

Aapo Päckilä

PUURUNKOTYÖN LAADUNVARMISTUS

PUURUNKOTYÖN LAADUNVARMISTUS

Aapo Päckilä
Opinnäytetyö
Syksy 2020
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma, talonrakennus

Tekijä: Aapo Päckilä
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Puurunkotyön laadunvarmistus
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Quality Assurance of Timber Framework
Työn ohjaaja: Juha Pennanen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2020
Sivumäärä: 31 + 1 liite

Opinnäytetyön aiheena oli puurunkotyön laadunvarmistus ja siihen liittyvät laadunvarmistustoimenpiteet. Tavoitteena oli perehtyä olemassa oleviin laadunvarmistuksen aineistoihin ja selvittää puurunkotyön laatuvaatimukset sekä laadunvarmistuksen toimenpiteet, joilla voidaan toteuttaa talonrakennuksen puurunkovaatimusten mukaisesti. Lisäksi oli tarkoitus selvittää puurunkotyön laadunvarmistuksen yleisimpiä ongelmakohtia ja pohtia ongelmiin ennaltaehkäiseviä ratkaisuja niiden välttämiseksi.

Työn alussa käsiteltiin laadunvarmistusta hankkeen eri osapuolien näkökulmasta, perehdyttiin heidän velvollisuuksiinsa ja vastuisiin sekä avattiin yleiset laatuvaatimukset ja laadunvarmistuskeinot. Lopuksi pohdittiin puurungon yleisimpiä ongelmia, joka liittyvät kosteudenhallintaan, tekniseen toteutukseen ja työnjohtoon.

Työssä saatiin puurunkotyön laadunvarmistuksen ongelmakohtiin vaihtoehtoisia ratkaisuja, jolla pyrittäisiin ennaltaehkäisemään ongelmien syntymistä. Loppupohdinnoissa tulikin esille, että laadunvarmistus on ottanut kehitysaskelia, mutta edelleen on parannettavaa. Laadunvarmistuksen onnistumiseen vaikuttavat paljon työn tekemiseen valitut toteutustavat, ja itse toteutuksen yhteydessä onnistuminen on kiinni hyvin pienistä asioista.

Asiasanat: laatuvaatimukset, puurakentaminen, laadunhallinta, laadunvarmistus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Construction Management

Author: Aapo Päckilä

Title of thesis: Quality Assurance of Timber Framework

Supervisor: Juha Pennanen

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2020

Pages: 31 + 1 appendices

The topic of the thesis was quality assurance of timber framework and related quality assurance measures. The aim was to become familiar with existing quality assurance materials and to explain the quality requirements of the timber frameworks as well as quality assurance measures with which timber frameworks are able to be executed according to quality requirements. Also, the aim was to figure out the common problems of quality assurance and to consider preventive solutions to the problems to avoid them.

At the beginning of this work, quality assurance was processed from the perspective of various parties in the project, find their duties and responsibilities as well as common quality and quality assurance measurements. At the end of this work general problems of moisture management, technical execution and work management were considered.

The work provided solutions to the problems of quality assurance of timber framework which can prevent problems to occur. Although the quality assurance has taken steps to improve, there is still much to improve. The work methods that are chosen to do will greatly affect the outcome and, after all, the success of quality assurance depends on very small things.

Keywords: quality requirements, timber construction, quality control, quality assurance

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 LAADUNVARMISTUS	8
2.1 Laadunvarmistukset tavoitteet	8
2.2 Viranomaisten laadunvarmistus	8
2.3 Rakennuttajan laadunvarmistus	9
2.4 Urakoitsijan laadunvarmistus	9
3 PUURUNKORAKENTAMINEN	11
3.1 Rakenneosat	11
3.2 Puumateriaalit ja toteutustavat	12
4 YLEISET LAATUVAATIMUKSET	13
4.1 Materiaalin laatuvaatimukset	13
4.2 Puurakenteen asennusalustan laatuvaatimukset	14
4.3 Rakenneosan tekniset laatuvaatimukset	14
5 LAADUNVARMISTUSKEINOT	17
5.1 Työtä edeltävä laadunvarmistus	17
5.1.1 Kuivaketju10	17
5.1.2 Tehtäväsuunnitelma	18
5.1.3 Mallityö	19
5.2 Työnaikainen laadunvarmistus	19
5.3 Työn jälkeinen laadunvarmistus	20
6 PUURUNKOTYÖN YLEISIMPIÄ ONGELMIA	21
6.1 Kosteudenhallinnan ongelmat	21
6.1.1 Materiaalin varastoinnin kosteudenhallinta	22
6.1.2 Rakenneosien kosteudenhallinta	23
6.2 Rakenteen tekniset ongelmat	25
6.2.1 Mittavirheet	25
6.2.2 Yksityiskohtaiset detaljit	26
6.3 Työnjohdolliset ongelmat	27

6.3.1 Tehtävän suunnittelu	27
6.3.2 Työn ohjaus	28
6.3.3 Työn valvonta	28
7 POHDINTA	29
LÄHTEET	31
LIITTEET	
Liite 1 Tarkistuslista	

1 JOHDANTO

Suomessa vallitsevat vaihtelevat olosuhteet aiheuttavat merkittävää säärasitusta kiinteistöjen rakenteille. Eri vuodenajan myrskyt ja muut sään ääri-ilmiöt saattavat laittaa kiinteistömme kantavat puurakenteet lujille. Talvikautena lumen runsaan määrän ja lumen koostumuksen vuoksi jopa nykyaikaisten määräysten mukaisesti suunnitellut rakenteet saattavat sisältää riskejä rakentamisen toteutuksen epäonnistuessa. Riski koskee varsinkin maamme lumisimpia paikkoja ja riskirakenteiksi luokiteltuja rakenteita. Tästä syystä puurunkotyön laadunvarmistus on keskeinen osa puurakentamista, jotta rakenteet todellisuudessakin soveltuu suunniteltuun käyttötarkoitukseen.

Puurunkorakenteiden tulee kestää olosuhteiden aiheuttamat rasitukset kuten tuulen ja lumen aiheuttamat kuormitukset. Runkorakenteet ottavat kuormitukset vastaan ja välittävät ne perustusten kautta maaperään. Samalla runkorakenteilla yhdessä julkisivuverhouksien kanssa on keskeinen rooli suojata rakennuksen sisäosia edellä mainittuja olosuhteita vastaan.

Tässä työssä käsitellään puurunkorakenteiden laadunvarmistusta, laatuvaatimuksia, laadunvarmistuksen keinoja ja -toimenpiteitä sekä perehdytään vaatimukseen ja määräyksiin. Lisäksi käsitellään puurunkotyön yleisimmin esiintyviä ongelmakohtia.

Työn tavoitteena on selvittää, mitä puurunkotyön laatuvaatimukset pitävät sisällään ja mitkä ovat ne toimenpiteet ja työkalut, joiden avulla laadunvarmistus voidaan suorittaa siten, että asetetut vaatimukset ja määräykset täyttyvät. Lisäksi tavoitteena on pohtia ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä ja ratkaisuja puurunkotyössä esiintyviin ongelmiin.

2 LAADUNVARMISTUS

2.1 Laadunvarmistukset tavoitteet

Rakennushankkeen laadunvarmistuksen tavoitteena on varmistua siitä, että rakennus täyttää sille asetetut määräykset ja laatuvaatimukset. Keskeinen osa laadunvarmistusta on laadun mittaaminen ja sen vertaaminen asetettuihin tavoitteisiin. Olennaista varmistuksen kannalta on myös se, että laatuvaatimukset ovat selvillä kaikille osapuolille. (Junnonen 2010, 57.)

Laadunvarmistuksen osapuolia on rakennuttaja, suunnittelijat ja urakoitsijan edustajat. Tärkeää on, että informaation tulee kulkea moitteettomasti osapuolten välillä, jotta väärinymmärryksestä tai puuttuvista tiedoista johtuvat ongelmat vältetään. Laadunvarmistus toimii parhaiten silloin, kun osapuolten vastuut ja velvollisuudet ovat selkeät. (Junnonen 2010, 57.)

