

**RAKENNNUSTYÖMAAN LAADUNVARMISTUS PERUS-
TAJAURAKOITSIJAN NÄKÖKULMASTA**

Huttunen, Olli

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma
Rakennusinsinööri

2020

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutusohjelma
Rakennusinsinööri

Tekijä	Olli Huttunen	Vuosi 2020
Ohjaaja	Juha Vesa	
Toimeksiantaja	Rakennusliike A Vänntilä Oy	
Työn nimi	Rakennustyömaan laadunvarmistus perustajaurakoitsijan näkökulmasta	
Sivu- ja liitesivumäärä	54 + 24	

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää ohjeet A Vänntilä Oy:lle laadunvarmistusta varten perustajaurakointina toteutettaville talonrakennustyömailla. Tavoitteisiin kuuluivat yleinen ohje laadunvarmistuksen käytännöistä, sekä mallidokumenttipohjat työmaan laatusuunnitelmasta, kosteudenhallintasuunnitelmasta ja rakennustyön tarkastusasiakirjasta. Opinnäytetyön tuloksia on tarkoitus hyödyntää rakennusliikkeen tuotannon laadunvarmistuskäytäntöjen kehittämisessä.

Opinnäytetyö tehtiin tutkimalla rakennusalan kirjallisuutta, lakeja ja asetuksia. Liitteenä olevat dokumentit tehtiin muokkaamalla rakennusalalla yleisesti käytössä olevia laadunvarmistukseen liittyviä ohjekortteja ja yleisiä ohjeita rakennusliikkeen toimintamalliin sopivaksi. Opinnäytetyötä voidaan käyttää laadunvarmistuksen suunnittelun työkaluna rakennustyömailla.

Työ jakaantuu kolmeen osioon siten, että ensimmäinen osio johdattelee lukijaa rakentamisen laadun käsitteeseen ja laadun muodostumiseen rakennusprosessissa. Toinen osio käsittelee rakennushankkeen laadunvarmistuksen perusteita ja laadunvarmistuksen käytäntöjä rakennustyömailla. Kolmas osio koostuu rakennusliikkeen laadunvarmistuksen ohjeistuksesta sekä tuotannon kannalta kriittisten rakenteiden laatutekijöiden tarkastelusta ja laadunvarmistuksesta.

Avainsanat

rakentaminen, laatu, laadunvarmistus,
perustajaurakointi

Degree Programme in Civil Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Olli Huttunen	Year 2020
Supervisor	Juha Vesa	
Commissioned by	Rakennusliike A vänttilä Oy	
Subject of thesis	Quality Assurance of a Construction Site from the Perspective Developer's Perspective	
Number of pages	52 + 24	

The thesis became acquainted with the quality assurance methods commonly used in the construction industry and the laws and regulations concerning the quality assurance of a construction project. The aim of the thesis was to make instructions for quality assurance to the construction company A Vänttilä Oy. The thesis did not deal with the quality management of a construction company in more detail.

The thesis was done by examining the construction literature, construction laws and the general quality assurance guidelines for the construction industry. The author's experience in the construction management work and the knowledge of construction gained in working life helped to compile the thesis as a guide for the construction company's construction sites.

The goal set for this thesis was achieved. The results of the thesis can be used to implement quality assurance at the construction company's construction sites. The thesis also facilitates the further development of quality assurance. The most challenging part in doing the thesis was to compile the content into a suitable whole.

Key words

building, quality, quality assurance

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
2 PERUSTAJAURAKOINTI	7
3 LAATU JA LAADUN HALLINTA	9
3.1 Rakentamisen laadun määritelmä	9
3.2 Laadun hallinta	10
3.3 Laatu perustajaurakoitsijan näkökulmasta	12
4 HANKKEEN LAADUNVARMISTUS.....	13
4.1 Laadunvarmistus yleisesti.....	13
4.2 Viranomaisten laadunvarmistus.....	15
4.3 Rakennuttajan laadunvarmistus.....	19
4.4 Urakoitsijan laadunvarmistus	20
5 LAADUNVARMISTUS RAKENNUSLIIKEEN TUOTANNOSSA.....	25
5.1 Laadunvarmistuksen lähtökohdat	25
5.2 Aikataulu	25
5.3 Työmaan laatusuunnitelma.....	27
5.4 Laatu- ja turvallisuusasiakirjat.....	28
5.5 Tehtäväsuunnitelma	32
6 TUOTANTOMALLIN MUKAISEN TALON KRIITTISIMMÄT RAKENTEET ...	33
6.1 Teräsbetonirakenteet.....	33
6.2 Sokkeleiden valutekniikka ja lujoudenkehityksen varmistaminen	36
6.3 Lattialaatan betonointi ja laatan kuivumisen hallinta	39
6.4 Puurunko- ja vesikattorakenteiden jäykistys	41
6.5 Palo-osastoinnit	45
6.6 Rakennusmateriaalien paloluokitus	46
7 POHDINTA	48
LÄHTEET.....	50
LIITTEET	52

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

YSE	rakennusalan yleiset sopimusehdot
TQM	Total Quality Management- Laaja-alainen johtaminen
YM	Ympäristöministeriö
POA	potentiaalisten ongelmien analyysi
RH	relative humidity-suhteellinen kosteus

1 JOHDANTO

Rakennusliike A Vänntilä Oy tekee pääsääntöisesti perustajaurakointina puurakenteisia erillistalo- ja rivitalokohteita. Talojen rakenneratkaisut ovat yleisesti käytettyjä ja tavanomaisia aikakaudelle tyypillisiä rakenteita.

Liiketoiminnan kasvaessa rakennusliikkeen sisällä on nähty tarpeelliseksi laatia työmaita varten yhtenäiset laadunvarmistustoimenpiteet ja -ohjeet yrityksen tuotannon laatutason varmistamiseksi perustajaurakointikohteissa. Rakennusliikkeellä ei ole ollut käytössä systemaattista laadunvarmistusmenettelyä omatuotantokohteiden laadunvarmistuksessa.

Yhtenäiset laadunvarmistuskäytännöt ja -ohjeet toimivat yritystoiminnan kasvun tukena ja varmistavat osaltaan vaaditun laatutason säilymisen. Hyvin toteutettu laadunvarmistus vähentää sekä työmaan kustannuksia, että myöhemmin tehtäviä takuukorjauskustannuksia.

Opinnäytetyön ensisijaisena tavoitteena on tehdä ohjeet ja dokumenttipohjat laadunvarmistusta varten perustajaurakointina toteutettaville rakennustyömaille. Toisena tavoitteena on kuvata rakennusliikkeen tuotannossa laadunhallinnan kannalta kriittisiksi koettujen rakenteiden, rakennetyyppien ja materiaalien teknisiä toimintaperiaatteita ja laadunvarmistusmenetelmiä.

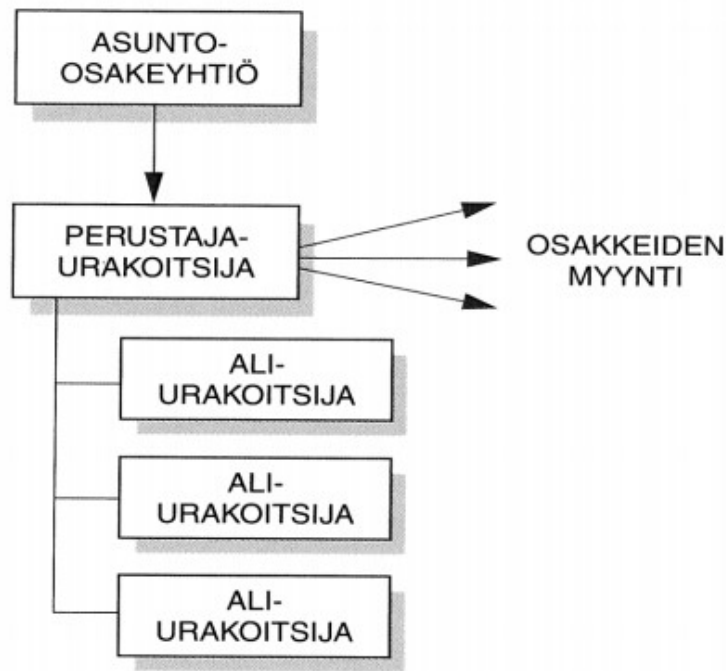
Työhön liittyvät laadunvarmistusdokumenttipohjat on osin muokattu yleisesti käytössä olevista laadunvarmistusdokumenteista yrityksen toimintamalleihin sopivaksi. Laadun dokumentointia ja varmistusta tukevat lomakkeet on pyritty tekemään niin, että ne ovat yrityksen kokoon nähden sopivia ja helposti käytettäviä.

Aikataulu- ja työturvallisuussuunnittelu kuuluvat osana työmaan laadunvarmistukseen, mutta työn laajuuden rajaamiseksi työssä keskitytään rakennustyömaalla tehtävään tekniseen laadunvarmistukseen.

2 PERUSTAJAURAKOINTI

Perustajaurakoinnissa rakennusliike perustaa rakennettavan kiinteistön tai asunto-osakeyhtiön ja suunnittelee, rakentaa ja markkinoi jo rakennusaikana yhtiön hallintaan oikeuttavia osakkeita ulkopuolisille säilyttäen kyseisessä osakeyhtiössä kuitenkin määräysvallan omistuksenpidätysehdoin koko rakennusajan. Perustajaurakoitsija tekee rakennettavan asunto-osakeyhtiön kanssa urakkasopimuksen edustaen sekä rakennuttajaa, että urakoitsijaa. (Kankainen & Junnonen 2016, 29.)

Kuviossa 1 on esitetty perustajaurakoitsijan kokonaisurakkana tekemän asunto-osakeyhtiön rakentaminen.



Kuvio 1. Perustajaurakointi, kokonaisurakka (Liuksiala & Stoor 2014, 267)

Perustajaurakoinnissa myyjän ja ostajan välisessä oikeussuhteessa noudatetaan asuntokauppalakia. Perustajaurakoitsijan ja aliurakoitsijoiden välisessä suhteessa noudatetaan urakkasopimusta ja rakennusalan yleisiä sopimusehtoja.

Asuntokauppalain mukaan myyjä on virhevastuussa ostajalle. Virhe asunnossa voi olla asuntokauppalain yleisen virhesäännöksen mukainen virhe, asuntoa koskevissa tiedoissa oleva virhe, taloudellinen tai oikeudellinen virhe. Näistä oikeudellinen virhe on lähes mahdoton tai ainakin hyvin poikkeuksellinen asuntokauppalain pakottavien säännöksiä ja perustajaurakoinnissa vaadittavien turva-asiakirjojen vuoksi. (Kuhanen & Hännikäinen 2009, 54.)

Yleisen virhesäännöksen mukaan asunnossa on virhe seuraavissa tapauksissa:

- Se ei vastaa sitä, mitä voidaan katsoa sovittun.
 - Se ei vastaa niitä säännöksissä tai määräyksissä asetettuja vaatimuksia, jotka rakennuksen oli täytettävä rakennusvalvontaviranomaisen hyväksyessä sen käyttöönotettavaksi.
 - Sen ominaisuuksista aiheutuu tai voidaan perustellusti olettaa aiheutuvan haittaa terveydelle.
 - Rakentamista tai korjausrakentamista ei ole suoritettu hyvän rakentamistavan mukaisesti taikka ammattitaitoisesti ja huolellisesti.
 - Rakentamisessa tai korjausrakentamisessa käytetty materiaali, sikäli kuin sen laadusta ei ole erikseen sovittu, ei ole kestävyydeltään tai muilta ominaisuuksiltaan tavanomaisen hyvää laatua.
 - Asunto ei muuten vastaa sitä, mitä asunnonostajalla yleensä on sellaisen asunnon kaupassa perusteltua aihetta olettaa.
- (Asuntokauppalaki 843/1994 4:14 §.)

Taloudelliset ja oikeudelliset virheet eivät ole varsinaisesti rakennuksen tekniseen laatuun kohdistuvia virheitä, vaan ne liittyvät esimerkiksi taloyhtiön talouteen tai myyjän velvollisuuteen antaa tiedot kyseisen asunnon omistamiseen tai käyttöön liittyvistä taloudellisista velvoitteista tai vastuista.

3 LAATU JA LAADUN HALLINTA

3.1 Rakentamisen laadun määritelmä

Laatu voidaan yleisesti käsittää hyvin monella tapaa riippuen siitä, miten se määritellään ja mistä lähtökohdista sitä määritellään. Yksi tapa määritellä laatu on jakaa se tuotteen, palvelun tai toiminnan (prosessin) laatuun. Tuotteen laatu on kilpailutekijä, asiakkaan odotuksien ja huomion herättäjänä. Laatu muodostuu prosessin aikana tekijöistä, joita ovat mm. suunnittelun laatu, valmistuksen laatu ympäristökeskeinen laatu sekä asiakkaan havaitsema suhteellinen laatu. (Rakennustöiden laatu 2017, 7.)

Rakennustoiminnan laatu on rakennushankkeeseen liittyvien sidosryhmien ja eri toimijoiden huomioimista. Loppukäyttäjän huomioimisen lisäksi toiminnan laatu käsittää myös organisaation sisäisten asiakkaiden, kuten seuraavaa työvaiheen ja sen tekijöiden huomioimista. Toiminnan laatu onkin keskeinen tekijä tyydytetyssä yrityksen sisäisiä tarpeita, parannettaessa tuottavuutta ja alennettaessa kustannuksia eli parannettaessa yrityksen kilpailukykyä. Laatu ymmärretään nykyään kokonaisvaltaiseksi liikkeenjohtamiseksi. Nykyrakentamisessa laatuajattelua sovelletaan niin tuotteenkäyttäjiin, eri työvaiheisiin kuin yritysverkostossa toimijoihin. (Rakennustöiden laatu 2017, 7.)

Suunnittelun laatu kuvaa, kuinka hyvin tuote on suunniteltu täyttämään asiakkaan ja viranomaisen tuotteelle asettamat odotukset. Laadukkaat suunnitelmat ovat toteutuskelpoisia, ristiriidattomia sekä riittävän tarkkoja työmaan tarpeisiin. Suunnitelmien tulee olla aikaa kestäviä. Suunniteltujen rakenteiden tulee olla turvallisia ja niiden tulee huomioida rakentamisen jälkeinen käyttö sekä koko rakennuksen elinkaari. (Rakennustöiden laatu 2017, 7,11.)

Tuotannon laatu kertoo, miten hyvin tuote vastaa sille suunnittelussa asetettuihin vaatimuksiin. Vaatimuksia ovat teknisten suunnitelmien lisäksi aikataulujen ja työturvallisuuden ja kustannusten huomioiminen. Tuotannon laatua on asiakkaan vaatimusten täyttymisen lisäksi se, että yhteistyö hankkeen osapuolten välillä toi-

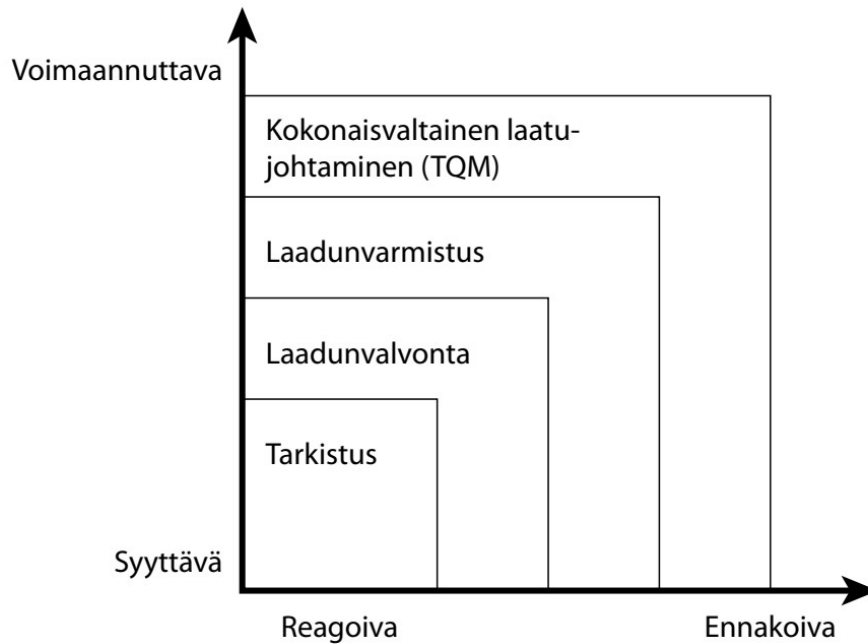
mii ja tilaaja pidetään koko ajan tietoisena hankkeen kulusta. Lisä- ja muutostöiden hallinta on myös tärkeä osa asiakkaan kokemaa laatua. (Rakennustöiden laatu 2017, 7,11.)

Ympäristökeskeinen laatu tarkoittaa vaatimuksia, joita muut yrityksen sidosryhmät kuin asiakas asettavat yritykselle ja sen tuotteille. Ympäristökeskeisiä laatuvaatimuksia ovat mm. vaatimus tuotteen turvallisuudesta käytön aikana tai sen valmistuksen aikana, sisäilmaluokituksen huomioiminen tai valmiin tuotteenmuuntojoustavuus. (Rakennustöiden laatu 2017, 7.)

Lopputuotteen tekninen ja visuaalinen laatu on toiminnan laatua helpommin arvioitavaa rakennushankkeen laatua. Hankkeen lopputuloksen tulee vastata suunnitteluasiakirjojen suunnitteluratkaisuja ja laatuvaatimuksia, hyväksytyä mallityötä ja hyvää rakennustapaa. (Rakennustöiden laatu 2017, 11.)

3.2 Laadun hallinta

Laadunhallinta on kokonaisvaltaista toiminnan ohjaamista tavoitellun päämäärän saavuttamista valituilla menetelmillä. Kokonaisvaltainen laatujohtaminen pyrkii kohti ennakoivaa toimintaa ja voimaannuttavaa kokemusta. Laadunhallinnan elementtejä ovat kokonaisvaltainen laatujohtaminen, laadun varmistaminen, laadunvalvonta ja laadun tarkistaminen. (Kuvio 2.)



