



Juho Jämsä

# Peabin laadunvarmistuksen tarkastuslistojen kehittäminen valittujen työvaiheiden osalta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

4.12.2021

## Tiivistelmä

Tekijä:	Juho Jämsä
Otsikko:	Peabin laadunvarmistuksen tarkastuslistojen kehittäminen valittujen työvaiheiden osalta
Sivumäärä:	52 sivua
Aika:	4.12.2021
Tutkinto:	Rakennusmestari (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Rakennusalan työnjohto
Ammatillinen pääaine:	Talonrakennus
Ohjaajat:	Lehtori Timo Riikonen Peabin tuotannon valmentaja Sabine Hiilloste

---

Opinnäytetyössä oli tavoitteena kehittää neljästä valitusta työvaiheesta Peabille laadunvarmistuksen tarkastuslistoja ja ohjeistus niiden soveltamiseen. Tarkastuslistoja oli tarkoitus käyttää rakentamisvaiheen laadunvarmistuksen lisäksi myös sopimusvaiheessa osoituksena Peabin vaatimasta työn laadusta.

Työ toteutettiin etsimällä aiheeseen liittyvää tietoa Peabin omista tietokannoista, materiaalin valmistajien omista lähteistä sekä kolmannen osapuolen lähteistä. Etsitty tieto jalostettiin laadunvarmistuksen tarkastuslistoiksi ja ohjeistuksiksi valituille työvaiheille. Tehdyt tarkastuslistat näytettiin rakennusalan asiantuntijoille, jotka esittivät korjauksia ilmentyneisiin puutteisiin ja tarkastuslistojen rakenteisiin. Havaintojen pohjalta tarkastuslistoja paranneltiin ja nämä versiot lähetettiin Peabin edustajille arvioitaviksi.

Työstä valmistui suunnitelmien mukaiset tarkastuslistat sekä ohjeistukset neljälle valituille työvaiheille. Tarkastuslistat ja ohjeistukset ovat työmaakohtaisesti muokattavissa eri projekteihin sopiviksi.

Opinnäytetyö oli osa suurempaa projektia kehittää Peabille yhtenäiset laadunvarmistuksen tarkastuslistat, joita voidaan käyttää kaikilla sen työmailla. Valmistuneiden tarkastuslistojen oli tarkoitus helpottaa Peabin työnjohton laadunvarmistusta sekä parantaa työn tilaajan ja työn tekijän yhteisymmärrystä Peabin vaatimasta laadusta.

---

Avainsanat: laatu, tarkastuslista

## Abstract

Author: Juho Jämsä  
Title: Quality Assurance Checklist Improvement of Selected Tasks for Peab  
Number of Pages: 52 pages  
Date: 4. December. 2021

Degree: Bachelor of Construction Site Management  
Degree Programme: Construction Site Management  
Professional Major: Building Construction  
Supervisors: Timo Riikonen, Lecturer  
Sabine Hiilloste, Production supervisor of Peab

---

The purpose of the thesis was to create quality assurance checklists and guides for four selected tasks for Peab. The checklists can be used not only for quality assurance during the construction phase but also as an indication of requested quality when concluding the contracts.

The thesis project was conducted by searching for relevant information from Peab's own databases, from material manufacturers' sources and from third party sources. The sought information was processed into quality assurance checklists and guides for the selected tasks. The checklists were shown to professionals in construction. They presented corrections to the deficiencies and problems with checklist structures.

The checklists were improved based on the findings made by the professionals. The improved checklists were sent to Peab representatives for evaluation.

The checklists and guides for the four selected tasks were completed. The checklists and guides can be customized for each construction site to suit different projects.

The thesis was part of a larger project to develop common quality assurance checklist for Peab to be used in all of its sites. The purpose of the checklists was to facilitate the quality assurance of Peab's construction site managers and improve the understanding of the required quality between Peab and its subcontractors.