2.2 Viranomaisten laadunvarmistus

Suomen rakentamismääräyskokoelma ja maankäyttö- ja rakennuslaki asettavat talonrakentamiselta edellytettävän vähimmäistason. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennustyön on täytettävä säännökset ja määräykset sekä lisäksi työ on suoritettava hyvää rakennustapaa noudattaen. Hyvän rakennustavan yleinen lähde on Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. (Junnonen 2010, 67.)

Viranomaisten tehtävä on varmistaa, että hanke noudattaa yllä mainittuja määräyksiä ja lakeja, sekä varmistua hankkeeseen osallistuvien riittävä asiantuntemus ja ammattitaito. Viranomaisen määrää sen minimitaso, jonka on täytyttävä. (Junnonen 2010, 67.)

Rakennushankkeessa viranomaisen voi edellyttää ennen rakennustyön aloittamista aloituskokouksen pitämistä. Lisäksi viranomaisen vaatii rakennustyön tarkastusasiakirjan ylläpitämistä ja tarvittaessa laadunvarmistusselvitystä. Aloituskokouksessa käydään läpi ja kirjataan osapuolten velvoitteet, keskeiset toimijat ja heidän velvoitteensa sekä vaadittavat katselmukset ja muut tarvittavat toimenpiteet. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132, 121 §.)

Rakennustyön tarkastusasiakirja on viranomaisen edellyttämä asiakirja, jonka sisältö vaihtelee hankkeen laajuuden mukaan. Asiakirjan tulee kuitenkin sisältää ne tarvittavat asiat, joilla voidaan varmistua hankkeen toteutuksesta määräysten ja säännösten mukaisesti. Kun rakennushankkeen vaativuudesta tai jostain muusta syystä voidaan perustellusti olettaa, että rakennustyö ei toteudu määräysten tai säännösten mukaan, tällöin viranomainen voi vaatia laadunvarmistus selvitystä, jotta asetetut tavoitteet voidaan saavuttaa. (Junnonen 2010, 57; Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132, 121 §.)

2.3 Rakennuttajan laadunvarmistus

Rakennuttajalla tulisi olla yrityksen toimintasuunnitelma, jonka perusteella rakennuttaja laatii aina hankekohtaisen laatusuunnitelman ja sen valvontaan laadunvalvontasuunnitelman. Laatusuunnitelmassa esitetään kyseisen kohteen menettelytavat, huomioiden kohteen erityispiirteet. Laatusuunnitelman pohjana on yrityksen laaditut toiminta- ja työohjeet, urakasopimuksen ehdot, kohteen suunnitelma-asiakirjat sekä tuotantopaikan olosuhteet. Laatusuunnitelman keskeisiä osia ovat kohteen riskianalyysi sekä laadunvarmistusmatriisi. (Junnonen 2010, 59.)

Tärkeä osa rakennuttajan laadunvarmistusta rakentamisvaiheessa on myötävaikuttamisvelvollisuus sekä oma työmaavalvonta. Myötävaikuttamisvelvollisuus tarkoittaa sitä, että rakennuttaja luo edellytykset urakoitsijalle toteuttaa sopimuksen mukaiset velvollisuudet (RT 16-10660. 1998, 5). Työmaavalvontaan rakennuttaja palkkaa työmaavalvojan, joka lähtökohtaisesti varmistaa, että työ toteutetaan sopimusten mukaisesti. Lisäksi työmaavalvoja voi antaa täydentäviä ohjeistuksia täydentämään suunnitelmia.

2.4 Urakoitsijan laadunvarmistus

Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet ovat sopimusperusteisia ja niiden perusta laadunvarmistukselle on tilaajan laatusuunnitelma ja muut tilaajan esittämät laatuvaatimukset sekä viranomaisten vaatimat laadunvarmistustoimet. Urakoitsijalla tulee olla rakennustyöstä kirjallinen laadunvarmistus, joten vaadittaessa urakoitsijan tulee laatia myös oma laatusuunnitelma ja laadunvalvontasuunnitelma.

Kirjallisen laadunvarmistuksen edellyttää Rakennusurakan yleiset sopimusehdot YSE 1998. (Junnonen 2010, 71.)

Tärkeimpänä urakoitsijan laadunvarmistuksena on laadunvalvonta ja sen dokumentointi. Laadunvalvontaa voidaan toteuttaa tekemällä erilaisia mittauksia, tarkastuksia ja katselmuksia. Urakoitsijan tulee myös huolehtia siitä, että rakennuttaja voi toteuttaa myötävaikuttamisvelvollisuutensa ilmoittamalla ajoissa, milloin suunnitelmien ja muiden tietojen pitää olla urakoitsija käytettävissä. (Junnonen 2010, 65.)

Urakoitsijan tulee käyttää rakennustuotteita, jotka vastaavat vähintään urakoitsijan kahden vuoden takuuajaa. Urakoitsijan tulee myös vaatia samaa kahden vuoden takuuvastuuta aliorakka- ja hankintasopimuksissa. Pidemmässä takuunalaisissa töissä tai laitteissa urakoitsija voi vapautua kahden vuoden jälkeen vastuusta, jos aliorakoitsija tai laitetoimittaja sopii rakennuttajan kanssa suorasta vastuusta. (Junnonen 2010, 71.)

3 PUURUNKORAKENTAMINEN

Runkorakenteilla on merkittävä rooli rakennuksen ulkoisten rasituksien jakamisessa. Runkorakenteiden tulee ottaa vastaan sille tulevat lumi- ja tuulikuormitukset sekä välittää nämä kuormitukset aina alaspäin perustuksille ja sitä kautta maaperälle. Samalla runko toimii alusrakenteena sisä- ja ulkopuolisille verhourakenteille.

Jos runkotyön laadunvarmistus epäonnistuu tai laiminlyödään, voi vakavimmillaan rakenteet sortua kuormien vaikutuksista tai rakenteisiin voi syntyä epäedullisia muodonmuutoksia. Näin ollen se voi johtaa vakaviin onnettomuustilanteisiin ja ihmishenkien menetyksiin.

Tässä osiossa käsitellään lyhyesti puurunkorakentamisen rakenneosia ja yleisesti käytössä olevia puumateriaaleja ja puurunkojen toteutustapoja. Tarkoituksena ei ole käydä niitä yksityiskohtaisesti läpi vaan antaa yleiskäsitystä puurakenteista.

3.1 Rakenneosat

Seinärakenteita ovat rakennukset kantavat ja kuormia siirtävät seinärakenteet. Seinärakenteisiin sisältyy rungon teko, joka käsittää runkotolppien pystyttämiset, ala- ja yläsidepuiden asennukset sekä ovi- ja ikkuna-aukkojen teot. Lisäksi seinärakenteisiin sisältyy seinärunkoon liittyvien jäykisteiden ja koolauksien asennukset.

Ala-, väli- ja yläpohjat ovat rakennuksen kantavia vaakasuuntaisia tasorakenteita. Rakenneosiin sisältyvät kannatusosien ja palkkirakenteiden asennukset, koolausrakenteet sekä tarvittavien aukotuksien ja läpivientien teot.

Vesikattorakenteet käsittävät vesikaton runkorakenteen, räystäsrakenteen ja katealustan. Rakenneosa sisältää vesikaton alusrakenteen ja räystäsrakenteen teon sekä katealustan koolauksen.

3.2 Puumateriaalit ja toteutustavat

Puurakentamisessa on käytössä nykyään puuta monenlaisessa eri muodossa. Massiivipuuta on saatavissa niin sahatavarana, höylättyinä ja kuin myös erilaisin käsittelyin. Puut jaotellaan lisäksi vajaa- ja täyssärmäisiin, jotka vielä jaotellaan laadun mukaan eri laatuluokkiin. Perinteisen massiivipuun lisäksi käytössä on liimapuuta ja viilupuuta sekä esimerkiksi ristiin laminoitua CLT-puuta. Näitä on saatavina hyvin eri kokoisina ja pituuksina. Tämä mahdollistaa suurten ja kestävien rakennelmien rakentamisen.