Kuvio 2. Kokonaisvaltainen laatujohtaminen (Rakennustöiden laatu 2017,7)

Laadun hallinnalla pyritään järjestämään ja ohjaamaan prosessin toiminnot siten, että ne johtavat mahdollisimman tehokkaasti vaadittuun lopputulokseen sekä kaikki laatuun vaikuttavat tekijät tulevat huomioiduksi oikealla tavalla. Laadunhallintaan on olemassa erilaisia malleja ja toimintajärjestelmiä. Laadunhallinnan menetelmät järjestetään aina yrityskohtaisesti toiminnan luonne ja laajuus huomioiden.

Laadunhallinnan menettelyjen dokumentointi on keskeinen osa toimivaa laadunhallintaa. Dokumentoitu ja toimiva järjestelmä on:

- yrityksen ja projektien johtamisen väline
- yrityksen muisti toiminnan ja jatkuvan kehittämisen tueksi
- yrityksen kehitysprojektien tulosten tallennuspaikka.

Oleellista laadunhallinnassa on, että sitä tehdään ja kehitetään systemaattisesti ja koko ajan. Hyvällä laadunhallinnalla havaitaan mm. käytäntöjen ja toimintaohjeiden väliset poikkeavuudet ja selvitetään toimintaohjeiden tarkoituksenmukaisuus. (Rakennustöiden laatu 2017,10.)

3.3 Laatu perustajaurakoitsijan näkökulmasta

Liiketaloudellisesta näkökulmasta ajateltuna asuntojen teknisen laadun tulee olla riittävän hyvä. Laadun ei tulisi ylittää sille asetettuja tavoitteita, koska toiminnan luonteesta johtuen asetettuihin tavoitteisiin nähden liian hyvän laadun tuottaminen lisää tuotantokustannuksia ja pienentää yrityksen katetta. Laatu ei saa olla myöskään liian alhainen, jotta asunnot menevät odotusten mukaan kaupaksi, eivät aiheuta yllättäviä ja ylimääräisiä kustannuksia, eivätkä huononna yrityksen imagoa.

Rakennusliikkeen käyttämien arkkitehtonisien- ja rakennusteknisten ratkaisuiden, työsuoritusten oikeellisuuden, käytettävien materiaalien kestävyden sekä niiden kelpoisuus tullee olla niin hyviä, että ne eivät aiheuta ylimääräisiä ja yllättäviä kustannuksia rakentamisen aikana, eivätkä sen jälkeen.

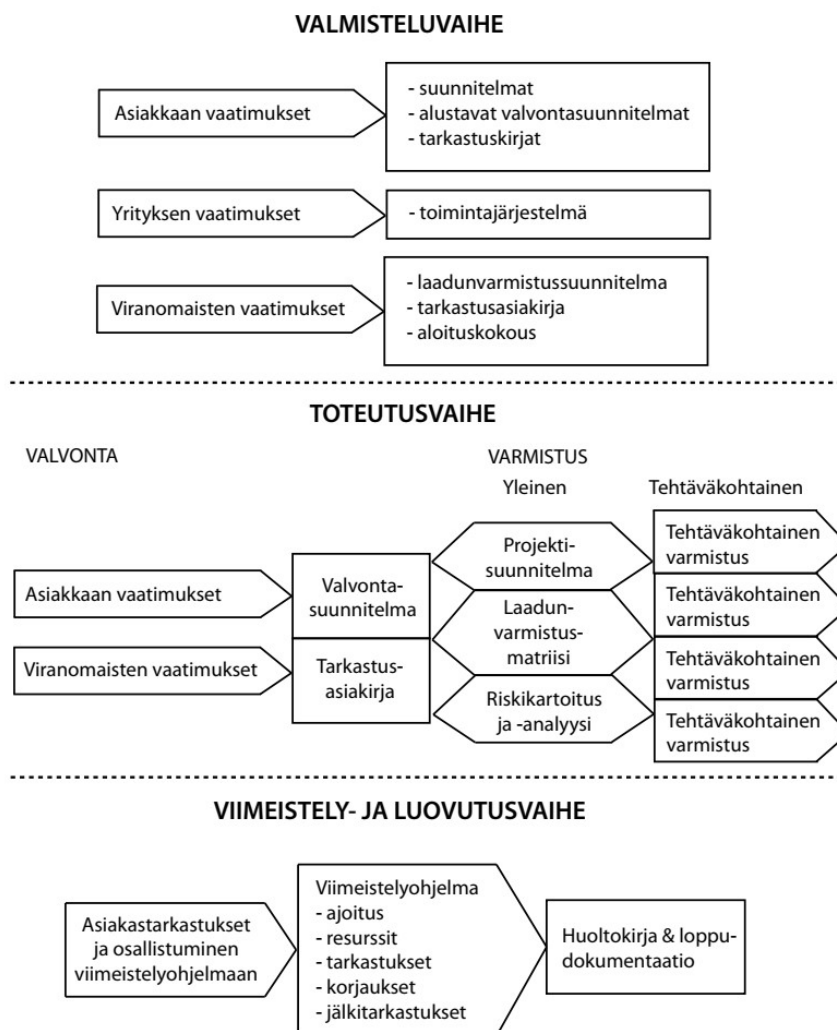
Perustajaurakoitsijan virhevastuu on osin ankarampi kuin normaalin rakennusurakoinnin pääurakoitsijan virhevastuu. Perustajaurakoitsija ei voi vedota urakasopimuksen vastuunrajoitusehtoihin ostajia eikä asunto-osakeyhtiötä vastaan.

4 HANKKEEN LAADUNVARMISTUS

4.1 Laadunvarmistus yleisesti

Laadunvarmistuksella pyritään systemaattisen toimintamallin mukaan varmistamaan, että rakennukselle asetetut laatuvaatimukset täyttyvät. Hankkeen laadunvarmistus voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen (Kuvio 3):

- valmisteluvaihe
- toteutusvaihe
- viimeistely ja luovutusvaihe (Rakennustöiden laatu 2017,12.)



Kuvio 3. Rakennushankkeen vaiheet (Rakennustöiden laatu 2017,12)

Laadunvarmistuksen tavoite on tehdä rakennus mahdollisimman tehokkaasti ja virheettömästi sellaiseksi kuin rakennuksen laatuvaatimukset on asetettu. Laatuvaatimukset esitetään rakennus- ja työselostuksissa sekä suunnitelmapiirustuksissa. Laadunvarmistussuunnitelmissa esitetään ne toimenpiteet, miten rakentamisen eri vaiheissa laadun toteutuminen varmistetaan.

Rakennuksen laatuvaatimukset kohdistetaan yleensä seuraaviin asioihin:

- kohteen tai sen osan sijaintiin ja mittoihin sekä toleransseihin
- käytettävien tarvikkeiden, materiaalien ja rakennusosien ominaisuuksiin
- työn lopputuloksen mallinmukaisuuteen
- liitoksiin ja yksityiskohtiin sekä rakenteisiin. (Kankainen & Junnonen 2001, 37.)

Vaatimuksia voidaan tukea viittaamalla rakennusalan yleisiin laatuvaatimuksiin, normeihin tai sitten ne esitetään kohdekohtaisina vaatimuksina. Yleisiä asiakirjoja joihin viittauksia tehdään, ovat mm.

- rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset (RYL 2000-sarja)
- tuotestandardit ja tuotteiden ohjeet
- työ- ja asennusohjeet
- suunnitteluohjeet
- ministeriöiden ohjeet ja rakentamista koskevat määräykset, ehdot ja ohjeet
- kaupalliset julkaisut, joissa määritetään tuote tai esitetään tuotteen asentaminen. (Kankainen & Junnonen 2001, 37.)

Laadun toteutumisen kannalta tärkein edellytys on, että kohteen laatuvaatimukset ovat selkeät. Jos vaatimukset ovat puutteelliset, on urakoitsijan mahdotonta ohjeistaa työntekijöitä lopullisen laatutason tuottamiseen. (Kankainen & Junnonen 2001, 37.)

4.2 Viranomaisten laadunvarmistus

Viranomaisten tärkein tehtävä on varmistaa rakennushankkeen osapuolien asiantuntemus ja ammattitaito sekä huolehtia, että laissa tai sen avulla säädetyissä määräyksissä asetettuja toimintavelvoitteita noudatetaan rakennushankkeen aikana. Viranomaiset määrittävät vain laadun minimitason, jota rakennuttaja ja urakoitsija voivat keskinäisellä sopimuksella korottaa. (Kankainen & Junnonen 2001, 39.)

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (132/1999, MRL) määritellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. Olennaiset tekniset vaatimukset koskevat rakenteiden lujuutta ja vakautta, paloturvallisuutta, terveellisyyttä, käyttöturvallisuutta, esteettömyyttä, meluntorjuntaa ja ääniolosuhteita sekä energiatehokkuutta. Lain 117 §:ssä annetaan olennaisten teknisten vaatimusten lisäksi asetuksenantovaltuutus koskien rakennusten käyttö- ja huolto-ohjetta. Tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet on koottu Suomen rakentamismääräyskokoelmaan. (Ympäristöministeriö 2020.)

Rakentamismääräyskokoelmassa on mm. asetuksia, taustamateriaaleja, ohjeita ja perustelumuiistioita. Rakentamismääräyskokoelmassa viitataan usein standardeihin esimerkiksi ohjeissa, joissa neuvotaan asetetun lopputuloksen saavuttamisen keinoja.

Laadunvarmistuksen kannalta yleisimmät viranomaisten edellyttämät toimenpiteet ovat:

- kosteudenhallintaselvitys
- aloituskokous ja rakennusluvan mukaiset katselmukset
- rakennustyön tarkastusasiakirja
- rakennusmateriaalien kelpoisuustodistukset.

Muita mahdollisia viranomaisen edellyttämiä toimenpiteitä voivat olla erityismenettely, laadunvarmistus selvitys, asiantuntijatarkastus ja ulkopuolinen tarkastus. Tavanomaisessa asuntorakentamisessa näitä toimenpiteitä ei yleensä edellytetä.

Aloituskokouksessa tai rakennusluvassa tulee täsmentää, mitä toimenpiteitä rakennuttajalta vaaditaan huolehtimisvelvollisuutensa täyttämiseksi. Aloituskokouksessa voidaan myös vaatia rakennuttajalta selvitys laadun varmistamiseksi. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 1999/132, 119 §.)

Rakennuttajan tulee ennen rakentamisen aloittamista sopia rakennusvalvontaviranomaisten kanssa aloituskokouksen ajankohdasta ja kutsua kokous koolle. Aloituskokoukseen osallistuu ainakin rakennuttaja tai tämän edustaja, pääsuunnittelija sekä vastaava työnjohtaja.

Aloituskokouksesta laaditaan pöytäkirja, johon merkitään rakennuttajan velvoitteet, suunnittelun ja rakennushankkeen keskeiset osapuolet, eri rakennusvaiheiden vastuuhenkilöt, sekä henkilöt jotka suorittavat työvaiheiden tarkastukset sekä muut selvitykset ja toimenpiteet laadun varmistamiseksi. (Kankainen & Junnonen 2001, 40.)

Rakennusvalvontaviranomainen voi rakentamista koskevassa luvassa määrätä pohjakatselmuksen, sijaintikatselmuksen, rakennekatselmuksen sekä lämpö-, vesi- ja ilmanvaihtolaitteiden katselmuksen toimittamisesta, jos se on tarpeen rakennustyön valvomiseksi. Katselmuksen tarkoituksena ei kuitenkaan ole eikä voi olla yksityiskohdissaan tarkastaa tai taata rakentamisen kelvollisuutta.

Katselmuksen toimittava viranhaltija selvittää, ovatko tiettyyn rakennustyövaiheeseen kuuluvat toimenpiteet, tarkastukset ja selvitykset sekä havaittujen epäkohtien tai puutteiden takia edellytetyt toimenpiteet tehdyt. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tai tämän edustajan sekä vastaavan työnjohtajan on oltava läsnä katselmuksessa. Suunnittelijoiden ja erityisalan työnjohtajien on oltava läsnä katselmuksessa, jos heidän asiantuntemustaan tarvitaan jonkin katselmuksen liittyvän asian selvittämisessä. (Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta, 29.)

Jos katselmus antaa aihetta huomautukseen, katselmuksen toimittaneen viranhaltijan on kirjallisesti määrättävä tarvittavista toimenpiteistä ja määräajasta epäkohdan tai virheen poistamiseksi tai korjaamiseksi (Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta, 29).

Maankäyttö- ja rakennuslain 150 § mukaan rakentamisen asianmukaisen toteuttamisen varmistamiseksi ja tarkastusten todentamiseksi rakennustyömaalla on pidettävä rakennustyön tarkastusasiakirjaa. Siihen tehdään merkinnät katselmuksista, viranomaisen toimittamista tarkastuksista sekä yksityisen vastattaviksi määräytyistä työn suorituksen tarkastuksista

Olenaisia asioita tarkastusasiakirjassa ovat:

- rakennustyön aloittamisen edellytysten tarkistaminen
- eri tarkistettavien työvaiheiden toteuttamisen edellytysten tarkistaminen
- rakennuksen terveellisyyteen, turvallisuuteen sekä kestävyysliittävien keskeisten työvaiheiden tarkistaminen
- rakentamisen aikaisen kosteudenhallinnan varmistaminen
- suunnitelmien oikeellisuuden varmistaminen
- rakennuksen huoltokirjaa varten tarpeelliset tiedot
- merkinnät katselmuksista ja muista viranomaistarkastuksista
- loppukatselmuksen edellytysten varmistaminen. (Kankainen & Junnonen 2001, 41.)

Vastaava työnjohtaja huolehtii tarkastusasiakirjan päivittämisestä sekä tiedottaa rakennusviranomaisille välittömästi, jos poiketaan säännösten edellyttämistä määräyksistä (Kankainen & Junnonen 2001, 41).

Tarkastusasiakirjasta tehdään merkintä loppukatselmuspöytäkirjaan ja siitä tehdään yhteenveto, joka liitetään rakennuksen lupa-asiakirjoihin.

Asetus rakennuksen kosteusteknisestä toimivuudesta edellyttää, että rakennusluvan varaiseen rakennushankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava rakennushankkeen kosteudenhallintaselvityksen laatimisesta. Kosteudenhallintaselvitykseen on sisällyttävä hankkeen yleistiedot, vaatimukset kosteudenhallinnalle hankkeen eri vaiheissa, toimenpiteet ja menettelyt kosteudenhallinnan vaatimusten varmentamiseen sekä kosteudenhallinnan henkilöresurssit. Rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen on sisällyttävä myös tieto hankkeen kosteudenhallinnan valvonnasta vastaavasta henkilöstä. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017, 4.)

Vastaavan työnjohtajan on huolehdittava työmaan kosteudenhallintasuunnitelman laatimisesta rakennushankkeen kosteudenhallintaselvitykseen pohjautuen. Työmaan kosteudenhallintasuunnitelman sisältöön sovelletaan rakentamisen suunnitelmista ja selvityksistä annetun ympäristöministeriön asetuksen (216/2015) 15 §:ää. Sen lisäksi työmaan kosteudenhallintasuunnitelmaan on sisällyttävä tiedot rakennustyömaan kosteudenhallinnasta vastaavista rakennusvaiheen vastuuhenkilöistä. (Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta 782/2017, 4.)

Rakennusvaiheiden kosteudenhallinnasta vastaavat vastuuhenkilöt ovat hankkeen eri toteuttajaosapuolia, esimerkiksi arkkitehti-, rakenne- ja LVI-suunnittelijoita. Myös tilaajaorganisaation ja työmaan toteutusorganisaation vastuuhenkilöt nimetään suunnitelmaan.

Erityismenettelyä voidaan edellyttää erittäin vaativassa rakennushankkeessa, jos kohteeseen liittyy erityinen riski siitä, että rakenteellisen turvallisuuden, paloturvallisuuden, terveellisyyden tai rakennusysikaalisen toimivuuden vaatimuksia ei saavuteta tai että kulttuurihistoriallisia arvoja menetetään. (Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta, 36 - 38.)

Laadunvarmistusselvitys on menettely, jonka tarkoituksena on rakennustyön asianmukaisen suorituksen varmistaminen. Se kohdistuu lähinnä rakennushankkeen riskien arvioimiseen ja tätä koskevaan tarkastuksen tai lausunnon hankki-

miseen. Laadunvarmistusselvitys voi koskea koko rakennushanketta tai sen työvaihetta. (Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta, 38.)

Asiantuntijatarkastus on menettely, jossa rakennushankkeeseen ryhtyvä tai hänen palveluksessaan oleva asiantuntija tarkastaa rakennustyön suunnitelmanmukaisuuden. Rakennusvalvontaviranomaisen hyväksymä asiantuntijatarkastus täydentää rakennustyönaikaista viranomaisvalvontaa. Se ei supista rakennusvalvontaviranomaisen toimivaltaa tarvittaessa puuttua luvanvastaiseen tai säännöksistä tai määräyksistä poikkeavaan rakentamiseen. (Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta, 40.)

Ulkopuolinen tarkastus on menettely, jossa rakennushankkeeseen ryhtyvältä edellytetään riippumattoman ja pätevän asiantuntijan lausuntoa siitä, täyttääkö suunniteltu ratkaisu tai rakentaminen sille säädetyt vaatimukset (Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta, 41).

4.3 Rakennuttajan laadunvarmistus

Rakennuttajan laadunvarmistustoimenpiteisiin vaikuttavat viranomaisten vaatimukset sekä rakennuttajan oma laatujärjestelmä. Rakennuttaja laatii hankekohtaisen laatusuunnitelman sekä siihen liittyvän laadunvalvontasuunnitelman, jotka on tarkoitettu palvelemaan rakennuttajan omaa toimintaa. Rakennuttajan laatusuunnitelma on mahdollistaa yhdistää myös hankkeen alussa laadittavaan projektisuunnitelmaan. (Kankainen & Junnonen 2001, 43.)

