullulta. Sade ei ole betonirakenteiden ongelma, koska ne täytyy joka tapauksessa kuivattaa. TTY:n projektipäällikkö Jommi Suonenkedon tutkimuksen mukaan rakennusten kosteusongelmista vain 5 prosenttia on peräisin rakennusaikaisesta kosteudesta. (Mölsä & Lättilä. 2014, 6.)

Telttää voidaan nostaa rakennustyön edetessä sen sisällä olevan siltanosturin avulla tai ilman nosturia. Tila- tai suurelementtitekniikkaa käytettäessä vesikatto rakennetaan elementtien asentamisen jälkeen, jolloin asennusjärjestys on suunniteltava tarkasti. Suurin osa töistä tehdään sääsuojassa, jolloin säälle altistuminen

on vähäistä ja rakentamisen kosteusriskit on minimoitu. (Tolppanen ym. 2013, 172.)

Suojausmenetelmän valintaan vaikuttavat rakennuksen sijainti, koko, muoto ja rakenteiden vaurioitumisherkkyys. Merenrannan lähellä täytyy huomioida myös tuulen vaikutus ja talvisin mahdollinen lumikuorma. Hyvän suunnittelun avulla minimoidaan tarvittavan kaluston määrä ja optimoidaan sen liikkuvuus. Suojattava alue tulee raivata ja puhdistaa sekä varmistaa alustan kantavuus ja suojauksen paikoillaan pysyminen (ankkurointi). Suojausmenetelmän valintaa vaikuttavat runkoratkaisu, rakentamisajankohta, rakentamisnopeus, vaaditut olosuhteet sekä kustannukset ja tilaajan vaatimukset. (Ratu S-1232 2013, 5–9.)

5.2 Sääsuojien toimittajat

5.2.1 KAS-Telineet

KAS-Telineet tarjoaa monenlaisia sääsuoja 25 vuoden kokemuksella. Puukerrostalorakentamiseen soveltuvia paketteja on tarjolla vähän, mutta erikoisiin kohteisiin löytyy kalustoa, kuten kuviossa 14 näkyy. Tavallisen sääsuojan vuokraaminen kattaa suojattavan alueen koon (pituus kertaa leveys kertaa korkeus metreinä), vuokra-ajan ja lisäpalvelut. Sääsuojan saa ilman päätyjä ja niiden huputusta. Rakentamisaikana on tärkeää, että noudatetaan rakentamismääräyksiä ja sääsuojattua rakentamistapaa, ettei peittyviin rakenteisiin pääse kosteutta.



Kuvio14. Sääsuoja löytyy hieman erikoisempiin kohteisiin. (KAS-Telineet, 2014.)

5.2.2 Lainapeite

Lainapeitteellä on tarjolla markkinoiden laajin sääsuojavaikoima ja tuotteita löytyy myös vaativimpiin kohteisiin. Gibson on alumiinirunkoinen järjestelmä, jonka katekangas on vahvistettu paljohtamaton PVC-kate. Harjakorkeus riippuu säasuojan leveydestä, joka on tavallisesti 8–24 metriä. Gibson-järjestelmä sopii monelle eri työmaalle ja se voidaan asentaa joko maahan, kiskoille tai rakennustelineille.

Gibson Tower on säasuojan ja nosturin yhdistelmä (kuvio 15.). Teräsrakenteisiin pystypilareihin kiinnitetään moottoroidut vaakapalkit, joiden varaan asennetaan hallinosturi. Nosturin avulla pystyy helposti tekemään tarvittavat nostot aina 12 tonniin asti ja kerrosten valmistuessa sääsuoja voidaan sitä mukaa nostaa ylöspäin.



Kuvio 15. Gibson Tower sääsuojarakentamista. (Tolppanen ym. 2013, 172.)

Maxi-suoja sopii pitkäaikaiseen suojaukseen ja sääsuoja voidaan pystyttää kattaamaan jopa 40 metrin leveydeltä. Runko on terästä, joten se sopii vaativiin olosuhteisiin. Lainapeitteeltä löytyy myös KH-sääsuoja, joka sopii hankalien kohteiden suojaamiseen.

