



Walteri Janhunen

Rivitalon puuseinäelementtien tarkistuslista

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohtaja (AMK)
Rakennusalan työnjohto
Mestarityö
9.5.2023

Tiivistelmä

Tekijä: Waltteri Janhunen
Otsikko: Rivitalon puuseinäelementtien tarkistuslista
Sivumäärä: 22 sivua
Aika: 9.5.2023

Tutkinto: Rakennusalan työnjohtaja (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine: Talonrakennustekniikka
Ohjaajat: Lehtori Niina Raistakka
Projektipäällikkö Lauri Takala

Tässä opinnäytetyössä tarkasteltiin rivitalon puuseinäelementtien rakennetta, valmistusta sekä asennusta ja niiden mittatarkkuuksia ja työturvallisuutta elementtiasennuksessa. Työssä tutkittiin myös runkomestarin tehtäviä puurunkoisen rivitalon pystytyksen osalta, kun käytetään puuseinäelementtejä.

Teoriaosuus käsittelee itse puuseinäelementtien rakennetta eri näkökulmista ja asennusvaihetta runkotyönjohtajan näkökulmasta.

Tuloksena saavutettiin kattava perustieto puuseinäelementeistä sekä asennuksesta ja tuotetaan helppokäyttöinen tarkistuslista työmaalle.

Avainsanat: RunkoRYL2010, puuseinäelementti, rivitalo, tarkistuslista

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Waltteri Janhunen
Title: Check List for Terraced Houses Wooden Wall Elements
Number of Pages: 22 pages
Date: 9 May 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Degree Programme in Construction site management
Professional Major: House Building Site Management
Supervisors: Niina Raistakka, Senior Lecturer
Lauri Takala, Project Manager

In this final year project, the structure, manufacture and installation of the wooden wall elements of a terraced house were examined, as well as their dimensional accuracy and work safety in element installation.

The study also investigated the duties of a construction site manager, who is to lead the installation of wooden wall elements of a terraced house.

The theoretical part deals with the structure of the wooden wall elements from different perspectives and the installation phase for the terraced houses frame from the site managers point of view.

The result is comprehensive basic knowledge of wooden wall elements and their installation and making an easy-to-use checklist for the construction site.

Keywords: RunkoRYL 2010, wooden wall element, terraced house, check list

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön tavoite ja aiheen rajaus	1
1.2	Opinnäytetyössä käytetty esimerkkikohde	1
1.3	Opinnäytetyön sisältö ja tutkimusmenetelmät	1
2	Puuelementtien käyttö nykypäivänä	3
3	Puuseinäelementin rakenne, laatuvaatimukset ja palomääräykset	4
3.1	Puuseinäelementin rakenne	4
3.1.1	Runko, rungon tuuletus ja julkisivu	5
3.1.2	Eristys	6
3.2	RunkoRYL 2010:n laatuvaatimukset	7
3.2.1	Mittatarkkuus elementtituotannossa	7
3.2.2	Mittatarkkuus asennusvaiheessa	8
3.3	Paloturvallisuusmääräykset	9
3.3.1	Paloluokat	9
3.3.2	Paloaikojen määritelmät	10
3.4	Hyvä rakentamistapa ja sen hyödyntäminen laadunvalvonnassa	11
4	Elementtien toimitus ja asennus sekä työturvallisuus	12
4.1	Elementtien toimitus	12
4.2	Asennus ja työturvallisuus	13
4.2.1	Esivalmistelutyöt	13
4.2.2	Elementtien nostot, asennus ja tuenta	14
4.2.3	Kuivatus	15
4.2.4	Puuelementtien liitokset	16
5	Työssä tuotetun tarkistuslistan sisältö	20
5.1	Toimitusosio	20
5.2	Valmistelutöiden osio	20
5.3	Asennusosio	21
6	Opinnäytetyön yhteenveto	23

Lähteet

24

Liitteet

Liite 1

Lyhenteet

AOP: *Alaohjauspuu*

HVS: *Huoneistojen välinen seinä*

RYL: *RunkoRYL 2010*

RYL: *RunkoRYL 2010*

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tavoite ja aiheen rajaus

Opinnäytetyön tavoitteena on antaa runkovaiheessa työskentelevälle työnjohtajalle tieto eri työvaiheista ja vaatimuksista liittyen rivitalojen puuseinäelementtien asennukseen. Tavoitteena on antaa selvitys yleisesti rakennusalan määräyksiin ja hyvään rakennustapaan vedoten valmiudet työnjohtajalle johtaa runkovaihetta tehokkaasti ja turvallisesti omaten laaja perustieto työvaiheesta. Työssä tuotetaan myös fyysinen tarkastuslista, jota hyödynnetään työmaalla elementtien asennukseen. Lista käsittää huomioita ja tarkastettavia detaljeja eri vaiheista aina elementtien valmistuksesta niiden asennukseen asti, joita työnjohtaja tarvitsee.

1.2 Opinnäytetyössä käytetty esimerkkikohde

Opinnäytetyössä käytetty esimerkkikohde sisältää 10 yksikerroksista rivitaloa, joissa kussakin oli kaksi tai kolme asuntoa. Asuntoja kohteessa oli yhteensä 26.

Rivitalojen perustukset ja sokkelit tehtiin paikallavaluna betonista, jonka päälle asennettiin puuseinäelementit sekä puurakenteinen vesikatto. Huoneistojen väliseinät eli HVS-elementit olivat betonisia elementtejä.

Työssä viitataan esimerkkikohteeseen useassa tilanteessa.

1.3 Opinnäytetyön sisältö ja tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön sisältö koostuu siten, että toisessa pääluvussa käsittelyn kohteena on yleisesti hyvä rakentamistapa ja sen määrittely. Kolmas pääluku käsittelee puuelementtien käyttöä nykypäivänä. Neljännessä pääluvussa käsitellään puuseinäelementin rakennetta materiaalivalintoihin, rakenteen toimivuuteen sekä turvallisuuteen kohdistuen. Viidennessä pääluvussa käydään läpi

RunkoRYL 2010:n laatuvaatimuksia elementtien valmistukseen sekä asennukseen liittyen. Kuudes pääluku ottaa kantaa elementtien toimitukseen. Pääluku sisältää työturvallisuutta, sääsuojasta, kuormanpurkua sekä varastointia.

Työssä käytetyt tutkimusmenetelmät olivat rakennusalan kirjallisuus, esimerkki-kohteen detaljipiirustukset, omat kokemukset rivitalokohteen runkojen pystytyksestä sekä muiden runkomestarien haastattelut aiheeseen liittyen. Haastatteluja pidettiin suullisesti liittyen pääosin elementtien asennusvaiheeseen ja tarkistamiseen. Haastatteluja pidettiin työmaalla sekä puhelimitse.

2 Puuelementtien käyttö nykypäivänä

Puuelementtirakentaminen on yleistynyt huomattavasti 2000-luvun alkupuolella. Tällöin siirryttiin niin sanottuihin suurelementteihin, jotka olivat aikaisempiin elementteihin verrattuna moninkertaisia ja vaativat erillistä nostokalustoa paikalle asennusta varten. (1.)