Hankkeessa, jossa rakennuttaja ja urakoitsijat (t) edustavat vastakkaisia sopimusosapuolia rakennuttajan tärkein laadunvarmistustoimenpide rakentamisvaiheessa on työmaavalvonta. Varsinaisen töiden valvonnan suorittaa rakennuttajan palkkaama työmaavalvoja. Työmaavalvojan täytyy rakennusurakan yleisten sopimusehtojen mukaan omata tehtävän edellyttämä ammattipätevyys. Työmaan valvontaan voivat osallistua työmaavalvojan lisäksi viranomaiset, urakoitsijat, suunnittelija sekä erikoisvalvojat. (Kankainen & Junnonen 2001, 43.)

Työmaavalvonnassa pyritään varmistamaan urakoitsijan tekemän työn sopimuksemukaisuus sekä ennaltaehkäisemään virheitä ja ongelmia. Valvonta pitää sisällään esimerkiksi ajallista, teknistä ja laadunvalvontaa. Valvontaorganisaation kokoon ja muotoon vaikuttavat esimerkiksi urakkamuoto sekä urakan laajuus – ja vaikeusaste. Suunnittelijoiden suorittamavalvonta on tyypiltään asiantuntijavalvontaa, jonka tavoitteena on suunnitelma-asiakirjoissa ilmaistun tavoitetason saavuttaminen. Suunnittelijoiden valvontatehtävät määritellään yleensä suunnittelusopimuksissa ja tehtävät voivat pitää sisällään esimerkiksi työmaakokouksiin osallistumista sekä kohteen käyttö- ja huoltosuunnitelmien laatimista. (Kankainen & Junnonen 2001, 43-45.)

Perustajaurakoinnin työmaavalvonta perustuu suurimmassa osassa urakoitsijan suorittamaa omavalvontaa. Perustaja- eli grynderiurakoitsijan ja asunnonostajan välistä oikeussuhdetta säätelee 1.1.1995 voimaan astunut asuntokauppalaki, jossa on maininta osakkeen ostajien mahdollisuudesta käyttää rakennustyöntarkkailijaa rakentamisessa. Laki sanoo tarkkailijasta seuraavaa:

Osakkeenostajilla on 20 §:ssä tarkoitetussa kokouksessa oikeus valita rakennustyön tarkkailija, jonka tehtävänä on seurata, että yhtiön rakennus valmistuu rakentamista koskevan sopimuksen mukaisesti. Tarkkailijan toimikausi kestää rakentamisvaiheen loppuun, ja hänen palkkiostaan sekä muista hänen työstään aiheutuvista kuluista vastaa osakeyhtiö, jonka menoihin nämä kulut saadaan lisätä taloussuunnitelmasta riippumatta (Asuntokauppalaki 843,1994 2:22 §).

Kun perustajaurakoinnissa rakennettavan kohteen osakkeista $\frac{1}{4}$ osa on myyty, niin silloin osakkeenomistajien järjestämässä kokouksessa voidaan päättää erillisen rakennustyöntarkkailijan palkkaamisesta kohteeseen. Nimensä mukaisesti tarkkailija ei ole kohteen valvoja eikä tarkkailijan työpanos vähennä perustajaurakoitsijan vastuuta. (Asuntokauppalaki 843,1994 2:20 §.)

4.4 Urakoitsijan laadunvarmistus

Urakoitsija varmistaa omilla laadunvarmistustoimenpiteillä, että rakennukselle asetetut laatutavoitteet toteutuvat. Urakkamuodosta ja sopijaosapuolista riippuen urakoitsijalta voidaan vaatia esimerkiksi kirjallista esitystä laadunvarmistuksesta.

Perustajaurakoinnissa laadunvarmistus on kokonaisuus, jonka tason yritys päättää itsenäisesti omien toimintamalliensa ja laatufilosofiansa perusteella. Periaatteessa perustajaurakointina toteutettavan työmaan laadunvarmistuksen minimitasoksi riittää viranomaisten vaatimat laadunvarmistustoimenpiteet. Yritystoiminnan kannalta useimmiten on kuitenkin järkevää kirjata ja suunnitella laadunvarmistus johdonmukaisesti.

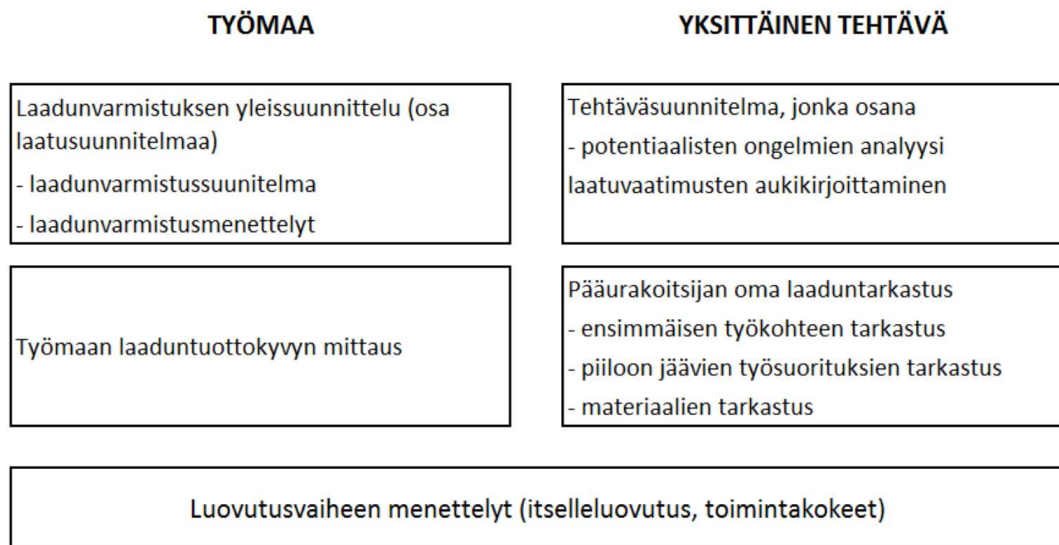
Viranomaisen vaatimat hankkeen laadunvarmistustoimenpiteet määritellään rakennusluvassa ja aloituskokouksessa. Laadunvarmistuksessa voidaan vaatia käytettävän seuraavia menetelmiä:

- tarkastusasiakirja
- hankekohtainen laatusuunnitelma
- rakennushankkeen kosteudenhallinta-asiakirja
- käyttö- ja huolto-ohje
- Rakennustuotteiden tuotehyväksynät
 - käytettyjen rakennusmateriaalien kelpoisuustodistukset (CE)
 - Rakennuselementtien
 1. CE/ETA hyväksyntä
 2. tyyppihyväksyntä
 3. varmennustodistus
 4. valmistuksen laadunvalvonnan varmentaminen
 5. rakennuspaikkakohtainen varmentaminen.

Rakennuselementtien tuotehyväksyntää koskien hankkeessa voidaan käyttää vain yhtä vain yhtä menettelyä vaihtoehdoista 1-5. Yleisimmin rakennusliikkeen toteuttamien asuntorakennuskohteiden laadunvarmistuksessa vaaditaan edellä mainituista hankekohtaista laatusuunnitelmaa, kosteudenhallinta-asiakirjaa,

käyttö- ja huolto-ohjetta, rakennusmateriaalien kelpoisuustodistuksia sekä rakennuselementtien varmennustodistusta.

Työmaan laadunvarmistustoimenpiteet voidaan kuvata esimerkiksi kaavio 1:n mukaisesti:



Kuvio 4. Laadunvarmistustoimenpiteet koskien koko työmaata sekä yksittäistä tehtävää (Kankainen & Junnonen 2001, 48).

Urakoitsijan laatusuunnitelmassa esitetään projektin organisaatio sekä toimenkuvat. Projektisuunnitelma sisältää aikatauluasiat, siinä esitetään laadunvarmistustoimien toteutustavat sekä muut oleellisesti hankkeeseen liittyvät asiat (Taulukko 1; Rakennustöiden laatu 2017, 17.)

Laadunvarmistussuunnitelmalla pyritään torjumaan virheet ennakkoon sekä varmistamaan lopputuotteen täyttävän sille asetetut vaatimukset (Kankainen & Junnonen 2001, 48).

Taulukko 1. Rakennustyömaan projektisuunnitelman sisältöesimerkki (Rakennustöiden laatu 2017, 17.)

Rakennustyömaan projektisuunnitelmassa selvitetään ja suunnitellaan:	
Yleistiedot	Kohteen tiedot sekä projektisuunnitelman tavoite ja käyttö
Kokouskäytäntö	Toteutuksen tueksi järjestettävät kokoukset ja niissä käsiteltävät asiat
Viestintä	Sovitut viestintätavat niin sisäisesti kuin ulkoisesti
Dokumentointi ja arkistointi	Asiakirjojen dokumentointi- ja arkistointitavat
Ajallinen suunnittelu ja ohjaus	Aikataulujen laadinnan ja seurannan sekä ohjauksen menettelytavat
Taloudellinen suunnittelu ja ohjaus	Taloudellisen suunnittelun, seurannan ja ohjauksen menettelytavat
Riskien hallinta	Yleisten ja todennäköisten teknisten, toiminnallisten ja hankintojen riskien kartoitus sekä niihin varautuminen ja ehkäisytoimenpiteiden suunnittelu
Laadunvarmistus	Suunnitelmien, hankintojen ja tuotannon laadunvarmistustoimet, laatuerojen selvittämisen menetelmät ja mallityökäytäntö
Ympäristövaikutukset	Tuotannon vaikutukset ympäristöön, riskien kartoitus, niihin varautuminen ja toimenpiteet ongelmien ehkäisemiseksi
Työturvallisuus ja sen tiedostus	Työmaan turvallisuusriskien kartoitus ja ennalaehkäisy, turvallisuuden ja ympäristösuojelun toteutus ja tiedostus, tietouden periyttäminen tuotannon eri osapuolille.
Kohteen luovutus	Kohteen itselleluovutus, laadun todentaminen ja dokumentointi

Yksittäiselle tehtävälle laaditaan tehtäväsuunnittelun pohjalta tehtäväsuunnitelma. Tehtäväsuunnittelulla varmistetaan aloitusedellytyksien, asetettujen vaatimusten sekä tavoitteiden toteutuminen. Tehtäväsuunnitelmaan kirjataan mm. suoritukselle asetetut laatuvaatimukset, tarvittavat laadunohjaustoimenpiteet, tavoitteet kustannuksille ja aikataululle, käytettävät materiaalit sekä kaluston ja työn toteutuksen suunnittelu (Kankainen & Junnonen 2001, 52.)

Potentiaalisten ongelmien analyysillä tutkitaan tehtävään liittyviä ongelmia ja niiden aiheuttamia seurauksia sekä esitetään mahdolliset ratkaisut ongelmien poistamiseksi tai niiden seurauksien lieventämiseksi. (Kankainen & Junnonen 2001, 55 - 56.)

Laatuvaatimusten ja laadunohjaustoimenpiteiden selvittäminen urakoitsijoille ja työntekijöille on ensiarvoisen tärkeää. Selkeät ohjeet ja toimintatavat helpottavat työvaiheiden tekemistä ja parhaassa tapauksessa säästävät kustannuksia.

Itselleluovutuksen tarkoituksena on varmistaa, että rakennuskohde on valmis luovutettavaksi käyttäjille. Itselleluovutusvaiheen toimenpiteisiin kuuluvat mm. rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen kokoaminen, käytön opastus ja toimintakokkeet, joissa varmistetaan rakennusten järjestelmien toimivuus.

Oleellista kaikissa laadunvarmistustoimenpiteissä on, että ne palvelevat rakennushanketta, eivätkä jää pelkästään sanahelinäksi ja pakon edestä täytetyiksi lapuiksi vailla merkitystä. Myös työmaan tarkastusasiakirja muokataan kohdekohtaisesti sopivaksi kohteen erityispiirteet huomioiden.

5 LAADUNVARMISTUS RAKENNUSLIIKEEN TUOTANNOSSA

5.1 Laadunvarmistuksen lähtökohdat

Työmaan suunnitelluilla laadunvarmistustoimenpiteillä tulee olla yhteys yrityksen tyypillisimpiin laaturvirheisiin, kohteen riskianalyysiin, sopimusasiakirjoissa esitettyihin toimenpiteisiin, viranomaisten esittämiin vaatimuksiin sekä kohteen laajuuteen ja osakohdejakoon. (Anttonen 2015.)

Laadunvarmistuksessa on oleellista laadun mittaaminen ja vertaaminen asetettuihin tai sovittuihin vaatimuksiin ja pääpaino laadunvarmistuksessa tulee olla ensimmäisen työkohteen tarkastuksessa. Alussa tehdyt mahdolliset virheet huomataan heti ja ne voidaan eliminoida ennen kuin ne toistuvat. (Anttonen 2015.)

Laadunvarmistus on tehokkainta, kun se tehdään systemaattisesti ja dokumentoidusti käyttäen tarkistuslistoja. Tarkistuslistojen tulee olla selkeitä ja niistä tulee käydä ilmi tarkastetut asiat. Tarkastukset voidaan tehdä alussa työvaiheille tiheämmin ja vähentää määrää, kun on saatu varmuus laatutason säilymisestä.

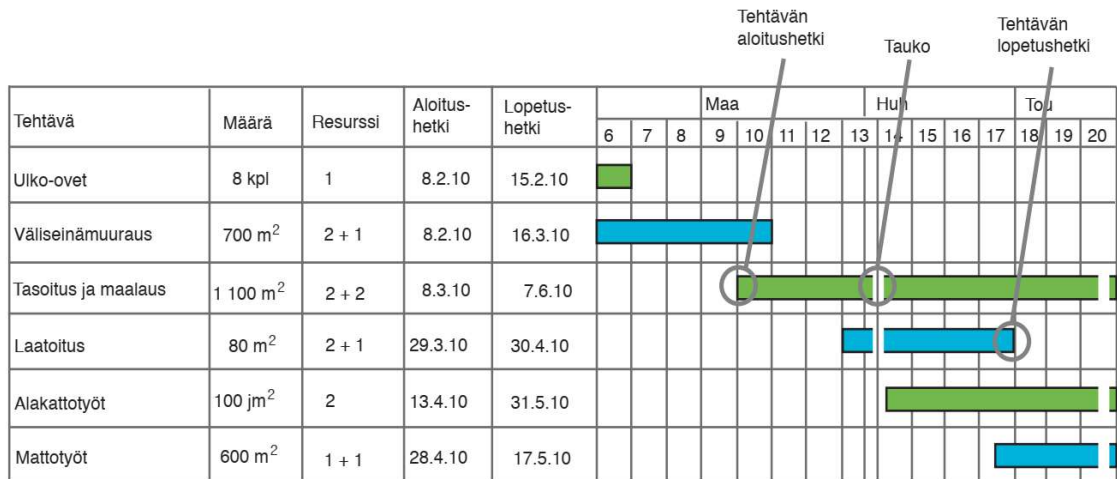
Laadunvarmistuksen tulee kohdentua oleellisiin tekijöihin. Erityistä huomiota tulee kiinnittää niiden rakennusosien ja työvaiheiden laadunvarmistukseen, joissa on havaittu usein laatupoikkeamia. Pääpaino työkohtekohtaisia tarkastuksia tehtäessä on peittyvien rakenteiden sekä riskialttiiden suoritusten tekemisessä. (Anttonen 2015.)

5.2 Aikataulu

Työmaan aikataulusuunnittelu toimii työmaata ohjaavana ja tahdistavana työkaluna. Aikataulu suunnitellaan työmaan laajuus huomioiden oikeassa mittakaavassa siten, että se palvelee riittävällä tarkkuudella työmaata.

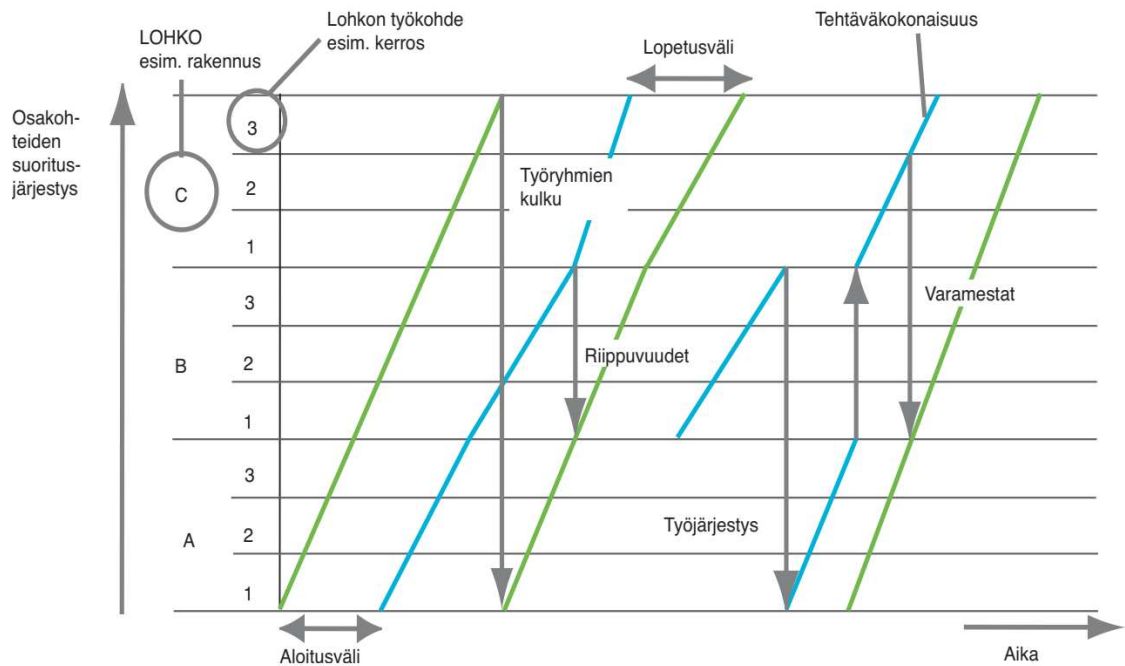
Rakennuskohteen aikataulutusta lähtee aina alustavan yleisaikataulun laatimisella, joka tarkennetaan ennen varsinaisen rakennustyömaan käynnistystä rakentamisvaiheaikatauluksi ja edelleen viikkosuunnitteluun. Työmaahan liittyvät suunnitelmat, hankinnat ja työvaiheet suunnitellaan rakentamisvaiheaikataulun perusteella.

