

Joona Koivuneva

Puuelementtien asennus sekä niitä ohjaavat määräykset

Puuelementtien asennus sekä niitä ohjaavat määräykset

Joona Koivuneva
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma, talonrakennuspuoli

Tekijä(t): Joonas Koivuneva

Opinnäytetyön nimi: Teolliset puuelementit

Työn ohjaaja(t): Lasse Mikkola

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2015

Sivumäärä: 16

Työssä perehdyttiin puuelementtien historiaan, suurelementtien asentamiseen sekä puuelementtirakentamista ohjaaviin ohjeisiin ja määräyksiin. Tavoitteena oli saada tiivis, mutta kattava selostus puuelementeistä ja niitä ohjaavista määräyksistä sekä perinteisten suurelementtien asennuksesta.

Harjoitustyön alussa perehdyttiin elementtien kehityskaareen aina 1700-luvun elementeistä nykypäiväisiin ratkaisuihin. Tämän jälkeen paneuduttiin vanhojen elementtien ongelmiin ja elementtejä ohjaaviin määräyksiin ja ohjeisiin sekä elementtien laatuvaatimukseen. Työn lopussa kerrotaan, miten elementtien asennus tapahtuu käytännössä työmaalla. Työmaalla käytössä oli perinteiset suurelementit.

Opinnäytetyöstä tuli tiivis tietopaketti puuelementeistä, josta lukija löytää varmasti nopeasti informaatiota yleisistä puuelementeistä koskevista asioista kuten määräyksistä, historiasta ja elementtien asennusta koskevista laatuvaatimuksista. Työssä on myös käytännön esimerkki siitä, miten suurelementtejä voidaan asentaa työmaalla.

Asiasanat: puuelementti, rakentamismääräykset, RunkoPES, RunkoRYL
SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 PUUELEMENTTIEN HISTORIAA	6
2.1 Vanhojen elementtien ongelmia	7
2.2 Elementit nykypäivänä	7
2.3 Elementtien asennus	8
3 SUUNNITTELUOHJEET JA MÄÄRÄYKSET	9
3.1 RunkoPES:n mukaiset liitännät	9
3.2 Palomääräykset ja -vaatimukset	10
3.3 Ääneneristysmääräykset ja -vaatimukset	11
3.4 Lämmöneristysmääräykset ja -vaatimukset	12
3.5 RYL:n mukaiset laatuvaatimukset	13
3.5.1 Mittatarkkuusvaatimukset	13
3.5.2 Laatuvaatimukset lämmön-, äänen- ja paloeristeelle	14
3.5.3 Laatuvaatimukset puuelementtien asennukselle	15
3.6 Asennussuunnitelma	15
4 PUUELEMENTTIEN ASENNUS	17
4.1 Aloittavat työt	17
4.2 Elementtien purku ja väliaikaisvarastointi	18
4.3 Elementtien asennus	19
4.4 Alaseinäelementtien asennus	20
4.5 Välipohjien ja yläseinien asennus	21
4.6 HVS:n ja palokatkojen asennus	21
4.7 Laadunvarmistus	22
5 POHDINTA	23
LÄHTEET	24

1 JOHDANTO

Puuelementtien kehitys ja käyttö sodanjälkeisinä vuosina on ollut huimaa, koska etenkin sotien jälkeen asuntopula oli suuri, mikä pakotti kehittelemään nopeita ratkaisuja talojen rakentamiselle. Nykyisin elementtejä rakennetaan siksi, koska ne nopeuttavat työntekoa ja ovat työturvallisuuden kannalta parempia vaihtoehtoja. Elementtejä kehitetään jatkuvasti, minkä vuoksi talojen rakentaminen voi tulevaisuudessa kestää kuukausien sijasta vain viikkoja.

Työn tavoitteena on käydä läpi puuelementtien kehitystä aivan puuelementtien käytön alkupäivistä nykypäiviin saakka sekä keskittyä elementtien asentamiseen nykypäivänä. Tarkoituksena on myös kertoa elementtien asennuksesta käytännössä sekä tuoda esille elementtejä koskevia suunnitteluohjeita ja määräyksiä.

Työn alussa käydään läpi elementtien historiankaarta, minkä jälkeen perehdytään elementtejä koskeviin ohjeisiin ja määräyksiin. Lopussa kerrotaan käytännössä, miten elementtiasennus tapahtuu.

2 PUUELEMENTTIEN HISTORIAA

Ensimmäiset tunnetut esivalmistetut talot on pystytetty Australiassa Uudessa Etelä-Walesissa 1780-luvun lopulla. Jo seuraavina vuosina Etelä-Walesin kuvernööri määräsi esivalmistettujen rakennusten tuotannon vientiä varten. Esivalmistelu oli lähinnä alkeellista etukäteissuunnittelua ja puun katkaisua määrämitaan. (1, s. 7 - 8.)

Puuelementtejä rakennettiin ennen sotia muun muassa Ruotsissa. Suomessa talot rakennettiin kappaletavarasta aina 1970-luvun lopulle, minkä jälkeen alkoi ilmestyä elementtitoimittajia. (2.)

Ensimmäiset elementit olivat lähinnä vain niin kutsuttuja pienelementtejä, joita pystyi kahden miehen voimin liikuttelemaan. Siihen aikaan ei ollut autonostureita, joten elementtejä oli pystyttävä liikuttamaan miesvoimin. Elementtien leveys oli maksimissaan 1 200 mm eli yhden levyn verran. Pienelementtejä tehtiin 1990-luvun puoliväliin asti ja suurin valmistaja Suomessa oli Jukkatalo. (2.)

2000-luvun alussa alettiin pikkuhiljaa siirtyä suurelementteihin, joiden koko oli moninkertainen pienelementteihin verrattuna. Elementtien paino nousi huomattavasti, jolloin nostokoneiden apu tuli välttämättömäksi. Suurelementeillä saatiin kerralla kokonainen seinä tehtyä, joten se nopeutti rakentamista huomattavasti. Nykyisin suurelementtejä valmistetaan paikan päällä työmaalla ja jopa katot tehdään valmiiksi elementtinä maassa. (2.)

Tilaelementtien käyttö on myös yleistynyt Suomessa. Tilaelementeissä vähintään ylä- ja alapohja sekä päätyseinät ovat valmiina. Tilaelementeissä voi olla usein myös koko rakennus valmiina. Kerrostalotuotanto hyödyntää tilaelementtejä muun muassa kylpyhuoneiden rakentamisessa eli kylpyhuoneet tulevat valmiina työmaalle ja ne vain asennetaan paikoilleen. (14.)

