

# PUURAKENTAMISEN VALVONTA

Mika Lämsä

Opinnäytetyö  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus  
Insinööri (AMK)

2023

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Mika Lämsä	<b>Vuosi</b>	2023
<b>Ohjaaja(t)</b>	Mikko Vatanen		
<b>Toimeksiantaja</b>	A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy		
<b>Työn nimi</b>	Puurakentamisen valvonta		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	44 + 1		

---

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää puurakentamisen valvontaa perehtymällä alan kirjallisuuteen, lakeihin, asetuksiin ja määräyksiin. Aineiston perusteella luotiin puurakentamisen erityispiirteistä tarkastuslista valvonnan avuksi. Puurakennushankkeiden määrä ja vaatavuus ovat kovassa kasvussa, joten osaamista ja asiantuntijuutta tarvitaan jatkossa enemmän. Puurakentamisen valvontaa halutaan kehittää ja tarkastuslistan laatiminen oli yksi kehityssaiheista.

Opinnäytetyössä käsiteltiin puurakentamisen toteutuksen laadunvarmistusta ja -valvontaa rakennustöiden aloituksesta luovutukseen. Teoreettinen viitekehys koostui rakennushankkeiden laadunvarmistuksesta, kosteudenhallinnasta ja työturvallisuudesta. Puurakentamisen osalta työssä selvitettiin tärkeimmät laatuvaatimukset ja standardit työmaatoteutukseen liittyvistä asioista.

Työ toteutettiin kehittämistutkimuksena ja aineiston keräämiseen käytettiin kirjallisuuskatsausta. Aineiston perusteella todettiin, ettei puurakentamisen laatuvaatimukset, määräykset, lait ja asetukset poikkea ns. normaaleista rakennushankkeista oleellisesti eikä siten ole tarvetta laatia puurakentamisen valvonnasta laajempaa opasta. Puurakentamisessa on kuitenkin paljon erityispiirteitä asennuksissa, toleransseissa, kosteudenhallinnassa ja paloturvallisuudessa, jotka on syytä nostaa esille. Työn pohjalta laadittiin puurakentamisen valvonnan tarkastuslista yrityksen sisäiseen käyttöön.

Degree Programme in Civil Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Mika Lämsä	Year	2023
<b>Supervisor</b>	Mikko Vatanen		
<b>Commissioned by</b>	A-Insinöörit Rakennuttaminen Oy		
<b>Subject of thesis</b>	<i>Supervising timber building on site</i>		
<b>Number of pages</b>	44 + 1		

---

The aim of this thesis was to develop the supervision of timber building on site by going through the literature, rules, regulations, and laws concerning timber building.

This thesis study was implemented as design-based research and the data was collected by a survey of recent literature and books. Based on the data, it became clear that the quality requirements, rules, regulations, and laws do not differ so much from the so-called normal building projects and therefore there was no need to create a more comprehensive guide for the supervision. Based on the documentation a check list covering the special characteristics of timber building was created for the aid of supervision on site. The theoretical framework of the thesis study consisted of quality assurance, moisture control and work safety of building projects. The most important aspects of the quality requirements and standards concerning timber building on site were established.

Timber building projects are getting more difficult and a lot more projects are choosing timber as their main construction material. Therefore, a lot more knowledge and experts of this kind of construction are needed. Developing the supervising of timber building on site is necessary. There are a lot of special characteristics in timber building installations, tolerances, moisture control and fire safety that are highlighted in the check list. This thesis provides a check list for supervising timber building on site for the internal use of the commissioner company. It covers timber building on site covering quality assurance and supervision from the start of the construction till the delivery.

Key words

timber building, quality control, quality assurance

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	5
1.1 Opinnäytetyön tausta .....	5
1.2 Opinnäytetyön tavoite .....	5
1.3 Rajaukset.....	6
2 RAKENNUSTÖIDEN VALVONTA .....	8
2.1 Rakennustöiden laadunvarmistus (yleisesti).....	10
2.2 Rakennustöiden kosteudenhallinta .....	12
2.3 Rakennustöiden työturvallisuus .....	13
3 PUURAKENTAMISEN TOTEUTUS JA VALVONTA .....	16
3.1 Puurakennushankkeen toteutuksen johtaminen .....	17
3.2 Puurakentamisen laatuvaatimukset .....	17
3.3 Puurakentamisen toteutuksen laadunvarmistus.....	19
3.3.1 Laatusuunnitelma .....	21
3.3.2 Asennussuunnitelma .....	21
3.3.3 Asennustoleranssit .....	24
3.4 Puurakentamisen kosteudenhallinta .....	26
3.4.1 Kosteudenhallintasuunnitelma.....	26
3.4.2 Puurakenteiden kosteus ja käyttöluokat .....	28
3.4.3 Rakennusaikainen kosteudenhallinta ja suojaus .....	29
3.5 Puurakentamisen työturvallisuus .....	36
4 PUURAKENTAMISEN VALVONNAN TARKASTUSLISTA.....	38
4.1 Tarkastuslistan laatiminen .....	38
5 POHDINTA .....	40
LÄHTEET .....	43
LIITTEET.....	45

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Opinnäytetyön tausta

Tämän työn aihe syntyi tarpeesta vastata markkinoilla kasvavaan puun käyttöön rakentamisessa. Puun käytön lisääminen rakentamisessa on tunnistettu keskeiseksi keinoksi vähentää alueellisia päästöjä ja sitoa hiilidioksidia rakennuskantaan. Ympäristöministeriön julkisen puurakentamisen kansallisten tavoitteiden mukaan kaikesta julkisesta uudisrakentamisesta puurakentamisen osuus olisi 45 % vuoteen 2025 mennessä. Erityisesti opetusrakennuksia toteutetaan enenevässä määrin puurakenteisena, koska puu on terveellinen ja muunneltava ratkaisu rakenteissa. Myös modulaarisuus on tuo etunsa rakentamiseen, koska moduulit tehdään tehdasolosuhteissa hyvinkin pitkälle, ja siten rakennustyömaalle jäävät vain liitännät. Muunneltavuus ja modulaarisuus kasvattaa puun käytön suosiota myös hoitoalan rakennuksissa. Lisäksi puun terveysvaikutuksista on tehty lupaavia tutkimuksia kansainvälisesti ja kansallisesti. Pienet hoivakodit, sairaaloiden vuodeosastot ja sisäänkäyntiaulat ja vastaavat kohteet soveltuvat hyvin puurakenteisiksi. Tehdasolosuhteissa valmistettavat moduulit ja teollinen puurakentaminen tuo etuja myös asuinrakentamiseen, erityisesti täydennysrakentamisessa. Puu mahdollistaa myös näyttäviä arkkitehtonisia ratkaisuja ollessa hyvä runkomateriaali vapaisiin pohjamuotoihin ja ratkaisuihin, joissa puuta käytetään sisätiloissa ja julkisivuissa. Tämän vuoksi myös urheiluhalleissa ja hallirakennuksissa suositaan puurakenteita. (Ympäristöministeriö 2020.)

Viime vuosikymmenien aikana tapahtuneet paloturvallisuusmääräysten uudistukset ovat mahdollistaneet jopa yli kahdeksankerroksisten talojen rakentamisen. Näiden uudistuksien myötä puurakennushankkeita on käynnistetty ja kaavoitettu viime vuosikymmenellä huomattavasti aiempaa enemmän. (Mikkola & Holopainen 2017.)

### 1.2 Opinnäytetyön tavoite

Puurakentaminen on siis nostanut päätään jo pitemmän aikaa, ja hankkeita on jo toteutettu valtavia määriä. Puurakenteisina voidaan toteuttaa haastavia ja korkeita rakennuksia. Osaamista tarvitaan entistä enemmän kaikilta osapuolilta.

Tässä työssä on tarkoitus perehtyä erityisesti puurakentamisen toteutuksen erityispiirteisiin, minkälaisia asioita puurakentaminen tuo mukanaan ja mihin erityisesti pitäisi kiinnittää huomioita rakentamisen laadun kannalta, ja mahdollisesti poikkeavat ns. tavanomaisista hankkeista. Työn tavoitteena on luoda tarkastuslista puurakentamisen erityispiirteistä puurakennustöiden valvontaa varten. Tarkastuslistassa esitetään tärkeimmät asiat, joista pitää huolehtia ja varmistaa ennen töiden aloitusta ja työn aikana.

Työssä kerrotaan yleisesti rakennustöiden valvonnasta, laadunvarmistuksesta, kosteudenhallinnasta ja työturvallisuudesta, sekä mitä termit ja tehtävät tarkoittavat. Puurakentamisen osalta näihin asioihin pureudutaan hieman tarkemmin perehtymällä aiheesta löytyvään kirjallisuuteen, julkaisuihin, standardeihin, määräyksiin ja asetuksiin. Olennainen osa rakennustöiden valvontaa on laadunvarmistus ja laadukäsitteen ymmärtäminen. Laadunvarmistuksesta ja laadusta on valtavasti kirjallisuutta ja julkaisuja, ja yleensä rakennushankkeiden laatuvaatimuksissa on viittauksia näihin julkaisuihin ja teoksiin. Kosteudenhallinta kuuluu oleellisesti rakennustöiden valvontaan, ja samalla tavalla myös työturvallisuus. Yleisesti näissä tehtävissä toimii eri henkilö, kosteudenhallintakoordinaattori ja rakennuttajan turvallisuuskoordinaattori. On myös mahdollista, että nämä tehtävät kuuluvat rakennustyönvalvojalle, riippuen hankkeen koosta ja sopimuksista. Kuitenkin nämä ovat tärkeitä asioita, jossa rakennustyönvalvoja on mukana tavalla tai toisella, ja sitä myöten näitä aiheita käsitellään tässä opinnäytetyössä.

### 1.3 Rajaukset

Opinnäytetyössä käsitellään rakennustyön valvontaa rakentamisen toteutusvaiheessa. Opinnäytetyössä ei käsitellä toteutusvaihetta edeltäviä vaihteita, kuten hankesuunnittelu-, suunnittelu-, tai hankintavaihe. Työ rajataan ajallisesti koskemaan rakennustyömaata sen aloituksesta luovutukseen ja vastaanottoon. Työstä rajataan myös erikoisalojen valvonta pois, kuten LVI-, sähkö- ja rakennusautomaatiovalvonta.

Hankkeen toteutusmuotoihin ja niistä johtuviin haasteisiin ja vaikutuksiin vastuissa ja sopimuskumppaneissa ei työssä oteta kantaa. Työssä käsitellään ra-

kennustyön valvontaa yleisesti hankemuodosta ja sopimuskumppanista riippumatta, oletuksena kuitenkin, että työn tilaajana on rakennushankkeeseen ryhtyvä. Työn teoriaosuus on rakennettu toteutuksen- ja laadunvalvonnan näkökulmasta.