Nykypäivän elementtejä käyttämällä voidaan vähentää kohteen kustannuksia, lyhentää rakentamisaikaa ja tuottaa laadukkaampi lopputulos tehdasoloissa valmistettavan tuotteen avulla. Paikallarakentamiseen verrattuna elementtikäyttö on myös kosteusteknisesti turvallisempaa, kun työmaalla ei tarvitse varastoida rakenteiden sisään jääviä puumateriaaleja. Myös sääolosuhteita silmällä pitäen rakennus saadaan säältä suojaan huomattavasti nopeammin elementtirakentamisen avulla. Myös mittatarkkuus paranee, kun elementit tuotetaan tehdasolosuhteissa.

Rakentamiseen sisältyy useita eri työvaiheita ja töiden sovittamista yhteen työmaalla, joita pyritään helpottamaan ja tehostamaan käyttämällä valmiita elementtejä. Näin ollen elementtien tullessa työmaalle nopeutetaan rakentamista ja töiden sovittaminen on kohteessa usein helpompaa. Rakennukset saadaan pystytettyä nopeammin ja työskentelypaikkoja saadaan nopeammin useammalle urakoitsijalle samaan aikaan.

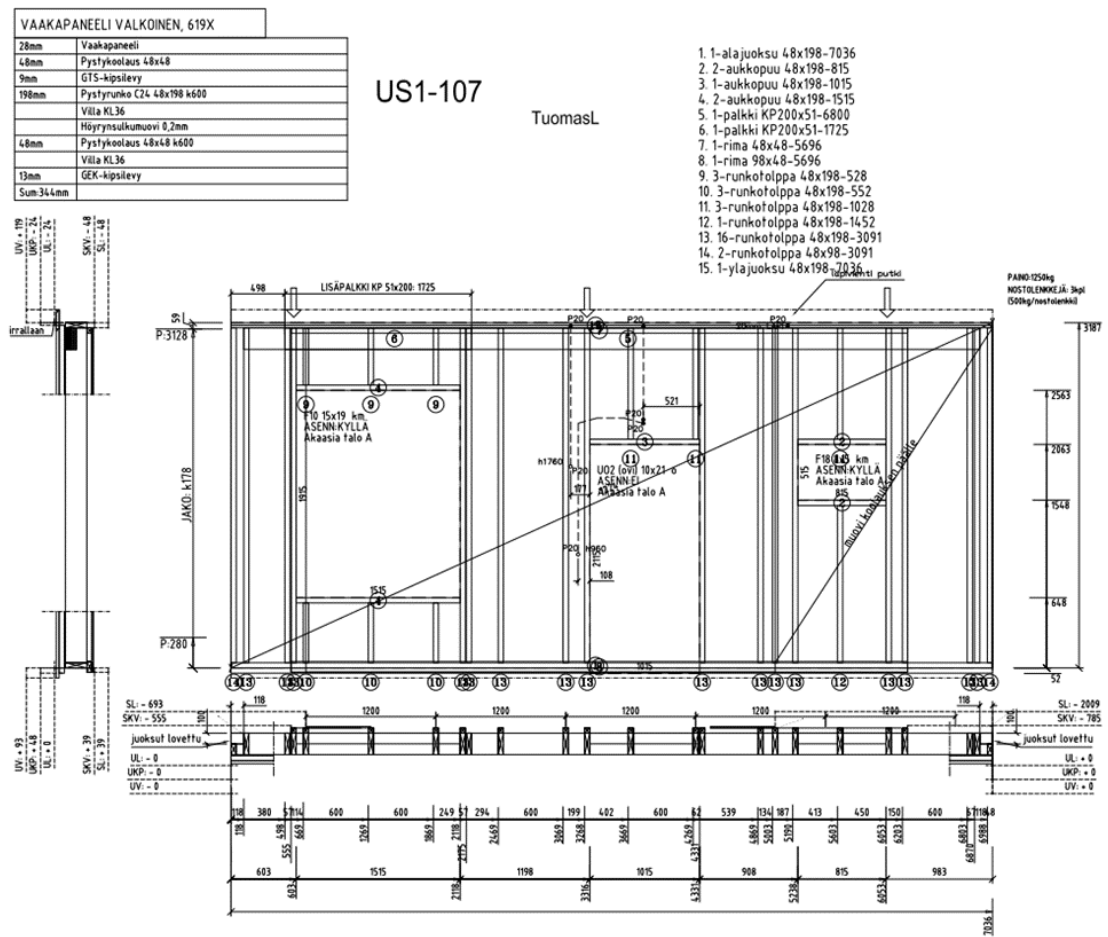
3 Puuseinäelementin rakenne, laatuvaatimukset ja palomääräykset

Puuseinäelementtien rakenne määräytyy kohteen vaatimusten perusteella ja suunnittelija suunnittelee elementit sen mukaisiksi. Suunnittelussa on otettava huomioon eri seikkoja kuten rakenne, elementtien laatuvaatimukset tuotannon sekä asennuksen osalta ja paloturvallisuus.

3.1 Puuseinäelementin rakenne

Puuseinäelementit ovat nimensä mukaisesti puurunkoisia, usein ulko- sekä sisäverhouksen, erilaisten vaatimusten täyttävien eristeiden ja sähkövarausten sisältämä valmis elementti, joka voidaan asentaa suoraan rakennuksen perustusten päälle ja koota lähes valmis rakennus ilman suurta määrää paikallarakentamista.

Nykyisin elementtejä voi tilata oman tarpeen mukaisena pakettina. Elementtiin voi itse valita valmiusasteen esimerkiksi ilman ulko- ja sisäverhouksia olevasta elementistä aina vain sisäpuolen maalipintaa vaille oleviin elementteihin asti.



Kuva 1. Esimerkkikohteen puuseinäelementin rakennedetaili

Yllä oleva kuva antaa hyvän käsityksen normaalin rivitalon puuseinäelementin rakenteesta. Kuvasta ilmenee runkopuiden sijoittelu sekä rakenteessa käytetyt materiaalit alkaen ulkopuolen rakenteista.

3.1.1 Runko, rungon tuuletus ja julkisivu

Rivitalojen puuseinäelementtien runko on valmistettu puusta. Kohteen rakennesuunnittelija määrittelee tarpeenmukaisen runkopuun paksuuden, lujuuden ja määrän kohdekohtaisesti ottaen huomioon rakennuksen omat ja myös ympäristön aiheuttamat rasitukset. Työssä käytetyssä esimerkkikohteessa runkopuuna käytettiin C24 -lujuusluokiteltua 48x198 lankkua ylä- ja alajuoksuina sekä pystykoolauksena. Pystyrungon jako oli k600. Lukema tarkoittaa pystylankkujen välille jätettävää aluetta ja se ilmoitetaan millimetreinä.