Ajallisen suunnittelun tarkkuus riippuu työmaan luonteesta. Tavanomaisella erillistalo- tai rivitalotyömaalla viikkotasoinen jana-aikataulun käyttäminen on yleensä riittävä. Jana-aikataulu kertoo taulukkomuodossa tietyn tehtävän keston (Taulukko 2).



Taulukko 2. Esimerkki jana-aikataulusta (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 21).

Paikka-aikakaavion käyttö on perusteltua kohteissa, joissa on paljon erillisiä osakohteita kuten kerroksia tai huoneistoja. Paikka-aikakaavion avulla voidaan tunnistaa, mitä tehtäviä kulloinkin tehdään eri työkohteissa ja kuinka paljon eri tehtävillä on joustoa häiriöitä ja lisä- ja muutostöitä varten. Paikka-aikakaaviota valvotaan vinjetin avulla. Valvontatieto siirretään kaavioon merkitsemällä toteumat aikatauluun katkoviivalla tai erillisellä toteumaviivalla. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 26.)



Kuvio 5. Paikka-aikakaavion toimintaperiaate (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 25).

Ajallisessa suunnittelussa tärkeintä on, että työmaa on realistisesti mitoitettu ja mahdolliset tiedossa olevat häiriöriskit on tunnistettu ja niihin on aikataullisesti varauduttu. Työnjohtajien tehtävänä on valita ajalliseen suunnitteluun työmaa-kohtaisesti sopivat työkalut. (Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus 2017, 23.)

5.3 Työmaan laatusuunnitelma

Työmaan laatusuunnitelma (LIITE1) toimii kohteen laadunvarmistusta ohjaavana työkaluna. Laatusuunnitelman tulee olla tarkoituksenmukainen ja kohteen ominaisuudet huomioiva. Laatusuunnitelma sisältää seuraavat tiedot:

- työmaan yleistiedot
- tiedot toteutusorganisaatiosta
- toteuttajaorganisaation vastuunjako
- laadunvarmistusmatriisi

- potentiaalisten ongelmien analyysi
- rakennusliikkeen organisaation tehtäväluettelo ja tehtävien jako
- työmaan laadunvarmistuksen periaatteet.

Laatusuunnitelma toimii kohteen laadunvarmistusta ohjaavana työkaluna. Laatusuunnitelman tulee olla tarkoituksenmukainen ja kohteen ominaisuudet huomioivat. Tärkeimmät kohdat laadunvarmistussuunnitelmassa on toteuttajaorganisaation tehtävien vastuunjako sekä laadunvarmistusmatriisi. Rakennusliikkeen toteuttamisessa asuntokohteissa selkeä tehtävien vastuutus on sujuvan hankkeen kulmakivi.

Potentiaalisten ongelmien analyysiin on rakennusliikkeen mallilaatusuunnitelmassa kirjattu rakennusliikkeen tämänhetkisen tuotantomallin mukaiset potentiaalisimmat ongelmat. Analyysia tulee arvioida ja muokata tarpeen mukaan kohdekohtaisesti.

5.4 Laatu- ja turvallisuusasiakirjat

Laatusuunnitelman työmaakohtaisia laatusasiakirjoja ja -tehtäviä ovat:

- työmaan kosteudenhallintasuunnitelma
- laadunvarmistusmatriisi
- potentiaalisten ongelmien analyysi koskien koko hankkeen tuotannon ja työturvallisuuden suunnittelua
- tarkastusasiakirja
- työmaa-alueen käyttösuunnitelman laatiminen ja ylläpito

Kosteudenhallinta-asiakirjassa (LIITE 2) eli alustavassa kosteudenhallintasuunnitelmassa määritetään hankkeen kosteudenhallintaan liittyvät tavoitteet ja toimintaperiaatteet jatkotyöskentelyyn. Kosteudenhallinta-asiakirja tai asetetut ta-

voitteet viestitään eteenpäin suunnittelijoille ja toteuttajille. Alustavaa kosteudenhallintasuunnitelma täydentyä hankkeen edetessä, ja sitä päivitetään tiedon karttuessa. (Kosteudenhallinta.fi 2020.)

Kosteudenhallintasuunnitelmaan kirjataan menettelytapa, jolla työmaan kosteudenhallinta tehdään sekä asetetaan kosteudenhallinnan tavoitteet. Kosteudenhallintasuunnitelman keskeisiä kohtia ovat:

- hankkeen vastuunjako
- riskien kartoittaminen
- menetettelyohjeet riskien minimoiseksi
- kosteudenvälvönnän organisointi
- tavoitteiden mittausmenettelyt
- dokumentointi
- yhteistyökäytäntöjen kirjaaminen työmaan eri urakoitsijoiden välillä

Kosteudenhallintamenettelynä rakennusliikkeen tuotannossa käytetään Kuiva-
ketju10- toimintamallia. Se on RALA ry:n ylläpitämä sähköinen järjestelmä jonka avulla voidaan kattaa hankkeen kaikki vaiheet tilaamisesta käyttöönottoon ja käyttöön. Järjestelmä täyttää kosteusasetuksen ja rakennusvalvonnan vaatimukset. (RALA Ry 2020.)

Laadunvarmistusmatriisiin (Taulukko 3) määritellään ne työvaiheita koskevat toimenpiteet joilla ko. työvaiheen laadunvarmistus tehdään. Laadunvarmistustoimenpiteitä voivat olla esimerkiksi aloituspalaveri, mallityö ja vastaanottotarkastus

Laadunvarmistusmatriisi										
Aikataulu-tehtävä	Laadunvarmistustoimi	Tehtäväsuunnitelma	Aloituspäivä	Mallityö	Tarkemittaus	Ongelmiin varautuminen	Oma valvonta/laaturaportti	Kokeet, mittaukset	Tarkastukset	Vastaanotto katselmus
		Maarakennustyöt		X						X
Perustustyöt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Elementtiasennus	X	X	X	X	X	X			X	
Vesikattotyöt	X	X	X		X	X	X		X	
LVI- ja sähkötyöt		X		X	X		X		X	
Ikkuna-asennus		X	X	X					X	
Väliseinätyö		X	X			X			X	
Tasoite ja maalaus		X	X		X	X	X		X	

Taulukko 3. Esimerkki laadunvarmistustoimista työmaan laatusuunnitelman laadunvarmistusmatriisissa (Rakennustöiden laatu 2017, 18).

Potentiaalisten ongelmien työkalu (POA) on menetelmä, jossa kartoitetaan hankkeen riskitekijät, esitetään toimenpiteet niiden minimoimiseksi sekä vastuutetaan henkilöt ongelmien hoitamiseen. Analyysia voidaan käyttää myös yksittäisten osatehtävien riskien arvioinnissa. Lisäksi annettujen vastuiden hoitamista valvotaan. Kimmo Anttonen kuvaa vuonna 2015 julkaistussa Rakennusteollisuus ry:n julkaisussa ”Rakennustyömaan laadunhallinnan suunnittelu” potentiaalisten ongelmien työkalua seuraavasti:

- Toiminnan painopisteen tulee kohdistua mahdollisten ongelmien ennaltaehkäisyyn.
- Potentiaalisten ongelmien analyysiä tarvitaan työmaan laatusuunnitelman perustaksi ja tehtäväkohtaisen laadunvarmistuksen pohjaksi

- Toimenpiteet syitä vastaan pienentävät todennäköisyyttä
- Toimenpiteet seurauksia vastaan vähentävät seurauksien merkittävyyttä
- Riskin vastakohta on mahdollisuus

Anttosen mukaan hyvä riskianalyysi on kohdekohtainen ja se sisältää seuraavia elementtejä:

- sisältää kohdekohtaisia asioita
- sisältää konkreettisia toimenpiteitä riskien hallintaan.
- riskianalyysin tulokset vaikuttavat toimintaan
- riskianalyysia päivitetään ja valvotaan työn aikana
- toteutuneista riskeistä otetaan oppia

Anttosen esittämässä riskianalyysimallissa kartoitetaan työmaan tekniset toteutusriskit, hankintariskit, työmaan hallintariskit, työturvallisuusriskit, ympäristöriskit ja kustannusten hallintariskit.

Rakennusliikkeen tuotantoon muokattu tarkastusasiakirjan malli (LIITE3) tulee tarkentaa kohdekohtaisesti. Tarkastusasiakirjan sisältöä on kuvattu tarkemmin tämän dokumentin sivulla nro.21 "viranomaisten laadunvarmistustoimenpiteet".

Työmaa-alueen käyttösuunnitelma on osa turvallisuuden- ja laadunhallintaa. Se antaa rakennustyömaalla toimiville tietoa siitä, miten logistiikka, työnjärjestelyt ja turvallisuusasiat on työmaalla järjestetty. Työmaasuunnitelman tulee olla ajantasainen ja sitä tulee päivittää tarpeen mukaan. Rakennusliike A Vänntilän olemassa olevasta työturvallisuuskansiosta löytyy ohjeet työmaasuunnitelman laadintaan ja sen ylläpitoon.

5.5 Tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnitelman tavoitteena on kirjata ylös työvaiheiden toteutuksen reunaehdot ja riskit. Tehtäväsuunnitelmassa suunnitellaan työvaiheiden toteutus ottamalla huomioon työturvallisuus, kustannukset, aikataulu ja laatu.

Tehtäväsuunnitteluun kuuluvat mm. tehtävän laatuvaatimusten ja aikataulu- ja kustannustavoitteiden tarkistaminen, työssä tarvittavien resurssien suunnittelu, riskien tunnistaminen ja turvallisuuden varmistaminen. Tehtäväsuunnittelulla ennaltaehkäistään työssä mahdollisesti esiintyviä ongelmia sekä varmistetaan, että kaikki työn edellytykset ovat kunnossa, kun tehtävä aloitetaan. Tehtäväsuunnitelma tarjoaa välineet työnaikaiseen johtamiseen ja ohjaukseen, jolloin mm. laatu- ja aikataulupoikkeamat tunnistetaan ja niihin voidaan puuttua ajoissa. (Rakennustöiden laatu 2017, 21.)

Tehtäväsuunnitelmasta on eniten hyötyä, jos se laaditaan ennen hankintoja, alirakkaneuvotteluja ja työkauppojen solmimista. Tehtäväsuunnitelma laaditaan viimeistään ennen tehtävän aloitusta. (Rakentamisen tehtäväsuunnittelun esimerkkejä 1207-S, 1.)

Tehtäväsuunnittelemapästä on pyrittävä tekemään mahdollisimman tiivis, mutta samalla kattava. Ohjeita tehtäväsuunnitteluun löytyy tarkemmin esimerkiksi RATU-kortiston tehtäväsuunnittelukortista 1207-S ”Rakentamisen tehtäväsuunnittelun esimerkkejä”.

6 TUOTANTOMALLIN MUKAISEN TALON KRIITTISIMMÄT RAKENTEET

6.1 Teräsbetonirakenteet

Betonin perusaineita ovat sementti, kiviaines ja vesi. Lisä- ja seosaineilla muokataan betonin ominaisuuksia, työstettävyyttä, kovettumista ja säilyvyyttä. Betonin koostumus riippuu sen tarvittavasta ominaisuudesta, kuten lujuudesta, pakkasenkestävyydestä ja kestävyydestä erilaisia ympäristön kemikaaleja vastaan. Kiviaines voi olla luonnonkiviaineksen tai murskatun kiviaineksen lisäksi myös keinotekoisia materiaalia, esimerkiksi masuunikuonaa, lentotuhkaa tai aikaisempaa murskattua betonia. (Kääriäinen 2009.)

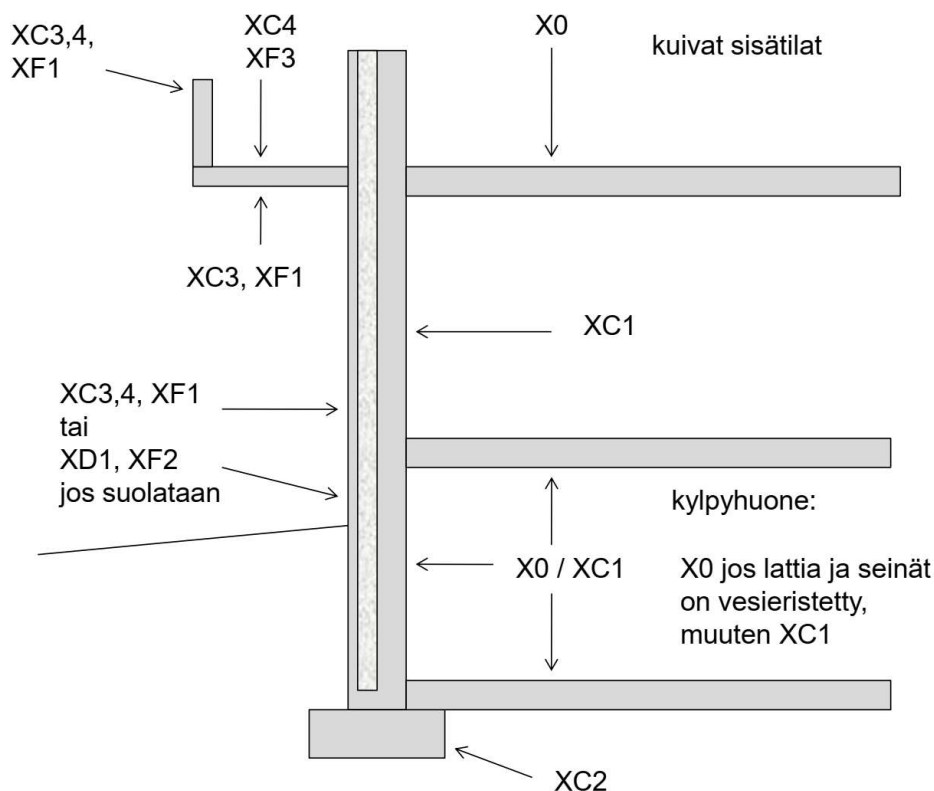
Sementti on hydraulinen sideaine, joka reagoi veden kanssa ja muodostaa sementtiliimaa, jota sen kovettutua kutsutaan sementtikiveksi. Sementin pääaineena on kalsiumkarbonaatti (CaCO_3) jota saadaan kalkkikivestä. Sementtilaatuja on hyvin monenlaisia ja erilaisia sementtejä käytetään betonin valmistuksessa betonin haluttujen ominaisuuksien saavuttamiseksi. (Kääriäinen 2009.)

Betonin lisäaineilla säädellään betonin ominaisuuksia. Notkistinta käytetään työstettävyyden parantamiseen. Huokostinta käytetään pakkasenkestävyyden lisäämiseen ja hidastimella siirretään betonin sitoutumisaikaa myöhemmäksi. Lisäainesten käyttö pientalotyömailla ei ole perusteltua, eikä niitä tule käyttää ilman asiaan perehtyneisyyttä. Käyttämällä lisäaineita väärin, valmistajan ohjeiden vastaisesti menetetään betonin käyttötarkoituksenmukaisia ominaisuuksia ja näin lopputulos ei ole suunnitellun mukainen.

Betonirakenteisiin kohdistuu ympäristöolosuhteista erilaisia rasituksia. Betonirakenteille on määritelty betoninormeissa rasitusluokat, jotka kuvaavat niitä ominaisuuksia, joita betonin tulee kestää kussakin tilanteessa ja rakenteessa. (Taulukko 4 ja kuvio 6).

Pääluokka	Rasitustekijä	Alaluokan merkintä	Olosuhdekuvaus
X0	Ei korroosioriskiä betonille tai raudoitteille	X0	Betoni sisätiloissa, jossa ilman kosteus on hyvin alhainen
XC	Karbonatisoituminen	XC1	kuiva tai jatkuvasti märkä
		XC2	Kostea, harvoin kuiva
		XC3	Kohtalaisen kostea
		XC4	Jaksollinen kastuminen ja kuivuminen
XD	Kloridien aiheuttama korrosio	XD1	Kohtalaisen kostea
		XD2	Kostea, harvoin kuiva
		XD3	Kostea ja kuiva vaihtelevat
XS	Merivedessä olevien kloridien aiheuttama korrosio	XS1	Betonia rasittavat tuulen mukana tulevat kloridit, ei suoraa kosketusta veteen
		XS2	Veden alla
		XS3	Vesirajassa ja roiskevyöhykkeellä
XF	Jäätymis-/sulamisrasitus	XF1	Kohtalainen vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita
		XF3	Suuri vedellä kyllästyminen ilman jäänsulatusaineita
	Jäätymis-/sulamisrasitus ja suolarasitus	XF2	Kohtalainen vedellä kyllästyminen ja jäänsulatusaineet
		XF4	Suuri vedellä kyllästyminen ja jäänsulatusaineet
XA	Kemiallinen rasitus	XA1	Kemiallisesti heikosti aggressiivinen ympäristö
		XA2	Kemiallisesti kohtalaisesti aggressiivinen
		XA3	Kemiallisesti voimakkaasti aggressiivinen ympäristö

Taulukko 4. Betonirakenteiden rasitusluokat (BY201, 25).



Kuvio 6. Betoni rakenteissa (Rudus 2020).