Puurunkorakenteita voidaan toteuttaa monella eri tapaa. Puurungon paikallarakentaminen voidaan jakaa kolmeen osaan. On perinteinen paikalla rakentaminen pitkästä puutavarasta, jossa rakenneosat tehdään käytännössä alusta loppuun työmaalla. Toinen tapa on tehdä yleisimmät osat valmiiksi ja loput työstetään työmaalla. Lisäksi on pre-cut-rakentamista, jossa kaikki puurunkorakenteen osat tuodaan työmaalle määrämittaan katkottuina ja varsinainen työ on osien asentamista oikeille paikoilleen. Puurungon paikallarakentamisen suosio on lähtenyt laskuun ja lasku on jatkanut kiihtymistään.

Paikallarakentamisen vähentyessä elementtirunkorakentaminen on kasvanut voimakkaasti ja yleistynyt. Elementtirakentamisessa pyritään rakentamaan rakenneosat mahdollisimman valmiiksi joko yleisemmin elementtitehtaassa tai vaihtoehtoisesti myös paikan päällä työmaalla. Elementtien valmistuttua ne tuodaan työmaalle ja pystytetään. Elementtirakentaminen suosio perustuu kustannustehokkaampaan rakentamiseen ja varsinaisen rakennusajan lyhentämiseen. Lisäksi sillä pystytään pienentämään muun muassa kosteudenhallinnan, työturvallisuuden sekä kustannuksen riskejä.

4 YLEISET LAATUVAATIMUKSET

Valmiin puurungon tulee olla suunnitelmien mukainen ja täyttää sille asetetut vaatimukset. Näkyvien pintojen tulee olla puhtaita ja valmiita jatkokäsittelyä varten. (RT 14-11016. 2010, 227–229.)

Puurakenteille on asetettu työkohtaiset asennustarkkuudet. Tarkkuudet mitataan rakenteen huonoimmasta kohdasta ja poikkeaminen tulee täyttää kaikki tarkkuusvaatimukset yhtä aikaa. Tässä on esitetty yleisten laatuvaatimusten mukaiset materiaali- ja asennustarkkuuden vaatimukset. Suunnitelmissa voidaan vaatia erikseen vielä tarkempia laatuvaatimuksia. (RT 14-11016. 2010, 217–232.)

Rakennukset jaetaan taulukon 1 mukaisesti kolmeen eri luokkaan, jossa jokaisella luokalla on omat mittatarkkuusvaatimukset.

TAULUKKO 1. Mittatarkkuusluokkien määrittely (RT 14-11016. 2010, 232)

Luokka 1	Rakennusosat, joilta vaaditaan erityistä mittatarkkuutta ja joille asetetaan erityisen korkeat ulkonäkövaatimukset.
Luokka 2	Asuin-, liike- ja toimisto- tai vastaavien rakennusten rakennusosat. Luokka 2 on yleisimmin käytetty asennustarkkuusluokka.
Luokka 3	Hallirakennusten yms. tilojen rakennusosat, joille voidaan sallia luokkaa 2 alhaisemmat mittatarkkuus- ja ulkonäkövaatimukset.

4.1 Materiaalin laatuvaatimukset

Puutavaran ja liittimien ominaisuuksien tulee täyttää kansalliset vaatimukset. Ominaisuudet ilmoitetaan lähtökohtaisesti CE-merkinnällä tai vaihtoehtoisesti Suomen rakentamismääräyskokoelman osan B5 menettelyllä. Puutavaran tulee olla laadultaan, poikkileikkausmittojen mittapoikkeamiltaan ja mittatarkkuusvaatimuksiltaan kyseisen puutavaran SFS-EN-standardin tai sopimusasiakirjojen mukaista. (RT 14-11016. 2010, 217–228.)

Kuljetuksessa ja varastoinnissa puutavara tulee suojata ulkoisia rasituksia vastaan siten, että puutavaraan ei synny muodonmuutoksia tai ulkonäköä heikentäviä virheitä. Riittävällä tuuletuksella tulee myös varmistaa, että puutavaran kosteus ei ylitä sille asetettuja vaatimuksia. (RT 14-11016. 2010, 217–228.)

4.2 Puurakenteen asennusalustan laatuvaatimukset

Asennusalustan tulee olla tasaisuudeltaan taulukon 2 asennustarkkuusvaatimusten mukainen ja hyväksytysti muut laatuvaatimukset täyttävä. Puurakenteen ja alustan välissä pitää käyttää kosteudeneristystä, jotta alustasta nouseva kosteus ei pääse siirtymään rakenteeseen.

TAULUKKO 2. Asennusalustan vaatimukset (RT 14-11016. 2010, 227)

Tasaisuusvaatimukset	Perusmuurin yläpinta saa poiketa vaakasuorasta enintään ± 5 mm ja ulkomitat suunnitelma-asiakirjoista enintään ± 10 mm (kokonaisero). Perusmuurin tasaisuusvaatimus on ± 3 mm/2 m ja yläpinnan kaltevuus saa olla enintään ± 2 mm kahden metrin matkalla.
Kosteudeneristysvaatimus	Kosteudeneristeenä käytetään bitumikermiä. Siveltävät kosteudeneristeet eivät ole riittäviä estämään kosteuden tunkeutumista alustasta rakenteeseen.

4.3 Rakenneosan tekniset laatuvaatimukset

Seinärakenteen asennustarkkuudet tulee olla vähintään alla olevan taulukon 3 mukaiset. Asiakirjoissa voidaan vaatia myös tiukempia mittatarkkuuksia, jolloin niitä tulee noudattaa ensisijaisesti.

TAULUKKO 3. Seinien asennustarkkuudet (RT 14-11016. 2010, 231)

Taulukko 711:T28. Seinien asennustarkkuudet.

Ulottuvuus ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Sivusijainti perussuorasta Δ1	± 3 mm	± 5 mm	± 10 mm
Runkotolppien väli Δ2	± 3 mm	± 5 mm	± 10 mm
Ikkuna- tai oviaukon koko	± 3 mm	± 5 mm	± 10 mm
Ikkuna- tai oviaukon sijainti	± 3 mm	± 5 mm	± 10 mm
Vapaa väli (vastakkaiset seinät) Δ3	± 3 mm	± 5 mm	± 10 mm
Seinärunгон suoruus Δ4	± 1,5 ‰ ¹⁾	± 1,5 ‰ ¹⁾	± 1,5 ‰ ¹⁾
Seinärunгон poikkeama pystysuorasta Δ5			
– korkeus enintään 3 m	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm
– korkeus yli 3 m	± 8 mm	± 8 mm	± 8 mm

¹⁾ Mittauspituudesta, kun mittauspituus on vähintään 2 m.

Δ1...Δ5 viittaavat kuvaan 711:K3 (liitteessä 711:L1 Runгон asennustarkkuuksien selityksiä)

Kun puurakenteiden toteutusstandardi on valmis, noudatetaan sen asennustarkkuuksia.

Ala- ja välipohjan lattiakannattimien asennustarkkuuksien tulee olla vähintään taulukon 4 mukaiset ja yläpohjakannattimien asennustarkkuudet vähintään taulukon 5 mukaiset. Asiakirjoissa voidaan vaatia myös tiukempia mittatarkkuuksia, jolloin niitä tulee noudattaa ensisijaisesti.

TAULUKKO 4. Lattiakannattimien asennustarkkuudet (RT 14-11016. 2010, 232)

Taulukko 711:T29. Lattiakannattimien (sekundaarikannakkeiden) asennustarkkuudet.