Rungon ulkopuolelle jäävälle puoliskolle rakennetaan tuuletusrako. Tämän tarkoituksena on tuottaa ilmankiertoa puurakenteiden väliin, että kosteus pääsee poistumaan. Näin pienennetään kosteusvaurion mahdollisuutta. Ylläolevassa kuvassa olevaan elementtiin tämä toteutettiin 48x48 pystykoolauksella k600 jaolla. Pystykoolauksen ja pystyrunkopuiden väliin asennettiin GTS-kipsilevy.

Puuseinäelementin julkisivu voidaan tehdä useista eri materiaaleista. Pääosin kyseisissä toteutuksissa käytetään kuitenkin ulkopuolisiin rakenteisiin tarkoitettua julkisivupaneelia. Vaihtoehtona voidaan kuitenkin käyttää esimerkiksi cem-brit-kivilevyä.

3.1.2 Eristys

Puuseinäelementit sisältävät myös erilaisia eristeitä liittyen eri käyttötarkoituksiin. Näitä ovat lämpöeristys, äänieristys, paloeristys sekä höyrynsulku.

Lämpöeristys määritellään nykystandardien mukaisesti ja se pyritään suunnittelemaan niin, että rakennus olisi mahdollisimman energiatehokas. Lämpöeristeenä käytetään pääosin villaa. Esimerkkikohteessa käytettiin Isoverin tuottamaa KL-36 -villaa, jonka lämmönjohtavuus on 0.036 W/mK.

Äänieristyksen tarkoituksena on parantaa viihtyvyyttä sekä rakennuksen sisällä että lähietäisyydellä ulkopuolella. Äänieristyksenä toimii puuelementeissä yllä mainittu lämpöeristevilla. Sen ääneneneristävyyssyky liitettynä muihin rakenteen kerroksiin, mm. kipsilevy, täyttää usein vaaditun suorituskyvyn.

Paloeristys luo rakennuksesta turvallisen. Sen tarkoitus on estää tai hidastaa mahdollisen tulipalon leviäminen ja siirtyminen ympäröiviin rakenteisiin tai ympäristöön- Ulkoseinän eriste pyritään valitsemaan sen mukaan, että se täyttää myös palovaatimukset. Esimerkkikohteessa käytetty KL-36-lasivillaeriste täytti A1-paloluokituksen, jolloin se oli riittävä. (2.)

Höyrynsulun ideana on tehdä rakennuksesta tiivis vesihöyryä ja tiivistyvää kosteutta varten. Vajavainen höyrynsulku aiheuttaa lämpimän ja kostean ilman

pääsyn riskialttiisiin rakenteisiin, esimerkiksi puupinnoille tai eristeeseen. Tästä voi aiheutua kosteusvaurioita sekä huoneilmaa huonontavan sienikasvuston syntyä. Höyrynsulku tulee siis asentaa ulkoseinän eristeen lämpimälle puolelle, jolloin kosteus ei pääse siirtymään rakenteissa. Höyrynsulkuna käytetään useimmiten höyrynsulkumuovia, joka on 0,2 millimetriä paksua. Muovin saumat limitetään ja teipataan höyrynsulkuteipillä tiiviiksi.

3.2 RunkoRYL 2010:n laatuvaatimukset

Puuelementtirakentamista ohjaa Rakennustietosäätiö RTS:n ja Rakennustieto Oy:n julkaisema RunkoRYL 2010. Julkaisu ottaa kantaa rakennustöiden yleisiin laatuvaatimukseen talonrakennuksen runkotöiden näkökulmasta hyvää rakennustapaa noudattaen.

3.2.1 Mittatarkkuus elementtituotannossa

Puurunkoisia seinäelementtejä voidaan mittatarkkuudeltaan tuottaa RYL:in mukaisesti kahdessa eri laatuluokassa, luokassa 1 ja luokassa 2.

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
Suoruus ¹⁾		
– 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.

Kuva 2. RunkoRYL 2010, seinäelementtien valmistustarkkuudet

Elementtien leveydet määräytyvät rakennettavan kohteen ja asennettavan seinän mukaan. Rivitalokohteissa käytetään usein kokonaisen asunnon levyisiä puuelementtejä seinien liitoksiin ja tiiveyteen liittyen. Tämän vuoksi pituudet vaihtelevat rajusti kohteesta riippuen.

Opinnäytetyössä käytettävässä esimerkkikohteessa puuseinäelementit olivat kaikki yli 6 metriä pitkiä ja elementtien laatuluokaksi oli määritelty luokka 1, eli kohteen seinien pituudessa sallittu suurin poikkeama oli +-10 millimetriä. (3.)

Yksikerroksisissa rivitaloissa elementtien korkeus osuu yleensä korkeudeltaan 3-6 metrin korkuisiin elementteihin. Tällöin esimerkkinä suurin sallittu poikkeama luokassa 1 on +-1,5%, luokassa kaksi on +-2,5%. (3.)

Seinäelementtien paksuudellekin on oma määritelmänsä RYL:in arkistossa. Suuret poikkeamat elementtien paksuudessa voi johtaa siihen, ettei liitettävät elementit sovi toisiinsa ja rakenteista ei saada tiiviitä, tai joudutaan muokkaamaan elementtejä työmaalla. Paksuutta tarkastellaan kahdessa eri paikassa, kiinnitystukien kohdalla ja kiinnitystukien välillä. Tällöin ulkoverhouksen on oltava asentamatta. (3.)

Myös elementtien suoruus on yksi mittatarkkuustoleranssi, joka elementtivalmistajan tulee huomioida. Suoruutta mitataan pituus- ja korkeusakselilla. Suuret mittavirheet suoruudessa voivat myös vaikuttaa elementtien sopivuuteen toisiinsa, jolloin kiinnitys, yhteensovitus ja tiivistäminen elementtien kesken on haasteellista. (3.)

3.2.2 Mittatarkkuus asennusvaiheessa

RYL määrittelee mittatarkkuuden myös asennuksille. Näitä on elementtiasentajan noudatettava.

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

Kuva 3: RunkoRYL:in asennustarkkuudet puuseinäelementeille

Poikkeamia paikalleen asennuksessa tulee luonnollisesti, joten on hyvä, että niille on asetettu realistiset rajat RYL:issä. Yllä olevan taulukon mukaisesti on esitetty asennusluokan mukaan maksimivirheet mitoissa sivusijainnin, vapaan välin, pystysuoruuden, erilaisten hammastusten sekä saumojen leveyksien osalta. (3.)

Kyseinen taulukko on ehdottoman tärkeä runkovaihetta valvovalle työnjohtajalle työmaalla.

3.3 Paloturvallisuusmääräykset

Puuseinäelementeille on määrätty paloturvallisuuteen liittyviä määräyksiä, jotka määräytyvät paloluokkien mukaan. Suunnittelija määrittelee paloluokat kohdekohtaisesti.