Nykyisin markkinoille on myös tulossa niin kutsuttuja CLT-elementtejä eli elementtejä, joissa puut on liimattu ristiin kuten esimerkiksi vanereissa. Stora Enso on valmistanut CLT-elementtejä vuosikausia Itävallassa, mutta elementtien

käyttö on Suomessa vielä hyvin vähäistä. CLT-elementit saattavat tulevaisuudessa tulla syrjäyttämään perinteiset puuelementit monien etujensa vuoksi. Ne ovat todella mittatarkkoja, ne täyttävät kaikki vaatimukset kun ovat tarpeeksi paksuja ja ne ovat nopeita asentaa. (2.)

2.1 Vanhojen elementtien ongelmia

Ennen vanhaan joka tehtaalla oli omat liitosratkaisut elementtien kiinnityksissä toisiinsa. Liitoksissa oli yleensä ongelmia tiiveyden kanssa, koska esimerkiksi höyrinsulku oli vaikea laittaa nurkissa tarpeeksi tiiviisti ja nykyisin liitoksissa oleva uretaani on jo lähtenyt pois. Lisäksi esimerkiksi nurkkaosat elementteihin saatettiin tehdä paikanpäällä, mikä oli omiaan aiheuttamaan kylmäsiltoja nurkkiin. Sen vuoksi useat 1980-1990-luvuilla rakennetut elementtitalot ovat kylmiä talon ulkonurkistaan. (2.)

Lisäksi elementtien alajuoksut olivat painekyllästettyä puuta, mikä aiheutti harjaterästappien ruostumista. Lisäksi alushuopa puuttui useasti alajuoksun alta ja alajuoksun alapuoliseen muovitettuun villaan tuli reikiä siitä, kun alajuoksua naulattiin kiinni. Sen vuoksi nämä villat ovat usein homehtuneet vanhoissa elementtitaloissa. (2.)

2.2 Elementit nykypäivänä

Nykyisin tehdaselementeissä liitännät tehdään RunkoPES:n ohjeiden mukaisesti, jolloin esimerkiksi nurkat ja höyrinsulkumuovit saadaan tiiviisti laitettua. Nykyisin myös ikkunat (ja ovet) saattavat olla valmiiksi elementeissä paikoillaan. Nurkissa on myös huomioitu se, ettei naula välttämättä kestä vuosien saatossa, minkä vuoksi nurkat kiinnitetään naulojen sijasta naula- ja reikälevyillä. (2.)

Kaikkia töitä ei kuitenkaan voida tehdä valmiiksi. Esimerkiksi kattotöissä on huomioitava se, että jos tulee tiilikatto, täytyy tiilet laittaa paikoilleen vasta, kun itse katto on paikoillaan. Tiilet painavat nimittäin niin paljon, ettei sitä pysty nostamaan kuin todella isolla nosturilla, mikä aiheuttaisi liikaa kustannuksia. (5.)

Nykypäivänä lähes joka omakotitalo elementeistetaan työmaalla pitkästä tavarasta eli ne tehdään valmiiksi elementeiksi pedillä ja nostetaan paikoilleen. Se

nopeuttaa työntekoa, kun voi työskennellä ilman turvavaljaita ja muita häiritseviä tekijöitä maan tasalla. Lisäksi se on paljon turvallisempaa. (2.)

2.3 Elementtien asennus

Asennustyöstä pidetään aloituskokous vähintään viikkoa ennen varsinaista asennustyötä. Asennustöissä työnjohtajalla on oltava vastaava pätevyys ja asennushenkilöstö on perehdytettävä työmaahan ja heidän kanssaan tehdään riskikartoitus ja potentiaalisten ongelmien analyysi, jossa käydään läpi, mitkä voivat aiheuttaa mahdollisia ongelmia elementeille sekä asentamiselle. Yli 1200 kg painoisia elementtejä nostettaessa on tehtävä asennussuunnitelma. (3.)

Suurien puuelementtien nostossa vaaditaan aina joko auto- tai torninosturin apua. Nostovaiheessa työturvallisuus on huomioitava, eli elementin alle ei saa mennä eikä elementtien lähettyvillä saa olla noston alussa. Elementit nostetaan oikeille paikoille, josta timpurit ohjeistavat käsimerkein tai radiopuhelimitse nosturikuskia. Kun elementti on oikealla paikalla, kiinnitetään sen asianmukaisesti. (4.)

Työmaalla sokkelissa voi olla valmiina alajuoksu paikoillaan, johon elementti kiinnitetään ruuvein ja nauloin. Lisäksi elementit kiinnitetään toisiinsa naula- ja/tai ruuvilevyillä. Elementeissä voi olla myös paikoillaan alajuoksu, jolloin se kiinnitetään sokkeliin esimerkiksi kiila-ankkureilla 1200 mm:n jaolla. Elementit on tuettava lankuin tai tukemiseen tarkoitettujen tukien avulla vähintään kahdesta kohtaa, ennen kuin nostoliinat irroitetaan elementistä. Tönättäessä katsotaan, että elementti tulee asennettua suoraan. (4.)