Ulottuvuus ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Kannattimien vapaa väli Δ1	± 3 mm	± 5 mm	± 10 mm
Porrasaukon, tms. koko	± 3 mm	± 5 mm	± 10 mm
Porrasaukon, tms. sijainti	± 3 mm	± 5 mm	± 10 mm
Korkeusasema tuella Δ2	± 2 mm	± 4 mm	± 6 mm
Kannattimen poikkileikkauksen poikkeama pystysuorasta Δ3	± H/100 + 1 mm ²⁾	± H/100 + 4 mm ²⁾	± H/100 + 8 mm ²⁾
Kannattimen suoruus Δ4	± 1,5 ‰ ¹⁾	± 1,5 ‰ ¹⁾	± 1,5 ‰ ¹⁾
Suoruus, kun lattiaa kuormittaa lattiapäällysteen alusrakenteiden oma paino Δ5	± 1,5 ‰ ¹⁾	± 1,5 ‰ ¹⁾	± 1,5 ‰ ¹⁾

¹⁾ Mittauspituudesta, kun mittauspituus on vähintään 2 m.

²⁾ H = poikkileikkauksen korkeus

Δ1...Δ5 viittaavat kuvaan 711:K4 (liitteessä 711:L1 Runгон asennustarkkuuksien selityksiä)

Kun puurakenteiden toteutusstandardi on valmis, noudatetaan sen asennustarkkuuksia.

TAULUKKO 5. Yläpohjakannattimien asennustarkkuudet (RT 14-11016. 2010, 232)

Taulukko 711:T30. Yläpohjakannattimien asennustarkkuudet.

Ulottuvuus ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama		
	Luokka 1	Luokka 2	Luokka 3
Kannattimien vapaa väli Δ1	± 3 mm	± 5 mm	± 10 mm
Korkeusasema tuella Δ2	± 2 mm	± 4 mm	± 6 mm
Kannattimen ²⁾ poikkileikkauksen poikkeama pystysuorasta Δ3	± H/200 + 1 mm ³⁾	± H/200 + 5 mm ³⁾	± H/200 + 10 mm ³⁾
Kannattimen suoruus Δ4	± 1,5 ‰ ¹⁾	± 1,5 ‰ ¹⁾	± 1,5 ‰ ¹⁾
Suoruus, kun yläpohjaa kuormittaa yläpohjan oma paino Δ5	± 3,0 ‰ ¹⁾	± 3,0 ‰ ¹⁾	± 3,0 ‰ ¹⁾

¹⁾ Mittauspituudesta, kun mittauspituus on vähintään 2 m.

²⁾ Ei koske naulalevyristikoita.

³⁾ H = poikkileikkauksen korkeus

Δ1...Δ5 viittaavat kuvaan 711:K5 (liitteessä 711:L1 Rungon asennustarkkuuksien selityksiä)

Kun puurakenteiden toteutusstandardi on valmis, noudatetaan sen asennustarkkuuksia.

Vesikaton alusrakenne tulee toteuttaa katemateriaalin vaatimusten sekä suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Alusrakenteen teon yhteydessä on huomioitava se, että katemateriaali voidaan kiinnittää valmistajan edellyttämällä tavalla. Alusrakenteen tuuletuksen tulee olla rakennesuunnitelmien mukainen.

5 LAADUNVARMISTUSKEINOT

5.1 Työtä edeltävä laadunvarmistus

Hyvissä ajoin ennen työn aloitusta tulee varmistaa puurunkotyössä tarvittavien resurssien saatavuus, huomioiden resurssien toimitusajat. Varastointi- ja nosto-alueet on suunniteltava etukäteen ennen materiaalien ja kaluston saapumista työkohteeseen. Nostokalustoa käytettäessä tulee nostot suunnitella siten, että nostot ja siirrot tapahtuvat sujuvasti ja turvallisesti. Tarkistetaan myös käytettävän kaluston kunto ja toimivuus. (Ratu KI-6029. 2017, 198.)

Vastaanotettaessa materiaaleja tulee ne tarkistaa huolellisesti ja varmistua siitä, että ne vastaavat tilattuja. Materiaalit suojataan hyvin ulkoisilta rasituksilta ja huolehditaan myös siitä, että materiaalit pääsevät tuulettumaan. (Ratu KI-6029. 2017, 198.)

Työn toteuttavan henkilöstön kanssa pidetään aloituspalaveri, jossa käydään läpi suunnitelmat, laatuvaatimukset ja muut työhön liittyvät asiat ja tarvittavat asiakirjat. Perehdytetään työntekijät työkohteeseen ja annetaan tarvittava työnopastus. Tarkistetaan, että edellinen työvaihe on saatu suoritettua ja se on suunnitelmien mukainen sekä asennusalusta täyttää sille asetetut vaatimukset. Sovitaan työn toteuttamisjärjestyksestä ja pelisäännöistä sekä siitä, missä kunnossa työ tulee luovuttaa. (Ratu KI-6029. 2017, 198; Ratu 0423. 2014, 23.)

5.1.1 Kuivaketju10

Kuivaketju10 on kosteudenhallinnan toimintamalli, jolla pyritään vähentämään kosteusvaurioiden syntymisen riskiä koko rakennuksen elinkaaren ajalla. Toimintamalli perustuu Kuivaketju10-riskilistaan ja sen todentamisohjeeseen. Riskilistassa on kymmenen keskeisintä riskikohtaa, jotka perustuvat aikaisempaan kokemukseen Suomessa yleisesti esiintyvistä ongelmista. Todentamisohjeessa esitetään riskin torjuntakeinot suunnitteluvaiheessa sekä työmaavaiheessa. Kuivaketju10:n osapuolina on rakennuttaja, suunnittelijat ja rakennuttajan nimeämä hankkeesta riippumaton kosteuskoordinaattori sekä urakoitsija. (Kuivaketju10. 2018.)

Suunnitteluvaiheessa suunnittelijat tekevät arviointityön, jossa tutustuvat hankkeen riskikohteisiin, huomioiden hankkeen erityispiirteet. Tämän pohjalta suunnittelijat luovat hankkeen varsinaisen riskilistan ja riskeihin yksityiskohtaiset suunnitelmat riskikohtien toteuttamisesta riskilistan ja -todontamisohjeen mukaan. (Kuivaketju10. 2018.)

Työmaatoteutuksessa vastuu on pääurakoitsijalla. Olennainen osa työmaatoteutusta on perehdytys. Perehdytyksessä vastaavan tulee käydä läpi Kuivaketju10:n toimintamallin peruseriaatteet ja urakoitsijan tarkistuslista. Perehdytyksen tavoite on, että työntekijät tuntevat tarkistuslistan työvaiheet. Urakoitsijan tarkistuslistan toteutukset täytyy todentaa ja dokumentoida. Kokonaisvastuu työvaiheiden dokumentoinnin onnistumisesta on kosteuskoordinaattorilla. (Kuivaketju10. 2018.)

5.1.2 Tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnitelma on yksi ensimmäisistä laadunvarmistuskeinoista ennen varsinaisen työn aloittamista. Tehtäväsuunnitelma laaditaan ennen työn aloitusta hankkeen sopimusasiakirjojen pohjalta. Tehtäväsuunnitelman tavoite on auttaa laadunvarmistusprosessissa siten, että tehtävä suunnitellaan riittävällä tarkkuudella, jotta asetetut laatuvaatimukset saavutetaan. (Ratu KI-6029. 2017, 189.)

Tehtäväsuunnitelman keskeiseen sisältöön kuuluvat työn aikatauluttaminen, selvitys liittyvistä töistä ja niiden riippuvuuksista sekä kustannuslaskenta. Lisäksi tulee varmistua aloitusedellytyksen täyttymisestä, tehdä riskien ja ongelmien analyysi ja tarvittavat toimenpiteet työ- ja ympäristönturvallisuuden kannalta, kirjata asetetut laatuvaatimukset ja laadunvarmistuksen toimet sekä kirjata tehtävän työnaikaiset valvontamenetelmät. (Ratu KI-6029. 2017, 189.)

Tehtäväsuunnitelman avulla voidaan tehdä esimerkiksi materiaalin ja kaluston tilaussuunnitelma. Tällöin voidaan jo ennen työn aloitusta suunnitella oikeat materiaalit ja kalustot ja näin ollen saadaan minimoitua materiaalin hukkamäärät sekä toimituksen riskejä pystytään pienentämään. (Ratu KI-6029. 2017, 189.)