## 2 RAKENNUSTÖIDEN VALVONTA

Rakennushankkeeseen ryhtyvällä on huolehtimisvelvollisuus, siitä että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan rakentamista koskevien säännösten ja määräysten sekä myönnetyn luvan mukaisesti. Huolehtimisvelvollisuus edellyttää, että hankkeen vaatavuus huomioon ottaen rakennushankkeeseen ryhtyvällä on riittävät edellytykset sen toteuttamiseen. Lisäksi rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että hankkeessa on kelpoisuusvaatimukset täyttävät suunnittelijat ja työnjohtajat, ja että hankkeen muillakin osapuolilla on heidän tehtäviensä vaatavuus huomioon otettuna riittävä asiantuntemus ja ammattitaito. Huolehtimisvelvollisuuteen kuuluu varautua rakennustyön aikaiseen, rakennusluvassa tai aloituskokouksessa vaadittuun rakennustyön valvontaan ja tarkastusasiakirjan pitämiseen tai huolehtimisvelvollisuutensa järjestämiseen toisin. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 § 17:119)

Rakennusteknisten töiden valvojan tehtävänä on valvoa tilaajan kanssa sopimuksessa määritellyt työvaiheet tilaajan edun varmistamiseksi. Valvoja on siis tilaajan edustaja ja tilaajan luottohenkilö. Rakennusteknisten töiden valvonnan tavoitteena on varmistaa, että rakentamisen laatu vastaa sopimuksissa määritellyjä laatuvaatimuksia, asiakirjoja, ajallisia ja taloudellisia tavoitteita sekä työturvallisuusvaatimuksia. Valvonnan toteutuksessa pyritään ennakoiden reagoimaan mahdollisiin virheellisiin suorituksiin perehtymällä hankkeen suunnittelu- ja urakka-asiakirjoihin jo ennen rakennustöiden aloitusta. Valvonnan suorittaminen määritellään tarkemmin hankekohtaisesti tehtävissä valvontasopimuksissa ja -suunnitelmissa. Valvontasopimuksen liitteenä valvonnan tehtävien kuvaamista varten voidaan käyttää esimerkiksi Rakennustiedon ohjekorttia *Talonrakennustöiden työmaavalvonnan tehtäväluettelo (RT 103171)*. Ohjekortissa on hyvin listattu rakennusteknisten töiden valvojan tehtävät. Tehtävälustausta voidaan käyttää esimerkiksi niin, että sieltä yliviivataan ne tehtävät, joita ei sisällytetä ks. hankkeen valvontatöihin. (RT 103171 2019, 1–2.)

Valvojan tehtävät pääotsikoittain (RT 103171 2019, 3–8.):

- yleisvalvonta
- työmaan turvallisuuden ja ympäristön valvonta
- ajallinen valvonta
- teknisen toteutuksen laadunvalvonta
- taloudellinen valvonta
- dokumentointi
- käytönopastuksen valvonta
- maanrakennustöiden ja talotekniikkatöiden valvonta (ellei ole erikoisvalvontaa)
- vastaanottomenettely
- takuuajan tehtävät

Rakennusteknisten töiden valvontaan sisältyy yleensä myös yleisvastuullisia tehtäviä kuten muiden valvojien toimenpiteiden koordinointi ja seuranta ja työmaapäiväkirjan seuranta ja merkinnät. Jos yleisvastuulliset tehtävät ei kuulu rakennusteknisten töiden valvojalle – ne täytyy sisällyttää muiden valvojien tehtäviin. Viranomaisvalvonta ei kuulu valvojan tehtäviin (RT 103171 2019, 2.) Valvojan tehtäviin kuuluu mm. tarkastaa ja hyväksyä urakoitsijoiden laatimia suunnitelmia ja asiakirjoja sekä työsuorituksia. Urakoitsijat kuitenkin vastaavat näiden sopimuksenmukaisuudesta täysimääräisesti. (RT 103171 2019, 1.)

Valvojalta vaaditaan tarpeenmukainen koulutus, kokemusta rakennusalalla työskentelystä sekä yleisten sopimusehtojen sekä viranomaismääräysten tuntemus (RT 103171 2019, 2). Valvojana voi kuitenkin toimia kuka vain kellä on tarvittava ammatillinen koulutus ja riittävä osaaminen tehtävään. Varsinaisia yleisiä pätevyysvaatimuksia ei ole, vaan ne määrittelee työn tilaaja hankekohtaisesti. Tilaaja voi vaatia esimerkiksi FISE Oy:n myöntämiä pätevyksiä valvojilta. FISE Oy on rakennus-, LVI- ja kiinteistöalan henkilöpätevyksiä myöntävä ja kehittävä yritys.

Ennen valvontatyön aloitusta laaditaan valvontasuunnitelma, jossa kuvataan tavoiteltua valvontatyön suoritustapaa. Valvontasuunnitelma laaditaan yleensä isompia hankkeita varten ja tilaajan sitä vaatiessa. Pienemmissä hankkeissa valvontasopimus liitteineen on riittävä suunnitelma valvonnan toteutusta varten. Laadittu valvontasuunnitelma on hyvä antaa myös urakoitsijan käyttöön, koska suunnitelmassa on kerrottu tarkemmin, miten ja missä vaiheessa valvojan tulee olla tarkastamassa ja hyväksymässä työsuorituksia, suunnitelmia tai asiakirjoja. Suunnitelmassa on hyvä nostaa esille hankkeen riskit ja se, miten niitä pyritään ehkäisemään. Suunnitelmassa kerrotaan, miten valvontatyötä raportoidaan ja miten viestitään eri osapuolten kesken.

### **RT-kortti**

RT-kortisto on Rakennustiedon ylläpitämä ohjekortisto, joka sisältää eri rakentamisen osa-alueiden ohjeistuksia. Kortistosta löytyy rakennusalaan ohjaavat lait ja määräykset, yleiset laatuvaatimukset (RYL) sekä tuotetietoa. Ohjekorttien sisältämä tieto on tarkoitettu erityisesti rakennuttamiseen ja suunnitteluun, mutta se palvelee myös urakointia. Kortistossa on ajantasaista, puolueetonta ja luotettavaa tietoa, joka on koottu rakentamisen ammattilaisten tarpeisiin. (RT-kortisto 2023)

#### **2.1 Rakennustöiden laadunvarmistus (yleisesti)**

Rakennustöiden laadunvarmistus on yleisesti rakennustöiden laatujohtamisen välineenä käytetyssä Rakennustöiden laatu 2017 kirjassa määritelty seuraavasti: ”Laadunhallintaan kuuluva systemaattinen toiminta, jolla varmistetaan osoitettavalla tavalla, että tuotteiden laatu vastaa odotuksia ja vaatimuksia.” (Ratu KI-6029 2017, 12).

Jotta voidaan puhua rakennustöiden laadunvarmistuksesta, täytyy ymmärtää mitä on rakennustöiden laatu. Rakennustöiden laatu periaatteessa on yksinkertaisuudessaan sitä, että tehdään työt kerralla kunnolla ja pidetään, mitä luvataan. Pyritään ennakoimalla estämään virheet, opitaan virheistä ja mietitään yhdessä, miten toimitaan. Käytännössä siis rakentamisen laatu on sitä, että työn toteutus

on sopimustenmukaista laadullisesti, ajallisesti, taloudellisesti ja turvallisesti tehtynä. Toimitaan hankkeessa yhteistyössä eri sidosryhmien kanssa, ja huolehditaan tiedonkulusta. Laatukäsitteen voi jakaa neljään osaan: suunnittelun, tuotannon, asiakkaan ja ympäristön laatuun. (Ratu KI-6029 2017, 11).

Rakennushankkeissa laatu pohjautuu tilaajan tarpeisiin ja viranomaisvaatimuksiin. Asiakkaan laatu rakennushankkeessa tarkoittaa asiakkaan kokemusta siitä, miten yhteistyö ja tiedonkulku toimii läpi hankkeen, ja yhtenä tärkeänä asiana myös, että miten lisä- ja muutostyöt hallitaan. Suunnittelun laatua rakentamisessa on se, että suunnitelmat täyttävät tilaajan, viranomaisten ja hyvän rakennustavan asettamat vaatimukset. Suunnitelmissa ei ole ristiriitoja ja ne ovat toteuttamiskelpoiset sekä ajan tasalla. Suunnitelmissa otetaan huomioon terveellisyys, turvallisuus, rakenteiden kierrätettävyyden ja rakennuksen elinkaari. Suunnitelmat laaditaan niin, että tilaajan edustajat, valvojat ja tuotanto ehtii perehtyä suunnitelmien sisältöön. (Ratu KI-6029 2017, 11).

Tuotannon laatua on, että työt tehdään sopimusasiakirjojen sekä yhdessä sovitujen vaatimusten mukaisesti. Työt tehdään suunnitelmien, viranomaisvaatimusten, tilaajan laatuvaatimusten, aikataulun, kustannustavoitteiden ja turvallisuusvaatimusten mukaisesti hyvää rakennustapaa noudattaen. Lopputuote vastaa suunnitteluasiakirjoissa esitettyjä ratkaisuja, laatuvaatimuksia, hyväksytyä mallityötä ja hyvää rakennustapaa. (Ratu KI-6029 2017, 11).

Jotta laatua pystytään toteuttamaan, täytyy suunnitella miten. Laadunsuunnittelu on oleellinen osa toimivaa laadunvarmistuksen ketjua läpi hankkeen. Laatusuunnittelu toteutetaan hankkeen alussa, ja sen tärkeimpänä tavoitteena on yhdessä sopia käytännöt, resurssit ja miten toimitaan, että saavutetaan laatuvaatimukset sekä laatia ohjeistus laadunvarmistuksen toteuttamisesta. Ketkä ovat vastuuhenkilöt ja missä vaiheessa laatutoimenpiteitä tehdään? Kuka huolehtii dokumentoinnista ja minne dokumentoidaan? Sovitaan yhteinen työkalu laadunvarmistuksen seurantaan ja dokumentointiin. Rakennushankkeisiin laaditaan työmaakohtainen projektisuunnitelma, jota käytetään työmaan johtamisen työkaluna. Tämä laaditaan, jotta työmaan johtaminen ja toiminta työmaalla on yhdenmukaista, turval-

lista ja täyttää sille asetetut vaatimukset niin yrityksen omasta toimintajärjestelmästä kuin myös rakennushankekohtaisista tilaajan ja viranomaisten vaatimuksista. Laadunvarmistussuunnitelma on taas laatujohtamisen työkalu, joka toimii vastaavalla tavalla laadunvarmistuksen työkaluna hankkeen osapuolille. (Ratu KI-6029 2017, 12).

### **Rakennustöiden laatu RTL 2017**

RTL 2017 on tarkoitettu työvaihekohtaiseen rakennustyömaan laadunvarmistukseen ja valvontaan sekä tuotannon ohjaukseen ja suunnitteluun. Siihen on koottu rakentamisen laatuun liittyvät lait, vaatimukset ja ohjeet eri lähteistä. Merkittävimpiä lähteitä ovat RYL-julkaisut ja RT-kortisto sekä Ratus menetelmäohjeet ja SFS-standardit. Kirjan sisältö on luokiteltu Talo 2000 tuotantonimikkeittäin, mikä helpottaa asioiden löytämistä. Kirjassa esitettyihin tarkastuslistoihin on merkitty RYL:n teknisiä laatuvaatimuksia, ja viittauksia lähteisiin, joista voi etsiä hankekohtaisia laatuvaatimuksia. (Ratu KI-6029 2017, 29–32).