Betonilla on hyvä puristuslujuus mutta huono vetolujuus, vetolujuus on noin 10% puristuslujuudesta. Betonin lujuudesta puhuttaessa tarkoitetaan sen määriteltyä puristuslujuutta. Lujuuden yksikkönä on megapascal (MPa). Betoninormeissa puristuslujuuden luokitus merkitään käytettävien eurooppalaisten suunnittelustandardien mukaisesti lieriö- ja kuutiolujuuden suhteella. Lujuutensa perusteella betonit jaetaan puristusluokkiin, joiden merkintätapa on esimerkiksi C25/30. Merkintätavan ensimmäinen luku ilmaisee betonin lieriölujuuden, tässä tapauksessa 25 MPa. Jälkimmäinen luku on betonin kuutiolujuus 150mm:n kuutiokappaleessa, tässä tapauksessa 30 MPa. (Finnsementti 2020.)

Teräsbetonirakenteiden toiminta perustuu teräksen suureen vetolujuuteen ja betonin suureen puristuslujuuteen. Terästen tehtävänä sokkeleissa ja lattiarakenteissa on ottaa vastaan rakenteeseen muodostuvia vetojännityksiä ja estää rakenteen muodonmuutokset ja halkeamat. Jännitykset voivat aiheutua seiniltä tu-

levasta ulkoisesta kuormituksesta tai betonin kuivuessa sementtipastan ominaisuuksista johtuen rakenteeseen itsessään syntyviä vetojännityksiä. Harjateräksen pinnassa olevat harjamaiset nystyröiden tarkoituksena on lisätä raudoituksen tartuntaa betoniin.

Teräsbetonirakenteissa käytettäviä betonilaatuja erilaisia ja niitä käytetään erilaisissa rakenteissa riippuen siitä millaisia ominaisuuksia teräkseltä vaaditaan esimerkiksi sen myötölujuuden, hitsattavuuden, sitkeyden tai taivutettavuuden suhteen. Harjateräslaatu B500B eurokoodijärjestelmän mukaisen merkinnän mukaisesti tai vanhemman suomalaisen merkintätavan mukaan A500HW on yleisin ja käytettävä harjateräslaatu rakentamisessa. (Pietilä 2015, 13-15.)

Eurokoodijärjestelmän mukainen merkintä muodostuu tunnuksesta B (betoniteräs), myötölujuudesta (esim. 500MPa), teräksen sitkeysluokasta (A,B tai C), missä A tarkoittaa alhaista sitkeyttä, B normaalia sitkeyttä ja C korkeaa sitkeyttä. Lisäksi voi olla vielä lisätunnuksia (esimerkiksi 1, joka tarkoittaa perusvaatimusta suurempaa harja-alaa) (Pietilä 2015, 13-15.)

Vanhemman merkintätavan mukaan käytetyissä teräslaaduissa (esimerkiksi A500HW) merkintä muodostuu tunnuksesta A tai B (kuumavalssattu tai kylmämuokattu), myötölujuudesta, tangon laadusta H=hatjatanko sekä hitsattavuudesta (kirjaun W) ja mahdollisesta lisätunnuksesta (esimerkiksi X, joka tarkoittaa ruostumatonta terästä). (Pietilä 2015, 13-15.)

Suunnitelmissa käytetään monesti eurokoodin mukaista merkintää B500B ja suluisissa merkintää A500HW. Käytännössä teräslaadut ovat keskenään vaihtokelpoisia ja niitä voidaan käyttää saatavuuden mukaan ilman rajoituksia. Nämä teräokset ovat yleisimmin rakentamisessa käytetyt teräokset.

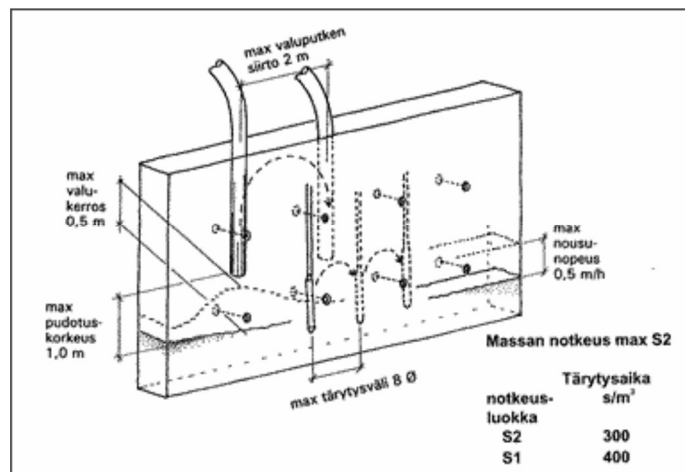
6.2 Sokkeleiden valutekniikka ja lujuudenkehityksen varmistaminen

Oikeanlaisella betonin valutekniikalla varmistetaan betonin oikeanlainen tiiveys ja koostumus. Oikea valutekniikka varmistaa mahdollisimman tiiviin ja tasalaatuisen rakenteen, jolla on hyvä säilyvyys ja sen käyttöikä on suunnitelmien mukainen.

Yleisesti käytetyssä pumppuvalutekniikassa, missä betoni tuodaan betoniautolla työmaalle ja pumpataan rakenteeseen valunopeudella, valukerrosten korkeudella, betonin pudotuskorkeudella, valuputken siirtovälillä ja betonin tiivistämisellä vaikutetaan valun onnistumiseen. Betoninormeissa on annettu ohjeet eri rasitusluokissa olevien seinämien valuun (Kuvio 7).

Rasitusluokassa XC2..4, XS, XD, XF ja XA olevan seinämäisen rakenteen betonointiohjeet:

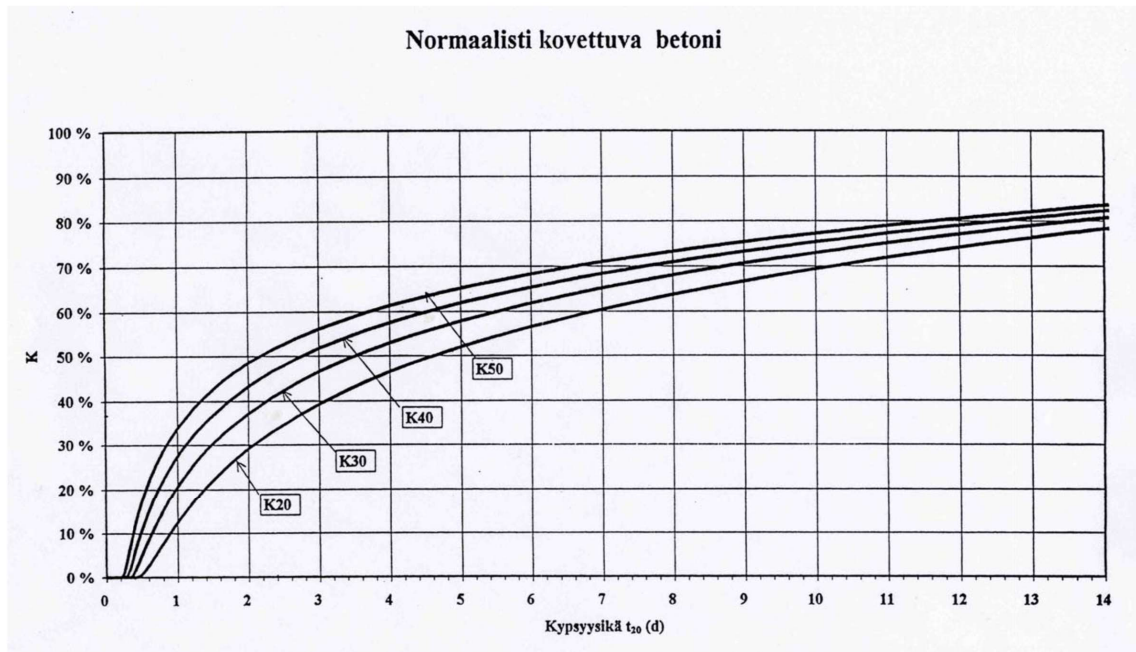
- * maksimi valukerros: 0,5 m
- * maksimi pudotuskorkeus betonille: 1,0 m
- * maksimi tärytysväli sauvavibralle: $8 \cdot \text{sauvan halkaisija}$
- * valun maksiminousnopeus 0,5 m/h
- * valuputken maksimisiirtoväli: 2,0 m
- * tärytysaika notkeusluokittain: S2 -> 300 s/m^3 , S1 -> 400 s/m^3



Kuvio 7. Betonointiohje (BY65 2016, 71).

Betonin lujuudenkehityksen hallinta kaikissa rakentamisolosuhteissa on taloudellisen betonirakentamisen perusta. Talviaikana tulee huolehtia betonin riittävästä lämpötilasta, jotta riittävä lujuus saavutetaan ennen muottien purkua. Kriittisimmät pisteet ovat jäätymislajuuden saavuttaminen ja purkulajuuden saavuttaminen. Betoni ei saa jäätyä ennen kuin se on saavuttanut 5MPa:n lujuuden.

Lujuudenkehityksen nopeus riippuu käytettävästä betonista ja betonin lämpötilasta. Lujuudenkehityksen arvioimiseen on olemassa erilaisia taulukoita ja menetelmiä. Kuviossa 8 on esitetty normaalisti kovettuvan betonin kypsyysikä ajan funktiona.



Kuvio 8. Normaalisti kovettuvan betonin kypsyysikä ajan funktiona (Kääriäinen 2009).

Betonin lujuuden määrittäminen kypsyysikä perusteella tehdään Sadgroven menetelmällä:

$$t_{20} = \left(\frac{T + 16^{\circ}\text{C}}{36^{\circ}\text{C}} \right)^2 t$$

T = betonin lämpötila aikana t (°C)

t = kovettumisaika (d)

Esimerkiksi betoni K30 (C25/30) saavuttaa jäätymislujutensa 20°C:een lämpötilassa hieman alle yhden vuorokauden aikana. (Kääriäinen 2009).

Käytännöllisimpiä tapoja varmistaa betonin riittävä lämpötila talviaikana on suorittaa betonointi kuumabetonointina, eli ottaa massa työmaalle kuumana ja valaa

se lämmöneristettyyn muottiin. Valun jälkeen muotin yläpintaan asennetaan lämmöneristeeksi esim. 10mm vahva polyeteenimuovi lämmöneristeeksi sekä suojaamalla muotit pressuilla. (Kuvio 9). Suojattu rakenne pidetään tarvittaessa lämpimänä esimerkiksi lämpöpuhaltimilla. Lämmityskaapeleiden käyttö on myös hyvä keino. Etenkin kovilla pakkasilla betonin lämpötilaa tulee seurata mittamalla ja tarvittaessa tehostaa lämmitystä.



Kuvio 9. Peitetty sokkeli ja eristetyt valumuotit

Kuumalla säällä tulee huolehtia, että betoni ei kuivu liian nopeasti. Kuumalla ja tuulisella säällä muottien purun jälkeen tulee huolehtia, että betoni pysyy kosteana niin kauan että se saavuttaa lähes kokonaan loppulujuutensa. Kasteleminen ja suojaaminen pressuilla ovat hyviä keinoja kuumilla ja tuulisilla säillä. Liian nopea kuivuminen aiheuttaa halkeilua ja sen lujuus jää suunniteltua pienemmäksi.

6.3 Lattialaatan betonointi ja laatan kuivumisen hallinta

Ennen valutyön aloittamista tulee varmistaa oikeat olosuhteet sekä niiden pysyvyys lattivalutyön jälkeen. Tarvittaessa huolehditaan tilan lämmityksestä. Optimaaliset valuolosuhteet ovat n. 20°C asteen lämpötila ja yli 50% suhteellinen kosteus. Kylmyys, liiallinen kosteus ja kovat ilmavirrat hidastavat levitetyn betonimassan sitoutumista ja näin ollen myös hiertämistä. ilmavirta ei saa jäähdyttää valettavaa massaa.

Yleinen tapa on tehdä laatat yhtenäisinä rakenteina kustannus- ja työteknisistä syistä. Yleisesti myös tiedetään tämäntyyppisiin lattioihin syntyvän halkeamia väistämättä. Halkeamat johtuvat monesta syystä ja eivät ole käytetyillä toteutus-tavoilla kokonaan estettävissä. Huolellisella raudoituksella, hyvällä betonilaa-dulla, oikeilla betonointimenetelmillä ja hyvällä jälkihoidolla halkeamia voidaan kuitenkin vähentää huomattavasti ja siten laatan mahdollisten halkeaminen paik-kaaminen ja halkeamien aiheuttama epätasaisuus eivät aiheuta suurta työstöä jälkikäteen. Tärkein tehtävä jälkihoidolla on tehdä betonilaatan pinnasta tarpeeksi luja sen päälle asennettavia tasoitteita ja vesieristeitä varten.

Betonilattioiden halkeilu on monisyinen ja monimutkainen ilmiö. Yksiselitteisin syy kuitenkin laattojen suhteellinen laajuus ja laatan kutistuminen sen kuivuessa. Kuivumiskutistumassa betonissa oleva vesi poistuu tai siirtyy pienemmistä huos-kosista suurempiin. Betonin kutistuminen tapahtuu pääasiassa sementtipas-tassa. Yksinkertaistettuna suuri runkoaineskoko ja pieni vesi-sementtisuhde vä-hentävät betonin kutistumaa.

Jälkihoito on hyvin tärkeää betonilaatassa tavoitellun lopputuloksen saavutta-miseksi. Hyvällä jälkihoidolla betonin pinnasta tulee tarpeeksi luja ja pölyämätön. Varsinainen jälkihoito tarkoittaa käytännössä sitä, että estetään kosteuden haih-tuminen kovettuneen betonin pinnasta, kunnes betonipinta kestää kosteuden poistumisesta aiheutuvan kutistumarasituksen. Kun kovettuneen betonin pin-nasta ei pääse haihtumaan vettä liian nopeasti, betonin kovettumis- ja sitoutu-misreaktio on oikeanalainen ja pinnasta tulee luja. (Jälkihoito-ohje.)

Jälkihoito alkaa välittömästi betonin tasoittamisen jälkeen ja jatkuu noin yhden viikon ajan. Tasoittamisen jälkeen, ennen hiertotyötä pidetään olosuhteet oikean-laisina ja estetään pinnan liian nopea kuivuminen. Hierron jälkeen betonipinta tu-lee peittää muovikalvolla heti kun se on mahdollista. Seuraavana aamuna asen-nettu muovikalvo on usein liian myöhässä ja jälkihoidon suurin hyöty on jo mene-tetty. Muovikalvoa tulee pitää laatan päällä vähintään viikon ajan. Jälkihoidon ajan betonilaatan lämpötilan tulee olla vähintään +5C. Laatta ei saa missään ta-pauksessa jäätyä. (Jälkihoito-ohje.)

Heti jälkihoidon jälkeen betonilaatan pinnasta hiotaan betoniliima pois laatan kuivumisen edistämiseksi. Jotta laatta kuivuisi mahdollisimman nopeasti, tulee sen pinnan olla hiottu pölytön. Oikeilla kuivumisolosuhteilla voidaan vaikuttaa laatan kuivumiseen huomattavasti. Kuivumisolosuhteet luodaan sellaisiksi, että tilan RH mahdollisimman alhainen, >50% RH. Pintaa pitkin kulkeva ilmavista kuivattaa puhdasta laatan pintaa tehokkaasti.

Hyvät kuivumisolosuhteet luodaan seuraavasti:

- Tilan lämmitys, mitä suurempi lämpötila, sitä parempi.
- Lattialämmityksen kytkeminen niin pian kuin mahdollista (ei jälkihoidon aikana) ja lattian lämpötilanpitäminen mahdollisimman korkeana.
- Pidetään mahdollisimman pieni suhteellinen kosteus tilassa. (Kun ulkoilman suhteellinen kosteus matala, tuuletetaan ja kun se on korkea, kuivataan sisäilmaa ilmankuivaimilla)
- Lattian puhtaus
- Ilmavirta lattiapintaa myöten

Yksi tapa varmistaa riittävän nopea kuivuminen on käyttää nopeammin päällystettävää betonia. Niiden työstettävyyks on kuitenkin hankalampaa koska ne ovat liisterimäisempiä kuin normaali betoni. Nopeasti päällystettävä betoni jäykistyy nopeammin ja jälkihoito on huomattavasti enemmän huolellisuutta vaativaa. Lisäksi nopeasti kuivuva betoni on hinnaltaan korkeampaa. (Rudus 2020.)

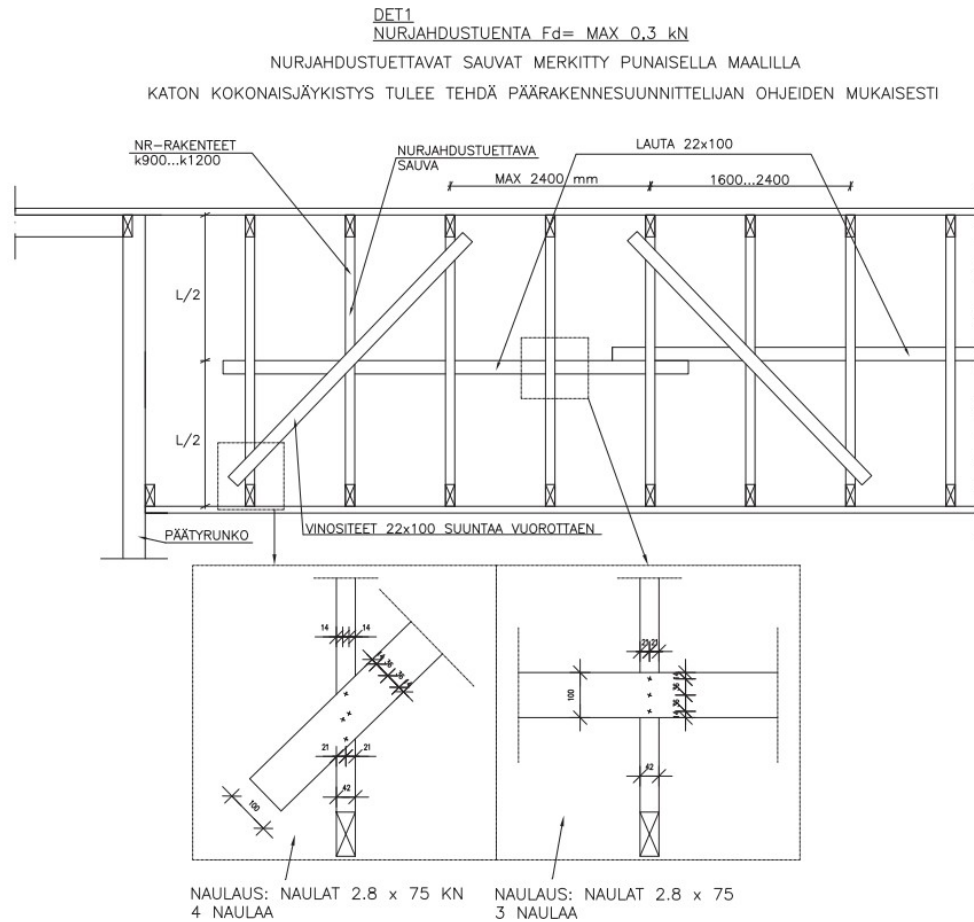
6.4 Puurunko- ja vesikattorakenteiden jäykistys

Rakennejärjestelmän tulee kestää ulkoisten vaakakuormien ja ulkoisista pystykuormista aiheutuvien vaakakuormien aiheuttamat rasitukset. Ulkoisiksi vaakakuormiksi lasketaan myös rakennuksen sisällä kiihtyvyysoimista, esimerkiksi nosturien jarruvoimista, aiheutuvat voimat. Kaikki edellä mainitut kuormat on vietävä perustuksille.