3 SUUNNITTELUOHJEET JA MÄÄRÄYKSET

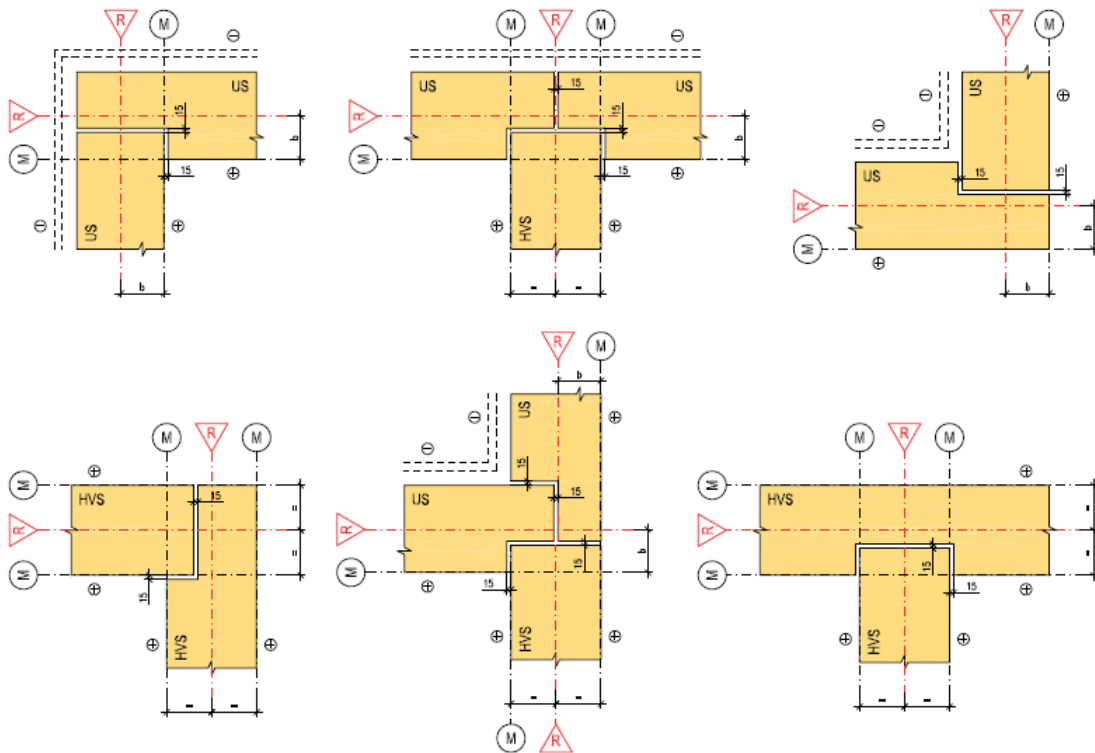
Nykyisin puuelementtien rakentamista ohjaa puurakentamisen teollisuusstandardijärjestelmä RunkoPES. RunkoPES-järjestelmän avulla on mahdollista suunnitella erilaisia seinärakente- ja välipohjaratkaisuja. RunkoPES-ratkaisuja suunniteltaessa on kiinnitettävä huomiota laadun ja kriittisten työvaiheiden hallintaan, kuten esimerkiksi tiivistykseen. RunkoPES tasa-arvoistaa eri toimittajia, sillä se pakottaa eri toimittajat rakentamaan liitokset ja elementit suurin piirtein samalla tavalla ja antaa yhtenäiset kriteerit suunnittelun ja toteutuksen laadulle. (6, s. 2 - 3.)

Suomen rakentamismääräyskokoelma määrittelee rakentamista koskevia edellytyksiä ja olennaisia teknisiä vaatimuksia. Rakentamismääräyskokoelma on ympäristöministeriön asettama, joten se velvoittaa elementtirakentajia toimimaan määräyksen ohjeiden mukaisesti. Rakentamismääräyskokoelmasta löytyy vaatimukset rakenteille niin palo-, äänen että lämmöneristyksen suhteen. (7.)

RunkoRYL määrittelee vaadittavan laadun runkotöille. Se antaa tarvittavat laatuvaatimukset muun muassa elementtien suorudelle, elementteihin käytettävän puun lujuusluokituksille sekä elementtien asennuksille.

3.1 RunkoPES:n mukaiset liitännät

RunkoPES määrittää elementeille omat liitännät muun muassa nurkkien ja kantavien seinien osalta. (Kuva 1.)



KUVA 1. Suurelementtien liitokset (6, s. 3)

Oikeilla liitosratkaisuilla saadaan liitännät tiiviiksi ja pitäviksi. RunkoPES:n ratkaisuille ei tule kylmäsiltoja runkoon, mikä osaltaan parantaa rakennuksen lämpöarvoa, käyttömukavuutta ja kestävyyttä. (2.)

3.2 Palomääräykset ja -vaatimukset

Puuelementtirakentamista ohjaa rakentamismääräyskokoelman kokoelma E1, Rakennusten paloturvallisuus, joka on ympäristöministeriön päättämä asetus. Lisäksi elementeille on omia palo-ohjekortteja, joita voidaan hyödyntää elementtirakentamisessa. Palomääräyksillä on tarkoitus ohjata rakentamista siihen suuntaan, että rakennuksista tulisi mahdollisimman palonkestäviä ja tulen leviäminen olisi mahdollisimman vähäistä. (8.)

Jokaiselle rakennukselle on annettava oma paloluokka. Paloluokkia ovat P1, P2 ja P3, joista P1 on paras paloluokka ja P3 huonoin. Paloluokka määrää, minkälaisia materiaaleja asunnossa on käytettävä. Esimerkiksi P1-paloluokan talossa ei voida käyttää helposti palavaa materiaalia pinnassa. (8.)

Palomitoituksen tarkoituksena on esittää suojatun ja suojaamattoman puurakenteen käyttäytymistä palotilanteessa. Mitoituksen avulla voidaan suunnitella elementeistä tarpeeksi kestäviä palotilanteita ajatellen. (9, s.1.)

Rakennusmääräysten mukaan rakennus on jaettava palo-osastoihin, minkä tarkoituksena on estää palon ja haitallisten savukaasujen leviäminen palo-osastosta toiseen. Esimerkiksi rivitaloilla, jossa talot ovat yhdessä, huoneistojen välisille seinille paloluokaksi annetaan EI 30:n eli palon sattuessa rakenne on pitävä 30 minuuttia tiiveyden ja eristävyys suhteen. Talojen päätyseinät on suunniteltu myös EI 30 mukaan eli kipsilevyt on ulotettu vesikatteeseen asti ja päätyseinissä olevat ikkunat ja ovet ovat paloluokiteltuja. (16.)

3.3 Ääneneristysmääräykset ja -vaatimukset

Myös puuelementit on suunniteltava ja rakennettava niin, ettei rakennusta ympäröivä melu haittaa rakennuksen käyttäjiä. Seinien ääneneristysvaatimuksille on olemassa omat ohjekorttinsa (taulukko 1). (10, s. 3.)

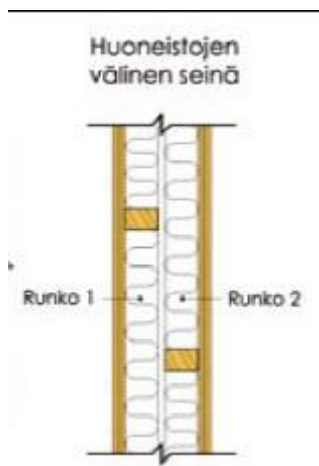
TAULUKKO 1. Rakenteiden ääneneristysvaatimukset (11)

Tunnus	Selite	Ilmaääneneristysluku	Askeläänitasoluku
A	Huoneistojen välinen välipohja	$R'_w \geq 55 \text{ dB}$	$L'_{n,w} \leq 53 \text{ dB}$
B	Huoneistojen välinen seinä	$R'_w \geq 55 \text{ dB}$	-
C	Porrashuoneen ja huoneistojen välinen seinä yleensä	$R'_w \geq 55 \text{ dB}$	-
D	Porrashuoneen ja huoneiston välinen seinä, kun seinässä ovi ¹⁾	$R'_w \geq 39 \text{ dB}$	-
E	Huoneiston ovi ¹⁾	$R'_w \geq 37 \text{ dB}$	-
F	Uloskäytävästä huoneistoon	-	$L'_{n,w} \leq 63 \text{ dB}$

¹⁾Huoneiston ulko-ovena käytetään vähintään ääniluokan 30 dB ovea tai oviyhdistelmää. Tämä vaatimus saadaan täytettyä, kun käytetään huoneiston ulko-ovea tai oviyhdistelmää, jonka laboratoriossa mitattu ilmaääneneristysluku on $\geq 37 \text{ dB}$.