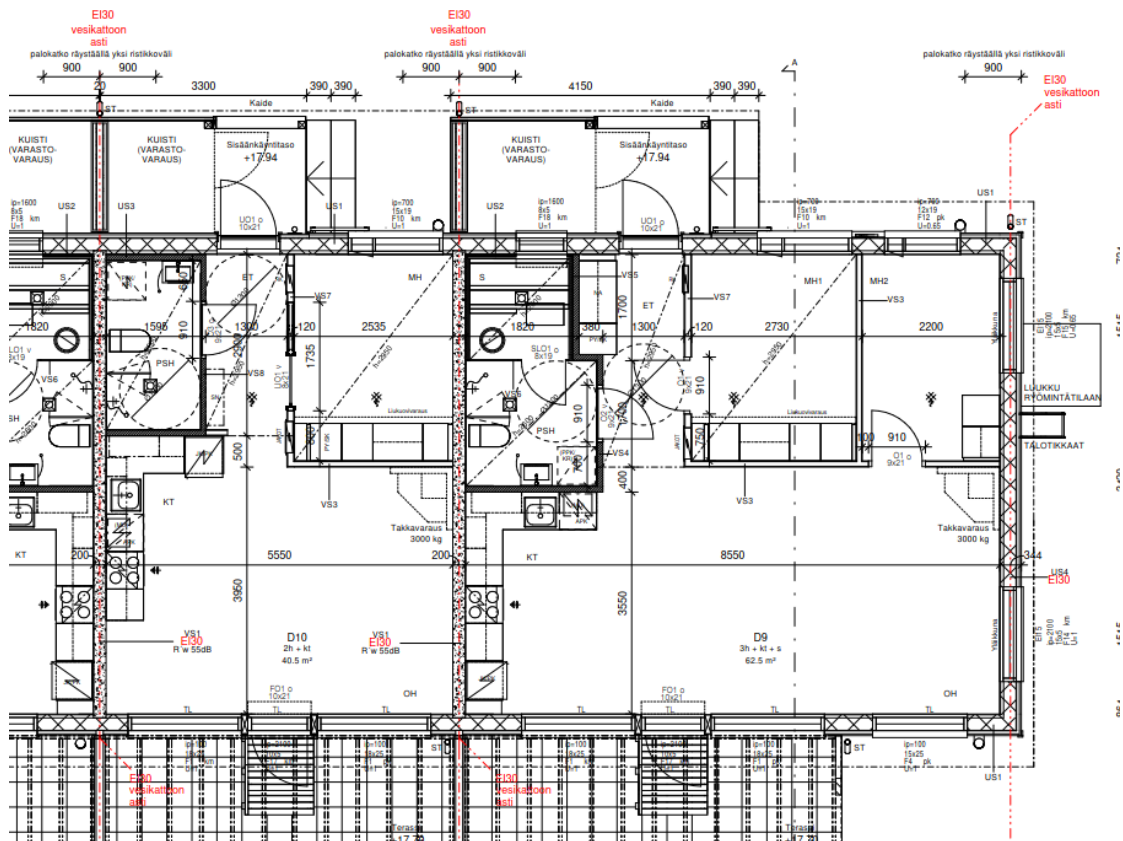
3.3.1 Paloluokat

Paloturvallisuusmääräykset asuinrakennuksissa jaetaan eri paloluokkiin, joita ovat P1, P2 ja P3. P1 on näistä kaikkein paras. Paloluokilla rajataan tiettyjen materiaalien käyttöä rakennuksessa, jotka vaikuttavat palo aikaan ja/tai -tapahtumaan. Usein puurunkoiset rivitalot luokitellaan paloluokkaan P3. (2., 4.)

3.3.2 Paloaikojen määritelmät

Pari- ja rivitaloissa on myös huomioitava huoneistojen välinen palonkestävyys käyttäjäturvallisuuden vuoksi. Nämä luokitukset ilmoitetaan EI-lukuina. EI-luku tarkoittaa paloaikaa, jonka rakenne kestää, esimerkiksi EI30 kestää 30 minuuttia. (2., 4.)

Työssä käytettävässä esimerkkikohteessa huoneistojen välinen luokitus oli EI30. Sama luokitus täytyy myös määritellä ulkoseinärakenteeseen, jos rakennuksen läheisyydessä on joko toinen rakennus tai muu helposti syttyvä, vaaraa aiheuttava rakenne tai esimerkiksi autopaikka. Tämä esimerkkikohteessa oli myös EI30.



Kuva 4: Esimerkkikohteen paloluokitukset huoneistojen välissä ja ulkoseinissä

Kuvasta voidaan todeta kohteessa määritellyt paloluokitukset punaisilla teksteillä merkittyinä.

3.4 Hyvä rakentamistapa ja sen hyödyntäminen laadunvalvonnassa

Hyväksi rakentamistavaksi luokitellaan koko rakennuksen rakentamisvaihe. Tämä pitää sisällään vaiheet aina rakennuksen suunnittelusta rakennuksen luovutukseen käyttötarkoituksen mukaiseksi. (5.)

Hyvä rakentamistapa on rakennusalan oma sisäinen normi, joka ei ole tarkka, spesifinen määritelmä vaan käytännössä muuntautuva käsite, sen hetkisten tietojen mukaan parhaaksi todettu tapa suunnitella, sopia sekä rakentaa kyseiset työvaiheet. Usein hyvä rakentamistapa kuitenkin määritellään jo sopimusvaiheessa koostuvaksi Suomen rakentamismääräyskokoelman ohjeista sekä määräyksistä ja niiden noudattamisesta tai rakentamisen yleisistä laatuvaatimuksista, RYL-määräyksistä. (6.)

Hyvää rakentamistapa voidaan hyödyntää keräämällä tietotaitoa kokemuksen pohjalta sekä perehtymällä rakennusalan kirjallisuuteen ja määräyksiin aina tietyn työvaiheen osalta.

4 Elementtien toimitus ja asennus sekä työturvallisuus

Pääluku käsittelee elementtien toimituksen ja asennuksen aihepiiriä ja ottaa kantaa myös näihin liittyviin työturvallisuusseikkoihin.

4.1 Elementtien toimitus

Elementtien toimitukseen liittyy eri huomioon otettavia vaiheita. Näitä ovat esimerkiksi sääsuojaus, kuormanpurku sekä varastointi.

Tehtaalta lähtiessään elementit sääsuojataan kosteusvaurioiden välttämiseksi. Suojana käytetään paksuhkoa muovia, joka niitataan elementin yläreunaan, liitoskohtiin ja nurkkiin sekä mahdollisesti jo asennettujen ikkunoiden päälle. Toimitukseen ei kuitenkaan normaalisti asenneta muovisuojaa sisäseinän päälle, sillä se vaikeuttaa elementin asentamista huomattavasti, jos se asennetaan suoraan kuormasta paikalleen.

Elementtien suuren koon ja painon vuoksi kuormanpurkuun on kiinnitettävä erityistä huomiota. Purkua varten on huomioitava työturvallisuus, sääolosuhteet sekä purkupaikan ominaisuudet esimerkiksi maan kantavuuteen liittyen.