## **2.2 Rakennustöiden kosteudenhallinta**

Maankäyttö- ja rakennuslaissa määritelty rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimisvelvollisuus edellyttää, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan käyttötarkoituksensa ja ympäristöolosuhteiden edellyttämällä tavalla terveelliseksi ja turvalliseksi. Jotta tässä onnistutaan, suunnittelussa ja rakentamisessa täytyy ottaa huomioon sisäilma, kosteus-, ja lämpö- ja valaistusolosuhteet sekä vesihuolto. Rakennuksesta ei saa aiheutua terveyden vaarantumista rakennuksen osien tai rakenteiden kosteuden vuoksi. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999 § 17:117.c)

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta edellyttää, että kaikkiin luvanvaraisiin rakennushankkeisiin täytyy laatia kosteudenhallintaselvitys sekä hankkeeseen täytyy olla nimetty ja paikallisella rakennusvalvonnalla hyväksytetty kosteudenhallinnan valvonnasta vastaava henkilö, eli kosteudenhallintakoordinaattori. Kosteudenhallintaselvitys sisältää hankkeen yleistietojen lisäksi vaatimukset kosteudenhallinnalle hankkeen eri vaiheissa. Selvi-

tyksen laatimisesta huolehtii rakennushankkeeseen ryhtyvä, ja selvityksessä täytyy olla tiedot hyväksytystä kosteudenhallintakoordinaattorista. (Ympäristöministeriön asetus 782/2017 § 3:12)

Kosteudenhallintaselvityksen pohjalta työmaan vastaavan työnjohtajan on huolehdittava työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatimisesta, ja suunnitelmaan on lisättävä tiedot työmaan kosteudenhallinnasta vastaavista henkilöistä. (Ympäristöministeriön asetus 782/2017 § 3:13)

Kosteudenhallintasuunnitelma sisältää tarkemmat tiedot niistä toimenpiteistä, joilla rakennusaineet ja -tuotteet sekä rakennusosat suojataan sään vaikutuksilta ja työmaan olosuhteiden haittavaikutuksilta. Suunnitelmassa on kuvattu toimenpiteet, miten rakenteiden kuivuminen varmistetaan ja millä tavalla materiaalien ja rakennusosien työmaa-aikainen suojaus toteutetaan. (Ympäristöministeriön asetus 782/2017 § 3:15)

Rakennusteknisten töiden valvojan tehtäviin kuuluu tehdä yhteistyötä kosteudenhallintakoordinaattorin kanssa. On mahdollista, että valvoja toimii myös kosteudenhallintakoordinaattorina.

### 2.3 Rakennustöiden työturvallisuus

Pääurakoitsijan asemassa oleva työnantajan, tai jos sellaista ei ole, rakennushanketta johtavan tai valvovan rakennuttajan tai muun henkilön on huolehdittava työnantajan velvollisuuksista yhteisellä rakennustyömaalla. On myös huolehdittava, että työstä ei aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville tai muille työn vaikutuspiirissä oleville henkilöille. (Työturvallisuuslaki 738/2002 § 6:52)

Pääasiallista määräysvaltaa käyttävän työnantajan velvollisuudet yhteisellä työpaikalla Työturvallisuuslain 738/2002 § 6:51 mukaan, työn ja toiminnan luonne huomioon ottaen:

1. työpaikalla toimivien työnantajien ja itsenäisten työnsuorittajien toiminnot yhteensovitettava

2. huolehdittava työpaikan liikenne- ja liikkumisjärjestelyistä
3. huolehdittava työpaikan yleisen turvallisuuden ja terveellisuuden edellyttämästä järjestyksestä ja siisteydestä
4. huolehdittava työpaikan yleissuunnittelusta
5. huolehdittava työolosuhteiden ja työympäristön yleisestä turvallisuudesta ja terveellisyydestä

Rakennuttajan on nimettävä rakennushankkeisiin tehtävistään vastuulliseksi edustajaksi hankkeen vaativuutta vastaava pätevä turvallisuuskoordinaattori, jonka tehtävänä on huolehtia rakennuttajalle laissa säädetyistä velvoitteista. Rakennuttajan on huolehdittava, että työturvallisuuskoordinaattorilla on asianmukaiset toimivaltuudet ja muut edellytykset huolehtia ks. rakennushankkeesta. Rakennuttajan on varmistettava, että työturvallisuuskoordinaattori hoitaa tehtävänsä. (Valtioneuvoston asetus 205/2009 § 2:5)

Rakennuttajan on nimettävä yhteiselle rakennustyömaalle myös päätoteuttaja, tai vaihtoehtoisesti rakennuttaja vastaa päätoteuttajalle kuuluvista velvollisuuksista. Päätoteuttajalla on turvallisuuskoordinaattorin tapaan oltava riittävä pätevyys ja asiantuntemus huolehtia päätoteuttajan työturvallisuustehtävistä. Turvallisuuskoordinaattorin ja päätoteuttajan on tehtävä yhteistyötä rakentamisen turvallisuutta koskevassa suunnittelussa ja rakennustyömaan toteutuksessa. (Valtioneuvoston asetus 205/2009 § 2:6)

Rakentamisen suunnittelua, valmistelua ja toteutusta varten on laadittava turvallisuusasiakirja. Asiakirjan laatii ja huolehtii täytäntöönpanon seurannasta rakennuttaja tai rakennuttajan valitsema turvallisuuskoordinaattori. Turvallisuusasiakirjassa on selvitettävä ja esitettävä rakennushankkeen ominaisuuksista, olosuhteista ja luonteesta mahdollisesti aiheutuvat vaara- ja haittatekijät. Asiakirjassa esitettävä myös hankkeen toteuttamiseen liittyvät työturvallisuutta ja työterveyttä koskevat tiedot, ja siinä on otettava huomioon työmaahan liittyvä teollinen toiminta. Rakennustyön toteutusta varten rakennuttajan on laadittava kirjalliset turvallisuussäännöt sekä menettelyohjeet. Joissa esitetään tavoitteet ja toimenpiteet sekä ohjeet turvallisuusseurantaan ja tarkastuksiin, työmaakokoukseen ja

yhteistoimintaan, kulkulupiin ja henkilötunnisteen käyttöön sekä hyväksyntää edellyttävien turvallisuussuunnitelmien käsittelyyn. Lisäksi ohjeistus töiden ajoitukselle, vaatimukset erityisille työmenetelmille, aliurakoinnin järjestelylle ja työhygieenisille mittauksille. (Valtioneuvoston asetus 205/2009 § 2:8)

Päätoteuttajan velvollisuuksiin kuuluu laatia rakennustöiden työturvallisuutta koskevat suunnitelmat ja esittää ne rakennuttajalle tai hänen edustajalleen. Työturvallisuussuunnitelmat on tehtävä ennen rakennustöiden aloitusta. Suunnitelmissa on otettava huomioon rakennuttajan laatima turvallisuusasiakirja, ja työn edistymisen mukaisesti esitettävä turvallisuusasiakirjaan tarpeelliset muutokset. Päätoteuttajan on myös laadittava rakennustyömaa-alueen käytön suunnitelmat ja esitettävä ne rakennuttajalle. (Valtioneuvoston asetus 205/2009 § 2:10)

Rakennusteknisten töiden valvojan tehtäviin kuuluu tehdä yhteistyötä turvallisuuskoordinaattorin kanssa. On yleistä, että valvoja toimii myös turvallisuuskoordinaattorina. Valvonta yleensä valvoo työtuloksen laatua, useimmiten työvaiheen jälkeen, ennen seuraavan, mahdollisesti peittävän, työvaiheen alkua. Valvontaan ei silloin varsinaisesti sisälly työvaiheen työnaikainen valvonta. Turvallisuuskoordinaattorin on puolestaan valvottava työvaiheen toteutuksen turvallisuutta, kuten turvallisuussuunnitelmien ajantasaisuutta ennen työvaihetta ja turvallisuussuunnitelmien noudattamista työvaiheen aikana. Tämä on hyvä huomata, jos turvallisuuskoordinaattorin ja valvojan tehtävät ovat samalla henkilöllä. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry, Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL & Penttinen 2017.)

### 3 PUURAKENTAMISEN TOTEUTUS JA VALVONTA

Puurakentamisen toteutusta ja valvontaa varten löytyy paljon kirjallisuutta. Aiheesta löytyy mm. Rakennustuoteteollisuuden laatimia SFS standardeja ja Suomen Rakennusinsinöörien Liiton laatimia julkaisuja, kuten SFS 5789, Puurakenteiden toteuttaminen, Rakennuksien kantavia rakenneosia koskevat säännöt, 2014 ja RIL 240-2006, Puurakenteiden laadunvarmistus: Suunnittelu – valmistus – työmaatoteutus - käyttö. Näiden standardien ja ohjeiden tarkoituksena on antaa työkaluja puurakennushankkeiden laadun varmistamiseksi sekä esittää vaatimukset toteutusta varten. Näihin kahteen julkaisuun on koottu erinäisistä lähteistä tärkeimmät asiat mitkä on otettava huomioon puurakentamisen laadunvarmistuksessa. Puurakentaminen tuo mukanaan erityispiirteitä mm. kosteudenhallintaan ja laadunvarmistukseen, mihin on tarkoitus perehtyä tässä työssä.