Huoneistojen väliset seinät puurunkoisena toteutettuna vaativat lähes aina kaksinkertaiset levypintaisten rakenteen. Edes 200 mm paksu höylähirsi ei täytä ääneneristysvaatimuksia. Puurunkoisena tehtynä HVS:t vaativat molemmin puolin

kaksinkertaiset kipsilevyt ja kaksi runkoa. Rungot eivät saa olla kosketuksissa toisiinsa eli niiden väliin jää noin 20 mm:n ilmarako ja runkotolpat on sijoitettava niin, etteivät ne ole samassa kohtaa. (Kuva 2.) (15, s. 14.)



KUVA 2. Esimerkki huoneistojen välisestä seinästä (15, s. 14)

3.4 Lämmöneristysmääräykset ja -vaatimukset

RakMk C3:stä löytyy määräykset rakennuksen lämmöneristykselle ja siellä määritetään muun muassa vaatimukset U-arvoille sekä eritellään eri aineiden lämmönjohtavuuksia. RakMK D3 määrittää rakennukselle tietyt energiatehokkuusvaatimukset. Vaatimusten tavoitteena on minimoida kylmäsiltoja ja kiinnittää huomiota rakennuksen massoittelut, aukotuksiin ja aurinkosuojiin. Rakennuksen vaipan ja tilojen välisten rakenteiden tulee olla niin ilmanpitäviä, ettei niistä tule niin merkittäviä vuotokohtia jotka aiheuttavat haittaa rakennuksen käyttäjille ja rakenteille. Lisäksi ikkunoiden ja ovien liitoskohtien rakenteisiin nähden tulee olla ilmanpitäviä. Ilmanpitävyys varmistetaan karmien ja puitteen tiivistämisellä oikeanlaisilla tarvikkeilla. Määräykset koskevat kaikkea rakentamista, aina betonirakentamisesta puuelementteihin. (12, s. 1-3.)

Vuodesta 2008 alkaen rakennuslupahakemukseen on ollut pakko liittää energiatodistus, jossa näkyy laskettu rakennuksen energiantarve kerrosalaysikköä kohden vuodessa. Energiatodistuksen tekee esimerkiksi suunnittelija. (17.)

Rakennusmääräyskokoelman osa C3 vaativat rakennuksen seinän U-arvoksi 0,17 W/(m²K) tai pienempi, ylä- ja alapohjalle 0,09 ja ikkunoille ja oville 1,0. Seinissä U-arvo saavutetaan käyttämällä 250 mm eristettä, jonka lämmönjohtavuus on vähintään 0,045 W/mK. Yläpohjaan vaaditaan vähintään 500 mm puhallus- tai palavillaa, jonka lämmönjohtavuus saa olla enintään 0,045 W/mK. Alapohjaan vaaditaan 250 mm esimerkiksi styroxia, jonka lämmönjohtavuus saa olla enintään 0,039. (17.)

3.5 RYL:n mukaiset laatuvaatimukset

3.5.1 Mittatarkkuusvaatimukset

RunkoRYL antaa elementeille omat mittatarkkuusvaatimuksensa. (Taulukko 2.) Jokainen poikkeama mitassa mitataan elementin huonoimmasta kohdasta. On kuitenkin huomattava, että tarkempia vaatimuksia elementeille voidaan vaatia suunnitelma-asiakirjoissa. Mittapoikkeamat on tarkoitettu elementeille, joissa puuosien kosteus on 15 % puun kuivapainosta. (13, s. 239.)

TAULUKKO 2. Puuseinäelementtien mittatarkkuusvaatimukset (13, s. 239.)

Taulukko 721:T1. Seinäelementtien valmistustarkkuudet.

Ulottuvuudet ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama	
	Luokka 1	Luokka 2
Pituus		
– pituus < 2,1 m	± 3 mm	± 5 mm
– pituus 2,1...6,0 m	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
– pituus > 6,0 m	± 10 mm	± 20 mm
Korkeus		
– korkeus < 3,0 m	± 3 mm	± 5 mm
– korkeus 3,0...6,0 m	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
– korkeus > 6,0 m	± 10 mm	± 20 mm
Paksuus ilman ulkoverhousta kiinnitystuen kohdalla	± 3 mm	± 5 mm
Paksuus ilman ulkoverhousta kiinnitystukien välillä	± 4 mm	± 6 mm
Nurkkapisteiden välisten ristimittojen ero		
– elementin suurin mitta ≤ 2,1 m	± 4 mm	± 7 mm
– elementin suurin mitta 2,1...6,0 m	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
– elementin suurin mitta > 6,0 m	± 15 mm	± 28 mm
Suoruus¹⁾		
– pituus	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
– korkeus	± 1,5 ‰	± 1,5 ‰
Ovi- ja ikkuna-aukkojen sijainti	± 3 mm	± 5 mm

¹⁾ Mittauspituudesta, kun mittauspituus on vähintään 2 m.

Kun puurakenteiden toteutusstandardi on valmis, noudatetaan sen valmistustarkkuuksia.

Vaakarakenne-elementeille on myös omat mittatarkkuusvaatimuksensa. Vaakarakenne-elementtejä ovat alapohja-, välipohja- ja yläpohjaelementit (Taulukko 3). (13, s. 139-140.)

TAULUKKO 3. Vaakarakenne-elementtien mittatarkkuusvaatimukset (13, s. 240.)

Taulukko 721:T2. Vaakarakenne-elementtien valmistustarkkuudet.

Ulottuvuudet ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama	
	Luokka 1	Luokka 2
Pituus		
– pituus ≤ 6,0 m	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
– pituus > 6,0 m	± 10 mm	± 20 mm
Leveys		
– leveys < 2,1 m	± 5 mm	± 7 mm
– leveys 2,1...6,0 m	± 2,5 ‰	± 3,5 ‰
– leveys > 6,0 m	± 15 mm	± 25 mm
Paksuus	± 5 mm	± 7 mm
Nurkkapisteiden välisten ristimittojen ero		
– elementin pituus ≤ 6,0 m	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
– elementin pituus > 6,0 m ja leveys < 2,0 m	± 15 mm	± 25 mm
– elementin pituus > 6,0 m ja leveys > 2,0 m	± 25 mm	± 35 mm
Suoruus ¹⁾		
– kaikki leveydet ja pituudet	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰

¹⁾ Mittauspituudesta, kun mittauspituus on vähintään 2 m.