LP-sääsuojan runkomateriaalina on galvanoitu teräsrunko. Moduulipituus on 6 metriä ja leveys 12–18 metriä. Jalkakorkeus ja jänneväli ovat säädettävissä ja se tarjoaa joustavuutta rakennuskohteeseen. Järjestelmä sopii hyvin erityyppisiin kohteisiin. Sääsuoja asennetaan suoraan katolle, maahan tai rakennustelineille.

5.2.3 Telinekataja

Telinekatajalla on tarjolla moduulirakenteisia sääsuojia ja ratkaisuja löytyy monimuotoisiin rakennuskohteisiin. Elementit ovat yksinkertaisia ja helppo kasata. KH- ja KH XL -sääsuojilla pystytetään nopeasti suojaava kattorakenne. Ristikot on tehty alumiinista ja katto-osa on PCV-kate. Enimmäisleveys on 18,4 metriä ja XL-

luokalla päästään jopa 40 metriin. Peite voidaan avata materiaalinostoja varten, josta on esimerkkinä kuvio 16.

IH-kasettikatto on teräsristikoista ja -kaseteista koottava pitkäikäinen kattorakenne. Osat voidaan koota maassa valmiiksi ja nostaa lohkoina ylös. Kasettikatto kestää hyvin tuulen ja lumen kuormituksen ja sen enimmäisleveys on 27,1 metriä.



Kuvio 16. Materiaalinoston tapahtuminen KH-suojan sisällä. (Telinekataja, 2014.)

5.2.4 Ramirent

Ramirent tarjoaa paljon pienempiä sääsuojia, mutta muutama järjestelmä sopii myös kerrostalorakentamiseen. Keder-suoja on kevyt, alumiinirunkoinen sääsuoja, joka voidaan asentaa harja- tai pulpettikatoksi. Suoja voidaan rakentaa telineiden päälle, omilla jaloilla seisovaksi tai liukukiskoilla liikkuvaksi. Sääsuojalla päästään 21 metrin leveyteen ja se asennetaan noin 2,5 m:n lohkoissa.

LGS- ja XI-sääsuojat ovat astetta järeämpiä ja niillä päästään 30–45 metrin leveyteen. Sääsuojat voidaan asentaa kiinteiksi tai käyttäen siirtopyöriä. Siirtokiskojärjestelmä asennetaan rakennustelineiden päälle ja niillä voidaan liikuttaa muun muassa lavoja .



Kuvio 17. Laajan alueen suojaaminen LGS-sääsuojalla. (Ramirent, 2014.)

Plettac-kasettikatolla päästään 20–40 metrin leveyteen ja se sopii vaativiin kohteisiin. Runko muodostuu yhden metrin korkuisista kattoristikoista 2,5 metrin välein. Vesikatteen muodostavat peltikasetit, jotka limityksen ansiosta takaavat hyvän tiiviyyden. Sääsuojien hinnan saa tarjouspyynnöllä tapauskohtaisesti rakennuskohteen mukaan ja suoja voi myös yhdistellä keskenään.



Kuvio 18. Enson talon sääsuojaus Plettac-järjestelmällä. (Ramirent, 2014.)

5.3 Hyödyt

Sääsuojaus on yksi oleellisimmista kosteusvaurioita ehkäisevistä toimenpiteistä. Sen ensisijainen tehtävä on suojata rakennuskohde säiden vaikutuksilta, muun muassa vesisateelta, ja estää rakennuksen kastuminen. Suomessa on keskimäärin 100 päivää, jolloin sataa enemmän kuin 1 mm vuorokaudessa. Sääsuoja tuo myös muita lukuisia suoria hyötyjä, mutta myös tapauskohtaisesti hankalammin arvioitavia etuja.

Selkeitä etuja ovat rakennuskohteen lyhyempi läpimenoaika, vähemmän vahingoittunutta tai pilaantunutta rakennusmateriaalia sekä pienempi lämmitys ja kuivatarve. Rakenteen säilytys viileässä tai kastuminen voi pidentää merkittävästi rakennusaikaa. Saatavia hyötyjä ovat lisäksi lumitöiden väheneminen ja roudan sulatuksen poisjäänti. Suojaa voidaan käyttää myös pölynhallintaan rakennuskohdeissa. Suojan käyttö parantaa rakentajan imagoa, työskentelyolosuhteita ja tehokkuutta sekä lisää työturvallisuutta.