Puurakentamisen valvonta tapahtuu toteuttajan, rakennuttajan ja viranomaisen toimesta. Rakennuttajan valvontaorganisaatioon kuuluvat valvoja sekä tarvittaessa suunnittelija erikseen sovitussa laajuudessa. On rakennuttajan vastuulla huolehtia, että rakentamisen olennaiset tekniset vaatimukset täyttyvät. Rakennuttajan valvoja toimii rakennuttajan edustajana ja valvoo, että toteutus tehdään suunnitelmien ja sopimusten mukaan hyvää rakennustapaa noudattaen. Suunnittelijoiden osallistuminen valvontaan ja tarkastuksiin on erityisen tärkeää hyvän lopputuloksen saavuttamista varten. Viranomaisten katselmuksissa käydään läpi rakennuttajan tarkastus- ja huolehtimisvelvoitteen toteutumista ja rakennustyön luvantumukaisuutta. Toteuttajaosapuolella on oltava oma sisäinen valvonta. (Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry & Hakkarainen 2006, 40–41)

Puurakentamisen toteutuksessa on huomioitava vaatimukset käytettävän puutavaran lujuudesta, kosteudesta ja suojauksesta. Lisäksi puurakentamisen työnjohdolle on esitetty omat pätevyysvaatimuksensa riippuen hankkeen vaatimustasosta ja laajuudesta. (SFS 5978 2014)

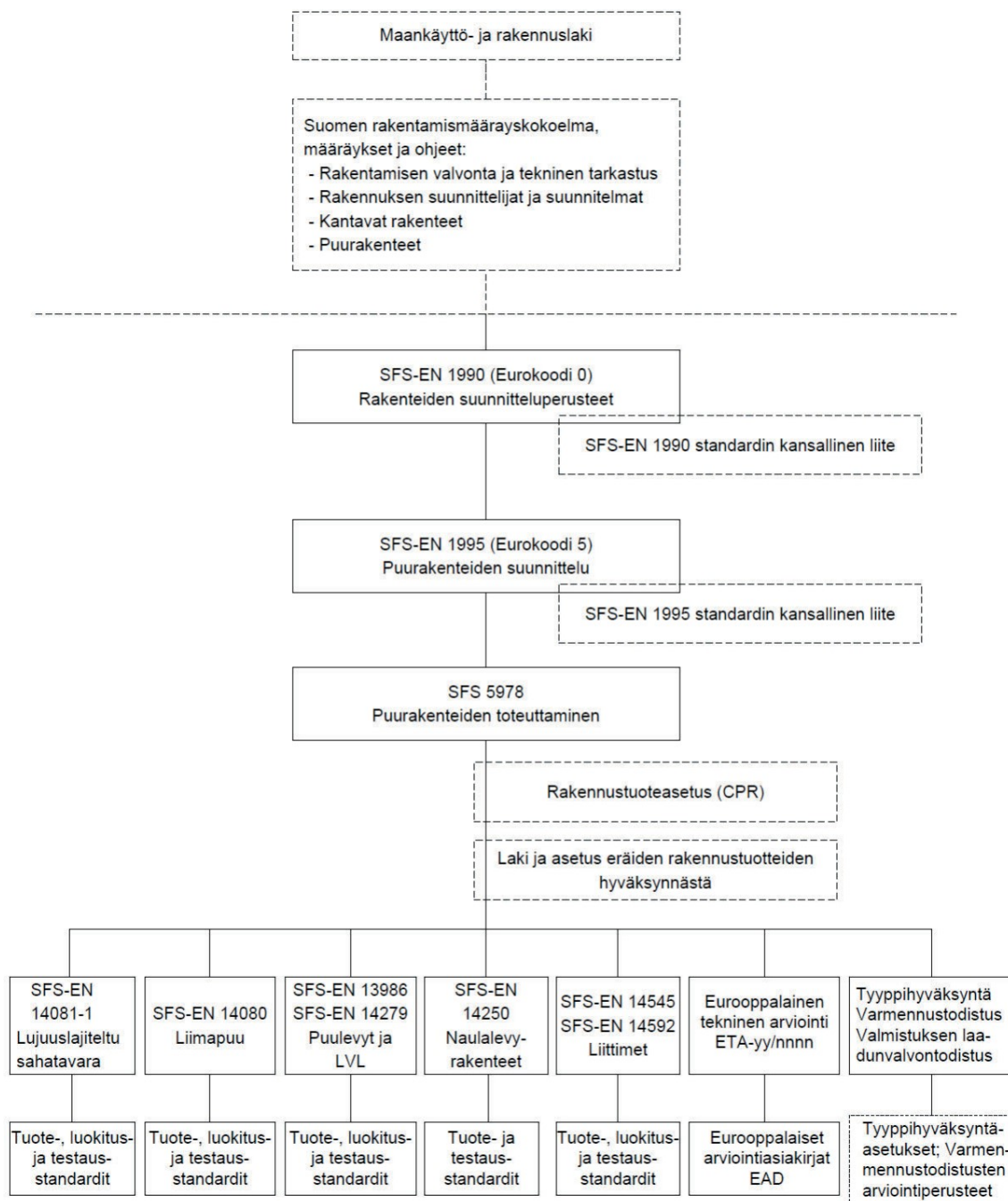
### 3.1 Puurakennushankkeen toteutuksen johtaminen

Puurakennushankkeen vastaavalla työnjohtajalla on oltava riittävä pätevyys ja osaaminen puurakenteisiin ja niiden toimintaan liittyen. Lisäksi on täytettävä viranomaisvaatimukset pätevyyden osalta. Tarvittaessa puurakennustöitä varten voidaan erikseen nimetä erityisalan työnjohtaja. Puurakennustyön työnjohtajan vastuulla on tarkastaa, että työssä noudatetaan suunnittelijan laatimia toteutusasiakirjoja, kuten rakennus- ja rakennesuunnitelmat ja työselostus. Sekä, että rakennustarvikkeet ja rakennustyön laatu täyttää niille asetetut vaatimukset. Työnjohtaja pätevyyden voi osoittaa pätevydentoteamistoimielimen, kuten FISE, myöntämällä todistuksella. (SFS 5978 2014)

### 3.2 Puurakentamisen laatuvaatimukset

Puurakenteiden toteutukselle on esitetty vaatimukset Rakennustuoteteollisuus ry:n laatimassa kansallisessa standardissa SFS 5978. Standardi edellyttää, että rakennustyö on suoritettava tarvittavan ammattitaidon omaavilla osapuolilla, riittäväillä varusteilla ja resursseilla toteutusasiakirjojen ja ks. standardin mukaisesti. Standardin tavoitteena on toimia ns. linkkinä suunnittelun ja toteutuksen välillä, että suunnittelussa asetetut vaatimukset siirtyvät toteuttajille. Standardissa on esitetty toteutuksen standardisoituja teknisiä vaatimuksia puurakenteiden tilaamista varten. Standardi toimii myös suunnittelijan tarkistusluettelona, jonka avulla suunnittelija voi varmistaa, että kaikki oleelliset tarvittavat tekniset tiedot on annettu toteuttajalle rakenteen toteutusta varten. Suunnittelijan laatimissa toteutusasiakirjoissa täydennetään standardin vaatimuksia niin, että asiakirjat ja piirustukset sisältävät kaikki tarvittavat tiedot työn toteutuksesta suunnitelmien mukaisesti. Standardissa on esitetty puurakentamisen laatuvaatimuksia kosteudenhallinnasta, asennuksesta, suojauksesta, geometrisistä toleransseista sekä vaadittavista asiakirjoista. (SFS 5978 2014)

Kuviossa 1 on yhteenveto puurakenteiden toteutukseen, suunnitteluun ja materiaalivalintoihin liittyvistä standardeista ja säännöksistä.



Kuvio 1. Yhteenveto puurakenteiden toteutukseen liittyvistä standardeista ja säännöksistä (SFS 5978 2014)

Tarkempia työvaihekohtaisia laatuvaatimuksia on esitetty erinäisissä Rakennustietosäätiön, Rakennustiedon ja Talonrakennusteollisuuden julkaisuissa, kuten RunkoRYL 2010, SisäRYL 2013, Rakennustöiden laatu 2017 ja RT-kortisto.

### 3.3 Puurakentamisen toteutuksen laadunvarmistus

Puurakennushankkeen toteutuksen osapuolten ensimmäisinä toimenpiteinä ennen rakennustöiden aloitusta on perehtyä rakennuskohteeseen ja hankkeen vaativuuteen toteutusasiakirjojen kautta, joita ovat mm. rakennus- ja rakennepiirustukset sekä työselostus. Toteuttajan on myös laadittava toteutuksen työsuunnitelma sisältäen laatu-, asennus- ja kosteudenhallintasuunnitelmat.

Laatusuunnitelman laatimisen lisäksi työmaalla on pidettävä aloituskokous, jossa sovitaan hankkeessa tehtävät laadunvarmistustoimenpiteet. Sekä sovitaan tehtävät, vastuut ja aikataulu toimenpiteiden osalta. Lisäksi on pidettävä asennusvaiheen aloituskokous kokoonpanojen liitosten työohjeiden ja laadunvarmistusmenettelyjen noudattamisen varmistamiseksi. Asennusvaiheen aloituskokouksessa varmistetaan, että työvaiheen organisaatio on tietoinen työvaiheen ohjeista ja suunnitelmista ja myös ymmärtää ne. (SFS 5978 2014)

Rakennustöiden aikana puumateriaalin ja puuosien käsittelyssä on huolehdittava seuraavista asioista:

- puumateriaalien säilytys niin, etteivät ne kuivu liikaa tai pääse kastumaan, eivätkä ne vaurioidu mekaanisesti tai, että eri lujuusluokat eivät pääse sekoittumaan keskenään
- puuelementeistä suojataan nurkat, ulokkeet, valmiit pinnat ja ulkonevat osat
- rakennusosat suojataan lumelta, sateelta ja maakosteudelta käyttöluokissa 1 ja 2
- levyrakenteet tasataan suunniteltuun käyttökosteuteen ennen asennusta kosteuden vaihtelun aiheuttaman muodonmuutosten rajoittamiseksi
- noudatetaan valmistajan ohjeita käsittelystä ja säilytyksestä (SFS 5978 2014)

Rakenteiden asennuksessa ja kokoamisessa on noudatettava asennussuunnitelmia, rakennepiirustuksia, työselostuksia sekä rakennusosatoimittajien ohjeita.

Erityisesti on huolehdittava, että:

- valmiita rakenneosia nostettaessa nostot vain nosto-ohjeiden mukaisista nostopisteistä
- asennuksen aikainen tuenta pilarien, seinien, ristikoiden, liimapuukaarien ja korkeiden palkkien osalta asennussuunnitelmien mukaan
- rakenteeseen ei saa kohdistua haitallisia lisärasituksia, estetään noudattamalla staattisesti määräämättömien rakenteiden tukikorkeuksia ja asennustoleransseja
- rakenteiden rakennusaikainen rasitus ei saa aiheuttaa pysyviä taipumia tai ylittää ominaiskuormia
- liitettävät rakenteet ei pääse halkeilemaan liittimien kohdilta
- korkeusasemat ja mittalinjat (moduuliverkko) ovat selkeästi merkitty
- noudatetaan kosteudenhallintasuunnitelmaa (SFS 5978 2014)

Rakenteellisessa työmaaliimauksessa noudatettava liimaus- ja laadunvalvonta-ohjeita, jotka ovat liimattujen puurakenteiden valmistuksen sertifiointiin akkreditoitun laitoksen hyväksymiä. Liimaustyön suoritus liimaustyön tarkastukseen akkreditoitun laitoksen edustajan valvonnassa. Työmaaliimauksesta otetaan näytteet testattaviksi liimasauman lujuuden varmentamisesta varten. Mekaanisten liitosten toteutuksessa noudatettava puun minimipaksuudelle, liittimien sijoitustoleransseilla ja väleille sekä reuna- ja päätyetäisyyksien vähimmäisarvoille asetettuja vaatimuksia.