Yksittäisten rakennusosien tulee kestää rakenteen sisäisistä voimista syntyvät rasitukset. Tällaisia rasituksia syntyy rakenteeseen, kun rakenteiden geometria poikkeaa joko geometrisesti tai fysikaalisilta ominaisuuksiltaan ideaalisesti virheettömästä rakenteesta. Näitä voimia ei tarvitse siirtää perustuksille, vaan riittää, että ne on otettu vastaan rakennesysteemin sisällä. Mitoitusta näille voimille kutsutaan usein stabiiliusmitoitukseksi. Jäykistys käsittää siis – kokorakennuksen jäykistyksen ja – yksittäisten komponenttien muodostaman kokonaisuuden sisäisen jäykistyksen. (Puurakenteiden jäykistysohje 2006, 4.)

Puurakenteisissa pientaloissa ulkoiset vaakakuormat ovat käytännössä tuulen aiheuttamia vaakakuormia. Seinät jäykistetään tuulesta aiheutuvia voimia vastaan. Jäykistys tehdään yleensä tuulensuojalevytyksen avulla. Seinän jäykistyskapasiteetin lisäämiseksi sisälevytyks voidaan ottaa osaksi jäykistystä ja lisäksi voidaan käyttää seinään kiinnitettäviä vinotukia.

NR-ristikoihin kohdistuu tuulikuorman lisäksi myös lumikuormaa ja vesikaton rakenteista itsestään aiheutuvaa pystysuuntaista kuormaa. Pystykuormat aiheuttavat ristikkorakenteessa oleviin paarteisiin ja sauvoihin voimia, jotka pyrkivät muuttamaan ristikkorakenteen hoikkien sauvarakenteiden ja paarteiden muotoa. Ristikkorakenteissa sauvarakenteet ja paarteet ”antavat periksi” eli pyrkivät nurjahtamaan niiden heikommassa suunnassa niiden rasituskestävyyden ylittyessä. Nurjahtaminen estetään nurjahdustuennoilla (Kuvio 10). Vesikattoon ja ulkoseiniin vaikuttava tuulikuorma, sekä katoilta ja välipohjasta tulevat pystykuormat johdetaan jäykkien ulko- ja väliseinärakenteiden kautta perustuksille ja edelleen maaperään. Jäykistyksen tarkoitus on estää rakennusta kaatumasta ja estää haitallisten muodonmuutosten ja liikkeiden syntyminen rakenteisiin tai yksittäisiin rakennusosiin.

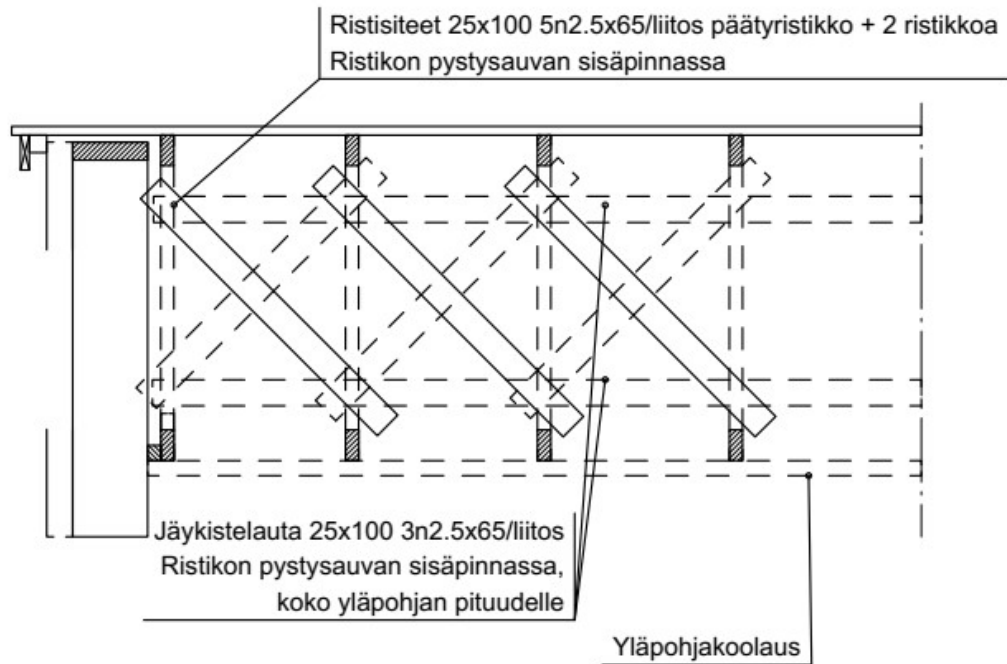


Kuvio 10. Esimerkki ristikoiden sauvojen nurjahdustuennasta (Rakennelaskelmat As Oy Oulun Tahtimarssi, Talo A 2020).

Ristikkokentän alapaarretaso toimii jäykistettynä tasorakenteena joka siirtää sen kautta välittyvät seinien ja vesikaton kuormat hallitusti perustuksille. Jäykistys tehdään yleensä vinolaudoituksella 45 asteen kulmassa ristikoiden alapaarteisiin nähden. Rakennesuunnittelija voi mitoittaa myös alapaarretason jäykistyksessä käytettäväksi sisäkaton kipsilevyä.

Yläpaarretasolta voimat siirretään ristikoiden alapaarretasolle ja edelleen ulkoisille ruoteiden-, levykentän-, sekä vinolautojen avulla asennetaan tuulijäykisteiksi vinoon yläpaarteisiin nähden. Huopakatteen alustana oleva levy mitoitetaan yleensä toimimaan jäykisteenä.

Ristikoiden pystysauvoihin asennettavat vinolaudoitukset (Kuvio 11) estävät ristikoita kaatumasta ja toimivat ristikkokentän sisäisen jäykistyssysteemin osina estäen ristikoiden yläpaarteita nurjahtamasta sen poikittaisuunnassa.



Kuvio 11. Esimerkki ristikoiden pystysauvoihin asennettavasta tuulisidonnasta (Rakennesuunnitelmat As Oy Oulun tahtimarssi 2020).

Ulkoseinät jäykistetään tyypillisesti tuulensuojalevyllä sekä tarvittaessa lisäksi vanerilla sekä sisäpuolisella kipsilevyllä. Joskus joudutaan käyttämään vinorevauksia, mutta niitä pyritään suunnitelmissa välttämään. Rungon jäykistystapa tulee aina tarkistaa suunnitelmista.

”Kipsilevyjen päätysauman takana pitää olla tuki, joka siirtää jäykistävästä kipsilevystä kuormat runkotolpille. Tuen voi mitoittaa RIL 205-1-2009 mukaisesti, jos tukena on lauta yms. Tärkeää on tällöin oikein loveta runkotolppaan ko. tuote ja sekä ottaa huomioon eristeen leikkaus ko. kohdin tuotteen paksuuden verran pois. Tämän lisäksi kannattaa huomioida laudan jatkaminen runkotolpan kohdalla

siten, että reunaetäisyyden ovat kiinnikkeillä vähintään samat kuin kipsilevyn kiinnityksessä suoraan runkotalppaan". (Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunniteluohje 2017.)

6.5 Palo-osastoinnit

Rakennukset jaetaan paloluokkiin niiden käyttötarkoituksen vaativuudesta, koosta ja kerroslukumäärästä riippuen. Rakennukset jaetaan kolmeen eri paloluokkaan P1, P2 ja P3. Yleensä kerrostalot kuuluvat luokkaan P1, teollisuusrakennukset luokkaan P2 ja pientalot luokkaan P3.

Rakennusosien paloluokituksen lähtökohtana ja tavoitteena on estää rakennuksen sortuminen ja palon leviäminen mahdollisesta tulipalossa joko kokonaan tai tietyn ajan. Henkilöturvallisuuden tai vahinkojen suuruuden takia voi olla tarpeen, että rakennuksen tulee kestää sortumatta koko palokuorman palaminen ja jäähtyminen. (Gyproc 2020.)

Rakennusosien paloluokituksen avulla ilmaistaan se aika minuutteina, jonka rakennusosan tulee säilyttää kantavuutensa ja/tai osastoivuutensa. Rakennusosien palorasitus on standardoidun lämpötila-aikakäyrän mukainen. Rakennusosat jaetaan paloluokkiin kantavuuden R, tiiviyyden E ja eristävyysajan I sekä palonkestävyyssajan perusteella (15, 30, 45, 60, 90, 120, 180 tai 240). Merkintää voidaan täydentää tunnuksella M iskunkestävyys. (Gyproc 2020.)

P3- luokan rakennusten palo-osastoinnit ovat yleensä EI-30 ja EI-60 luokituksen mukaisia palo-osastointeja. Niiden rakenneosien palonkestävyys, jotka kannattelevat ja tukevat palo-osastoivaa rakenneosaa tulee olla kannateltavan paloluokituksen mukaisesti REI-30 tai REI-60. (Gyproc 2020.)

R-kirjain merkitsee rakenteen kantavuutta vaaditun palonkestoajan. Kantavuuden toteamiseksi rakennetta kuormitetaan kokeessa palotilannetta vastaavalla kuormalla, joka on pienempi kuin normaalilämpötilan kuorma. Kuormituksen suuruus vaihtelee tavallisesti 30-60% rakennusosasta riippuen. (Gyproc 2020.)

E-kirjain merkitsee osastoivuutta vaaditun palonkestoajan. Osastoivuusvaatimuksen täyttymisen totetamiseksi varmistetaan rakennusosan tiiviys (E) ja eristyvyys (I). Jotta tiiviysvaatimus täyttyy kokeessa, ei rakennusosaan saa kokeen aikana syntyä rakoja eikä liekkiä saa esiintyä tulen vastakkaisella puolella. (Gyproc 2020.)

Eristyvyys I: Eristyvyysvaatimuksen täytyminen todennetaan lämpötilamittauksen avulla. Lämpötilat mitataan palotilan vastakkaiselta puolelta koekappaleen pinnalta. Lisävaatimuksia voi olla myös savutiiviyn (S), suljinlaitteen (C), iskukuorman (M) ja säteilyn (W) suhteen. (Gyproc 2020.)

6.6 Rakennusmateriaalien paloluokitus

Rakennusmateriaaleille on annettu paloluokitus sen mukaan, miten ne osallistuvat paloon tai käyttäytyvät palossa. Rakennustarvikkeiden luokat lukuun ottamatta lattiapäällysteitä ja putkimaisia lämmöneristeitä kuvataan merkinnöillä: A1, A2, B, C, D, E, F. Savun tuotto ja palava pisarointi ilmaistaan lisämääreillä s ja d. Savun tuoton luokitus on s1, s2, s3 ja palavan pisaroinnin d0, d1, d2. Kipsikartonkilevyjen paloluokitus on A2-s1, d0, eli se katsotaan materiaaliksi, jonka osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu, jonka savuntuotto on hyvin vähäistä ja jossa ei esiinny palavia pisaroita tai osia. (Gyproc 2020.)

Alla selitettynä rakennustarvikkeiden paloluokat:

A1 = Tarvikkeet, jotka eivät osallistu lainkaan paloon (palamaton).

A2 = Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on erittäin rajoitettu.

B = Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyvin rajoitettu.

C = Tarvikkeet, jotka osallistuvat paloon rajoitetusti.

D = Tarvikkeet, joiden osallistuminen paloon on hyväksyttävissä.

E = Tarvikkeet, joiden käyttäytyminen palossa on hyväksyttävissä.

F = Tarvikkeet, joiden käyttäytymistä ei ole määritetty.

s1 = Savuntuotto on erittäin vähäistä.

s2 = Savuntuotto on vähäistä.

s3 = Savuntuotto ei täytä s1 eikä s2 vaatimuksia.

d0 = Palavia pisaroita tai osia ei esiinny.

d1 = Palavat pisarat tai osat sammuvat nopeasti.

d2 = Palavien pisaroiden tai osien tuotto ei täytä d0 eikä d1 vaatimuksia.

Luokat A1 ja F esiintyvät aina ilman lisämääreitä. E ilman lisämäärettä tarkoittaa, että tarvikkeesta ei irtoa palavia pisaroita. Kaikki muut luokat sisältävät myös lisämääreet, esim. A2-s1, d0, B-s1, d0, D-s2, d2, E-d2. (Gyproc 2020.)

7 POHDINTA

Laadukkaassa ja taloudellisesti kestävässä perustajaurakoinnissa oikean laadun tuottaminen on ensiarvoisen tärkeää yrityksen kannattavuuden kannalta. Toiminnan laadun systemaattisella ohjauksella yrityksen rakennustyömaiden toiminnot ja käytännöt voidaan yhtenäistää ja tätä kautta toiminnan ja tuotteiden vaadittua tasoa voidaan seurata ja parantaa. Keinoja ohjata laatua on monenlaisia. Erilaiset toiminnanohjausjärjestelmät ja filosofiat kuten LEAN-ajattelu ovat käytössä myös rakennusalalla, mutta yritystasolla yritys valitsee itse sopivan tavan ohjata toimintaansa laadun tuottamiseen.

Laadun tasoa arvioitaessa, puhutaan tavoitteen mukaisesta, yli- tai alilaadusta. Yksinkertaisesti sanottuna laatu on oikeaa, kun se on vaatimusten mukaista ja siihen järkevä toiminta pyrkii. Laatu on toiminnan laadun lisäksi mm. oikein mitoitettuja resursseja, rakenteita, tehokasta toimintaa ja mahdollisimman pientä materiaalihukkaa. Laadulle tulee asettaa selkeät tavoitteet, jotka voidaan mitata. Suunnittelemalla toiminta varmistetaan laadunvarmistuksen avulla vaadittu tulos. Laadunvarmistus ja siihen liittyvät valvonta ja tarkistusmenetelmät ovat konkreettisia työmaiden laatutehtäviä, joiden avulla laatua ja yrityksen toimintaa ohjataan sidosryhmiltä saadun palautteen avulla. Laadunvarmistuksen suunnittelu tehostaa toimintaa tekemällä toiminnot systemaattiseksi ja mitattavaksi.

Yrityksen toiminnan ollessa pienimuotoista, tuotanto on mahdollista toteuttaa kohtuullisen pienellä vaivalla sekä vähäisin virhein ilman johdonmukaisia laadunvarmistustoimenpiteitä. Suunnittelemattomuus ja systemaattisuuden puutteen takia järjestelmä on kuitenkin herkkä muutoksille esimerkiksi vastuuhenkilöiden vaihtuessa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda perusteet yhtenäisille ja vakioituille laadunvarmistusmenetelmille perustajaurakointina toteutettaville rakennustyömaille palvelemaan rakennusliikkeen toimintaa.

Työssä saavutettiin sille asetetut tavoitteet. Tavoitteiden asettelun mukaisesti työssä luotiin ohjeet ja dokumenttipohjat, joiden avulla voidaan tehdä laadunvarmistus rakennusliikkeen työmailla. Opinnäytetyössä esitetyt laadun kannalta kriittiset rakenteet ja niihin liittyvä laadunvarmistus lisää työmaalla tietoa rakenteiden toiminnasta sekä työnjohtajien, että työntekijöiden keskuudessa ja tätä kautta parantaa laatua. Työssä esitetyt laadunvarmistuksen perusteet auttavat myös yrityksen toimintajärjestelmän kehittämisessä ja tätä kautta voidaan olettaa yrityksen laaduntuottokyvyn parantuvan.

Laatutoiminnot vaativat jatkuvaa kehittämistä ja pitkäjänteisyyttä, ja juuri siitä syystä opinnäytetyössä ei tavoiteltu valmiita, kokonaan aukikirjoitettuja ohjeita. Myös vaaditut laadunvarmistustoimenpiteet vaihtelevat työmaiden välillä ja siitä syystä työmaata palvelevat ohjeet ja dokumentit tulee muokata kohdekohtaisesti.

Työn tekemisen alkuvaiheen aikana puhjennut korona-virus epidemia hankaloitti huomattavasti lähdeaineiston saatavuutta ja hidastutti näin ollen työn valmistamista. Kirjastojen ollessa kiinni, kirjallisten lähteiden saaminen oli aika ajoin haastavaa ja monimutkaista ja jouduinkin turvautumaan paljon verkkojulkaisuihin sekä www-sivuihin. Onnekseni voin kuitenkin todeta, että aikaisemmasta rakennusmestarin koulutuksesta tallentamani aineisto ja tieto autoivat paljon. Myös usean vuoden työnjohtajana toimiminen on tuonut kokemusta ja syventänyt ymmärrystä rakentamisesta.