Rakennuskohteen sääsuojaamisella taataan hyvät työskentelyolosuhteet, laatu ja sujuvuus. Säistä johtuvat häiriöt minimoituvat muun muassa vähemmän pakkaspäiviä ja töistä poissaoloja. Rakennuksen kuivattamisen tarve pienenee eikä kosteutta pääse väärin paikkoihin tai materiaaleihin. Sen lisäksi sääsuojaus minimoi lumi- ja jäätyöt, suojaustyöt ja lämmitystyöt. (Mölsä & Lättilä. 2014, 6.)

5.4 Haitat

Sääsuojauksen käyttö tulee suunnitella tapauskohtaisesti. Se lisää kustannuksia ja suoja voi olla merkittävä kustannuserä. Tyhjänpanttina olevasta suojasta on enemmän haittaa kuin hyötyä. Vaikka rakentaminen on Suomessa ympärivuotista, tulee pyrkiä työmaan ajoittamaan kosteusherkät työvaiheet kuivempiin ajanjaksoihin ja seurata säätiedotusta.

Sääsuojan tuomat hyödyt on puntaroitava tarkasti haittojen kesken ja mietittävä, mitä sen käyttämisellä tavoitellaan. Merkittävin haitta sääsuojista on nostojen hankaloituminen. Suojaan on mahdollista integroida nosturi sekä suoja nostava lait-

teisto. Suomessa ei myöskään ole montaa toimittajaa, jotka pystyisivät tarjoamaan elementtirakentamiseen soveltuvaa sääsuojaa. Sääsuojien hinta, käytettävyys ja tekniset ratkaisut ovat yleisiä syitä niiden käytön hylkäämiseen. Perinteiseen paikalla rakentamiseen tai korjausrakentamiseen sääsuojaa on helppo käyttää, mutta elementtipohjaiseen nopeaan rakentamiseen se on nostojen takia monimutkaisempaa.

Sääsuojan käytössä täytyy huomioida sen tuomat käyttörajoitukset. Erityistapauksissa voi tuulen puhaltaessa julkisivusuojan sisään kohdistua suurempia tuulivoimia. Saumakohtat täytyy myös tiivistää huolellisesti, ettei tuuli pääse puhaltamaan rakennuksen ja peitteen väliin kaataen suojan. Tuulen kääntyessä osa puristusvoimista muuttuu vetovoimiksi, joten ankkurointi on tehtävä huolellisesti.

Sääsuojien sisällä on vähän vapaata tilaa, mikä vaikeuttaa materiaalien ja laitteiden siirtoa rakennuskohteessa. Kulkureitit täytyy merkitä ja riittävästä valaistuksesta sekä ilmanvaihdosta on huolehdittava. Tehtävissä valutöissä käytetään pumppubetonointia, koska suojaus hankaloittaa betonin siirtoa. Tulitöistä syntyvien palokaasujen riittävästä poistamisesta on myös huolehdittava.

Talviaikana peitteen päälle voi kerääntyä lunta ja jäätä ja se täytyy puhdistaa säännöllisesti, jos sääsuoja ei sitä kestä. Lumesta syntyy paljon vettä, minkä takia sen poistaminen mekaanisesti on suotavaa. Lumen ja jään putoaminen täytyy huomioida ja siitä tarpeen mukaan varoitettava. (Ratu 07-2-06 1992, 1–4.)

Sääsuojan sisällä lämpötila voi kesäisin kohota liikaa, jolloin ilmanvaihtoa pitää tehostaa tai väliaikaisesti aukaista sääsuojan sivu avoimeksi. Työmaalla pölyäväntöön vaiheet pitää huomioida ja varmistaa pölynpoisto sääsuojan sisältä ulos. Sääsuojan sisällä voi joutua käyttämään herkemmin kuulonsuojausta, koska äänet eivät pääse hajoamaan ulkoilmaan. Sääsuoja tarvitsee myös tilaa pystytykseen ja varman ankkuroinnin maaperään. Vapaatila on tiukassa, mikä nostaa työmaajärjestelyiden vaatimuksia, joten materiaalitoimituksissa pitää pyrkiä JOT-toimituksiin. Nostot ja nostokalusto täytyy suunnitella tarkasti etukäteen ja huomioida sääsuojan sisällä tehtävien nostojen tarve. (WPS 2005, 21.)