Mekaanisten liitosten toteutuksessa on erityisesti huolehdittava, että:

- naulaus tai ruuvaus ei halkaise puuta
- ruuvi ei saa katketa eikä myödetä ruuvatessa, ruuvauksessa käytettävä tarvittavaa esirei'itystä
- noudatetaan reikätoleransseja ja pulttien kiristysohjeita pulttauksessa
- noudatetaan paksuus- ja reikätoleransseja tappivaarujen ja täsmäpulttien asennuksessa (SFS 5978 2014)

Rakennustyössä noudatetaan SFS 5978 standardissa esitettyjä asennus- ja liitostoleransseja, ellei toteutusasiakirjoissa ole muuta esitetty. (SFS 5978 2014)

### 3.3.1 Laatusuunnitelma

Toteuttajan ensimmäisiin toimenpiteisiin kuuluu laatia hankkeelle työsuunnitelma, joka sisältää mm. laatusuunnitelman. Laatusuunnitelman voi laatia sisältämään kaikki työvaiheet, ja niiden laadunvarmistustoimenpiteet, tai suunnitelman voi laatia yleissuunnitelmaksi, jota täydennetään työvaihekohtaisilla suunnitelmilla. (SFS 5978 2014)

Laatusuunnitelmassa on esitettävä vähintään seuraavat asiat:

- asetettuihin vaatimuksiin nähden riittävän pätevän henkilöstön tunnistaminen ja pätevyyksien todentaminen
- organisaatiokuvaus ja vastuuhenkilöt
- projektin osapuolten tehtävien tunnistaminen
- asetettujen vaatimusten vaikutus laadunhallintamenettelyihin
- työmenetelmät ja ohjeet
- töiden tarkastus- ja testaussuunnitelma sekä suoritettavat katselmukset ja näiden dokumentointi
- menettelytavat, kun poiketaan suunnitelmista
- menettelytavat poikkeamien korjaamista varten (SFS 5978 2014)

### 3.3.2 Asennussuunnitelma

Puurakenteiden asennuksesta on laadittava hankekohtainen asennussuunnitelma, jonka on oltava kirjallisessa muodossa työmaalla. Suunnitelmassa esitetään työmenetelmät puurakenteiden asennusta varten. Asennussuunnitelman laadinnassa on huomioitava hankkeelle laadittu kosteudenhallintasuunnitelma sekä viranomaismääräykset elementtirakentamisen työturvallisuudesta. Asennussuunnitelma laaditaan hankkeen toteutusasiakirjoihin perustuen, mikäli on

tarvetta poiketa toteutusasiakirjoista, esimerkiksi työmaaolosuhteiden tai työturvallisuusvaatimusten takia, muutokset hyväksytetään asianomaisten kanssa, ja dokumentoidaan kirjallisesti. Asennustöitä ei saa aloittaa, jos asennussuunnitelmassa esitetyt vaatimukset eivät ole kunnossa. (SFS 5978 2014)

Asennussuunnitelma sisältää seuraavat asiat:

- Kohdetiedot työmaasta ja elementtiasennuksiin liittyvät osapuolet sekä työmaan organisaatio
- Elementtityypit ja nosturitiedot
- Vaatimusten esiselvitykset;
  - o työturvallisuussuunnitelman vaatimukset
  - o nostureiden tiedot kulkureitteineen
  - o työmaan rajaukset ja kulunvalvonta
  - o maaperäolosuhteet
  - o toimitettavien rakennusosien mitta- ja painorajat
  - o ympäristö- ja ilmasto-olosuhteet
  - o viereisten rakennusten tiedot ja mahdolliset vaikutukset työmaahan tai rakennuksiin
- Elementtien vastaanotto
  - o kuljetus työmaalla, varastointitavat ja -telineiden kestävyys
  - o asennusalueen töiden yhteensovitus
  - o kuorman purku ja tarkastus
- Elementtien pintakäsittelyt ja suojaukset, suojaustaso
- Nostot ja asennus
  - o asennusjärjestys ja siihen liittyvä kosteudenhallinta
  - o asennusaikaiset tuennat, tuenta- ja tukipisteiden suojaus, tukien poisto
  - o elementtien kiinnitysten ja lopullisen vakavuuden aiheuttamat toimenpiteet

- perehdyttäminen
- Mittatarkkuus ja käytettävät toleranssit, mittauslähtötiedot ja korot
- Kuvaus liitostekniikasta, tiedot liitososista ja työmenetelmistä
- Putoamissuojaus, henkilösuojaimet, asennusaikaiset työtasot, -telineet ja -pukit ja henkilöstökorit ja -nostimet
- Työmaan paloturvallisuusriskit ja niihin valmistautuminen
- Tarkastussuunnitelma; suoritettuihin töihin kohdistettavien tarkastusten, testausten ja korjausten tarkoituksena on varmentaa, että valmiit puurakenteilla on toteutusasiakirjojen vaatimusten mukainen riittävä kestävyys, stabiilius, käytettävyys ja säilyvyys. Suunnitelmaan kuuluu:
  - materiaalien, tuotteiden, osien, liitosten, kokoonpanojen ja varastoinnin tarkastus
  - asennuksien ja asennusaikaisten suojausten tarkastukset ja katselmukset
  - kosteuspitoisuuksien ja työmaan olosuhteiden valvonta ja mittaaminen
- Häiriötilanteen toiminta- ja turvallisuusohje ja tiedonkulku
- Asennussuunnitelman hyväksyminen tehtävä kirjallisesti. Suunnitelman hyväksyvät laatija, asennustyönjohtaja, vastaava puurakennetyönjohtaja, vastaava rakennesuunnittelija, elementtisuunnittelija ja työmaan vastaavatyönjohtaja. Turvallisuussuunnitelman sisältävän asennussuunnitelman allekirjoittaa myös turvallisuuskoordinaattori. (SFS 5978 2014)

### 3.3.3 Asennustoleranssit

Puurakentamisen asennustoleranssit ovat pienempiä kuin esimerkiksi betonielementtien asennuksessa. Asennustyön aikainen yhteydenpito on tärkeää. Asennusolosuhteet on oltava myös kunnossa, koska elementin mitat muuttuvat kosteuden muuttuessa, pitkiä elementtejä asennettaessa puunmuodonmuutos voi aiheuttaa ongelmia, kun käytössä on pienemmät toleranssit. (Puuinfo 2022)

Puurakenteiden toiminnalliset toleranssit kolmessa toleranssiluokassa SFS 5978 mukaan:

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

Toteutusasiakirjoissa on mahdollista olla myös luokkaa 3 tiukemmat tai luokkaa 1 väljemmät asennustarkkuudet. Luokan 1 toleranssit ovat kuitenkin olennaisia toleransseja, joista saa poiketa lievempään suuntaan vain, jos se otetaan huomioon rakenteiden mitoituksessa. (SFS 5978 2014)

Puurakenteiden asennustoleranssit SFS 5978 mukaan ovat esitetty taulukoissa 1 ja 2. Olennaiset toleranssit esitetty harmaalla taustalla. Toleranssit kuvaavat rakennusosan suurinta sallittua mittapoikkeamaa moduuliverkosta, tällä tavalla toleranssien kertymistä esimerkiksi päällekkäisille rakennusosille ei sallita.

Ulottuvuus ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama		
	Toleranssiluokka 3	Toleranssiluokka 2	Toleranssiluokka 1
<i>Seinät</i>			
Sivusijainti perussuorasta	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Runkotolppien väli	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Ikkuna- ja oviaukon koko	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Ikkuna- ja oviaukon sijainti	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Vapaa väli (vastakkaiset seinät)	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Seinärunгон suoruus <sup>1)</sup>	±1,5 ‰	±1,5 ‰	±1,5 ‰
Seinärunгон poikkeama pystysuorasta			
— korkeus enintään 3 m	±5 mm	±5 mm	±5 mm
— korkeus yli 3 m	±8 mm	±8 mm	±8 mm
<i>Ala- ja välipohjakannatteet</i>			
Kannatteiden väli	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Porrasaukon tms. koko	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Porrasaukon tms. sijainti	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Palkiston ylä- tai alapinnan suoruus <sup>1)</sup>	±1,5 ‰	±1,5 ‰	±1,5 ‰
<i>Yläpohjakannatteet</i>			
Kannatteiden väli	±3 mm	±5 mm	±10 mm
Palkiston ylä- tai alapinnan suoruus <sup>1)</sup>	±1,5 ‰	±1,5 ‰	±1,5 ‰
<i>Pilarirunko</i>			
Sivusijainti	±6 mm	±12 mm	±20 mm
Vapaa väli	±6 mm	±12 mm	±20 mm
Pilarin yläpään ja/tai tukipintojen korkeusasema	±4 mm	±8 mm	±12 mm
Suoruus <sup>1)</sup>	±1,5 ‰	±1,5 ‰	±1,5 ‰
Poikkeama pystysuorasta			
— korkeus enintään 6 m	±3 mm	±5 mm	±8 mm
— korkeus yli 6 m	±4 mm	±8 mm	±2 mm
<i>Palkkirunko</i>			
Sivusijainti perussuorasta	±6 mm	±12 mm	±20 mm
Vapaa väli	±6 mm	±12 mm	±20 mm
Korkeusasema tuella	±4 mm	±8 mm	±12 mm
Suoruus <sup>1)</sup> ja poikkeama esikorotuksesta, kun palkkia kuormittaa sen oma paino	±1,5 ‰	±1,5 ‰	±1,5 ‰
<i>Seinäelementtien asennustarkkuus</i>			
Seinän sivusijainti perussuorasta	±5 mm	±8 mm	±12 mm
Vapaa väli (vastakkaiset seinät)	±5 mm	±8 mm	±12 mm
Seinän poikkeama pystysuorasta			
— korkeus enintään 3 m	±3 mm	±5 mm	±8 mm
— korkeus yli 3 m	±5 mm	±8 mm	±12 mm
Sauman leveys, poikkeama nimellimitasta	±3 mm	±5 mm	±8 mm
Elementtisauman hammastus	3 mm	5 mm	8 mm

<sup>1)</sup> 1,5 ‰ mittauspituudesta, kun mittauspituus on vähintään 2 m.

Taulukko 1. Puurakenteiden asennustoleranssit, osa 1/2 (SFS 5978 2014)

Ulottuvuus ja sijainti	Suurin sallittu poikkeama		
	Toleranssiluokka 3	Toleranssiluokka 2	Toleranssiluokka 1
<i>Ala-, väli- ja yläpohjaelementtien asennustarkkuudet</i>			
Elementtien sivusijainti perussuorasta	±5 mm	±8 mm	±12 mm
Elementtisauman hammastus	3 mm	5 mm	8 mm
Sauman leveys, poikkeama nimellimitasta	±3 mm	±5 mm	±8 mm
<i>Asennusalusta ja asennusalustassa olevat kiinnikkeet</i>			
— sivusijainti koko asennusalustan pituudella	±3 mm	±5 mm	±8 mm
— korkeusasema koko asennusalustan pituudella	±3 mm	±5 mm	±8 mm
Peruspultit			
— pulttiryhmän sijainti keskilinjan suhteen	±5 mm	±10 mm	±10 mm
— pulttien keskinäinen etäisyys ryhmässä	±3 mm	±3 mm	±3 mm
— pultin korkeusasema	+20 mm	+20 mm	+20 mm
— pultin kallistus pystytasosta ( $L$ on pultin näkyvä pituus)	$L/100$	$L/100$	$L/100$
Muut kiinnikkeet, sivusijainti (teräslevyt, tangot yms.)	±3 mm	±5 mm	±8 mm
<i>Naulalevyrakenteet</i>			
Suurin käyryys rakenteen tasosta			
— sauvan käyryys liitosvälillä	15 mm		
— paarteen käyryys koko paarteen pituudella	min( $L/300$ , 50 mm), kun $L$ on paarteen pituus		
Poikkeama pystyasennosta	min(10 mm + $H/200$ , 25 mm), kun $H$ on rakenteen korkeus [mm] tarkasteltavassa kohdassa.		