Puuelementit asennetaan yleensä suoraan kuormasta paikalleen kosteushallinnallisista syistä. Jos elementtejä joudutaan kuitenkin jostain syystä välivarastoitamaan työmaalla, tulee ne olla pystyasennossa hyvin tuetulla maaperällä joko elementtituessa kiinni tai tukevasti vinotuettuna. Elementtien alle tulee laittaa puupalkit, etteivät ne ole kosketuksissa maan kanssa. Välivarastoinnissa tulee myös huomioida sääsuojaus ja ilmaston aiheuttama mahdollinen tuulikuorma.

4.2 Asennus ja työturvallisuus

Elementin asentaminen pitää sisällään eri vaiheita. Asennukseen laskettaviksi toimenpiteiksi luetaan sen nosto, siirto, ohjaaminen paikkaansa, tuenta väliaikaisesti, elementin kiinnitys sekä itse asennuskohteessa suoritettava työvaihe, joka liittyy yllä oleviin seikkoihin.

4.2.1 Esivalmistelutyöt

Esivalmistelutöiksi lasketaan työt ja suunnittelu, jotka suoritetaan ennen elementtien ja nostokaluston saapumista työmaalle. Kyseisiä töitä ovat nosturipedin suunnittelu, purkupaikan suunnittelu, asennusjärjestys, rakennuksen sokkelin valmistelu sekä korkojen tarkistus.

Nosturipedin on oltava nosturille sopiva, maakerrokset tulee kestää nosturin ja nostojen aiheuttama paine maaperään. Alueen tulee olla myös riittävän iso, että nosturin tukijalat ovat myös tukevasti maassa. Yleensä geosuunnittelija tekee määritykset tietyille nosturityypille työmaalla, jotka sisältävät maan kantavuuden, pedissä käytettävien maa-ainesten raekoot, leikkaussyvyudet ja täyttömäärät. Suunnittelija myös määrittelee pedin pinta-alan nosturille sopivaksi. Työnjohtajan tehtävänä petiin liittyen on selvittää nosturipedin sijainti työmaalla, joka on mahdollisimman turvallinen ja elementtinosot ovat mahdollisimman lyhyitä ja nopeita. Kun paikka on selvillä, osaa suunnittelija valikoida sopivan nostimen. Valinta perustuu nostojen etäisyyksiin, nosturin tarvittavaan ulottumaan sekä elementtien painoon. Kun nosturi on määritelty, pystyy suunnittelija toteuttamaan suunnitelman nosturipedin vaatimuksista koon ja kantavuuksien mukaisesti.

Purkupaikaksi valitaan sellainen paikka työmaalla elementtitoimittajalle, että purku onnistuu helposti ja turvallisesti. Sijainti tulee miettiä tarkkaan ja rajata alue niin, ettei muut työntekijät pääse kulkemaan nostoalueella. Purkupaikan maaperän on oltava riittävän kantava painaville elementtikuljetusajoneuvoille.

Elementtitoimittaja toimittaa listan, mitä elementtejä tulee missäkin autossa ja missä järjestyksessä ne on lastattu autoon. Tämä tulee tarkistaa, että elementit ovat oikeassa järjestyksessä, jos ne asennetaan suoraan autosta purun yhteydessä.

Sokkeli tulee valmistella asennusta varten olosuhteista riippuen eri tavoin. Sokkelin yläpinnan tulee olla tasainen ja puhdas, että sen päälle asennettavat bitumikaistat, villat ja alajuoksupuut ovat suorassa, vaakatasossa ja tiiviisti kiinni sokkelissa. Jos sokkelissa on paljon mittaheittoja, saattaa rakenne jäädä osittain tiivistymättömäksi, jolloin kosteus ja kylmä ilma pääsee siirtymään muihin rakenteisiin. Talvella on myös huolehdittava, että sokkeli on kuiva eikä pinnassa ole jäätä ennen kaistojen ja alapuun asennusta.

Perustusten korot ovat myös tärkeää tarkistaa. Tarkistuksen voi tehdä tasolaserilla itse, mutta suositeltavaa on käyttää mittaukseen erikoistunutta henkilöä, joka voi hyödyntää erilaisia tarkempia mittavälineitä korkojen varmistamiseksi.

4.2.2 Elementtien nostot, asennus ja tuenta

Alaotsikko kertoo itse asennusvaiheesta ja asennuksen jälkeisestä tuennasta ottaen kantaa myös työturvallisuuden näkökulmasta. Kyseinen vaihe käsittää nostosuunnitelman noudattamista, kuormanpurkua, tarvittavaa tuentakalustoa asennukseen liittyen sekä sääsuojausta. Myös työturvallisuuteen on panostettava.

Kun elementtejä asennetaan työmaalla, on aina tehtävä erillinen elementtien nostosuunnitelma. Nostosuunnitelmassa käydään läpi kohteen yleistiedot, nostokalusto, nostoapuvälineet, työturvallisuus nostotyön aikana ja putoamissuojaus.

Kuormanpurun suorittaa usein yhteistyöllä puuelementtiasentaja sekä puuelementtitoimittaja tai erillinen nostokonekaluston kuljettaja. Elementit nostetaan päältä olevista nostolenkeistä oikeanlaisilla nostovälineillä. Nostovälineinä

puuseinäelementeissä käytetään painoluokkaan sopivia nostoliinoja. Kuormanpurussa on huomioitava erityisesti työturvallisuus sekä sääolosuhteet. Tuulisenä päivänä elementtien nosto on huomattavasti vaarallisempaa, sillä elementit voivat liikkua hallitsemattomasti ilmassa ja aiheuttaa vaaratilanteita asentajille ja muille rakennustyömaalla oleville henkilöille. Myös materiaalivahinkoja voi sattua. Kuormanpurku pyritään aina suorittamaan mahdollisimman lähellä väli-varastointi- tai asennuspaikkaa. Näin minimoidaan riskitilanteet, kun elementti joutuu olemaan ilmassa mahdollisimman vähän aikaa. Myös työtehoa saadaan parannettua näin.

Puuelementit tuetaan vinotuilla asennuksen jälkeen, usein vähintään kahdella tuella. Määrä riippuu elementin koosta ja painosta. Asennusaikaiset tuet voidaan poistaa, kun rakennuksen jäykistysjärjestelmä on valmis. Jäykistysjärjestelmään kuuluu esimerkiksi ulkoseinien levytys, jäykistävien seinien levyt, kattojen levyt, katon tuulijäykisteet ja tuulipukkilinjat. Tukien poistoon tarvitaan useimmiten vastaavan työnjohtajan lupa, luvan voi myöntää hyväksytyin runkokatselmuksen jälkeen.