Kun puurakenteiden toteutusstandardi on valmis, noudatetaan sen valmistustarkkuuksia.

3.5.2 Laatuvaatimukset lämmön-, äänen- ja paloeristeelle

Lämmön-, äänen- ja paloeristyksessä noudatetaan suunnitelma-asiakirjoissa vaadittuja vaatimuksia. Lämmöneristeen tulee olla tiiviisti höyrysulkua ja tuulen-suojalevyä vasten. Lämmön- ja ääneneristeen sauma- ja liitoskohdat ovat niin tiiviit, ettei eristekerrosta läpäiseviä ilmarakoja ole. Paloeristeen materiaalin tulee olla suunnitelma-asiakirjojen mukaisia ja se on asennettava niin tiiviisti, ettei palon pääsy paloeristeen läpi ole mahdollista. (13, s. 240.)

3.5.3 Laatuvaatimukset puuelementtien asennukselle

Elementtejä asennettaessa noudatetaan asennussuunnitelmaa ja suunnitelma-asiakirjoissa esitettyjä vaatimuksia. Elementit eivät saa olla kosketuksessa materiaalin kanssa, jossa vesi nousee kapillaarisesti. Lisäksi elementtien nostot tehdään asianmukaisilla nostovälineillä niin, ettei elementteihin tule noston aikana muodonmuutoksia, jotka heikentäisivät elementtien ulkoasua, lujuutta tai laatua. (13, s. 243.)

Elementtien asentamiselle on annettu omat mitat asennustarkkuudelle (taulukko 4.) Asennustarkkuuden on myös täytettävä asiakirjoissa sille annetut vaatimukset. (13, s. 244.)

TAULUKKO 4. Elementtien asennustarkkuudet (13, s. 244.)

Taulukko 721:T8. Seinäelementtien asennustarkkuudet.

Ulottuvuus ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama, mm		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Seinän sivusijainti perussuorasta	± 5	± 8	± 12
Vapaa väli (vastakkaiset seinät)	± 5	± 8	± 12
Seinän poikkeama pystysuorasta			
– korkeus enintään 3 m	± 3	± 5	± 8
– korkeus yli 3 m	± 5	± 8	± 12
Sauman leveys, poikkeama nimellismitasta	± 3	± 5	± 8
Ulkosauman hammastus, puuverhous	3	5	8
Elementtien yläreunan hammastus	3	5	8

Kun puurakenteiden toteutusstandardi on valmis, noudatetaan sen asennustarkkuuksia.

Taulukko 721:T9. Vaakarakenne-elementtien asennustarkkuudet.

Ulottuvuus ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama, mm		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Elementin sivusijainti perussuorasta	± 5	± 8	± 12
Sauman hammastus elementin yläpinnassa ala- ja välipohjissa ¹⁾	3	5	8

¹⁾ Hammastus hiotaan/tasoitetaan ennen lattianpäällysteen asentamista. Jos rakenteen päälle valetaan pintalaatta, ei hammastusta tarvitse poistaa.

Kun puurakenteiden toteutusstandardi on valmis, noudatetaan sen asennustarkkuuksia.

3.6 Asennussuunnitelma

Yli 1200 kg painoisille elementeille on tehtävä oma asennussuunnitelma, jota on noudatettava elementtiasennuksessa. Asennussuunnitelman olemassaolo toimii työnjohtajalle ohjeena ja toisaalta helpottaa työnjohtajien vastuuta onnettomuustilanteissa. (2.)

Asennussuunnitelmassa tulisi olla seuraavat asiat:

- kohdetiedot: rakennuskohde, pääurakoitsija, vastaava työnjohtaja, työmaan työsuojelupäällikkö, työmaan valvoja, pääsuunnittelija, vastaava rakennesuunnittelija, elementtitoimittaja, tuotannon vastuhenkilö, elementtiasennusurakoitsija, asennustyönjohtaja, työmaatiet, nostopaikat, varastointialueet
- rakenteet: elementtien tunnus, tyyppi ja paino
- asennusaikainen tuenta: rungon jäykistystapa, asennusjärjestys, väliaikaistuntojen tarve
- pätevyudet ja valvonta: asennustyönjohto, asentajat, työturvallisuuskortit, tularityökortit, tarkastukset, malliasennukset, asennustyön valvonta ja laadunvarmistus (henkilön nimi ja pätevyys)
- työturvallisuus: työtasot, telineet, nostimiset, nousutiejärjestelyt, kaiteet, putoamissuojaus (onko erillistä putoamissuojaussuunnitelmaa), turvaaljaat ja -köydet
- nostokoneet ja laitteet: nosturityyppi: nostoteho, enimmäistukijalja-kuorma, ulottuma, lisäksi nostoapuvälineet
- vastaanotto ja väliaikaisvarastointi: elementtien vastaanottotarkastus; elementtien purkujärjestys, varastointipaikat, varastointikalusto- ja tapa
- asennusjärjestys: asennusjärjestys rakennuksittain, yksittäisten elementtien asennusjärjestys, kiinnitysjärjestys
- Elementtien lopulliset kiinnitykset: kiinnitystavat, kiinnikkeiden merkit ja mallit
- allekirjoitukset: suunnitelman laatija, vastaava rakennussuunnittelija, asennustyönjohtaja ja vastaava työnjohtaja. (2).

4 PUUELEMENTTIEN ASENNUS

Rakennustyömaa sijaitsi Oulun Toppilansaassa. Elementtiasennus työ vaati kolme asentajaa sekä nosturikuskin lisäksi asennussuunnitelmassa vaaditun asennustyönjohtajan. Elementit tulivat työmaalle osissa eli aina kun edelliset elementit oli asennettu, tuli uusi elementtikerä. Ennen asennusta elementit välivarastoitettiin työmaalle elementtikeräisiin. Kohteessa pystytettiin yhteensä 62 elementtiä katot mukaan lukien. Rakennettavia asuntoja oli yhteensä 8 ja jokainen asunto oli kaksikerroksinen. Jokainen elementti oli kutakuinkin samanlainen, joten työn tekeminen nopeutui huomattavasti loppua kohden. Kohteessa työskenneltiin aliurakoitsijoina.

Riippumatta siitä mikä elementti oli kysymyksessä, tuli asennusvaiheessa huomioida sekä asennussuunnitelma että työturvallisuus. Asennussuunnitelman oli laatinut pääurakoitsija. Suunnitelmassa huomioitiin elementtien väliaikaisvarastointi, nostovälineet, liitokset, asennusaikainen tuenta ja asennusjärjestys. Työssä ei kuitenkaan edetty aivan suunnitelmien mukaisesti, sillä se olisi ollut mahdotonta käytännön syistä: elementtikeräisten paikat oli merkitty väärään paikkaan työmaalla jolloin elementtien nostaminen niin kaukaa olisi ollut mahdotonta ja lisäksi asennusjärjestys oli väärä asennussuunnitelmassa: siinä yläseinäelementit oli laitettu asennettavaksi ennen alaseiniä.