Taulukko 2. Puurakenteiden asennustoleranssit, osa 2/2 (SFS 5978 2014)

### 3.4 Puurakentamisen kosteudenhallinta

#### 3.4.1 Kosteudenhallintasuunnitelma

Toteuttajan on laadittava puurakennushankkeelle kosteudenhallintasuunnitelma. Suunnitelma tehdään yhteistyössä rakennesuunnittelun ja kosteudenhallinta-koordinaattorin kanssa ja se pohjautuu kosteudenhallintaselvityksessä tai suunnitteluasiakirjoissa asetettuun tavoitetasoon. Suunnitelma ei saa poiketa kosteudenhallintaselvityksestä tai suunnitteluasiakirjoista ilman hyvää perustetta, eikä poikkeama saa heikentää lopputuloksen laatua. Peruste poikkeamalle voi olla esimerkiksi muuttuneet työmaaolosuhteet. Poikkeamat on hyväksyttävä yhdessä suunnittelijoiden ja kosteudenhallintakoordinaattorin kanssa ja dokumentoitava kirjallisesti. Kosteudenhallintasuunnitelman on katettava koko prosessi puuosien tehdasvalmistuksesta niiden asennukseen ja aina valmiiseen rakennukseen asti. Kosteudenhallintasuunnitelman tai vähintään osan siitä on oltava valmis ennen rakennustöiden tai rakennusosien valmistusta. (SFS 5978 2014, 18.)

Kosteudenhallintasuunnitelman sisältö SFS 5978 mukaan:

1. kohteen perustiedot (työmaan yhteystiedot vastuineen)
2. hankkeessa käytettävät puumateriaalit ja -tuotteet
3. puutavaran, puuelementtien ja rakennusosien tavoitekosteus tehdasvalmistuksen eri vaiheissa
4. puutavaran, puuelementtien ja rakennusosien tavoitekosteus työmaalle tuotuna, asennuksen aikana ja valmiina rakenteena
5. vastaanottotarkastukset ja vastuuhenkilöt
6. rakentamisen aikaiset kosteuslähteet (sade, lumi, pintavedet jne.)
7. puurakenteiden suojaustaso (ST0-ST3) rakentamisen aikana eri puurakennusosille ja arvioitu tarvittava suojausaika
8. puun suojausmenetelmät työmaalla
  - varastointitapa ja varaston suojaus
  - paikalleen asennetun puun suojaus
  - kastuneiden puuosien kuivatustapa
9. rakenteiden hallittu kuivaus rakennuksen käyttöolosuhteisiin
  - kosteuden aiheuttamien riskien kartoitus ja torjunta
  - rakennushankkeen arvioitu herkkyys epäedullisille sääolosuhteille ym. poikkeuksille
  - puun kosteuspitoisuuksien, kuivumisaikojen ja tarkoituksenmukaisten kuivausolosuhteiden määrittäminen
  - työmaa-aikataulun vaikutukset
  - kuivumisolosuhteiden järjestäminen
10. kosteusmittausuunnitelma (mittausmenetelmät, aikataulu, vastuuhenkilö ja dokumentointi).

### 3.4.2 Puurakenteiden kosteus ja käyttöluokat

Kosteudenhallintasuunnitelmassa on huomioitava lämmitettyjen sisätilojen kosteusolosuhteiden vuoden aikana tapahtuva vaihtelu. Talvella puun kosteus voi laskea alle 5 %:iin, ja syksyllä nousta 12 %:iin. Katetun lämmittämättömän tilan vaihtelu on noin 12–18 %. (SFS 5978 2014)

Lämmitettyihin sisätiloihin suunnitellut puurakenteet kuuluvat käyttöluokkaan 1, jossa keskimääräinen puun kosteus on alle 12 % (RH 65 %, lämpötila 20°C).

Katettuihin lämmittämättömiin tiloihin suunnitellut puurakenteet kuuluvat käyttöluokkaan 2, jossa puun kosteus enintään 20 % (RH 85 %, lämpötila 20°C).

Käyttöluokkaan 3 suunnitellaan puurakenteet, jotka eivät kuulu käyttöluokkiin 1 tai 2. Puurakenteet voivat olla esimerkiksi ulkona säälle alttiina, kosteassa tilassa tai veden välittömän vaikutuksen alaisena. (Puuinfo 2020)

Puumateriaalien toimituskosteus vaihtelee eri tuotteiden ja toimitustapojen välillä, tämä on otettava huomioon vastaanottaessa materiaaleja, ja sovittaessa toimituksia. Lähtökohtaisesti toimituskosteudet alla, ellei toimittajan kanssa muuta sovi:

- ulkokuivan sahatavaran toimituksessa kosteus on 15–25 %.  
Homehtumisvaaran vuoksi sen tulisi olla alle 20 %
- tehdastoimitettu liimapuu 10–12 %
- tehdastoimitettu LVL ja vaneri 8–10 %
- varastosta toimitettu liimapuu, vaneri ja LVL <20 %. (SFS 5978 2014)

Suositusarvot puutavaran kosteudelle käyttökohteittain:

- runkopuutavara ≤ 20 %
- ulkoverhous ≤ 18 %
- sisäverhous ≤ 16 %
- lattiaverhous ≤ 10 % (Puuinfo 2020)

Mikäli puumateriaali pääsee kastumaan työmaalla, puun kuivaus järjestettävä riittävän hitaaksi, jotta puu ei pääse halkeilemaan. Erityisesti massiivisilla poikkileikkauksilla hallittu kuivaus on tärkeää. Mitatun puunkosteuden ja puun kuivumisolosuhteiden tasapainokosteuden ero saa olla korkeintaan 6 %. Mikäli tarvetta kuivattaa enemmän, kuivaus useammassa vaiheessa. Rakennetta ei saa peittää tai pinnoittaa ennen kuin haluttu kosteus on saavutettu, ja todennettu mittaamalla. (SFS 5978 2014)

### 3.4.3 Rakennusaikainen kosteudenhallinta ja suojaus

Puurakenteiden varastoinnin, kuljetuksen ja rakentamisen aikana rakenteiden kastuminen estetään sääsuojauksien avulla, tarkoituksena säilyttää puun tavoitekosteudet. Suojauksien aikana huomioitava myös rakenteiden ja tuotteiden tuuletus, ettei suojausten sisään pääse kertymään kosteutta. (Puuinfo 2020)

Puurakenteiden kosteudenhallinnassa on huomioitava, että puurakenne kostuu myös suojauksen alla, johtuen puun ominaisuudesta vastaanottaa kosteutta ympäröivästä ilmasta, paitsi saharatavara, koska toimituskosteus on niin korkea, että saharatavara jatkaa yleensä kuivumista suojauksen aikana. Sääsuojaustaso määritellään rakennushankkeen kosteudenhallinta- ja asennussuunnitelmissa. Valinnassa on huomioitava mahdolliset poikkeavat sääolosuhteet ja rakentamisen tuottama kosteus. Jos puurakenne pääsee kastumaan, se täytyy kuivata riittävän hitaasti, jotta estetään mahdollinen halkeilu. Rakenteita ei saa peittää tai pinnoittaa ennen kuin puurakenne on saavuttanut halutun kosteuden. (SFS 5978 2014)

Suojaustasot sekä niissä saavutettavat puun kosteuspitoisuudet SFS 5978 mukaan ovat seuraavat:

- Suojaustaso ST0, ei suojausta
  - o kosteuspitoisuus riippuu ilmastosta ja sitä ei voida taata
  - o suositeltava vain talvikausina ja lyhyinä jaksoina, ei kuitenkaan maakosketusta
- Suojaustaso ST1, muovi- tai pressusuojaus rakenteiden päällä

- kosteuspitoisuus alle 20 %
- varmistettava riittävä tuuletus
- Suojaustaso ST2, katesuoja
  - kosteuspitoisuus alle 20 %
  - varmempi kuin ST1
- Suojaustaso ST3, sisäolosuhteet tai lämmitetty telttasuojaus
  - kosteuspitoisuus alle 15 %

### **Kuljetusaikainen suojaus**

Kuljetusaikainen suojaus suunnitellaan kuljetettavan tuotteen mukaan. Tyypillisin kuljetuksen aikainen suojaustapa on muovisuojaus, kuva 1.



Kuva 1. Suurelementtien kuljetusaikainen suojaus muovilla (Puuinfo 2022)

Muovisuojausta purettaessa työmaalla syntyy huomattavia määriä muovijätettä. Muovijätettä voidaan vähentää käyttämällä suojapeitteellistä rekkaa esimerkiksi suurelementtien kuljetukseen, kuva 2.



Kuva 2. Suurelementtikuljetus työmaalle suojapeitteisellä rekalla (Puuinfo 2022)

Tilaelementtien kuljetuksessa käytettäviä pressuja voidaan hyödyntää uudelleen, ja ne palautetaan tehtaalle kuorman purun jälkeen, kuva 3. (Puuinfo 2022)



Kuva 3. Tilaelementin suojaus uudelleen käytettävällä pressulla (Puuinfo 2022)

### Telttasuojaus (ST2)

Telttasuojausta käytetään yleisemmin paikalla rakentamisen ja ranka- ja massiivipuurakenteisten tasoelementtien asennuksen yhteydessä. Teltassa on yleensä siltanosturi, jonka avulla elementtien asentamisesta saadaan jatkuvaa ja nopeaa, kuva 4.