---

Keywords: quality, checklist

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tavoite	2
1.3	Rajaukset	3
1.4	Tutkimuskysymykset	3
2	Tutkimusmenetelmät	4
2.1	Kirjallisuus	4
2.1.1	Laadunvarmistus	4
2.1.2	Ensimmäisen työkohteen tarkastus	6
2.1.3	Rakennusfysikaaliset mittaukset	6
2.1.4	Tarkastusasiakirja	7
2.1.5	Tehtäväsuunnitelma	8
2.1.6	Mestantarkastus	9
2.1.7	Tuotteen kelpoisuuden toteaminen	9
2.1.8	Laatuluokkien käyttö - SisäRYL	11
2.1.9	Rakennushankkeen laadunvarmistustoimet	12
2.2	Väliseinämuuraus	13
2.2.1	Peabin muurattujen väliseinien tarkastuslistapohja	13
2.2.2	Muurattujen väliseinien materiaalinvalmistajan dokumentti	13
2.2.3	Muuratut väliseinät – RT-kortti	15
2.2.4	Rakennustöidenlaatu 2017 - Muuraus	17
2.3	AKO-elementtiseinät	19
2.3.1	Peabin AKO-elementtiseinien tarkastuslistapohja	20
2.3.2	AKO-elementtiseinien työohjeet 2014	21
2.3.3	AKO-elementtiseinien laatukortti	26
2.4	Levyväliseinät	27
2.4.1	Peabin levyväliseinien tarkastuslistapohja	28
2.4.2	Levyväliseinien materiaalinvalmistajan dokumentti	29
2.4.3	Rakennustöiden laatu 2017 - Levyväliseinät	30
2.5	Pintabetonit	31
2.5.1	Peabin pintabetonirakenteiden tarkastuslistapohja	31
2.5.2	Pintabetonivalmistajan dokumentti	34
2.5.3	Pintabetonityöt – RT-kortti	36

2.5.4	Rakennustöiden laatu 2017 - Pintabetonityöt	39
2.6	Asiantuntijahaastattelut	41
3	Tutkimustulokset	41
3.1.1	Muuratut väliseinät	42
3.1.2	AKO-elementtiseinät	43
3.1.3	Levyväliseinät	45
3.1.4	Pintabetonityöt	47
3.2	Asiantuntijahaastattelujen tulokset	48
4	Johtopäätökset	49
5	Yhteenveto	50
6	Pohdinta	50
7	Lähteet	52

Liitteet vain työn tilaajan käyttöön

## Lyhenteet

- CE: Conformité Européenne (ranskaa) = Eurooppalainen vaatimustenmukaisuus
- MMJ: Muovi-muovijohto
- MRL: Maankäyttö- ja rakennuslaki
- NPD: No performance determined = suoritustasoa ei ole ilmoitettu
- RT-kortti: Rakennustietokortti
- RYL: Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset

# 1 Johdanto

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Opinnäytetyön aiheen antanut yritys on Peab Oy, joka harjoittaa rakentamista, kiinteistökehitystä, infrarakentamista, asfaltointia, nosturivuokrausta sekä betoni- ja kiviainestuotantoa Suomessa ja muissa Pohjoismaissa.

Opinnäytetyö on osa suurempaa Peabin projektia luoda yhtenäiset työvaiheiden laadunvarmistuksen tarkastuslistat työvaiheista. Niitä voidaan soveltaa kaikilla Peabin uudisrakentamiseen keskittyvillä työmailla, käytetystä laadunvarmistusohjelmasta riippumatta.

Tarkastuslistat muokataan toimialan yleisille pohjille. Niissä ei välttämättä ole otettu huomioon Peabin omien minimivaatimusten lisäksi työvaiheeseen liittyvien materiaalinvalmistajien ohjeistuksia ja muita tärkeitä ulkopuolisten tahojen rakentamiseen liittyviä ohjeistuksia.

Tällä hetkellä Peabin laadunvarmistuksen tarkastuslistat muokataan työmaakohtaisesti, riippuen työmaan tarpeista. Sen takia listat voivat poiketa toisistaan merkittävästi konsernin sisällä.

Yritystasolla on noussut tarve kehittää yhtenäiset laadunvarmistuksen tarkastuslistapohjat. Tarvitaan siis yhtenäinen laadunvarmistuksen tarkastuslistojen kokonaisuus.

Laadunvarmistus on laaja käsite, johon osallistuu useita eri tahoja. Tämän työn yhteydessä laadunvarmistusta tarkastellaan pääurakoitsijan näkökulmasta, suurimmaksi osin rakennusvaiheeseen keskittyen, mutta myös suunnitteluvaihetta sivuten.

## 1.2 Tavoite

Tavoitteena on luoda myöhemmin rajattujen työvaiheiden osalta laadunvarmistuksen tarkastuslistat, jotka täyttävät Peabin minimivaatimukset, valmistajan vaatimukset sekä ohjeistukset ja ottavat huomioon muiden lähteiden työvaiheeseen liittyvät ohjeistukset.

Tarkastuslistojen on oltava käyttökelpoisia sovelluksesta ja työmaasta riippumatta, eli painopiste on sisällössä. Sisältö ei saa olla subjektiivista, vaan sen on oltava mitattavissa.

Kullekin työvaiheelle luodaan oma laadunvarmistuksen tarkastuslista ja ohjeistus, kuinka tarkastukset tulee suorittaa. Tarkastuslistojen on tarkoitus olla tarpeeksi yksinkertaisia, jotta niiden pohjalta toimiminen olisi mahdollisimman helppoa. Sen vuoksi on järkevää eritellä varsinaiset tarkastuskohdat ohjeistuksesta, jossa niiden pohjalta toimiminen selitettäisiin tarkemmin.