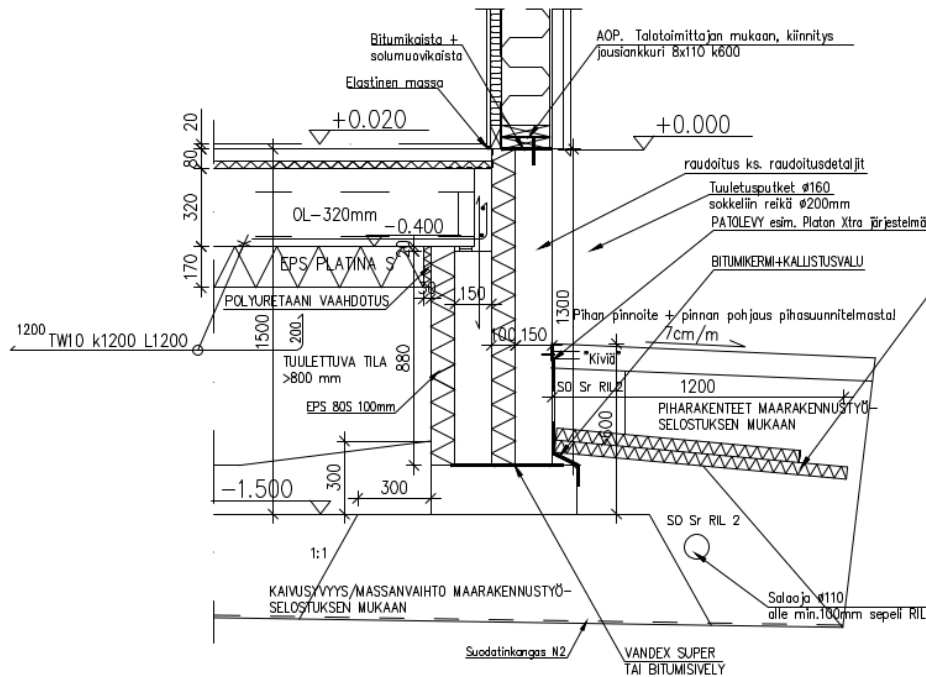
4.2.3 Kuivatus

Rakennuksen kuivattaminen mahdollisen nopeasti vesitiiviiden saavuttamisen jälkeen on ehdottoman tärkeää. Kun rakennus on vesitiivis, on rakentajalla mahdollisuus kuivata runkovaiheen aikana kastuneet paikat rakennuksen sisäpuolelta. Ennen rakenteiden lopullista tiivistämistä, kuten elastista saumausta, kohde kuivatettiin kunnolla kosteuden saamiseksi pois rakenteiden sisältä. Kun rakennettava kohde saadaan tarpeeksi kuivaksi, päästään seuraaviin työvaiheisiin. Kuivauskalustona voidaan rivitaloissa hyödyntää erilaisia puhaltimia ja lämmittimiä. Kohteessa käytettiin ilmavirtauksen kierrättämiseen simpukkapuhaltimia, jotka puhalsivat kosteutta ulkopuolelle. Simpukkapuhaltimella saatiin myös kierrätettyä lämmintä ilmaa, jota lämmittimet tuottivat. Lämmittiminä hyödynnettiin 9 kilowatin rakennuspuhaltimia.

4.2.4 Puuelementtien liitokset

Puuelementeissä on useita eri liitospaikkoja, kun elementit kiinnitetään kohteessa. Näitä liitospaikkoja ovat sokkeli, viereiset ulkoseinät, HVS-elementit sekä vesikatto.

Ennen puuseinäelementtien asennusta sokkelin yläpintaan asennetaan vedeneristys, joka usein on bitumikermikaista. Kohteesta riippuen myös bitumisiveilyä tai Vandex Super -vedentiivistysmassaa voi käyttää. Kaistan tarkoitus on estää kosteuden nouseminen betonisesta sokkelista puurakenteisiin. Vedeneristeen päälle asennetaan vielä solumuovikaista. Kaistan päälle asennetaan aliohjauspuu, jonka paksuus ja leveys määräytyy puuseinäelementtien ja suunnittelun mukaan. AOP:n kiinnitys tapahtuu ankkureilla sokkeliin rakennesuunnittelijan määrittelemällä tavalla. Esimerkkikohteessa käytettiin jousiankkureita koossa 8x110 jaolla k600.

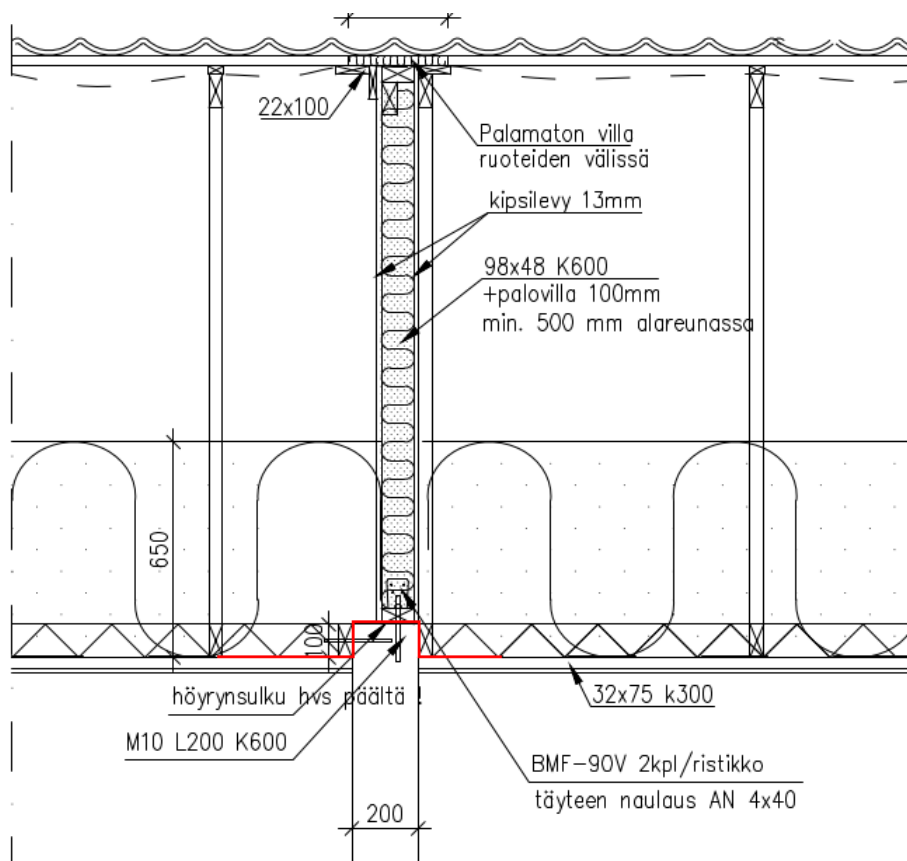


Kuva 5: Detalji puuseinäelementin liitoksesta sokkeliin

Alajuoksun yläpuolelle asennetaan vielä eristekaista, että elementtien alapuoliset liitokset ovat tiiviitä eikä väliin jää niin sanottua kylmäsiltaa, jolloin liitoksesta voi päästä kylmää ilmaa lattian ja seinän rajasta rakennuksen sisäpuolelle.