Kuva 4. Tilaelementin asennus siltanosturilla suojateltassa (Puuinfo 2022)

Kuvassa 5 näkyy hyvin, että on myös mahdollista tehdä teltasta niin suuri, että sisälle mahtuu nosturiauto. Yksi vaihtoehto on myös tehdä teltan katosta avattava, jolloin nosturi voi toimia teltan ulkopuolelta. Avattavan katon myötä asennuksia ei kuitenkaan pystytä tekemään sateella. Telttasuojauksen ehdottomia etuja on rakennustyön jatkuvuus säästä riippumatta. Hyvällä työmaatoimintojen suunnittelulla työvaiheita voidaan lomittaa, ja esimerkiksi alemmissa kerroksissa sisätöihin voidaan päästä jo ylempien kerroksien runkoasennuksien ollessa vielä käynnissä. Telttasuojaus on myös hyvä paikka varastoida rakennustarvikkeita. (Puuinfo 2022)



Kuva 5. CLT-elementin asennus nosturiautolla suojateltassa (Puuinfo 2022)

### **Suojakatto (ST2)**

ST2 mukaiseen suojaustasoon päästään myös rakennuksen päälle sijoitettavalla siirrettävällä suojakatolla, joka yleensä koostuu useammasta lohkoista, kuva 6. Suojakatto on paikallaan aina, kun runkoasennuksia ei tehdä. Asennuksien ajaksi se nostetaan pois, ja asennetaan välittömästi takaisin asennusten valmistuttua. Suojakatosta voidaan tehdä myös koko rakennuksen kokoinen, riippuen rakennuksen koosta ja muodosta. Suojakatto voi olla rakennuksen lopullinen vesikatto tai väliaikainen, lopuksi purettava katto. Suojakatto soveltuu käytettäväksi lähes kaikissa puurakentamisen tavoissa paikalla rakentamisesta tilaelementteihin. Eniten sitä käytetään tilaelementtirakentamisessa, jossa telttasuojaus tuottaa haasteita, kuten siltanosturin nostokapasiteetin riittävyys ja teltan rakentamisen hitaus suhteessa tilaelementtien asennuksen nopeuteen. (Puuinfo 2022)



Kuva 6. Suojakatto rakennuksen lopullisista kattolohkoista (Puuinfo 2022)

### **Muita menetelmiä kosteussuojaukselle**

Vaikka käytettäisiin ST-luokan mukaista suojausta rakennuksen päällä, on silti tarvetta suojata rakennusosia. Tyypillisin tapa rakennusosakohtaiseen suojaukseen on muovitus tai pressusuojaus. Nykyään käytössä on myös polypropeenista valmistettu itseliimautuva mikrokuitukangas, joka toimii myös ilman- ja tuulensulkuna ja läpäisee vesihöyryä, joten sen voi jättää rakenteeseen muodostamatta höyrynsulkua, kuva 7.



Kuva 7. Mikrokuitukangas CLT-levyseinissä (Puuinfo 2022)

Kangas voidaan asentaa tehtaalla tai työmaalla. Kuvassa 8 on esitetty mikrokuitukankaan asennusta työmaalla välipohjan päälle.



Kuva 8. Mikrokuitukankaan asennus CLT-välipohjan päälle (Puuinfo 2022)

### 3.5 Puurakentamisen työturvallisuus

Puurakentamisen työturvallisuutta koskevat samat vaatimukset, kuin mitä tahansa muutakin rakennushanketta. Puurakentamisessa erityistä huomiota työturvallisuuden osalta vaativat elementtien kuljetukset, vastaanotto, nostot ja asennusjärjestys sekä putoamissuojaus asennustöiden aikana. Asennustyöt on suunniteltava ennakkoon hyvissä ajoin, ja suunnitelman laatimista varten on varattava riittävä osaaminen. (RT 103546 2023)

Puuelementtien asennuksessa on huolehdittava asennusolosuhteista. Haasteita aiheuttavat talvella ja keväällä lumi ja jää sekä ympärivuotisesti tuuli ja vesi. Kuljuteiden, telineiden ja henkilönostimien liukkaus on pyrittävä pitämällä ne puhtaana lumesta ja jäädästä. Vettä tai lunta ei saa kerääntyä sääsuojien tai katosten päälle. Kovalla tuulella ei tehdä teline- tai asennustöitä. Käytettävien nostureiden pitää olla käyttötarkoitukseen sopivia ja asennussuunnitelman mukaisia. Nostureissa on oltava turvakytkimet. Kaikki nostoapuvälineet, kuten vaijerit, hihnat ja ohjaukset tarkastetaan säännöllisesti ja niiden kuntoa on tarkkailtava jatkuvasti. (Ratu 0425 2014)

Nostoapuvälineitä ei saa irrottaa tilaelementistä ennen kuin elementin kiinnitys on varmistettu. Työnaikaiset aukkojen suojaukset ja kaiteet tehtävä välittömästi tilaelementtiasennuksen yhteydessä. (Ratu 0425 2014)

Seinäelementtien asennustukien tulee kestää sekä vetoa, että puristusta. Varmistettava tukien säätötolppien ja niiden vahvistusholkkien pysyminen paikoillaan. Kiinnityspisteiden tukien yläpäässä oltava elementin painopisteen yläpuolella. Sisäkierreankkureita ei saa kiinnittää liian lähelle reunaa lohkeamisvaaran vuoksi, minimietäisyys reunasta 50 mm. Nostoapuvälineitä ei saa irrottaa seinäelementistä ennen kuin elementin tuet ja kiinnitys on varmistettu. Minimituki-pintavaatimukset oltava kunnossa kaikissa olosuhteissa. (Ratu 0424 2014)

**Rakentamisen aikainen paloturvallisuus**

Puurakentamisessa kiinnitettävä erityistä huomiota tulitöiden järjestelyihin. Määräykset ja ohjeet eivät poikkea muusta rakentamisesta. Alla muutamia keskeisiä asioita tulityöohjeista:

- tulityöt voimassa olevien suojeleohjeiden mukaisesti
- tulitöitä tekevällä oltava voimassa oleva tulityökortti
- tulityölupa täytettävä ennen töiden aloitusta
- käytettävä asianmukaista sammutuskalustoa
- jälkivartiointi ohjeiden mukaan

Puurakenteiden ja puupintojen osalta tehtävä ohjeistus, miten toimitaan sinä aikana, kun suojaverhouksia ei ole vielä asennettu ja automaattinen sammutuslaitteisto ei ole vielä toiminnassa. (Mikkola & Holopainen 2017.)

## 4 PUURAKENTAMISEN VALVONNAN TARKASTUSLISTA

Opinnäytetyön alkuperäisenä tavoitteena oli luoda puurakentamisen valvonnasta opas. Työn teon aikana ja lähdeaineistoon perehtymisen myötä voidaan todeta, että tarvitaan enemmänkin tarkastuslista puurakentamisen erityispiirteistä, joka täydentää muita yrityksen käytössä olevia valvontaohjeita ja malliasiakirjoja. Puurakentamisen valvonta on kuitenkin pääosin samanlaista kuin minkä tahansa muunkin rakentamisen.

Tarkastuslistan laatimista varten ensiksi täytyi perehtyä olemassa oleviin ohjeistuksiin ja malliasiakirjoihin mitä yritykseltä jo löytyi. Tarkoitus ei ole tehdä toisiaan risteäviä ja päällekkäistä tietoa omaavaa tarkastuslistaa, vaan täydentää ohjeistuksia sen verran mikä todetaan tarpeelliseksi. Yrityksessä on panostettu huomattavasti kehitystyöhön, ja rakennuttamisen ja valvonnan ohjeita löytyy todella kattavasti tarveselvityksestä käyttöönottoon ja ylläpitoon asti, sisältäen myös takuuajan ja siihen liittyvän ohjeistuksen malliasiakirjoineen.

Valvonnasta ja toteutuksen laadunvarmistuksesta löytyy työvaihekohtaisia ohjeita missä lähdeaineistona on mm. käytetty kirjaa Rakennustöiden laatu RTL 2017. Nämä ohjeistukset sisältävät myös puurakentamisen työvaiheet runko- ja vesikattotöistä aina sisäpuolen pintoihin asti, kuten parketit ym. Ohjeistukset toimivat muistilistana työvaiheiden tekniseen tarkastukseen. Ohjeissa on esitetty laadunvarmistuksen työtä edeltävät, työnaikaiset ja työnjälkeiset tehtävät sekä mallityössä tarkastettavat asiat pääpiirteittäin.

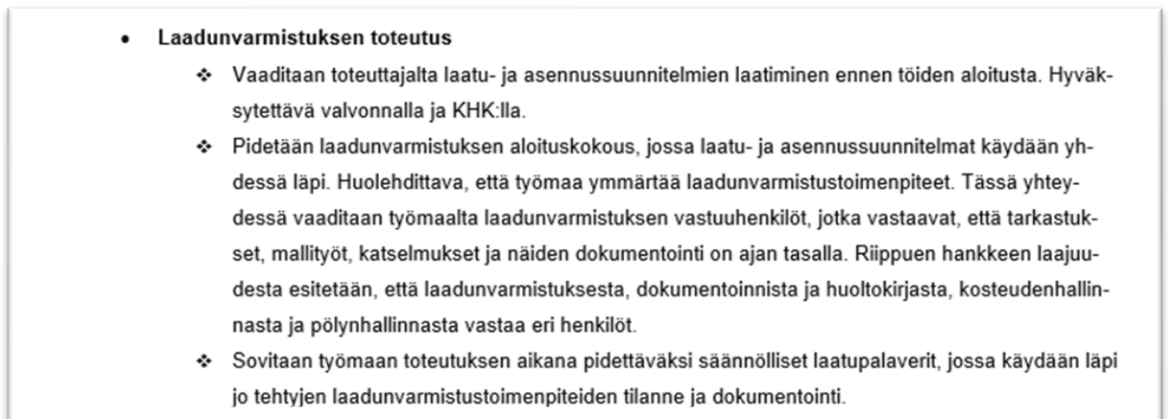
### 4.1 Tarkastuslistan laatiminen

Tarkastuslistan laatimista varten ensiksi täytyi luoda tarkastuslista yrityksen malliasiakirjapohjalle. Asiakirjan muotoilu tehtiin vastaamaan muita ohjeistuksia mitä yritykseltä jo löytyy. Ensimmäiselle sivulle pohjustettiin mikä on tarkastuslistan tarkoitus ja rajaukset. Tarkastuslista tehtiin selkeäksi ja tiivistetyksi, ettei asiasällön määrä tule esteeksi käyttöä ajatellen. Kuvassa 9 näkyy ote tarkastuslistan etusivun yläosasta, missä ohjeen tarkoitusta ja sisältöä avataan käyttäjille.



Kuva 9. Kuvankaappaus työn tuloksena laaditusta tarkastuslistasta.

Tarkastuslistaan listattiin erityispiirteitä erityisesti kosteudenhallintaan liittyen. Kosteuden aiheuttamat haasteet työmaa-aikana saadaan poistettua hyvällä ennakoinnilla ja asennustyön suunnittelulla. Puurakentamisen toleransseista on myös muutamia kohtia nostettu esiin, kun työskennellään vaativimmissa toleranssiluokissa. Tarkastuslistassa esitetään kohdat työmaan aikataulun mukaisesti alkaen työmaan aloituskokouksesta ja päättyen vastaanottoon. Kuvassa 10 näkyy ensimmäiset nostot mitä työmaan alussa pitää huomioida tai tehdä.



Kuva 10. Tarkastuslistassa listattuja asioita työmaan aloituksesta.

## 5 POHDINTA

Puurakentamisessa on paljon erityispiirteitä ja detaljeja, jotka ovat tarpeellista huomioida työn toteutuksessa ja laadunvarmistuksessa. Puurakentamiselle on asetettu paljon säädöksiä, määräyksiä ja viranomaisvaatimuksia, jotka eivät ole tuttuja, jos niiden parissa ei ole työskennellyt. On erityisen tärkeää, että puurakennushankkeissa on riittävä osaaminen aiheesta ja erityisesti puurakennussuunnittelija on riittävän pätevä, koska hankkeen laadulliset vaatimukset esitetään pääsääntöisesti suunnitteluvaiheessa. Tärkeintä itse puurakentamisen valvonnassa on, että osaa etsiä vaatimukset, asetukset, standardit ja ohjeet puurakentamisen toteutukselle. Edellä mainitut standardit ja asetukset mahdollisesti päivittyvät ajan myötä ja siten kaikkea ei kannata kirjoittaa tarkastuslistaan, vaan pikemminkin lisää maininnan, että mistä kyseinen tieto löytyy.