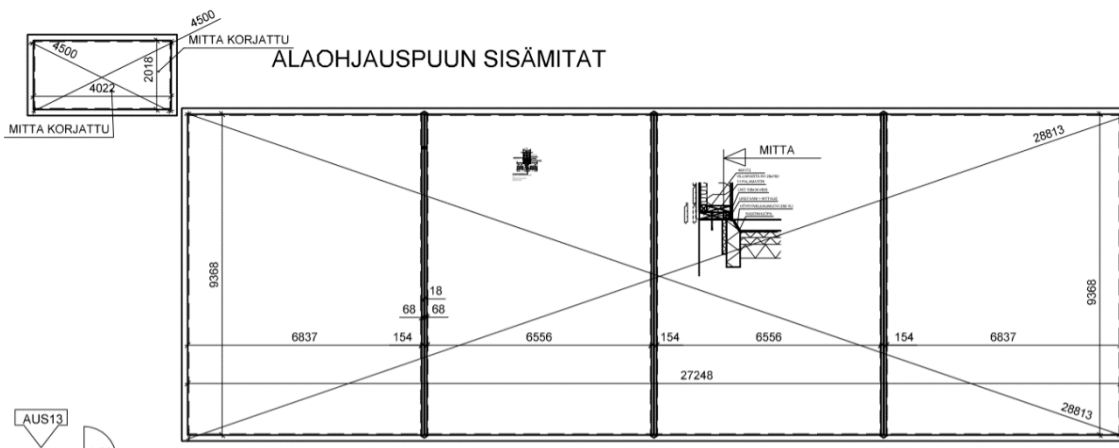
Elementtien perinteisiä suurelementtejä ja olivat ulkoa nurkka-, smyygi ja elementtien saumoihin tulevia lautoja ja vesipeltejä vaille valmiita. Sisältä elementit olivat levypinnalla nurkkia lukuunottamatta. Ikkunat olivat valmiina paikoillaan, mutta ovet eivät. Kattoelementti – joka tehtiin työmaalla – oli valmis lukuunottamatta katon alaparteeseen tulevia koolauksia ja levyjä.

4.1 Aloittavat työt

Ennen elementtien saapumista oli kohteessa tehtävä valmistelevia töitä, kuten mittauksia ja tarvikkeiden inventaariota. Lisäksi asennustyöt käytiin läpi perinpohjaisesti aloituskokouksessa, jossa perehdyttiin suunnitelma-asiakirjoihin, laatuvaatimukseen ja työturvallisuuteen. Pääurakoitsija muistutti laatuvaatimuk-

sista, joita oli noudatettava elementtien asennuksessa ja varastoinnissa: elementit oli tärkeä saada saadaan asennettua mahdollisimman suoraan, sekä suojattava kosteudelta ja vaurioitumiselta varastoinnin aikana. RunkoRYL toimi ohjaavana asiakirjana työn laadussa.

Elementtivakkien paikat katsottiin nokkamiehen johdolla sellaisiksi, että siitä olisi helppo autonosturilla nostaa elementit paikoilleen. Vakkien eteen levitettiin lankkupedit tasaisesti, jotta elementtejä varastoitaessa elementit eivät vaurioituisi. Alajuoksut kiinnitettiin suunnitelmien mukaisesti paikoilleen. (Kuva 3.) Alajuoksujen päälle laitettiin villaa.



KUVA 3. Alajuoksun mitat A-talon asuntokokonaisuudessa

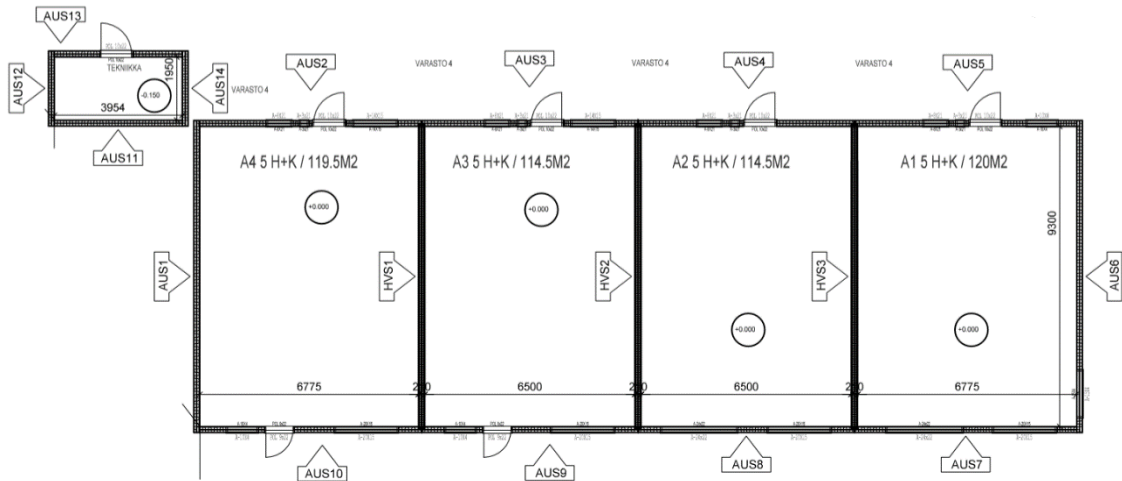
4.2 Elementtien purku ja väliaikaisvarastointi

Elementit tulivat työmaalle osissa. Ensimmäisenä työmaalle tuli A-talon alaulkoseinät sekä väliseinät. Elementit nostettiin tehtaalla asennetuista nostorakseista suoraan auton kyydistä elementtivakkiin, jotka oli valmisteltu edellisenä päivänä. Lisäksi jokainen elementti tönätettiin varmuuden vuoksi vielä toisesta päästä.

Ilmat olivat melko sateiset, joten elementit jouduttiin suojaamaan välittömästi kun ne oli saatu purettua. Sateet hidastivat töiden kulkua reippaasti, sillä aina kun uutta elementtiä tarvittiin, jouduttiin pressut purkamaan elementtien päältä ja etsimään oikea elementti.