5.1.3 Mallityö

Mallityö tehdään samassa työkohteessa, missä varsinainen työ tullaan tekemään. Mallityön tekijät, käytettävät menetelmät ja materiaalit tulevat olla samoja kuin varsinaista työtä tehdessä. Mallityö tehdään ja tarkastetaan. Työn tulee täyttää tarkastuksessa sille asetetut vaatimukset. Mallityön etu on se, että mallityön jälkeen voidaan vielä vaikuttaa työn lopputulokseen ja mahdolliset laatuongelmat havaitaan ajoissa, ennen kuin työ suoritetaan lopullisessa mittakaavassa. (Ratu 0416. 2014, 28.)

5.2 Työnaikainen laadunvarmistus

Ennen varsinaista työn aloitusta tulee järjestää aloituspalaveri. Aloituspalaverissa käydään läpi tehtävän aloitusedellytykset. Käydään läpi tehtävän suunnitelmat, työmenetelmät, aikataulu, materiaali ja kalusto sekä mahdolliset tehtävään liittyvät työt ja ongelmat. Sovitaan tehtävän laadunvarmistustoimenpiteistä ja työturvallisen työskentelyn edellyttämistä toimista ja suojauksista. (Ratu KI-6029. 2017, 189.)

Kosteudenhallinta toteutetaan jo hankkeen alussa laaditun kosteudenhallintasuunnitelman mukaisesti. Kosteudenhallintasuunnitelmassa on esitetty vaadittu taso, kosteudenhallinnan keinot ja tarkastustoimenpiteet. Kosteudenhallintasuunnitelmassa voi esimerkiksi olla määritelty, suojataanko koko rakennus vai jokin tietty rakenneosai tai pelkästään materiaalit. (Ratu 0416. 2014, 2–7.)

Työkohteessa vastuuhenkilö pitää työmaapäiväkirjaa, johon kirjataan työnaikaiset olosuhteet, laadunvalvonnan toimenpiteet ja niiden tulokset. Vastuuhenkilö huolehtii, että työturvallisen työskentelyn edellytykset täyttyvät, kuten suojaimien käyttö, kaluston turvallisuus ja telineiden sekä nostokaluston tarkistukset ja dokumentointi. Putoamissuojaukseen tulee kiinnittää erityistä huomiota työskennellessä korkealla. (Ratu KI-6029. 2017, 199; Ratu 0423. 2014, 23.)

Vastuuhenkilön on lisäksi selvitettävä ja ohjeistettava työn tekijöille työnaikaisia toimenpiteitä ja laadunvarmistusta. Esimerkiksi seuraavat asiat on hyvä käydä läpi. Mittaukset tehdään suunnitelmien mukaisesti ja riittävän huolellisesti, jotta virhemittauksia ei pääse syntymään. Runkorakenteeseen ei saa tehdä muutoksia

ilman rakennesuunnittelijan lupaa. Työnaikaiset tuennat tulee tehdä riittävän huolellisesti, ottaen huomioon työn luonne ja olosuhteet. Työn aikana tulee varoa vaurioittamasta käytettäviä materiaaleja, varoa näkyviin jäävien pintojen naarmuttamista ja likaantumista tai varoa jotenkin muuten heikentämästä materiaalin laatua. (Ratu KI-6029. 2017, 199.)

5.3 Työn jälkeinen laadunvarmistus

Runkotöistä viranomaisen yleensä määrää runkokatselmuksen pidettäväksi. Runkokatselmus pidetään, kun rakennuksen kantavat ja jäykistävät rakenteet on tehty ja ennen kuin ne peitetään. Katselmuksessa viranomaisen selvittää, onko runkorakenteet tehty määräyksien, asetusten ja suunnitelmien mukaisesti sekä ovatko työvaiheeseen liittyvät toimenpiteet, tarkastukset ja selvitykset tehtynä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132. 150 §.)

Työkohteelle on hyvä tehdä itselleluovutustarkastus, jossa tarkastuslistan avulla tarkistetaan, että suunnitelmien ja asiakirjojen vaatimukset täyttyvät. Työn puutteet ja virheet kirjataan ylös ja korjataan. Tämän jälkeen pidetään vastaanottotarkastus tilaajan kanssa ja luovutetaan työ valmiina. Työstä tehdyt dokumentit ja asiakirjat luovutetaan rakennuttajalle tallennettavaksi. Tarvittaessa perehdytetään asiakas huoltovaatimuksiin ja annetaan huolto- ja käyttöohjeet. (Ratu 0423. 2014, 23.)

Tarkistuslista on hyvä työkalu varmistaa työn tekemisen edellytykset ja vaatimukset. Tarkistuslistan avulla myös tarkastetaan, että määrätyt vaatimukset toteutuvat materiaalien, toleranssien, kiinnitysten ja liitoksen sekä rakenteen toimivuus suunnitelmien edellyttämällä tavalla. Liitteen 1 mukaisella tarkistuslistalla tarkistettavat kohteet tulee käytyä järjestelmällisesti läpi ja samalla saadaan dokumentti talteen. (Ratu KI-6029. 2017, 201.)

6 PUURUNKOTYÖN YLEISIMPIÄ ONGELMIA

Tässä luvussa on tarkoitus käsitellä taulukon 6 mukaisia puurunkotyön yhteydessä esiintyviä ongelmia ja pohtia niiden syntyymiseen johtuvia syitä sekä mahdollisia ratkaisuja ongelman ennaltaehkäisemiseksi. Käsitellyt ongelmat perustuvat omiin havaintoihin ja kokemuksiin talonrakennustyömailta viimeiseltä 10 vuoden ajalta.

TAULUKKO 6. Puurunkotyön yleisimpiä ongelmia

TYÖVAIHE	ONGELMA	SYYT	RATKAISU
Kosteudenhallinta - Materiaalin - Rakennesosan	suojauksen puute/riittämättömyys, suojaustavan valinnat suojauksen puute/riittämättömyys, suojaustavan valinta	väärät asenteet, kiire, huolimattomuus, väärät suojausmateriaalit huolimattomuus, rakennustavan valinta	paremmat suojauspeitteet, materiaalihalli, asennoitumiskulttuuri rakennuksen huputtaminen, elementtirakentaminen
Tekninen toteutus - Mittaukset - Detaljit	virhemittaukset, puutteelliset työsuunnitelmat toteutuksen epäonnistuminen, käytännön toteutuksen näkökulmasta virheelliset tai päällekkäiset suunnitelmat	huolimaton mittaus-työskentely, ei tunneta työmenetelmiä suunnitelmien tulkin-tavirheet, suunnitelmien käytännön toteutuksen huomioit-ta jättäminen	tarkistusmittaukset, suunnitelmien tarkistukset suunnitelmiin perehtyminen, suunnitelmien tarkistamiset, törmäystarkastelu
Työnjohto - Tehtävän suunnittelu - Työn ohjaus - Työn valvonta	tehtävän aloitus-edellytyksien luominen riittämätön perehdytys/ohjeistus työntekijöille puutteellinen valvonta ja dokumentointi	vajaat resurssit, ajankäytön suunnittelu epäonnistuminen väärät olettamukset työntekijöiden taidoista tai ammattitaidoista ajankäytön hallinnan epäonnistuminen	panostaminen tehtävän suunnitteluun ja työkalujen hyödyntäminen aloituskokoukset ennen työn aloitusta, jossa oleelliset asiat käydä lävitse ajankäytön priorisointi, riittävän tiheät tarkastuskäynnit

6.1 Kosteudenhallinnan ongelmat

Suomessa vallitsee monipuoliset sääolosuhteet, jotka aiheuttavat merkittävää rasitusta niin rakenteille kuin erilaisille materiaaleille. Syksyllä ja keväällä lämpötila vaihtelee päivän aikana 0 celsiusasteen molemmin puolin. Tämä yhdessä sateen ja tuulen myötävaikutuksesta aiheuttaa jäätymis-sulamisefektin, joka aiheuttaa rakentajille paljon ylimääräisiä toimenpiteitä ja kustannuksia. Kosteudenhallinnan toimenpiteitä on monenlaista, muun muassa suojausta, lämmitystä ja kuivausta. Näistä kuitenkin joissain tapauksissa tahdotaan syystä taikka toisesta tinkiä.