LÄHTEET

Anttonen, K. 2015. Rakennustyömaan laadunhallinnan suunnittelu. Talonrakennusteollisuus ry. Viitattu 10.4.2020 <https://www.rakennusteollisuus.fi/Ajankoh-taista/Koulutus--ja-esitysaineistot1/2015/tyomaan-laadunhallinta-7.4.2015/>.

Asuntokauppalaki 23.9.1994/843.

Betonilattioiden jälkihoito, BLY-3. Suomen betonilattiyhdistys ry. Viitattu 14.4.2020 <http://www.bly.fi/fi/Julkaisut.html>.

Betonitekniiikan oppikirja, BY201. 2018 Helsinki: Suomen betoniyhdistys ry.

by 65 Betoninormit 2016. 2017,4., tarkistettu painos. Helsinki: Suomen betoniyhdistys ry.

Finnsementti 2020. Betonin lujuus. viitattu 14.4.2020 <https://finnsementti.fi/palvelut/tietoa-betonista/betonin-lujuus/>.

Gyproc 2020.Paloluokitusjärjestelmät. Viitattu 12.4.2020 <https://www.gyproc.fi/suunnittelu/paloturvallisuus/paloluokitusj%C3%A4rjestelm%C3%A4t>.

Kankainen, J & Junnonen, J. 2001. Laatuajattelu ja rakennustyömaan laatutoiminnot. Helsinki: Rakennustieto.

Kankainen, J. & Junnonen, J. 2016. Urakoitsijan sopimusasiat. Helsinki: Rakennustieto.

Kipsilevyjäykistysrakenteiden suunnitteluohje. 2017. Saint-Gobain. Viitattu 12.4.2020 https://www.gyproc.fi/sites/gypsum.nordic.master/files/gyproc-site/document-files/fi/Gyproc_jaykistysertifikaatti_suunnitteluohjeet_012017.pdf.

Kuhanen, P. & Hännikäinen, J. 2009. Uudistalon vastaanotto. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy.

Liuksiala, A & Stoor, P. 2014. Rakennussopimukset. Helsinki: Rakennustieto.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 5.2.1999/132.

Pietilä, E. 2015. Betonirakenteiden raudoittaminen eurokoodin mukaisesti. Karelia Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö.

Puurakenteiden jäykistysuunnittelun ohje 9.10.2006. VTT. Viitattu 12.4.2020 https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2006/jaykistys_2006.pdf.

Rakennelaskelmat As Oy Oulun Tahtimarssi, Talo A. 2020. Keminmaan puurakenne.

Rakennesuunnitelmat As Oy Oulun tahtimarssi. 2020. Rakennusliike A Vänntilä Oy.

Rakennushankkeen ajallinen suunnittelu ja ohjaus. 3., uudistettu painos. Helsinki: Rakennustieto.

Rakennustöiden laatu 2017. 11., uudistettu painos. Helsinki: Rakennustieto.

Rudus Oy 2020. Betoniakatemia Rasitusluokat. Viitattu 11.4.2020 <https://www.rudus.fi/palvelut/betoniakatemia/betonikoulujen-sisaltojen-esittely#>.

Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 11.4.2020 <https://www.ym.fi/download/noname/%7B940FA2F9-B175-43DE-8453-7FB46CBB3976%7D/132600>.

Ympäristöministeriön ohje rakennustyön suorituksesta ja valvonnasta. YM5/601/2015. Helsinki: Ympäristöministeriö. Viitattu 11.4.2020 <http://www.ym.fi/download/noname/%7B2D950B5E-26B9-4BBC-B057-14CE-BEB5A5D7%7D/109137>.

LIITTEET

Liite 1. Työmaan laatusuunnitelmanmalli

Liite 2. Kosteudenhallinta-asiakirjamalli

Liite 3. Tarkastusasiakirjan malli

Liite 1(1/12)

RAKENNUSLIIKE A VÄNTTILÄ OY
TYÖMAAN LAATUSUUNNITELMA

Liite 1(2/12)

SISÄLLYS

TYÖMAA.....	1
VASTUIDEN JAKO	1
LAADUNVARMISTUSMATRIISI	1
POTENTIAALISTEN ONGELMIEN ANALYYSI.....	3
TEKNISET TOTEUTUSRISKIT	3
HANKINTARISKIT	4
TYÖMAAN HALLINTARISKIT	4
TYÖTURVALLISUUSRISKIT	5
YMPÄRISTÖRISKIT	5
KUSTANNUSTEN HALLINTA.....	6
TYÖMAAORGANISAATION TEHTÄVÄT JA TEHTÄVIEN JAKO.....	6
LAATU- JA TURVALLISUUSASIAKIRJAT	6
LAATU- JA TURVALLISUUSSUUNNITELMAT.....	7
LUVAT JA ILMOITUKSET	7
SOPIMUKSET.....	8
TYÖMAAN HALLINTA.....	8
TYÖMAAN LAADUNVARMISTUKSEN PERIAATTEET.....	9

Liite 1 (3/12)

TYÖMAA

Rakennettavan yhtiön nimi:

Kohteen kuvaus:

VASTUIDEN JAKO

OSAPUOLET

Rakennuttaja	
Päätoteuttaja	
Pääsuunnittelu	
Arkkitehtisuunnittelu	
Rakennesuunnittelu	
LVIA suunnittelu	
Sähkösuunnittelu	
Pohjatutkimukset	

VASTUUNJAKO PÄÄTOTEUTTAJAN ORGANISAATIOSSA

Toimitusjohtaja	<i>Yleisjohto, hyväksyy työmaaorganisaation, rakennuslupa-asiat, rakennuttajan turvallisuusasiakirjan hyväksyminen</i>
Vastaava työnjohtaja	<i>Laatu- ja turvallisuussuunnitelmat, laadunvalvonnan pöytäkirjaaminen, toteutuksen seuranta, viranomaisasiointi ja katselmukset, työnjohtotehtävät, lupa-asiat, asiakashallinta, hankinnat, työmaapäiväkirja, hankinnat, aikataulut, lisä ja muutostöiden hallinta, luovutuskansiot, laskujen tarkastus</i>
Työmaamestari	<i>Työturvallisuudesta vastaava, työturvallisuuden seuranta, laadunvalvonta, aikataulut, hankinnat, työnjohto, toteutuksen dokumentointi, luovutuskansiot, tarjouskyselyt, laskujen tarkastus</i>

Liite 1(8/12)

KUSTANNUSTEN HALLINTA

RISKIN KUVAUS	TOIMENPITEET	VASTUU	HOIDETTU

TYÖMAAORGANISAATION TEHTÄVÄT JA TEHTÄVIEN JAKO

TJ=toimitusjohtaja, VTJ=vastaava työnjohtaja, TM=työmaamestari, KVV=vesi- ja viemäritöistä vastaava työnjohtaja, IV=ilmanvaihtotöistä vastaava työnjohtaja, SÄ=sähköurakoitsija, LVI=lvi-urakoitsija, PI=pintaurakoitsija

LAATU- JA TURVALLISUUSASIAKIRJAT

TEHTÄVÄ	VASTUU	HOIDETTU	EI TARVITA
Työmaan laatusuunnitelma			
Työmaan kosteudenhallintasuunnitelma			
Rakennuttajan turvallisuusasiakirjan, -sääntöjen ja menettelyohjeiden laadinta			
Laadunvarmistusmatriisi			
Työmaan turvallisuussuunnitelman ja työturvallisuuskansion laadinta			
Potentiaalisten ongelmien analyysi			
Työmaa-alueen käyttösuunnitelma ja sen päivitys			

Liite 1 (9/12)

LAATU- JA TURVALLISUUSUUNNITELMAT

TEHTÄVÄ	VASTUU	HOIDETTU	EI TARVITA
tehtäväsuunnitelmat			
Putoamissuojasuunnitelma			
Työmaan sähköistys- ja valaistussuunnitelma			
Räjätystyösuunnitelma			
Kaivutyösuunnitelma			
Muottityösuunnitelma			
Purkutyösuunnitelma			
melunhallintasuunnitelma			
Ympäristösuunnitelma			
Betonityösuunnitelma			
Jätehuoltosuunnitelma			
Ympäristöriskien arviointisuunnitelma			
Nosto- ja siirtotyösuunnitelma			
Tulitöiden valvontasuunnitelma			
Palo- ja pelastussuunnitelma			
Asbestipurkutyösuunnitelma			
Logistiikkasuunnitelma			
Talvityösuunnitelmat			
Telinesuunnitelma			
Kone- ja kalustosuunnitelma			

LUVAT JA ILMOITUKSET

TEHTÄVÄ	VASTUU	HOIDETTU	EI TARVITA
Rakennusluvan hakeminen			
Rakennustyön ennakoalohutuslupahakemus			
Katu- ja yleisten alueiden käyttö lupien hakeminen			
Vastaavan työnjohtajan hakemus/ilmoitus			
KV ja IV työnjohtajien hakemukset			
Kaivuluvat			
Rakennustyön ennakoilmoitus			
Aloitusilmoitus rakennusvalvontavirastoon			
Louhinta-/räjäytystyö ilmoitus poliisi- ja pelastusviranomaiselle sekä STUKILLE			
Meluilmoitus			
Purkulupa			
Purkutyön aloitusilmoitus			
asbestityön ennakoilmoitus työsuojeluviranomaiselle			
Kemikaali- ja nestekaasuilmoitus pelastusviranomaiselle			

Liite 1 (10/12)

SOPIMUKSET

TEHTÄVÄ	VASTUU	HOIDETTU	EI TARVITA
Työmaasähkö			
Vesi- ja viemäri liittymäsopimus			
Sähkölittymäsopimus			
kaukolämpö liittymäsopimus			
Valokuituliittymäsopimus			
Kaapeli-TV liittymäsopimus			
Jätehuoltosopimus			
Työmaaavakuutukset; rakennus- ja asennustyö, tapaturma, vastuu ja varkaus			
Louhintatyövakuutus			
Työmaan vartiointisopimus			
Urakkasopimukset			

TYÖMAAN HALLINTA

TEHTÄVÄ	VASTUU	HOIDETTU	EI TARVITA
HALLINTO			
Työmaan perustaminen toiminnanohjausjärjestelmään			
Litterointi toiminnanohjausjärjestelmässä			
Laskujen tarkastus			
VIRANOMAISYHTEISTYÖ			
rakennuspaikan merkitseminen, sijainti ja korko			
aloitusilmoitus			
aloituskokous			
Rakennusluvan ehtojen mukaiset katselmuks			
TYÖMAAN PERUSTAMINEN			
Naapurikiinteistöjen katselmuks			
Kaapeli- ja putkinäytöt			
Kaapeli- ja putkikartat			
Työmaakyltti/-taulu			
Työmaan kulunvalvonnan käytännön järjestelyt			
työmaan aitaaminen			
Työmaatilat/parakit ja kalusteet			
työmaatilojen siivous ja jätehuolto			
Työmaa-aikaiset vesi- ja viemäri liittymät			
Työmaa-aikainen sähköliittymä			
LAADUNVARMISTUS JA DOKUMENTOINTI			
Työmaan tarkastusasiakirjan ylläpito			
tehtäväsuunnitelmat			
Toimittajien ja urakoitsijoiden virheiden korjaus			

Liite 1(11/12)

Piiloon jäävien työvaiheiden tarkastus ja dokumentointi			
Lisä- ja muutostöiden hallinta			
Käyttö- ja huolto ohjeen laadinta			
lisä- ja muutostöiden taloudellinen tarkastus			
Loppupalaveri työmaan sujuvuudesta			
TIEDOTTAMINEN			
Työmaakokoukset			
Aliurakoitsijoille tiedottaminen muutoksista			
AIKATAULUT			
Yleisaikataulu			
Viikkoaikataulu			
Hankinta-aikataulu			
Suunnitelma-aikataulu			
TATE-aikataulu			
Rakennusvaiheen aikataulu			
Runkovaiheen aikataulu			
Sisävalmistusvaiheen aikataulu			
Viimeistelyvaiheen aikataulu			
luovutusaikataulu			
HANKINNAT			
Kalustohankinnat			
materiaalihankinnat			
Aliurakat			
TYÖTURVALLISUUS			
Työturvallisuustarkastukset työmaalla			
Koneiden ja laitteiden kunnossapito ja huolto			
Työmaan siisteydestä ja jätehuollosta huolehtiminen			

TYÖMAAN LAADUNVARMISTUKSEN PERIAATTEET

Laadunohjaus ja tuotannon suunnittelu

- Ennen uuden työvaiheen aloittamista työntekijöiden kanssa pidetään aloituspalaveri
- Työtä seurataan koko vaiheen ajan ja työvaiheen valmistuttua työn laatu tarkastetaan ja vastaanotetaan (rutiininomaisia työvaiheita ei ole tarpeen kirjata)
- työmaasuunnittelun ohjauksen vastuut on yksilöity liitteenä olevassa tarkastusasiakirjassa
- työsuunnittelu tehdään tarvittaessa aliurakoitsijoiden kanssa (esim. tavanomaisesta poikkeava työ tai uusi urakoitsija)
- TR-mittaukset viikoittain

Liite 1(12/12)

Hankinnat

- Hankinnoista laaditaan hankintasuunnitelma, jossa määritetään kriittisten ja merkittävimpien hankintojen ajankohta ja hankinnasta vastaava
- Aliurakointisopimukseen määritetään rakentamisaika sopimuksen mukaiseen rakennusaikaan pohjautuen
- aliurakoitsijoiden kanssa sovitaan työmaan ilmoitusvelvollisuuskäytännöistä

Työmaan katselmukset ja malliasennukset

- Perustajaurakoinnissa/tavanomaisilla työmailla malliasennukset eivät yleensä ole tarpeen
- Työmaan luonteesta riippuen tehdään tarvittavista työvaiheista malliasennukset
- Viranomaiskatselmukset rakennuslupapäätöksen mukaisesti

kokouskäytäntö

- Työmaalla pidetään viikkopalavereja työvaiheen mukaan tarvittaessa työmaalla työskenteleville
- Urakoissijapalavereja pidetään tarvittaessa. Koollekutsujana toimii vastaava työnjohtaja.
- Työmaakokoukset pidetään tarvittaessa ennen suurimpien työvaiheiden aloittamista, kokouksessa tulee olla läsnä rakennusliikkeen edustaja(t), suunnittelijat, aliurakoitsijat ja kohteen valvoja

Työmaan tiedonkulku ja kirjaukset

- Työmaalla pidetään työmaapäiväkirjaa
- ajantasaiset piirustukset pidetään työmaan toimistossa

Laadunhallinnasta vastaava: _____

Liite 2 (1/6)

RAKENNUSLIIKE A VÄNTTILÄ OY

KOSTEUDENHALLINTA-ASIAKIRJA

KOSTEUDENHALLINTASELVITYS JA KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA

Liite 2 (2/6)

KOTEUDENHALLINTASELVITYS	3
ALUSTAVA KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA	3
YLEISTÄ.....	3
LAATUTAVOITTEET	4
KOSTEUSRISKIT	5
KUIVUMISAJAT	6
OLOSUHDEHALLINTA.....	6
ERITYISOHJEET	6
VALVONTA JA MITTAUS	6

Liite 2 (3/6)

KOTEUDENHALLINTASELVITYS

Päätoteuttaja	
Kosteudenhallintakoordinaattori	
Työmaa	
Osoite	

___ TYÖMAALLA ON KÄYTÖSSÄ KUIVAKETJU-10 JÄRJESTELMÄ

___ TYÖMAALLA EI OLE KÄYTÖSSÄ KUIVAKETJU-10 JÄRJESTELMÄÄ. TYÖMAAN KOSTEUDENHALLINTASELVITYS TEHDÄÄN MUULLA JÄRJESTELMÄLLÄ

TYÖMAALLA KÄYTETTÄVÄ MUU KOSTEUDENHALLINTAMENETTELY:

(lyhyt selostus ja liitteet työmaakansioon)

ALUSTAVA KOSTEUDENHALLINTASUUNNITELMA

YLEISTÄ

Alustava kosteudenhallintasuunnitelma tukee työmaan kosteudenhallintasuunnittelua. se on työmaan ensimmäinen kosteudenhallintasuunnitelma, joka täydentyy esimerkiksi KK-10 järjestelmällä.

Työmaan kosteudenhallinnan tavoitteet ovat:

- Estää kosteusvaurioiden synty
- Varmistaa rakenteiden riittävä kuivuminen ilman aikatauluviivytyksiä
- Vähentää kuivatustarvetta
- Pienentää materiaalihukkaa

Työmaan kosteudenhallinnalla varmistetaan rakennuksen käyttäjille terveydellisten haittojen kannalta turvallinen ympäristö sekä saadaan rakentamiskustannuksissa säästöjä.

Työmaan kosteudenhallinta voidaan jakaa seuraaviin osiin:

- Kosteusriskien kartoitus
- Olosuhdehallinta
- Kosteusmittausuunnitelma
- Organisointi, seuranta ja valvonta

Kosteusriskien kartoituksessa käydään läpi kaikki työmaan rakennedetaljit ja arvioidaan niiden riskialttius rakenteen kosteusteknisen toiminnan ja työmaatoteutuksen kannalta. Tarvittaessa suunnitelmia voidaan tarkentaa ja antaa toimenpideohjeita työmaalle esim. materiaalivalinnoista, sääsuojauksesta tai kuivatuksesta.

Liite 2(4/6)

Työmaan olosuhteiden hallinnalla pyritään minimoimaan rakennusten kosteusriskit sekä varmistamaan että kohteet voidaan toteuttaa suunnitelman mukaisessa aikataulussa erilaisissa sääolosuhteissa. Olosuhteiden hallinnassa olennaisena osana on oikein tehdyt rakenteiden suojaustoimenpiteet. Työkohteen kunnollisella suojauksella, joka voidaan tehdä erillisillä sääsuojilla tai julkisivusuojilla, estetään tuotteiden vaurioituminen ja

Ulkonäöllisten ja muiden laatuvirheiden syntyminen sekä terveyshaittoja aiheuttavien mikrobikasvustojen syntyminen, mutta sillä parannetaan usein myös työolosuhteita, jolloin työ mukavuus ja -tehokkuus paranevat, sairastumisalttius vähenee sekä työnlaatu paranee. Huomattavaa on myös lumi ja sulatustarpeen väheneminen.