Sääsuojien monet haitat ovat ratkaistavissa paremmalla työmaahallinnalla ja hyvällä teknisellä suunnittelulla. Sen rajaamat käyttörajoitukset ja häiriöt töihin täytyy

huomioida työmaajärjestelyssä. Sääsuojauksesta voi syntyä lisäkustannuksia muun muassa lisävalaistuksesta, sääsuojan repeytymisestä, tehostetusta ilmanvaihdosta ja suojan siirrosta.

5.5 Kustannukset

Sääsuojausten suorat kustannukset muodostuvat suojan pystytyksestä, kunnossapidosta, purkamisesta, kuljetuksesta ja vuokrasta. Lisäkustannuksia voi tulla telineiden vahvistuksesta ja alustan muokkaamisesta suojalle sopivaksi. Hankalampaa on määrittää sääsuojan vaikutus talvilisätöiden kustannuksiin. Suojan käyttö voi myös estää työtaturman, jonka arvottaminen on monimutkaista.

Sääsuoja käytetään tapauskohtaisesti, joten niistä saatava kokemus on merkittävä tietolähde kustannuksien arvioimiseen tulevaisuudessa. Sääsuojan kustannusosuus kokonaiskustannuksista vaihtelee 1,5–5 %:n välillä. Pienissä ja hankalissa kohteissa suhteellinen osuus voi olla suurempi. Sääsuojan kannalta ideaalinen suojattava-alue on suorakaiteen muotoinen rakennuskohde. Suojan leveys voi joissakin tapauksissa rajoittaa käytettävää menetelmää, mutta nykyisillä suojoilla päästään jo melko suuriin jännemittoihin.

Sääsuojausten toimitukset perustuvat lähes poikkeuksetta sääsuoja järjestelmien vuokraamiseen. Tyypillinen vuokra-aika on muutamia kuukausia, mutta puolen vuoden tarve ei myöskään ole epätavallista. Vuokrahinnat vaihtelevat suuresti ja vuokraan vaikuttavat pääasiassa vuokra-aika ja järjestelmän tyyppi sekä koko. Kevyet alumiinirunkoiset sääsuojat ovat halvempia, mutta vaativissa kohteissa tarvitaan järeämmät ratkaisut.

Sääsuojan vuokrahinnan arvioimiseen otetaan kuvitteellinen kohde. Lähtötiedot: rakennuspaikkana Etelä-Suomi ja suojattava-alue on mitoiltaan noin 30 x 15 x 20 metriä. Vuokra-aika 4 kuukautta ja asennuksen sekä purkamisen suorittaa toimitaja.

Sääsuojan viitteellisen hinnan KAS-Telineen tarjouslaskurilla saadaan noin 43 600 euroa (ks. kuvio 19). Rakennuskohde on Helsingissä ja sääsuojauksesta on karsittu päätyjen suojat ja niiden huputus. Puukerrostalorakentamisen sääsuojaaksi se

soveltuu heikosti, jos suurien nostojen tarve on merkittävä. Järkevämpää on miettiä asennuksien ja toimituksien oikein ajoittaminen ja kosteudenhallinnan toteuttaminen muilla toimenpiteillä.

Sääsuojan asennus- ja vuokrahinta (viitteellinen)	
Sääsuojan koko	Pituus: 30 m, Leveys: 16 m, Seinäkorkeus: 20 m
Alue	Helsinki
Vuokra-aika	4 kuukautta
Hinta	
Asennus ja purku	15773 €
Materiaalit	2000 €
Nosturi asennukseen ja purkuun	3600 €
Vuokra/vrk	171 € / vrk
Rahti / suunta	840 €
Hinta yhteensä (alv 0%): 43573 eur	
HUOM: hinta viitteellinen, lähetä tarjouspyyntö tai ota yhteyttä niin saat tarkan hinnan!!!	



Kuvio 19. Viitteellinen sääsuojan kustannusarvio. (KAS-Telineet, 2014.)

Ramirent :n vastaavan kokoisen sääsuojan karkea vuokra-kustannus on noin 54 000 euroa. Ehdotetun paketin kustannukset muodostuvat seuraavasti: työt 41 000 euroa, rahti ja nosturi 13 000 euroa sekä vuokra 13 500 euroa/kk. Teline-suunnitelmassa käytetään Plettac- ja Kederi-kalustoa keskenään. Suoja kulkee kiskoilla kahdessa osassa, jolloin on mahdollista limittää suojat. Vapaata tilaa pitää varata suojan tukitelineille ja vastapainolle (ks. Liite 1).