Seinäelementit liitetään toisiinsa ruuvaamalla tai naulalevyjä ja nauvoja käyttäen pystysaumoista. Esimerkkikohteessa puurunkoisista elementeistä oltiin elementtitehtaalla jätetty nurkka- ja reunakipsilevyt asentamatta. Näin seinien pystyliitokset saatiin villoitettua, liitettävä toisiinsa suunnitelmien mukaisella ruuviinnityksellä sekä höyrynsuljettua rakenteen toimivuuden takaamiseksi. Höyrynsulkumuovi asennettiin nurkkiin ja seinien jatkoskohtiin seinien pystytyksen jälkeen.

HVS-seinäelementin kohdalla höyrynsulku liitetään jo seinän pystytysvaiheessa HVS-seinän päälle, sillä seinän asennuksen jälkeen höyrynsulkua ei enää olisi saatu rakenteiden väliin tiiviisti. Kuten punaisesta merkkauksesta näkee, rakenteet eivät salli höyrynsulun liittämistä enää jälkikäteen. Seinän päälle asennettava kolmioelementti yläpohjassa tulee suoraan höyrynsulkua vasten.



Kuva 6: Höyrynsulun asennus HVS-elementin päälle

Opinnäytetyössä käytettävässä esimerkkikohteessa vesikatot rakennettiin maassa joko kahdessa tai kolmessa osassa riippuen huoneistojen määrästä rakennusta kohden. Vesikatot rakennettiin vettä pitäviksi jo ennen puuseinäelementtien toimitusta kosteuden minimoimiseksi asennuksen jälkeen.

Vesikatot liitetään seinäelementteihin useasta eri kohdasta. Jokainen kattotuoli kiinnitetään seinien yläjuoksupuuhun, yleensä suunnittelijan mitoittamilla kulma-raudoilla, sitomaan koko puurakennetta yhtenäisenä.

Vesikatto myös reevataan eli vinotetaan seiniin, päätykolmioelementteihin sekä kaikkiin kattotuoleihin. Näiden tarkoitus on säädellä ja ottaa vastaan erityyppisiä tuulikuormia rakennuksen elinkaaren aikana.

5 Työssä tuotetun tarkistuslistan sisältö

Työssä tuotettiin tarkistuslista työmaakäyttöön pohjautuen opinnäytetyön suorittajan sekä muiden samassa yrityksessä työskentelevien runkomestarien tietoon sekä RYL:in määräyksiin. Tarkistuslista on jaettu kolmeen eri työvaiheeseen; toimitukseen, valmistelutöihin sekä asennukseen. Sisällön tuottamiseen on hyödynnetty työmaahenkilöstön suullisia haastatteluja, joihin viitataan tulevissa luvuissa.

5.1 Toimitusosio

Toimitusosiossa työnjohtajaa muistutetaan tarkistamaan elementtien toimituskataulu elementtitoimittajalta, nostokaluston aikataulu, yleisesti työmaan ajoväylät ja mahdollisen puuelementtien välivarastoinnin järjestäminen.

Käytännössä siis työnjohtajan tulee sopia tässä vaiheessa kaikki elementtien toimitusajat ja sovittaa ne yhteen nostokaluston aikataulun kanssa. Näin vältetään aikataulujen kanssa tulevia ongelmia, kun nämä ovat sovittu valmiiksi etukäteen. Työmaan ajoväylien valmistelu tarkoittaa nostokaluston ja elementtitoimitusten varalta tarkastettavia ajoväyliä, että kalustolla päästään asennuspaikalle ilman ongelmia. Työmaalla pidettyjen haastattelujen pohjalta työhön saatiin kommentti, että mahdollinen välivarastointi tulee myös järjestää nosturin nostosäteen alueelle ja varmistaa, että varastointialueen maan pohjat ovat tasaaiset elementtivarastointia varten.

5.2 Valmistelutöiden osio

Valmistelutöiden osalta tarkistuslista käsittelee nostotyösuunnitelman laatimista ja läpikäymistä sekä asennus- ja toimitusjärjestyksen varmistamista. Myös korot, sokkelin vaatimukset ja AOP:n asennus kuuluu tähän osioon. Osio sisältää myös nosturipedin tarkistamisen ja nosturin pystytyspöytäkirjan tarkastuksen.

Elementtien nostotyösuunnitelma on erillinen suunnitelma nostotyötä varten työmaalle, jossa ilmoitetaan esimerkiksi suoritettavan työn kalustotarve, työn suorittaja, työn valvoja ja suunnittelija sekä työturvallisuuteen liittyvät seikat kuten mahdollinen putoamissuojaus ja väliaikainen elementtien tuentakalusto.

Haastatteluissa työmaalla painotettiin erityisesti, että työnjohtajan on myös tarkastettava elementtien toimitus- ja asennusjärjestys hyvissä ajoin ennen kuormien saapumista. Näin saadaan suunniteltua nostotyö turvalliseksi ja johdonmukaiseksi työmaalla, jolloin työn suoritus on tehokasta. Virheellinen toimitusjärjestys voi johtaa siihen, että osa elementeistä on välivarastoitava, mikä aiheuttaa turhia riskejä ja kustannuksia.

Valmistelutöihin luetaan myös sokkelin pystysuuntaisten korkojen tarkistus, aliohjauspuun asennus ja mahdollinen sääsuojaus ennen elementtitoimitusta. Nämä on tarkistettava hyvissä ajoin ennen toimitusta, sillä elementtikuorman ollessa pihalla odottamassa asennusta, tilanne johtaa jälleen välivarastoinnin tarpeeseen.

Nosturipedin tarkistus käsittää nosturin alle jäävän alueen tarkistuksen käytettävän nosturin mittojen mukaisesti. Alueen tulee olla suora ja kantava, että nostotyö on turvallista eikä nosturi pääse heilumaan tai pahimmillaan kaatumaan noston aikana. Nosturin kuljettaja tekee myös aina nosturin pystytyspöytäkirjan. Pöytäkirja sisältää koko nosturin tarkistamisen puomin osalta sekä toiminnallisen kunnan varmistamisen. Tällöin myös nosturin kuljettaja tarkistaa nosturipedin, johon kyseinen laite on pystytetty. Työmaahaastattelujen aikana ilmeni myös, että pöytäkirja tulee toimittaa työmaan vastaavalle työnjohtajalle tai tämän valtuuttamalle henkilölle, eli useimmiten runkomestarille, ennen töiden aloittamista.

5.3 Asennusosio

Asennusosiossa tarkistuslistassa käydään läpi työturvallisuuteen vaikuttavia seikkoja, elementtien silmämääräistä tarkistusta ja rakenteiden asennuksen ja

detaljien noudattamista. Työnjohtajaa muistutetaan myös tarkistamaan mm. ikkunat, sähkövaraukset, sääsuojaukset, tuennat sekä liitosten tiiveys.