Nykyisin kosteudenhallintaan liittyvät ongelmat eivät yleensä johdu työntekijöiden ammattitaidosta tai tiedon puutteesta, vaan yleensä ongelmien syyt ovat asenneilmapiiristä, kiireestä tai yksinkertaisesti huolimattomuudesta johtuvia. Nykypäivänä suurin osa toimivista yrityksistä antaa kyllä riittävät resurssit ja muut tarvittavat edellytykset riittävän hyvään kosteudenhallintaan.

6.1.1 Materiaalin varastoinnin kosteudenhallinta

Materiaalin kosteudenhallinnassa ilmenee ongelmia varastoinnin aikana suojauksen ja tuuletuksen riittämättömyydessä tai niiden kokonaan puuttuessa, jolloin kosteus ja vesi pääsevät heikentämään materiaalia. Työpäivän aikana tai päivän päättyessä ei aina viitsitä nähdä vaivaa suojata materiaaleja riittävän huolellisesti. Moni rakennustyömaalla työskennellyt onkin todennäköisesti joskus kuullut jonkun sanovan tämän tapaista, että ”keli näyttää hyvältä, eihän se varmaan sada yön aikana” tai ”ennuste näytti poutaa, niin ei tarvinne suojata”. Vaikkakin nykyajan sääennustukset ovat melko paikkansapitäviä ja tarkkoja, ne eivät kuitenkaan takaa varmuudella tulevia olosuhteita. Loppupeleissä materiaaleja suojaavat toimenpiteet vievät hyvin vähän työaikaa tehokkaasti toteutettuna, joten siitä ei pitäisi tehdä liian monimutkaista ja vaikeaa.

Materiaalien suojaukseen on tarjolla monenlaista suojausvaihtoehtoa ja materiaaleja. Suojauspeitteitä käytettäessä suoraan ulkona olosuhteiden armoilla ei tulisi käyttää kaikista kevyempiä suojapeitteitä, jotka isomman sateen tullessa päästävät veden ainakin osittain lävitse. Tulisi panostaa riittävän raskaisiin ja so-

pivan kokoiisiin peitteisiin. Tulee varmistua myös peitteiden riittävän hyvästä kiinnityksestä tuulta vastaan, veden lammikoitumisen estämisestä ja maakosteuden poistamisesta eli riittävän hyvästä tuuletuksesta.

Toinen hyvä suojausvaihtoehto on pressu- tai materiaalihallin tai vastaavan hankinta työmaalle. Nämä oikeinkäytettynä ovat hyvinkin varma ja toimiva suoja materiaaleille. Toki niissäkin on omat haasteensa kapasiteetin ja riittävyys sekä logistiikan kannalta. Ne voivat olla yksittäisissä pienissä hankkeissa kustannuksiltaan kalliita, mutta vähänkään isommassa hankkeessa ja pidemmällä aikavälillä ei niinkään kustannuksellisesti merkittäviä.

Tärkeää on välttää turhia ja pidempiaikaisia materiaalin välivarastointeja työmaalla, varsinkin kaikkein herkimmissä materiaaleissa. Paras ratkaisu olisikin, jos materiaali saataisiin työmaalle tullessa mahdollisimman pian käyttöön ja asennettavaksi.

6.1.2 Rakenneosien kosteudenhallinta

Rakenneosissa yleisemmin kosteusriski syntyy jonkin valmistuvan rakenneosan väliaikaisen suojauksen puuttumisesta tai suojauksen riittämättömyydestä. Esimerkiksi seinärunkojen valmistuessa seinät jäävät olosuhteiden armoille, ennen kuin varsinainen vesikattorakenne ja seinien ulkopuolinen rakenne saadaan tehtyä.

Puu materiaalina itsessään kestää lyhytaikaista kosteusrasitusta ilman, että puu alkaa vaurioitumaan. Puu alkaa vaurioitumaan kosteuden pysyessä pitkään yli 20 %:ssa ja homehtumaan muutamassa kuukaudessa, kun ilman suhteellinen kosteus pysyy yli 80 %:ssa. Suhteellisen kosteuden ylittäessä yli 90 % puu alkaa lahota. Edellytyksenä näille on lämpötilan pysyminen +0-+40 °C:ssa. Tärkeää onkin se, että jos puurakenteeseen pääsee kosteutta, se kuivataan riittävän hyvin ennen rakenteen peittämistä. Tällöinkin kosteuselämisestä aiheutuva kutistuminen ja laajeneminen saattaa aiheuttaa puutavaran halkeiluja. Suurikokoisessa puussa nämä voivat olla suuriakin halkeamia. Tämä voi heikentää puurakenteen teknistä toimivuutta ja vähintäänkin aiheuttaa ulkonäköhaittoja.

Ratkaisuja riskin pienentämiseen ovat koko rakennuksen huputtaminen, rakenteiden väliaikainen suojaaminen tai maassa valmiiksi tehtävä vesikattorakenne, joka nostetaan heti seinien pystyttämisen jälkeen paikoilleen. Vahvassa kasvussa oleva elementtirakentaminen on kuitenkin yleisin ratkaisu rakenneosien kosteusriskin pienentämiseen.

Rakennuksen huputtaminen on näistä riskin pienentämisen kannalta varmin toimenpide, mutta myös kustannuksellisesti ylivoimaisesti kallein. Huputtamiseen liittyy myös haasteita muun muassa huputuksen sisällä tapahtuvissa materiaalien siirroissa ja materiaaleja sisään nostaessa. Toki myös huputtamisen tekniset ratkaisut ovat kehittyneet ja kehittyvät myös tulevaisuudessa helpottaen näitä logistiikan haasteita.

Rakenteiden väliaikaisella suojaamisella riskiä saadaan pienennettyä, mutta ei voida läheskään kokonaan poistaa. Jokin tietty rakenneosa saadaan kyllä halutessa hyvin suojattua, mutta yleensä rakenteeseen liittyvän rakenteen teon aloituksen jälkeen väliaikaiseen suojaukseen joudutaan tekemään reikiä ja aukotuksia, jolloin nämä nostavat riskin todennäköisyyttä.

Yleisin ratkaisu rakenneosien kosteudenhallintaan on elementtirakentaminen, joka oikein toteutettuna on kokonaisuutta ajatellen parhain ratkaisu. Siihenkin liittyy pienempiä riskikohtia, niin kuljetuksessa, varastoinnissa, kuin myös asennuksessa. Kuivaketjun täytyy toimia alusta loppuun. Haasteeksi muodostuu rakenteen kuivattaminen sen päästessä kastumaan, varsinkin mitä valmiimpi elementtirakenne on kyseessä. Elementtirakentamisessakin on monenlaista eri toteutusmahdollisuutta. Yleensä vesikatto tehdään maassa paikan päällä mahdollisimman valmiiksi, jonka jälkeen voidaan tehdä seinän kantavat rungot suoraan paikoilleen perinteisellä menetelmällä tai asentaa työmaalle tuodut seinäelementit paikoilleen, jonka jälkeen vesikatto nostetaan paikalleen. Tämä työvaihe pientalotyömailla tapahtuu yleensä yhden työpäivän aikana, jolloin rakenteet saadaan suurimmalta osin sääsuojaan nopealla aikataululla. Yksi mahdollisuus on myös tehdä seinäelementit työmaalla valmiiksi. Tällöin ollaan kuitenkin olosuhteiden armoilla ja kosteudenhallinta korostuu erityisesti seinäelementtien teon aikana.

6.2 Rakenteen tekniset ongelmat

6.2.1 Mittavirheet

Virheelliset mittaukset ovat tavanomainen virhe, joka kriittisimmissä mittauksissa huomataan yleensä viimeistään seuraavassa työvaiheessa, kun jokin osa tai mitta ei enää täsmää suunnitelmien mukaisesti. Monesti pienet mittavirheet pysytään seuraavassa työvaiheessa paikkaamaan, mikä toki aiheuttaa sen, ettei se välttämättä täysin vastaa suunniteltua. Isomman virhemittauksen tapahtuessa rakenne voidaan joutua jopa purkamaan, kun rakenneosan rakentamista ei voi jatkaa ilman, että se täyttäisi sille asetetut vaatimukset.