LAATUTAVOITTEET

Talot rakennetaan nopeasti säänpitäväksi ja talon lämmitysjärjestelmä pyritään saamaan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa käyttöön. Rakenteiden kuivatus pyritään toteuttamaan lämmityksen ja tuuletuksen avulla. Rakennusmateriaalit pyritään toimittamaan työmaalle oikea-aikaisesti, jotta vältetään varastoinnilta. Varastoitavat materiaalit suojataan kosteudelta materiaalityömaalla ohjeiden mukaan. Ennen pintamateriaalien asentamista varmistetaan alustan kosteudesta mittauksin.

Liite 2 (5/6)

KOSTEUSRISKIT

RAKENNUSOSA	HUOMIOITAVA ASIA	HOIDETTU
Salaojat, perusmaa, alapohjat ja maanvastaiset rakenteet	Salaojat rakennettu suunnitelmien mukaan Salaojituskerros maa-ainesta, jossa ei ole hienoainesta ja joka täyttää suunnitelmissa määritellyt ominaisuudet Tarkastuskaivot puhtaat Jos salaojaputket, niin toiminnan tarkastus Perusmaan kaadot Pinta- ja kattovesien johtaminen jo rakennusaikana pois rakennuksen vierestä	
Ulkoseinä	Tuuletus yhtenäinen verhouksen takana Epäjatkuvuuskohdat julkisivussa tiiviit Vesipellit Roiskevedet eivät vaurioita rakenteita	
Yläpohja ja vesikatto	Höyrynsulku ehjä ja yhtenäinen Vesikattojen läpiviennit Vaurioille alttiita vesikattotöitä ei tehdä sateella ilman asiallista sääsuojausta Ylösnostot	
Välipohjat	mahdollisten vesivuotojen ilmaiseminen	
Märkätilat	Kohta 6, Erityisohjeet	

Liite 2 (6/6)

KUIVUMISAJAT

Betonirakenteiden kuivattaminen aloitetaan kaksi viikkoa valun jälkeen. Kuivumisolosuhteet: +20° C, RH >50 %. Jos lämmitys ja tuuletus eivät riitä olosuhteiden hallintaan, käytetään ilmankuivaimia.

Alapohja + lautaparketti

Lautaparketin tavoitekosteus on RH 85 %. Kuivumisaika-arvio on 12 viikkoa. Kuivumista on seurattava ja työmaa-aikataulu tahdistettava kuivumisarvion mukaan.

Alapohja + kosteat tilat. Vedeneristeen ja keraamisten laattojen tavoitekosteus on RH 90 %. Kuivumisaika-arvio on 7 viikkoa. Kuivumista on seurattava ja työmaa-aikataulu tahdistettava kuivumisarvion mukaan.

Välipohja + lautaparketti.

Lautaparketin tavoitekosteus on RH 85 %. Kuivumisaika-arvio on 9 viikkoa. Kuivumista on seurattava ja työmaa-aikataulu tahdistettava kuivumisarvion mukaan.

OLOSUHDEHALLINTA

Rakennukset kuivataan lämmityksen ja tuuletuksen avulla. Tarvittaessa käytetään ilmankuivaimia. Lämpötila pidetään +20°C rakennuksen omalla lämmitysjärjestelmällä ja tarvittaessa käytetään lisälämmitystä. Ilman suhteellinen kosteus pidetään korkeintaan RH 50 % säätelämällä tuuletusta. Lämpötilaa ja suhteellista kosteutta seurataan mittauksin. Betonipintojen jälkihoitona käytetään muovikalvoa, joka poistetaan betonin saavutettua riittävän lujuuden. Rakennuksesta pyritään saamaan vesitiivis mahdollisimman nopeasti. Betonilaatalle satanut vesi poistetaan vesi-imurilla. Yläpohja tehdään kuivissa olosuhteissa. Materiaalien toimitukset työmaalle pyritään ajoittamaan siten, että varastointiaika olisi mahdollisimman pieni. Materiaalit säilytetään kuivissa olosuhteissa.

ERITYISOHJEET

Märkätilojen kosteutta seurataan mittauksin. Vedeneristystöitä ei aloiteta ennen kuin mittauksilla on varmistettu, että alustan tavoitekosteus on saavutettu. Ennen päällystystöitä varmistutaan kaatojen riittävydestä ja kaivojen toiminnasta. Vedeneristeistä otetaan näytepalat ja tehdään pöytäkirja.

VALVONTA JA MITTAUS

Kuivumisolosuhteiden varmistamiseksi sisäilman lämpötilaa ja kosteutta seurataan mittauksin päivittäin. Betonirakenteiden suhteellisen kosteuden mittaukset suoritetaan ensimmäisen kerran, kun vaippa on ummessa ja lämmitys päällä. Seuraava mittaus tehdään 4 viikkoa ennen suunniteltua päällystämisaikakohtaa. Viimeinen mittaus suoritetaan ennen pintamateriaalin asentamista. Tarvittaessa mittauksia suoritetaan useammin. Kosteudet mitataan märkätiloista kahdesta kohdasta, alapohjassa neljästä kohdasta ja välipohjassa neljässä kohdassa. Mittaukset tehdään urakoitsijan omana työnä kalibroidulla mittalaitteella porareikämittauksin. Kosteuksien mittaamisessa ei saa käyttää pintakosteusmittareita. Rakennuksen vaipan valmistuttua tehdään tiiveysmittaus ilmapuotojen paikallistamiseksi.

Kosteudenhallinnasta vastaava: _____

Liite 3 (1/6)

Rakennustyön tarkastusasiakirja

TYÖMAAN NIMI		S.1/6
RAKENNUSLUVAN NUMERO		
VASTAAVA TYÖNJOHTAJA:		
VASTUUHENKILÖ:		
RAKENNUSTYÖN ALOITTAMISEN EDELLYTYKSET		
Toimenpide	Tarkastaja	tehty
Rakennuslupa lainvoimainen		
Aloituskokous pidetty		
Lupapäätöksessä määrätty työnjohtajat hyväksytyt		
Työmaasuunnitelma tehty		
Työmaa-alue rajattu tarpellisilta osin		
Työmaakyltti työmaalla		
suojeltavat puut ja kasvit suojattu		
Tonttialueen johdot ja kaapelit selvitetty		
Tarvittavat kaivuluvat hankittu		
Kunnallistekniikkaan liittyminen tilattu		
Sähköverkkoon liittyminen tilattu		
Paikan merkintä ja korko tilattu		
MAA- JA POHJARAKENTEIDEN LUJUUS JA VAKAUS		
Toimenpide		
kaivantojen laajuus työvaroineen		
kaivantojen vakavuus, tuenta ja luiskaus		
Pohjan korkeusasemat suunnitelmien mukaiset		
eloperäinen aines poistettu		
Pohjarakenteet rakennesuunnitelmien mukaan		
Hairiintynyt tai jäätynyt perusmaa poistettu		
TÄYTTÖ JA TIIVISTYS		
Toimenpide		
täyttömateriaalin kelpoisuus		
suodatinkangas rakennesuunnitelmien mukaan		
tiivistysten seuranta-ajokerrat/kerrospaksuus		
Täytön korkeusasema		
täytön tiiveys		
PERUSTUKSET, SOKKELIT JA NIIDEN RAUDOITUS		
Toimenpide		
muottityöt, läpiviennit, varaukset		
raudoitukset(suojaetäisyydet ja oikeellisuus)		
tartunnat ja metalliosat		
betonointi, tärytys, jälkihoito, talvibetonointi		
routasuojaukset		

Liite 3 (2/6)

PALOTURVALLISUUS		
Toimenpide		
kantavien rakenteiden palonkesto ja suojaukset		
Osastoinnit/palomuurit ulkoseinissä		
osastoinnit/palomuurit sisällä		
Palokatkot		
Palo-ovet ja ikkunat		
palovaroittimet		
poistumisopasteet ja -reittivalaistukset		
Uloskäytävät ja poistumisreitit		
varatiet		
pelastustiet		
Tulisijojen ja hormien suojaetäisyydet ja paloeristys		
saunan kiuas		
IV laitteisto		
TERVEELLISYYS		
Toimenpide		
kapillaarikatko suunnitelmien mukainen		
salaojitus rakennesuunnitelmien mukainen		
jos salaojat, niin kaivot ja putket tarkastettu		
rakennusaikeinen kosteudenhallinta		
radonsuojaus suunnitelmien mukainen		
eloperäinen aines poistettu alapohjasta		
alapohjan täyttötöyt tehty suunnitelmien mukaisista materiaaleista		
alapohjan lämmöneristys suunnitelmien mukaan		
alapohjan liittymien ja läpivientien tiivistys		
maanvaraisen lattian raudoitus suunnitelmien mukainen		
maanvaraisen lattian valu		
Ulkoseinien höyryn- ja ilmantiiveys varmistettu		
lämmöneristeet oikein asennettu		
tuulensuoja oikein asennettu(yhtenäinen ja saumat tiiviit, kiinnitys)		
ulkoseinän tuuletus yhtenäinen ja suunnitelmien mukainen		
Julkisivujen säänkesto		
Ulkoikkunat ja ovet-liittyminen muuhun vaippaan tiivis ja oikea		
Ulko-ikkunoiden ja ovien Pellitykset		
Yläpohjan höyryn-/ilmantiiveys varmistettu		
Yläpohjan lämmöneristeet suunnitelmien mukaiset		
Yläpohjan lämmöneristeet oikein asennettu		
Vesikate ja pellitykset		
Vedenpoistojärjestelyt		
Betonilattoiden kosteusmittaus		
Märkätilojen vedeneristysjärjestelmän kelpoisuus		
Vedeneristyksen tekijä pätevä		
Vedeneristystyöt suoritettu oikein ja valmistajan ohjeen mukaan		
saunan seinien- ja kattojen rakenteet tuulettuvat/suunn. Mukaiset		
Sokkelien korkeudet suun. Mukaiset		

Liite 3 (3/6)

pintavesien ohaus rakennuksen vierellä		
kattovesien poisjohtaminen		
piha-alueen sadevesikaivot		
pintavesien ohaus tontin rajoilla		
rajaajat ja painanteet		
KÄYTTÖTURVALLISUUS		
Toimenpide	Tarkastaja	tehty
sisäportaat, luiskat, kaiteet ja käsijohteet		
lasirakenteet sisä- ja ulkotiloissa		
Ulkoportaat, luiskat, käsijohteet ja kaiteet		
Vesikaton turvavarusteet, lumiesteet		
pääsy ullakolle ja vesikatolle		
MELUNTORJUNTA JA ÄÄNIOLOSUHTEET		
Toimenpide	Tarkastaja	tehty
Ulkoseinien rakenteet ja läpiviennit		
Ulko-ovet ja ikkunat		
Yläpohjan rakenteet ja läpiviennit		
Väliseinien rakenteet ja läpiviennit		
Väliovet		
Välipohjan rakenteet ja läpiviennit		
TYÖVAIHEIDEN TARKASTUKSET		
KANTAVAT JA JÄYKISTÄVÄT ULKOSEINÄT		
Toimenpide	Tarkastaja	tehty
Kantavat palkit oikein asennettu ja kiinnitetty		
Runko suunnitelmien mukainen		
jäykistävä levyitys asennettu riittävän tiheästi ja oikeilla kiinnikkeillä		
Tukipinnat runkotolpissa suunnitelmien mukaiset		
Seinien ankkurointi perustuksiin suunnitelmien mukainen		
sisäpuolen koolaussuunta suunnitelmien mukainen(vaaka/pysty)		
kiinnikkeet ja kiinnikemäärät liitoksissa suunnitelmien mukaan		
runko, levyt ja eristeet kuivat ennen pinnoituksia		
KANTAVAT JA JÄYKISTÄVÄT VÄLISEINÄT		
Toimenpide	Tarkastaja	tehty
Kantavat palkit oikein asennettu ja kiinnitetty		
runko suunnitelmien mukainen		
jäykistävä levyitys asennettu riittävän tiheästi ja oikeilla kiinnikkeillä		
Tukipinnat runkotolpissa suunnitelmien mukaiset		
Seinien ankkurointi perustuksiin/alapohjalaattaan suunnitelmien mukainen		
kiinnikkeet ja kiinnikemäärät liitoksissa suunnitelmien mukaan		

Liite 3 (4/6)

Toimenpide	Tarkastaja	tehty
Aukkopalkit oikein kiinnitetty		
Kantava palkisto oikein kiinnitetty		
Betonilaatan alle tuleva levy/alusmateriaali sopiva		
Välipohjan jäykistävä levytys oikein kiinnitetty(kiinnikkeet ja tiheys)		
Kantavat palkit ulkoseinillä oikein asennettu ja suunnitelmien mukaiset		
KANTAVAT JA JÄYKISTÄVÄT YLÄPOHJARAKENTEET		
Toimenpide	Tarkastaja	tehty
NR-ristikot oikein asennettu(tukipinta, paarteiden suuruus, pystysuuruus)		
NR-ristikot oikein kiinnitetty(oikeat tukipinnat ja kiinnikkeet sekä kiinnikemäärät)		
Kantavat palkit rakennesuunnitelmien mukaan		
NR-ristikoiden tuulijäykistys rakennesuunnitelmien mukainen		
NR-Yläpohjan tasojäykistys rakennesuunnitelmien mukainen		
Nurjahdustuennat ristikkosuunnitelmien mukaiset		
Yläpaarretason jäykistys rakennesuunnitelmien mukainen		
KATOSTEN JA PARVEKKEIDEN RAKENTEET		
Toimenpide	Tarkastaja	tehty
NR-ristikot oikein asennettu(tukipinta, paarteiden suuruus, pystysuuruus)		
NR-ristikot oikein kiinnitetty(oikeat tukipinnat ja kiinnikkeet sekä kiinnikemäärät)		
Kantavat palkit rakennesuunnitelmien mukaan		
Pilarien kiinnitykset ylä- ja alapäässä rakennesuunnitelmien mukaiset		
NR-ristikoiden tuulijäykistys rakennesuunnitelmien mukainen		
NR-Yläpohjan tasojäykistys rakennesuunnitelmien mukainen		
Nurjahdustuennat ristikkosuunnitelmien mukaiset		
Yläpaarretason jäykistys rakennesuunnitelmien mukainen		
RAKENNUSTYÖN PÄÄTTYMINEN, ILMOITUS LOPPUKATSELMUSTA VARTEN JA TARKASTUSASIAKIRJAN		
YHTEENVETO ERILLISELLÄ ASIAKIRJALLA(mrl 153§ :n mukainen ilmoitus loppukatselmusta varten jatarkastusasia-		
kirjan yhteenveto-lomake)		

Liite 3 (5/6)

KVV-RAKENNUKSEN ULKOPUOLET		
VASTUUHENKILÖ:		
ULKOPUOLINEN VESI- JA VIEMÄRILAITTEISTO		
Toimenpide	Tarkastaja	tehty
Liittyminen (vesi, jätevesi- ja sadevesiviemäri)		
putkikaivantojen perustaminen		
Jätevesiviemärit(putket, kaivot, jne..)		
Sadevesiviemärit(putket, kaivot, jne)		
Viivytytsjärjestelmä		
Erottimet		
Pumppaamot		
Vesijohdot		
Putkielementit		
Ulkoviemäreiden tiiveys(vastuuhenkilö kuittaa)		
Ulkoviemäreiden kuvaus		
Ulkoviemäreiden suunnitelmien mukaisuus		
VAKUUTUKSET JA ALLEKIRJOITUKSET		
Olemme todenneet, että ulkopuolinen vesi- ja viemärlaitteisto on valmis ja loppukatselmus voidaan tältä osalta suorittaa		
Paikka ja aika:		
KVV-työnjohtajan allekirjoitus:		
Rakennusvaiheiden vastuuhenkilö(t) allekirjoitus:		

Liite 3 (6/6)

KVV-RAKENNUKSEN SISÄPUOLET		
VASTUUHENKILÖ:		
VIEMÄRILAITTEISTO RAKENNUKSESSA		
Toimenpide	Tarkastaja	tehty
Pohjaviemärit		
Viemärit kerroksissa+kannakointi		
Paloeristeet		
Lämmöneristeet		
ääneneristeet		
Kalusteet ja lattiakaivot		
Viemäreiden kuvaus		
Järjestelmän tiiviys		
suunnitelmien mukaisuus		
VESILAITTEISTO RAKENNUKSESSA		
Toimenpide	Tarkastaja	tehty
Vesijohdot+kannakointi		
Kytöntäjäohdot+kannakointi		
Vuodonilmaisimet		
Sulku- ja säätöventtiilit		
Pumput		
Lämmöneristeet		
Lämpimän käyttöveden valmistus		
Kalusteet		
Laitteiston tiiviys, painekokeet(vastuuhenkilö kuittaa)		
Vesilaitteiston huuhtelu/puhtaus(vastuuhenkilö kuittaa)		
Vesikalusteiden paineen ja vesikalusteiden virtaamien mittaus ja säätö(vastuu henkilö k.)		
Lämpimän käyttöveden kiertojohdon virtaaman säätö		
suunnitelmien mukaisuus		
MUITA KVV ASIOITA		
Toimenpide	Tarkastaja	tehty
palo-osastointi asiat		
läpiviennit		
käyttö- ja huolto-ohjeet		
käyttö- ja huolto-ohjeet		
VAKUUTUKSET JA ALLEKIRJOITUKSET		
Olemme todenneet, että KVV laitteisto on valmis ja loppukatselmus voidaan KVV tekniikan osalta suorittaa		
Paikka ja aika:		
KVV-työnjohtajan allekirjoitus:		
Rakennusvaiheiden vastuuhenkilö(t) allekirjoitus:		