Osio alkaa valmisteluvaiheen osiossa olleiden vaiheiden tarkistuksella ennen elementtien asennusta. Tällöin vielä työnjohtaja tarkistaa nostoalueen, nosturin ja AOP:n kiinnityksen sekä siihen liittyvät eristeet. Samalla tarkistetaan myös nostoapuvälineet, eli nostoliinat.

Asennuksen aikana tarkastellaan työturvallisuuden toteutumista koko nostotyön ajan, ettei esimerkiksi kukaan asiaankuulumaton henkilö tule rajatun nostoalueen sisäpuolelle eikä asennustyöryhmä toimi työturvallisuusmääräysten vastaisesti. Asennuksen aikana on myös hyvä tarkastaa elementit ja ikkunat silmämääräisesti mahdollisten vikojen, kolhujen tai muiden kuljetusvaurioiden varalta. Jokaisen elementin asennuksen jälkeen on myös välittömästi asennettava elementille vinotuenta, ettei elementti kaadu asennuksen jälkeen ennen liitoksien ruuvaamista.

Itse asennustyön jälkeen tulee heti tarkistaa elementtien asennussuoruus.

Tässä vaiheessa elementit on vielä helppo asettaa ja säätää oikeaan asentoon ennen muita työvaiheita. Myös muut asennustoleranssit, esimerkiksi suorakulmaisuus ja korot tulee varmistaa. Tässä vaiheessa on myös aika tarkastella elementtejä lähempää mahdollisten vaurioiden varalta.

Asennusosio käsittää myös työvaiheet elementin nostotyön jälkeen. Näihin kuuluu esimerkiksi höyrynsulun asennus, palokatkot, katon liittäminen seinäelementteihin sekä lattiarakenteen ja seinän tiiveys.

6 Opinnäytetyön yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on valmistella tuleva tai uuden kohteen aloittava runkotyönjohtaja varautumaan elementtiasennukseen ja helpottaa työn suoritusta työmaalla kiireen keskellä.

Työn lähdeaineistona toimi rakennusalan kirjallisuus, esimerkkikohteen suunnitelmat sekä detaljit, opinnäytetyön suorittajan kokemukset työmaalla. Myös muita yrityksessä työskenteleviä rivitalorakennusten pystyttäneitä runkomestareita haastateltiin suullisesti ja tuloksia hyödynnettiin fyysisen tarkistuslistan tuottamisessa.

Työn tulos on, että sain selvitettyä ja kasattua selvän, helposti luettavan listauksen eri työvaiheista elementtiasennusta varten työmaalle. Tuloksena on myös teoriaosuus, joka avaa puuseinäelementtejä, niiden rakennetta ja laatuvaatimuksia.

Lähteet

1. Koivuneva Joonas, Puuelementtien asennus sekä niitä ohjaavat määräykset, opinnäytetyö Oulun ammattikorkeakoulu, 2015
2. Saarinen Jarkko, Rivitalon rakenteiden suunnittelu, opinnäytetyö Oulun ammattikorkeakoulu, 2014
3. RT14-11016, RunkoRYL 2010, Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset
4. Vahnen Oy: <https://blog.vahnen.com/henkilomaarat-rakennuksen-paloluokan-ja-kayttotarkoituksen-mukaan>
5. Kuntaliitto: <https://www.kuntaliitto.fi/opas-rakennusjarjestyksen-laitimiseen/6-opas-ja-mallimaarayksia/62-rakentamistapaohjeet-hyva#:~:text=Hyv%C3%A4%20rakennustapa%20k%C3%A4sitteen%C3%A4%20on%20rakennusalan,p%C3%A4%C3%A4st%C3%A4n%20hyv%C3%A4%C3%A4n%20ja%20laadukkaaseen%20lopputulokseen.>
6. Kiinteistöliitto: <https://www.kiinteistoliitto.fi/blogit/lakipahkina/rakentamisen-oikeudellisetyleisperiaatteet/>

Liite 1: Rivitalon puuseinäelementtien tarkistuslista**Puuseinäelementtien tarkistuslista**

TOIMITUS

Työmaa: _____
Rakennuttaja: _____
Toimittaja: _____
Tarkastaja: _____
Tarkistettava kohde: _____

TARKISTUSVAIHEET:	PVM:	LISÄTIEDOT:
Toimitusaikataulu		
Nosturin aikataulu		
Ajoväylät työmaalla		
Kuljetusauton purkualusta		
Nostoalueen raja		
(Välivarastointialueen järjestäminen)		

Puuseinäelementtien tarkistuslista

VALMISTELUVAIHE

Työmaa: _____
 Rakennuttaja: _____
 Toimittaja: _____
 Tarkastaja: _____
 Tarkistettava kohde: _____

TARKISTUSVAIHEET:	PVM:	LISÄTIEDOT:
Nostotyösuunnitelman laatiminen		
Asennusjärjestyksen varmistus		
Toimitusjärjestyksen varmistus		
Korkomerkkien tarkistus		
Sokkelin yläpinnan suoruus		
Bitumikaistan ja alaohjauspuun asennus		
Nosturipedin tarkistus		
Nosturin pystytyspöytäkirja		
Tarkkeet sokkelista		

Sokkelin suoruus		
Alaohjauspuun asennus		
Jätehuollon järjestäminen		

Puuseinäelementtien tarkistuslista

ASENNUSVAIHE

Työmaa: _____
 Rakennuttaja: _____
 Toimittaja: _____
 Tarkastaja: _____
 Tarkistettava kohde: _____

TARKISTUSVAIHEET:	PVM:	LISÄTIEDOT:
Nosturin tarkistus		
Nostoalueen raja		
Nostoapuvälineiden tarkistus		
Nostotyön työturvallisuuden jatkuva tarkkailu		
Elementtien silmämääräinen tarkistus		
Alaohjauspuun ja eristeiden tarkistus		
Elementtien pystysaumojen eristeiden tarkistus		
Elementtien tuenta paikalleen		
Asennustoleranssien tarkistus		

Höyrynsulkumuovin asennus ulko- ja HVS-seinän väliin		
Ylä- ja sisäpintojen sääsuojaus		
Pystysaumojen villoitus ja höyrynsulun asennus		
Liitokohtien suoruus ja suorakulmaisuus nurkissa		
Liitokohtien kipsilevyn asennus (huom ruuvijako)		
Lattiarakenteen ja seinän liitoksen tiivistys		
Sähkövarausten sijainnit		
Palokatkojen tiiveys yläpohjassa		
Kattoristikoiden kiinnitys seinäelementtiin		
Höyrynsulun limitys kattoristikoiden alapintaan		
Julkisivun paneloinnin tarkistus		
Tuuletus toimiva julkisivuverhoilun alla		
Vesipellit asennettu, ehjät		
Pieneläinverkot asennettu, ehjät		
Ikkunoiden kolhujen tarkistus		
Ikkunoiden asennuspalat asennettu oikein		
Ikkunat kiilattu asennusohjeen mukaan		