Rakennuksen suorakulmaisuuuden mittaus on esimerkiksi yksi tärkeimmistä runkotyön mittausvaiheista. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi ”timpurin kolmiolla” tai ristimittauksella. Rakennuksen suorakulmaisuuuden virhemittauksella on merkittäviä vaikutuksia. Ensimmäisen nurkan virheellinen suorakulma vaikuttaa todennäköisesti siten, että rakennuksen kaikki muutkin nurkat eivät tule suorakulmaiseksi, jos mittavirhettä ei huomata ajoissa. Seinäelementtejä asennettaessa suorakulmaisuus on siinäkin mielessä todella tärkeää, koska jos vesikatto on tehty maassa suorakulmaiseksi ja seinärunkoja ei asenneta suoraan kulmaan, vesikatto ei asennu oikein paikoilleen. Tämä pätee myös toisinpäin.

Mittavirheet voivat myös johtua puutteellisista suunnitelmista. Suunnitelmista voi puuttua toteutuksen kannalta oleellisia mittoja tai niissä voi olla jopa vääriä mittoja. Puutteitten takia työmaalla voidaan joutua siihen tilanteeseen, että työntekijät joutuvat itse laskemaan tarvittavat mitat. Tähän aina sisältyy tarpeetonta riskiä, jos joudutaan kiireessä tai haastavissa olosuhteissa käyttämään laskinta ja suorittamaan laskutoimenpiteitä.

Mittavirheiden välttämisen keinot ovat hyvinkin yksinkertaisia. Mittaustyöskenteilyn tulee olla huolellista ja tärkeimmissä mittauksissa tulee tehdä tarkastusmittaukset. Aika mikä käytetään tarkastusmittauksen suorittamiseen, on lopulta erittäin vähäinen. Lisäksi vaaditaan jatkuvaa kokonaiskuvan hahmottamista, jotta

mahdolliset mittausvirheet havaitaan mahdollisimman pian. Mitä aiemmin mittausvirhe huomataan, sitä helpompi se on korjata ja on myös syytä korjata heti virheen havaittua.

Suunnitelmien virheellisyydestä aiheutuvat virheet ennaltaehkäistään sillä, että suunnitelmat tarkistetaan riittävän hyvin ennen työn aloitusta. Työsuunnitelmissa mittojen liiallinen määrä voi myös olla haitallista. Työsuunnitelmat täytyy olla mahdollisimman yksinkertaiset, sisältäen kuitenkin kaikki tarpeelliset työn toteutuksen kannalta. Työn toteutuksesta vastaavan olisi hyvä käydä suunnitelmat läpi yhdessä suunnittelijan kanssa, mikäli tämä on vain mahdollista.

6.2.2 Yksityiskohtaiset detaljit

Rakennesuunnitelmissa on monia erilaisia detaljeja monesta eri rakenneosasta. Useimmiten voi olla yhdestä tietystä rakenneosasta monta hyvin samanlaista, mutta kuitenkin yksityiskohdallisesti erilaista detaljia. Ne voivat poiketa toisistaan muun muassa kiinnitykseltään, jäykistykseltään tai palonsuojaukseltaan. Detaljien toteutuksessa tapahtuu virheitä niin kiinnityksissä, jäykistyksissä kuin myös detaljien sijoittamisessa käytännössä oikeaan paikkaan eli toisin sanoen suunnitelmien tulkitsemisvirheitä.

Kantavien rakenteen kiinnitykset on nykyään suunniteltu hyvinkin tarkkaan. Tietyn kappaleen kiinnityksestä saattaa olla suunnitelmissa yksityiskohtainen kiinnityskaavio. Näiden toteuttaminen ei toisinaan mene aivan suunnitelmien mukaan, tämä johtuu huolimattomasta toteutuksesta tai joskus myös yksinkertaisesti suunnitelman käytännön toteutuksen haasteesta. Suunnittelija saattaa suunnitella teoriassa toimivan nauauskaavion, jossa naulojen kappalemäärät pienelle puukappaleelle voivat olla suuria tai kaavio itsessään haastava toteuttaa. Puukappale voi toteutuksessa lohkeilla tai halkeilla oikein toteutettuna tai sen oletetaan halkeavan, jolloin joudutaan vähentämään suunniteltua määrää. Myös huolimattomuudesta tai muusta syystä kiinnitykset saattavat jäädä puutteelliseksi tai jopa kokonaan toteuttamatta suunnitelmien mukaisesti.

Jäykistyksissä voi olla puutteita, jotka johtuvat toteutuksen huolimattomuudesta. Myös rakenteissa voi olla törmäysesteitä, kuten monesti vesikaton jäykistyksessä

rakennesuunnitelmien mukaiset jäykistyksiset ovat osaltaan mahdoton toteuttaa, jolloin käytännössä laitetaan ne jäykisteet, mitkä ovat vain mahdollista. Myös jäykistyksissä saattaa olla päällekkäisyyksiä rakennesuunnitelmien kokonaisjäykistysten ja esimerkiksi ristikkotehtaan nurjahdustuennan kanssa. Jos molemmat päällekkäiset jäykistyksiset toteutetaan, toinen jäykistyksestä oletettavasti ei toimi suunnitellulla tavalla.

Huolimattomien detaljien toteutuksen ehkäisemiseksi tulisi työvaiheet toteuttaa johdonmukaisesti ja tehdä työvaihe loppuun, esimerkiksi tehdä kappaleen kiinnitys kerralla valmiiksi asti. Suunnitelmien tulkitsemisen virheiden välttämiseksi tulee osata tulkita suunnitelmia oikein ja hahmottaa kokonaisuus riittävän hyvin. Suunnitelmat tulee käydä rauhassa lävitse ennen varsinaisen työn aloitusta.

Suunnitelmien sisällössä suunnittelijoiden tulisi kiinnittää huomiota käytännön toteutukseen. Suunnittelijan käytännön kokemus tai sen puute rakentamisesta näkyy useimmiten myös suunnitelman toteutettavuudessa. Suunnitelmien päällekkäisyyksien ratkaisemiseksi tarvittaisiin joko yhteistyötä rakenne- ja ristikkosuunnittelijoiden välillä tai ristikkosuunnitelmien saatavuuden jälkeen rakennesuunnittelijan suunnitelmien tarkastustyö. Tämänhetkinen sertifioitujen ristikkisuunnittelijoiden vähäinen määrä tarkoittaa käytännössä yhteistyön mahdottomuutta, jolloin rakennesuunnittelijan tarkastustyö oletettavasti olisi se toimivampi ratkaisu.

6.3 Työnjohdolliset ongelmat

6.3.1 Tehtävän suunnittelu

Tehtävän onnistumisen kannalta on olennaista tehtävän suunnittelu ja aloitusedellytyksien luominen. Huono suunnittelu heikentää tehtävän toteutuksen sujuvuutta, tehokkuutta ja useimmiten myös tehtävän loppulaatua.

Ongelma on ennaltaehkäistävissä käyttämällä riittävästi aikaa tehtävän suunnitteluun. Hyvin suunniteltu on puoliksi tehty -lause ei ole täysin tuulesta temmattu. Tehtävän suunnitteluun on hyviä tehtäväsuunnitelmapohjia, joita voidaan käyttää. Tärkeintä on kuitenkin se, että suunnittelussa käydään kaikki oleelliset asiat lävitse.

Potentiaalien ongelmien analyysi on tehokas toimenpide ongelmien ennaltaehkäisyyn ja ongelmiin varautumisessa. Tällä pystytään jo ennen tehtävän aloitusta ehkäisemään monia mahdollisia ongelmia sekä tehtävän yhteydessä tulevaan ongelmaan on mietitty jo valmiiksi ratkaisuja, jolla ongelma pystytään poistamaan.