6 POHDINTA

Puukerrostalorakentamisen kasvu on monessa suhteessa positiivinen asia Suomelle. Kotimaisena tuotteena se parantaa kansantaloutta ja lisää työllisyyttä. Rakentamismääräykset ja -tavat muuttuvat yleiseurooppalaiseen suuntaan, mikä parantaa vientimahdollisuuksia. Käyttäjän kannalta on myös positiivista, että rakentamiselle annetaan nykyistä enemmän vaihtoehtoja. Puuta on käytetty laajasti ja varsinkin USA:ssa ja Keski-Euroopassa sillä on pitkät perinteet kerrostalorakentamisessa. Suomen mielenkiinnossa ja tutkimistyössä on kehittämisen varaa, jotta puun tehokas käyttö voidaan hyödyntää rakentamisen eri osa-alueilla. Menestyvän tuoteosakaupan edellytyksenä on, että avoimen puuelementtijärjestelmän käytettävyys ja yhtenäisyys paranevat.

Puukerrostalojen paloturvallisuus on huippuluokkaa eikä rungon pettämistä tarvitse pelätä. Palokuorma syntyy huoneiston irtaimistosta ja sen sammuttamiseen sprinklerijärjestelmä toimii hyvin. Tulevaisuudessa sitä voisi kehittää painevesijärjestelmän suuntaan, jolloin sammutuksesta syntyvät vesivahingot pienentyisivät. Ääneneristyksessä täytyy kiinnittää huomiota liitoksiin ja niiden toimivuuteen. Kerroksien välisiä äänensiirtymiä voidaan estää esimerkiksi sopivilla kumipaloilla. Puu voi eläessään aiheuttaa raksahduksia ja ne kuuluvat varsinkin uuden talon ominaisuuksiin.

Puukerrostalorakentamisessa täytyy huomioida sen herkkyys kosteudelle. Rakentamisen kuivaketjuun tulisi nykyistä enemmän kiinnittää huomiota. Puukerrostalorakentamisessa rakennusmateriaalien nimikkeidän määrä on suurempi kuin betoni-kerrostalossa ja se pitää huomioida hyvällä logistiikalla, JOT-toimituksilla ja varastoinnissa. Ensisijaisesti pitäisi tehdä parannus asenteisiin ja hyvä perehdytys sekä oppia arvostamaan omaan työtä. Lisäksi olisi hyvä selkeyttää vastuu- ja laatukysymyksiä. Sijainnin takia kosteus on aina läsnä ja toistuvien virheiden tekeminen on turhauttavaa. Kosteus- ja homeongelmat ovat monen tekijän summa ja yksittäisen tekijän syyttämisen sijasta pitäisi tarkastella kokonaisuutta.

Puukerrostalojen rakenneratkaisut tuovat oman ulottuvuuden rakennusfysiikkaan. Rakennusainetarkastelun lisäksi tulee hahmottaa rakenteen kokonaisuus ja sen toimivuus. Monikerrokselliset rakenteet oikein suunniteltuna ovat terveitä ja pit-

käikäisiä. Käyttäjiltä vaaditaan kuitenkin aiempaa enemmän eikä huoltamista voi suorittaa hallitsemattomasti. Esimerkiksi tilojen peseminen massiivisella vesimäärällä voi vahingoittaa rakenteita. Märkätilojen vauriot tulisi korjata välittömästi, eikä ilmanvaihtoa saisi mennä osaamatta säätämään. Rakenteiden tiiviys korostuu matalaenergisisissä rakenteissa, koska kosteus voi tiivistyä väärään paikkaan ja sen kuivuminen lämmön vaikutuksesta on vähäistä. Kuiva rakennustapa ja työmaan osattu kosteudenhallinta luovat perustan terveelle talolle, mutta pitkällä aikavälillä talon huolto ja oikeanlainen ylläpito korostuvat.

Sääsuojien soveltuvuus puukerrostaloihin on vaatimatonta ja teknisissä ratkaisuisissa on paljon kehittämistä. Gibson Tower sopii hyvin kerrostalorakentamiseen, mutta suurin osa markkinoilla olevista suojusta on korjauskohteita varten. Sääsuojarakentaminen sopii osalle rakennuskohteista ja sen käyttäminen talviaikana on suotavaa, mutta suojan käyttöpakossa ei ole järkeä. Suurten tila- ja suurelementtien asentaminen on mahdotonta sääsuojassa niiden koon ja painon takia. Puukerrostalorakentamisen vaikutus sääsuojien vuokraamiseen on pientä. Tällä hetkellä Suomessa korjausrakentaminen on nousussa, mikä selittää paremmin vuokrauskaluston kysynnän kasvun.