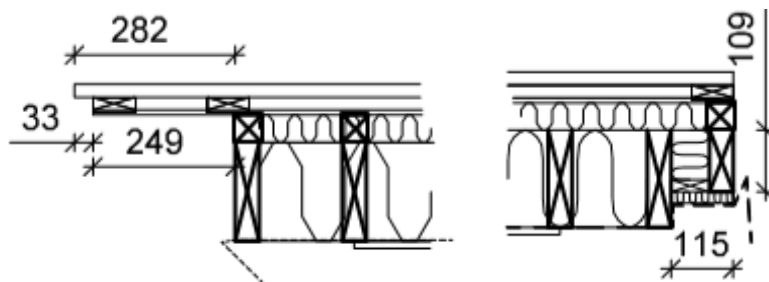
4.3 Elementtien asennus

Elementtien asennuksessa noudatettiin asennussuunnitelmaa ja lisäksi jokaiselle elementille oli kuvassa määritetty oikea paikka (Kuva 4). Elementtiin oli kirjoitettu kuvaa tunnusta vastaava tunnus.



KUVA 4. Jokaiselle elementille oli määrätty oma paikkansa

Elementit olivat tehty tehtaalla RunkoPES:n ohjeiden mukaisesti eli nurkka- ja saumaliitokset olivat todella tiiviitä (Kuva 5). Elementteihin jouduttiin laittamaan vielä rullavillaa nurkkiin ja saumoihin, jotta siellä ei tulisi tilannetta jossa puu olisi puuta vasten.

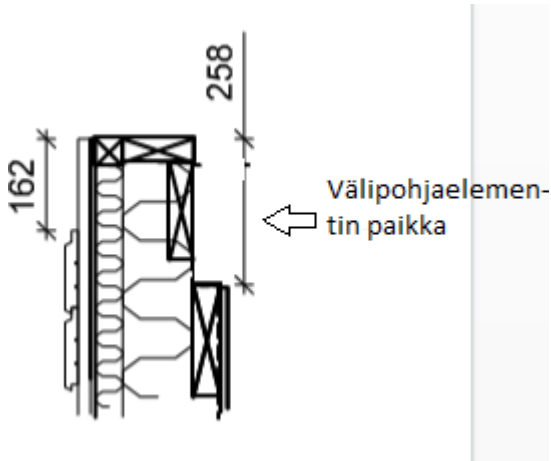


KUVA 5. Elementtien nurkka- sekä saumakohta. Saumakohtaan tulee vielä väliseinä 90 asteen kulmaan elementtiin nähden

Elementit nostettiin paikoilleen asennusnosturin (Fassi 950) avulla, jossa kuljettajalla oli kauko-ohjausmahdollisuus. Kauko-ohjaus helpotti työskentelyä, sillä kuljettajan kansa pystyi kommunikoimaan normaalilla puheella asennusvaiheessa. Näin ollen elementtejä ei tarvinnut kaukaa hieroa paikoilleen, vaan ne

saatiin melkein heti oikealla paikalla. Nostovaiheessa huomioitiin, että ei oltu elementtien alla ja elementtejä ohjattiin lankunpätkien avulla, jotta ne eivät pyörisi kun roikkuivat nosturit nokassa.

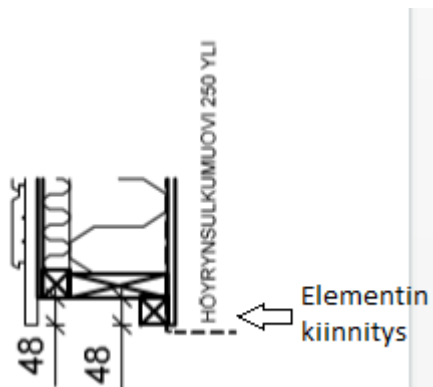
Jokaisen alaseinäelementin ylälaudassa oli oma kolonsa välipohjaelementeille, johon ne asettuivat hyvin ja tukevasti (Kuva 6). Välipohjaelementeille oli myös oma karttansa, missä kunkin elementin paikka on.



KUVA 6. Välipohjaelementin paikka sivuseinissä

4.4 Alaseinäelementtien asennus

Jokaisen elementin pohjassa oli alajuoksun sisäpinnassa 48 x 48 kokoinen puu, josta elementti kiinnitettiin sokkeliin kiinnitettyyn alajuoksuun (Kuva 7).



KUVA 7. Elementin kiinnityskohta alapuolelta. Ruuvit olivat 120 mm pitkiä ja tulivat 600 mm jaolla

Yläpäästä elementin kiinnitettiin toisiinsa naulalevyillä ja kun välipohjaelementit asennettiin, niillä saatiin myös jäykistettyä ja kiinnitettyä elementtejä.

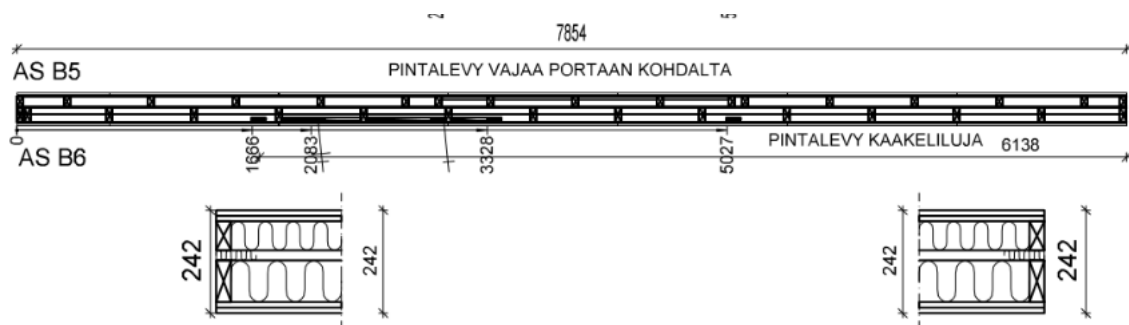
4.5 Välipohjien ja yläseinien asennus

Välipohjaelementeissä oli niskana 48 x 173 mm kokoiset lankut 400 mm jaolla ja elementtien alapuolella oli lautakoolaus ja yläpuolella osb-levy. Välipohjat kiinnitettiin ruuvaamalla ne jokaisesta niskasta kiinni alaseinäelementin runkoon.

Ala- ja yläseinäelementtien väliin tuli myös rullavillaa, jotta alaseinäelementin yläjuoksun ja yläseinäelementin alajuoksun väliin ei tulisi kylmäsiltaa. Yläseinät kiinnitettiin ruuvaamalla alaseinien yläjuoksuun ja niin ikään naulalevyillä viereisiin yläseinäelementteihin. Lisäksi kattoelementti kiinnitettiin yläseiniin, joka jäykisti ja kiinnitti yläseiniä.