6.3.2 Työn ohjaus

Työnjohdon riittämätön perehdytys tai ohjaus tehtävän työntekijöille aiheuttaa työntekijöissä epävarmuutta ja epätietoisuutta, joka näkyy tehtävän suorittamisessa. Tehtävän toteutuksesta vastaava henkilö saattaa jättää aloituskokouksen kokonaan pitämättä tai käydä tehtävään liittyviä asioita puutteellisesti läpi yhdessä työntekijöiden kanssa. Tällöin esimerkiksi asetetut laatuvaatimukset voivat jäädä epäselväksi.

Selkeä perehdytys tehtävään ja hyvä ohjaus sekä roolitusten ja vastuiden osoittaminen ennen varsinaisen työn aloitusta helpottaa myös työnjohdon tehtävää työn edetessä. Työnjohdon on hyvä myös jakaa sellaisia osa-alueen vastuita työntekijöille, joista työnjohtaja tietää, ettei oma resurssi tule siihen riittämään.

6.3.3 Työn valvonta

Puutteellinen valvonta on laadunvarmistuksen onnistumisen kannalta kriittinen ongelma. Valvonnan puuttuessa voi mahdolliset virheet jäädä kokonaan huomaamatta tai työ edetä virheen jälkeen pitkälle, jolloin virheen korjaaminen olisi erittäin työlästä tai kokonaan mahdotonta ilman, että rakenne puretaan kokonaan.

Työnjohdon tulee suunnitella ja hallita oma ajankäyttö siten, että hänen tulee varata työn valvontaan aikaa riittävästi ja tarpeeksi tihein aikavälein. Tällöin työnjohtaja pysyy tilanteen päällä ja on ajan tasalla menevistä olevista työvaiheista sekä pystyy reagoimaan ja puuttumaan työn toteutukseen ripeästi. Samalla tulevat tarvittavat tarkastukset ja dokumentointi hoidettua ajallaan.

7 POHDINTA

Työn tavoitteena oli selvittää puurunkotyön laatuvaatimukset ja määräykset sekä ne toimenpiteet ja työkalut, jolla laadunvarmistus toteutuu siten, että asetetut laatuvaatimukset ja määräykset toteutuvat. Lisäksi tavoitteena oli käsitellä puurunkotyön yleisimpiä ongelmakohtia ja löytää ratkaisuja niiden ennaltaehkäisemiseksi sekä toimenpiteitä niiden korjaamiseksi.

Laatu ja laadunvarmistus on varsin laaja käsitteenä. Laatua voi olla tasoltaan hyvin monenlaista. Ei voida suoraan sanoa, mikä on oikeaa laatua, vaan se tulee suhteuttaa hintaan ja kustannukseen. Korkeampi laatu usein merkitsee korkeampia kustannuksia ja näin ollen voidaan korkeammasta laadusta pyytää korkeampaa hintaa. Tässä työssä laatutasona käytettiin rakennusalan yleisiä laatuvaatimuksia.

Laadunvarmistuksen aineistoon perehtyessä kävi selväksi, että tietoa onnistuneeseen laadunvarmistukseen on tarpeeksi saatavilla. Laadunvarmistusprosessiin on myös olemassa selkeitä mallipohjia, joiden avulla oikein toteutettuna laadunvarmistus tulisi onnistua. Laatuvaatimukset ja määräykset ovat hyvin selkeitä, jolloin niistä ei pitäisi tulla osapuolten välillä isommin kiistaa, kunhan on sovittu, mitä laatuaineistoa käytetään. Määräyksiä toki viranomaisen soveltaa eri paikoissa hieman eri tavalla, jolloin rakennuttaja voi kokea epävarmuutta, miten tulisi toimia. Tähän toivoisi selkeämpää linjaa.

Työssä käsiteltiin puurunkotyön yleisimpiä ongelmakohtia, jotka heikentävät työn laatua sekä lopputulosta. Kosteudenhallinnan epäonnistumisesta johtuvat kosteus- ja homevauriot kuin myös yleisesti puurakentaminen ovat olleet jo pitkemmän aikaa myös julkisuudessa näkyvästi esillä. Ilmenneet home- ja kosteusongelmat rakennuksissa ovat luoneet osaltaan pienimuotoista joukkohysteriaa ja ennakkoluuloja nykyaikaista rakentamista kohtaan. Rakennusala on saanut jo ennestään huonoon maineeseen lisäkolhuja, osin kyllä syystäkin.

Kosteushallinnan parantamiseksi on tehty viime vuosina töitä. Kuivaketjuun on kiinnitetty entistä enemmän huomioita ja se on parantunut monella osa-alueella.

Elementtirakentaminen on kovassa kasvussa, jolloin kosteusriskiä saadaan pienennettyä oleellisesti. Osassa rakennusvirastoissa on tullut käyttöön kosteudenhallinnan toimintamalli Kuivaketju10, jolla pyritään kiinnittämään kosteudenhallintaan lisää huomiota. Kuivaketju10 on pääosin hyvä ja toimiva malli, mutta siinäkin on vielä kehitettävää. Varsinkin mallin työmaatoteutuksessa sitä tulisi saada jalautettua vielä paremmin itse työmaalle. Se ei saa riittää, että suunnittelijat ovat tehneet sekä kuitanneet suunnitelmat, vaan myös suunnitellut toimenpiteet tulee saada toteutettua työmaalla ja todennettua hyväksytysti kosteuskoordinaattorin toimesta.

Puurakenteen teknisissä rakenneosissa tarvitaan riittävän selkeitä ja käytännön toteutuskelpoisia suunnitelmia. Työmaalla pitäisi välttyä niiltä tilanteilta, joissa joudutaan liiaksi soveltamaan ja muuttamaan suunniteltua. Toteutuksessa kyse on lähinnä riittävästä perehtyneisyydestä suunnitelmiin ja huolellisesta toteutuksesta.

Työnjohtajan rooli laadunvarmistuksessa on merkittävä, vaikka hän ei varsinaisesti itse työn tekemiseen osallistuisikaan. Onnistunut laadunvarmistus alkaa jo ennen työn aloitusta, kun luodaan edellytykset työn aloittamiselle. Tässä olisikin toivottavaa, että yritykset antaisivat työnjohtajalle tarpeeksi aikaa ja resursseja työn suunnittelemista varten ja työnjohtajat itse käyttäisivät siihen riittävästi aikaa. Loppujen lopuksi onnistunut laadunvarmistus tuo myös yritykselle säästöjä muun muassa tehokkaiden ja oikeiden resurssien käytöstä. Lisäksi onnistunut laadunvarmistus vähentää riskejä ja virheitä sekä sitä kautta korjauskustannuksia joko tehtävän aikana tai myöhemmässä vaiheessa.

Pääasiassa puurunkotyön laadunvarmistuksen onnistuminen on kiinni hyvin pienistä asioista. Tarvitaan oikeaa asennoitumista, hyvää kommunikointia ja yhteistyötä sekä ennen kaikkea huolellista toteuttamista.

LÄHTEET

Junnonen, Juha-Matti 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Helsinki. Suomen Rakennusmedia.

Kuivaketju10. 2018. Rakentamisen Laatu RALA ry. Saatavissa: <http://kuivaketju10.fi/>. Hakupäivä 15.10.2020.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>. Hakupäivä 15.9.2020.

Ratu 0416. 2014. Puurunkorakentaminen, paikalla rakennettu puurunko. Menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%200416> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 15.9.2020.

Ratu 0423. 2014. Puurunkorakentaminen, vesikattorakentaminen. Menekit ja menetelmät. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%200423> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 15.9.2020.

Ratu KI-6029. 2017. Rakennustöiden laatu RTL 2017. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20KI-6029> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 15.9.2020

RT 14-11016. 2010. RunkoRyl. Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen runkotyöt. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2014-11016> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 15.9.2020.

RT 16-10660. 1998. Rakennustöiden yleiset sopimusehdot YSE 1998. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2016-10660> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 16.10.2020.