Puukerrostalorakentamisessa on hyvät tulevaisuuden näkymät ja sen kehitystyötä on jatkettava. Oppirahoja joudutaan maksamaan, mutta puulle voi avautua sisämaan markkinoiden lisäksi uusia vientikohteita. Suomessa toimitusvarman ja laadukkaan puutavaran saatavuuteen on kiinnitettävä aikaisempaa enemmän huomiota. Puun lajittelu asiakkaan tarpeisiin pitäisi alkaa jo metsästä ja hankintamallien on toimittava asiakaslähtöisesti. Jarruttava tekijä on myös osaavien suunnittelijoiden pula, mutta esimerkiksi Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu on jo ottanut CLT-tekniikan koulutusohjelmaan mukaan. Puukerrostalorakentamisen teknisten ja tuotannollisten ongelmien ratkaiseminen ei riitä, vaan se on saatava urakoitsijoita ja asukkaita houkuttelevaksi vaihtoehdoksi. Puukerrostalo on viihtyisemmän ja kotoisemman oloinen kuin betonikerrostalo. Hyvä markkinointi, laadukas rakentaminen ja asenteiden muutokset mahdollistavat puukerrostalorakentamisen lisääntyvän kasvun ja valoisan tulevaisuuden Suomessa.

LÄHTEET

Häkkinen, A. 2014. Turha tuudittautua sääsuojauksen kaikkivoipaisuuteen. Rakennuslehti (10), 11.

Karjalainen, Heikkilä, Koiso-Kanttila & Kilpeläinen. 1997. Suomalainen puukerrostalo. Helsinki: Opetushallitus.

Kavaja, R. 2009. Rakennuksen puutyöt. 13. uud. p. Helsinki: Rakennustieto

Korhonen & Mölsä. 2014. Puurakentamisen kärkihankkeet lähtevät vihdoin liikkeelle. Rakennuslehti (11), 14.

Laukkanen, M. 2013. Teollinen puurakentaminen vuokra-asuntotuotannossa. Puu puheenvuoroja puusta (erikoisnumero), 74–75.

Lavento, D. 2012. Rakennusliikkeet varovaisia puukerrostalorakentamisessa. Rakennustaito 107. (nro), 10-15.

Lättilä, H. 2014. Koskisen taloteollisuus investoi suurelementtien tuotantolinjaan. Rakennuslehti (11), 16.

Metsä Wood kerrostalojärjestelmä. 2013. [pdf-tiedosto]. [Viitattu 3.3.2014]. Saatavana: <http://issuu.com/metsagroup/docs/metsawood-kerrostalojarj-2013-low/1?e=4977532/1492983>

Porteous, J & Kermani, A. 2007. Structural Timber Design to Eurocode 5. United Kingdom: Blackwell Publishing Ltd.

Puurakentaminen ja puutuoteratkaisut. 2014. [Verkkolehtiartikkeli]. Puurakentaminen. [Viitattu 5.3.2014.]. Saatavana: <https://www.tem.fi/index.phtml?s=4737>

Ratu 07-2-06 1992. Suojauskalusto. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu S-1232. 2013. Rakennustyömaan sääsuojaus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RIL 205-1-2009 2009. Puurakenteiden suunnitteluohje. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RIL 250-2011 2011. Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

Siikanen, U. 2008. Puurakentaminen. 6. uud. p. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Tolppanen, Karjalainen, Lahtela & Viljakainen. 2013. Suomalainen puukerrostalo. Helsinki: Opetushallitus.

Wiley, J & SONS. 1994. Timber construction manual. 4th ed. Colorado: Englewood.

WPS. 2005. Nordic network on weather protection systems. NICE project 01052.

VTT Innovaatiomaisema. 2012. Puutalot ja rakennuspuusepän tuotteet. Helsinki: VTT

VTT Rakennustekniikka. 1998. Puukerrostalon runkorakenteiden ympäristöverailut. Helsinki: VTT

LIITTEET

Liite 1 Ramirent telinesuunnitelma