4.6 HVS:n ja palokatkojen asennus

Huoneistojen väliset seinät olivat tehty määräysten mukaisesti eli niissä oli tuplakipsilevyt sekä kaksi runkoa, joiden tolpat olivat eri kohdissa. Seinän väliin jäi 20 mm rako. (Kuva 8.) Seinät oli sidottu toisiinsa pannoilla ylä- ja alapäästä, jotka katkaistiin ennen elementin asennusta paikoilleen.



KUVA 8. Huoneistojen väliset seinät

Alakerran väliseinäelementti kiinnitettiin alapäästä alajuoksuun. Alajuoksut oli kiinnitetty kuvien mukaisesti paikoilleen. Alajuoksujen väliin jätettiin myös 20 mm rako ja alajuoksun pohjaan kiinnitettiin solumuovia, jotta se ei olisi suoraan betonipintaa vasten ja näin ollen päästäisi ääntä läpi viereiseen asuntoon.

Yläkerran väliseinäelementti kiinnitettiin alempaan väliseinäelementtiin. Molemmat väliseinäelementit kiinnitettiin myös päistä ulkoseinäelementtiin naulalevyillä.

Yläkerran väliseinäelementin päälle tuli palokatko. Palokatko ylsi aina vesikattoon asti ja se kiinnitettiin alla olevaan väliseinään ruuveilla. Palokatkon ala- ja yläpuolelle tuli villaa.

4.7 Laadunvarmistus

Elementtejä asennettaessa työpäällikkö ja vastaava mestari tekivät tarkastuskäyntejä ja katsoivat, että elementit tuli asennettua suunnitelmien mukaisesti. Vatupassin ja tasolaserin avulla katsottiin seinien suoruudet kohdilleen, jotta ne täyttäisivät RunkoRYL:n vaatiman laadun.

Työmaalla eristykseen ja elementtien mittatarkkuuteen ei voitu juuri vaikuttaa, sillä elementit tulivat tehtaalta. Tehdas kuitenkin noudattaa yleisiä ehtoja laadun ja muiden määräysten suhteen, joten elementtien laatuun oli luotettava. Ainoa laatuun liittyvä asia, johon voitiin vaikuttaa työmaalla käsin, oli elementtien asennus oikein ja niiden oikeaoppinen varastointi ja nostaminen.

Kaikkien työvaiheiden aikana täytyi olla tarkkana työturvallisuuden kanssa; elementtien alle ei saanut mennä noston aikana, katse täytyi olla koko ajan elementissä, elementit tuli olla tiiviisti vakissa, nostoliinoja ei saanut irroittaa, ennen kuin elementit oli tuettu ja kiinnitetty kunnolla. Asentamissuunnitelmaa täytyi käydä katsomassa vähän väliä, jotta asiat menisivät suunnitelmien mukaan.

5 POHDINTA

Työn tarkoituksena oli tutkia ja koota tärkeimmät elementtejä koskevat määräykset ja asetukset, sekä vähän pohtia puuelementtien historiaa vanhanaikaisista elementeistä aina nykypäivän CLT-elementteihin.

Työn tuloksena tuli tiivis, mutta asiapitoinen ja kattava tutkielma. Materiaalia aiheeseen löytyi hyvin, koska aihetta oli käsitelty paljon oppitunneilla. Materiaalin paljoudesta joutui karsimaan aika paljon turhaa pois ja vain tärkeimmät poimittiin mukaan opinnäytetyöhön. Valitettavasti puuelementtien asennustavoista ei löytynyt netistä hirveästi informaatiota luotettavilta sivuilta.

Oppitunneilla käydyt asiat ja niistä tehdyt muistiinpanot auttoivat runsaasti opinnäytetyössä. Huomioitavaa on myös se seikka, että oppitunneilta saatu tieto oli sellaista, jota ei olisi internetistä välttämättä löytynyt sen vuoksi opinnäytetyössä on osittain ainutlaatuista materiaalia.

LÄHTEET

1. Kokkonen, Henri 2013. Pientalon elementtituotannon kehittäminen. Opinnäytetyö. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, rakennustekniikan koulutusohjelma
2. Mikkola, Lasse 2015. Lehtori, OAMK. Luento syksyllä 2015
3. Elementtien asennus. Saatavissa: <http://www.elementtisuunnitelu.fi/fi/elementtien-asennus>. Hakupäivä 23.1.2015
4. Tuohimaa, Hannu 2012. Toimitusjohtaja, Desto Oy. Perehdytys kesällä 2012.
5. Mikkola, Lasse 2014. Lehtori, OAMK. Luento keväällä 2014.
6. RunkoPES – puuelementtirakentamisen uusi avoin teollisuusstandardi 2014. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/RunkoPES.pdf>. Hakupäivä 5.3.2015.
7. Suomen rakentamismääräyskokoelma 2015. Saatavissa: <http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>. Hakupäivä 7.3.2015.
8. Harju, Pekka 2013. Lehtori, OAMK. Luento syksyllä 2013.
9. Puurakenteen palomitoitus 2013. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/suunnitteluohjeet/puurakenteen-palomitoitus>. Hakupäivä 10.3.2015.
10. C1 (1998). Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa. Määräykset ja ohjeet 1998. C1 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1917-c1.pdf>. Hakupäivä 10.3.2015.
11. Asuinrakennuksessa noudatettavat akustiset vaatimukset 2011. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/rakentamism%C3%A4%C3%A4r%C3%A4ykset/asuinrakennuksissa-noudatettavat-akustiset-vaatimukset>. Hakupäivä 11.3.2015.
12. Energiatehokkuusvaatimukset 2012. Saatavissa: <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/rakentamismaaraykset/energiatehokkuusvaatimukset/energiatehokkuusvaatimukset172012.pdf>. Hakupäivä 15.3.2015.

13. RT 14-11016. 2011. Talonrakennuksen runkotyöt. Rakennustieto Oy.
Saataavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/tuotteet/106032.html.stx>
(vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 6.10.2015.
14. Tilaelementti 2012. Saataavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Tilaelementti>. Hakupäivä 6.10.2015.
15. Ääneneristys puutalossa 2004. Saataavissa <http://www.puuinfo.fi/sites/default/files/content/rakentaminen/suunnitteluohjeet/aaneneristys-puutalossa/koko-ohje.pdf>. Hakupäivä 8.10.2015.
16. Palo-osastointi. Saataavissa: http://www.pohjanmaanpelastuslaitos.fi/Suomeksi/Turvallisuuspalvelut/Rakenteellinen_paloturvallisuus/Palo-osastointi. Hakupäivä 8.10.2015.
17. Torvinen, Antti 2012. T551103 Rakennusfysiikan perusteet 3 op.
Opintojakson luennot syksyllä 2012. Oulu: Oulun seudun ammattikorkeakoulu, tekniikan yksikkö.