Puurakentamisen valvonta ei poikkea millään tavalla tavanomaisten hankkeiden valvonnasta. Valvonta toteutetaan rakennushankkeeseen ryhtyvän kanssa tehdyn sopimuksen mukaan, ja siinä määritellyn laajuuden perusteella. Tärkeää on kuitenkin olla tietoinen puurakentamisen asetuksista ja vaatimuksista, jotta voidaan valvontasopimuksessa määritellä riittävä laajuus valvonnalle. Tilaajan kanssa on hyvä listata mitä vaatimuksia on hankkeeseen määritelty toteutusasiakirjoissa, ja mitä mahdollisesti olisi tarpeellista vielä lisätä.

Hyvään valvontatapaan kuuluu perehtyä hankkeen toteutusasiakirjoihin ennen toteutuksen alkua. Optimaalisessa tilanteessa valvoja otetaan hankkeeseen mukaan siinä vaiheessa, jolloin toteutusasiakirjat ovat vielä luonnos- tai urakkalaskentavaiheessa, ja valvoja voi tarvittaessa kommentoida asiakirjoissa esitettyjä vaatimuksia, vastuita tai jopa mahdollisia suunnitelmavirheitä, jos riittävä osaaminen löytyy. Tähän on hyvä varata riittävästi aikaa. Ajoissa hankkeeseen mukaan otettu valvoja voi myös konsultoida tilaajaa urakoitsijoiden hankinta-asiakirjojen laatimisessa ja urakoitsijavalinnoissa, koska valvojilla on yleensä kokemusta urakoitsijoiden toiminnasta edeltävissä hankkeissa.

Rakennushankkeissa on useita työvaiheita, ja niihin sisältyy valtavasti erilaisia laatuvaatimuksia. Se, että valvontatyötä voidaan tehdä oikea-aikaisesti osoitta-

malla ja estämällä mahdolliset virheet ja puutteet ennakoivasti, pitää laatuvaatimuksia käydä läpi pitkin rakennushanketta yhdessä toteutusosapuolien kanssa. On huomioitava aikataulu ja mahdolliset toimitus- ja tuotantoajat, että voidaan varmistua laatuvaatimusten toteutumisen asennettaviin tuotteisiin ja asennuksissa. Tämä huomioiden, mitä aikaisemmin valvoja otetaan mukaan hankkeeseen, sitä varmemmin saadaan laadunvarmistuksen vaatimukset riittävän ajoissa toteutusosapuolille ja heidän sopimuksiinsa. Jos lisää työtä aiheuttavia laadunvarmistustoimenpiteitä ei ole mainittu sopimusasiakirjoissa, on todennäköistä, että työn tilaaja joutuu maksamaan toimenpiteistä lisätyönä.

Opinnäytetyön teossa haasteeksi osoittautui se, että puurakentamista kehitetään ja tutkitaan tällä hetkellä todella paljon. Uusia julkaisuja tuli tämän työn teon aikana useita, mm. uusia RT-kortteja, opinnäytetöitä ja Ympäristöministeriön puurakentamisen toimenpideohjelman liittyviä tutkimuksia ja julkaisuja. Tämä on tietenkin hyvä asia, mutta koin sen haasteeksi, koska lähdeaineistoon tuli muutoksia tämän takia, ja uusi aineisto osittain muutti jo kirjoitettua tietoperustaa sekä tuloksia. Aineistoa aiheesta löytyy valtavasti ja oleellisten erityispiirteiden löytäminen ei ole helppoa. Työn teon loppuvaiheessa oli pakko lopettaa uuden aineiston hakeminen ja niihin perehtyminen, koska muuten työ ei olisi tullut koskaan valmiiksi. Osittain tämä johtui siitä, että työn tekeminen kesti huomattavasti suunniteltua kauemmin johtuen arjen ja työn kiireistä.

Ajan tasalla olevan tarkoitukseensa toimivan tarkastuslistan laatiminen ja ylläpitäminen vaatii jatkuvaa tiedonhakua ja päivittämistä. Esimerkiksi puurakentamisen kannalta oleelliseksi osoittautuneen kosteudenhallinnan osalta on vielä odotettavissa päivitystä kosteusmittausten yhtenäiseen ohjeistukseen. Valtavia hankkeita ja haastavia ratkaisuja toteutetaan jatkuvasti ja niiden pohjalta tulee varmasti lisää hyviä käytäntöjä ja asioita, jotka olisi syytä nostaa erityispiirteisiin. Työhön olisi ollut hyvä lisätä haastatteluja puurakennushankkeiden toteuttajaosapuolille, tilaajille ja valvojille. Vähintään oman yrityksen sisäiset kyselyt hankkeissa mukana olleille kannattaa tehdä, ja tuloksista tärkeimmät erityispiirteet nostettaisiin tarkastuslistaan. Yleensä se on niin, että parhaimmat opit työn toteutuksesta tulevat ns. ”kentältä”. Lopullista käyttöön otettavaa tarkastuslistaa varten näin varmasti tullaan tekemään.

Loppujen lopuksi koen, että opinnäytetyössä onnistuttiin luomaan toimiva tarkastuslista puurakentamisen valvontaa varten. Aiheesta löytyi paljon hyvää tietoa ja sieltä saatiin poimittua tärkeitä asioita, jotka työn toteutuksen laadunvarmistukseen liittyvät. Opinnäytetyön tekijänä sain paljon tarpeellista tietoa siitä mistä löytyy puurakentamisen laadulliset vaatimukset, ja mitä toteutusvaiheessa pitää huomioida laadukkaan lopputuloksen saavuttamiseksi. Opinnäytetyössä käsiteltiin puurakentamista yleisesti toteutusvaiheessa ja työn tekemisen kannalta tämä oli hyvä ja tärkeä rajaus. Esimerkiksi hankemuotojen vaikutukset tai spesifimmän puurakentamisen erityispiirteiden, kuten tilaelementit, hirsi- tai hybridirakentaminen olisi laajentanut työtä liikaa.

### **Jatkotutkimusehdotukset**

Yksi jatkotutkimusaihe voisi olla hankemuotojen vaikutukset puurakennushankkeissa. Erityisesti nykyään suosiossa olevat yhteistoiminnalliset urakkamuodot ja erilaiset elinkaarimallit tuovat varmasti hyviä asioita puurakentamiseen ja laadunvarmistukseen, kun niihin panostetaan hankkeen alussa yhdessä eri osapuolien kanssa. Näissä hankemuodoissa vastataan yhdessä virheistä ja nautitaan hyödyistä. Yhdessä tekeminen hankkeen alusta asti on ehdottomasti se tärkein etu, kun tavoitellaan laadukasta lopputulosta. Elinkaarimalleissa pitkä takuu-aika antaa oman lisämausteensa osapuolille toteuttaa hanke laadukkaasti kestävässä aikaa ja kulutusta.

Toinen mahdollinen jatkotutkimusaihe voisi olla hankesuunnittelu ja suunnittelunohjaus puurakentamisessa. Miten luodaan toimiva tiedonkulku erityisesti tilaajan ja käyttäjän, suunnittelun, työmaan ja tehtaan tuotannon kanssa? Oikea-aikaisella tiedonkululla saadaan virheet poistettua tuotannosta ennen kuin ne sinne edes joutuvat. Suunnitteluvaiheessa myös hankkeen laatuvaatimukset määritellään ja kirjataan toteutusasiakirjoihin. Toimivan suunnittelunohjauksen myötä eri suunnittelualueiden vaatimukset ja yhteensovitus saadaan toteutusasiakirjoihin niin ajoissa, että ne ehditään huomioida tuotannossa. Tuotannon virheetön onnistuminen vaatii yleensä virheettömät ja riittävän ajoissa laaditut toteutusasiakirjat.

## LÄHTEET

Ympäristöministeriö 2020. Julkisen puurakentamisen kansalliset tavoitteet. Puurakentamisen toimenpideohjelma 2016–2022. Viitattu 20.8.2023 [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E\\_8436\\_408A\\_8CD7\\_510C6C1AD000-161609.pdf](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Julkisen-puurakentamisen-kansalliset-tavoitteet-45F5028E_8436_408A_8CD7_510C6C1AD000-161609.pdf).

Mikkola, E. & Holopainen, S. 2017. Puukerrostalon palotekniikka. Karelia-ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.8.2023 <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-275-246-8>.

RT 103171 2019. Talonrakennustyön työmaavalvonnan tehtäväluettelo. Rakennustieto Oy.

RT-kortisto 2023. Rakennustieto Oy. Viitattu 31.5.2023 <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortistot/rt-kortisto>.

Ratu KI-6029 2017. Rakennustöiden laatu RTL 2017. Rakennustieto Oy.

SFS 5978 2014. Puurakenteiden toteuttaminen, Rakennuksien kantavia rakennosia koskevat säännöt. Suomen Standardisoimisliitto SFS.

Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry & Hakkarainen, J. 2006. RIL 240-2006. Puurakenteiden laadunvarmistus: Suunnittelu – valmistus – työmaatoteutus - käyttö. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. 1999. Ympäristöministeriö. Viitattu 31.5.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>.

Ympäristöministeriö 2017. Asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017. Viitattu 31.5.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>.

Työturvallisuuslaki 738/2002. 2002. Viitattu 31.5.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009. 2009. Viitattu 31.5.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>.

Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry, Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL & Penttinen T. 2017. Rakennuttajan turvallisuuskoordinaattori -kurssin luentomateriaali.

Puuinfo 2022. Teollisen puurakentamisen opetusmateriaali -aineistot. 8 Asennus- ja työmaatoiminnot. 8.2 Runkovaiheen työt. Viitattu 23.8.2023 <https://puuinfo.fi/koulutus/teollisen-puurakentamisen-oppimateriaali-tpuur-aineistot>.

Puuinfo 2022. Kosteudenhallinta puurakentamisessa. Viitattu 1.6.2023 <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/tekniset-tiedotteet/kosteudenhallinta-puurakentamisessa>.

Puuinfo 2020. Puun kosteuskäyttäytyminen. Viitattu 13.7.2023 <https://puuinfo.fi/suunnittelu/ohjeet/tekniset-tiedotteet/puun-kosteuskayttaytyminen>.

RT 103546 2023. Puukerrostalohankkeen erityispiirteet. Rakennustieto Oy.

Ratu 0425 2014. Puuelementtirakentaminen, tilaelementit. Rakennustieto Oy.

Ratu 0424 2014. Puuelementtirakentaminen, seinät. Rakennustieto Oy.

## LIITTEET

Liite 1. Puurakennushankkeiden valvonnan tarkastuslista, salassa pidettävä