Laadunvarmistuksen tarkastuslistat koskevat yksittäisiä työvaiheita. Niiden on tarkoitus toimia työnjohtajan apuna asennustyön aikaisessa ja jälkeisessä laaduntarkastuksessa. Näkökulma tutkimuksessa on siis työnjohtajan laaduntarkastuksen helpottamisesta työmaatasolla, tehtäväsuunnittelussa ja tehtävävalmistelussa.

Ohjeistuksen avulla tarkastusta tekevän työnjohtajan pitäisi pystyä tekemään malli- ja osakohdetarkastus niin, että hän tietää tarkalleen mitä hän tekee ja miksi. Tavoitteena on näin parantaa laadunvalvonnan tasoa, selkeyttää ja helpottaa osakohde- ja mallitarkastuksia sekä yhdenmukaistaa Peabin eri työmaiden laadunvalvontaa.

Malli- ja osakohdetarkastusten lisäksi tarkastuslistoja on tarkoitus käyttää jo sopimusvaiheessa, vaatimuksena suoritettavan työn laadulle. Tarkastuslistat ja ohjeistus liitetään niitä koskevien työvaiheiden sopimukseen ja näytetään aloituspalavereissa. Tavoitteena on saada yhtenäinen kuva työn toteutuksen laadusta, työn toteuttajan ja työn valvojan välille.

### 1.3 Rajaukset

Tämä opinnäytetyö on rajattu neljään työvaiheeseen. Työvaiheet ovat muurattujen kantamattomien väliseinien asennustyöt, AKO-elementtiseinien asennustyöt, levyväliseinien asennustyöt sekä pintabetonityöt. Pintabetonityöt ovat mainituista työvaiheista laajin ja se koostuu valuvalmistelutöistä, varsinaisista valutöistä ja jälkihoitotöistä.

Kyseisten työvaiheiden osalta luodaan laadunvarmistuksen tarkastuslistat, jotka on ensisijaisesti tarkoitettu Peabin työnjohdon tekemiin malli- ja osakohdetarkastuksiin näiden työvaiheiden osalta. Lisäksi tarkastuslistoja voidaan käyttää muihin laadunvalvonnallisiin asioihin, kuten työmaan rakentamisen aikaiseen työnsuunnitteluun, tehtäväsuunnitteluun, käytettäväksi aloituspalaverien suunnittelun apuna sekä itselleluovutukseen.

### 1.4 Tutkimuskysymykset

Tulosten saavuttamiseksi on selvitettävä mistä Peabin minimivaatimukset saadaan, mitä ne ovat ja mihin ne perustuvat. On saatava selville, mistä valittuihin työvaiheisiin liittyvien materiaalin toimittajien ohjeistukset löytyvät, mitä ne ovat ja mihin ne perustuvat. On myös eriteltävä mitkä muut työvaiheisiin liittyvät ohjeistuksia tarjoavat lähteet kannattaa sisällyttää laadunvarmistuksen tarkastuslistaan.

Kerätystä tiedosta on karsittava päällekkäisyydet ja saatava selville mahdollisimman järkevä tapa muodostaa ytimekäs, mutta ei liian pitkä tai vaikeaselkoinen laadunvarmistuksen tarkastuslista. Tarkastuslistan on oltava laajuudeltaan tarpeeksi kattava, jotta sen avulla pystytään suorittamaan valittujen työvaiheiden laatutarkastuksia Peabille riittävällä tasolla ja tarkkuudella. Toisaalta tarkastuslista ei saa olla liian monimutkainen, jotta sen käytön oppiminen ja itse käyttäminen olisi mahdollisimman helppoa. Sen kanssa työskentely olisi nopeaa ja vaivatonta. Tekstiä ei siis saa olla tarkastuslistan tarkastuskohdissa liikaa, mutta

kaikki tärkeä informaatio on saatava tiivistettyä. Tarkastuksen tekijän täytyy tietää, mitä hänen täytyy tehdä, saadakseen luotettavasti suoritettua tarkastus.

On selvitettävä kuinka paljon tietoa tarkastuslistan ohjeistukseen kannattaa sisällyttää ja kuinka saada ohjeistuksesta mahdollisimman helposti ymmärrettävää. Lisäksi on saatava selville, mitä asioita kannattaa laittaa ohjeistukseen ja mitä itse tarkastuslistaan. On siis löydettävä mahdollisimman järkevä suhde, jakea informaatiota tarkastuslistan ja ohjeistuksen välille. Tarkastuslistaan laiteaan yksinkertaistettu versio ja ohjeistukseen kattavampi versio tarkastuksen suorittamisesta.

## **2 Tutkimusmenetelmät**

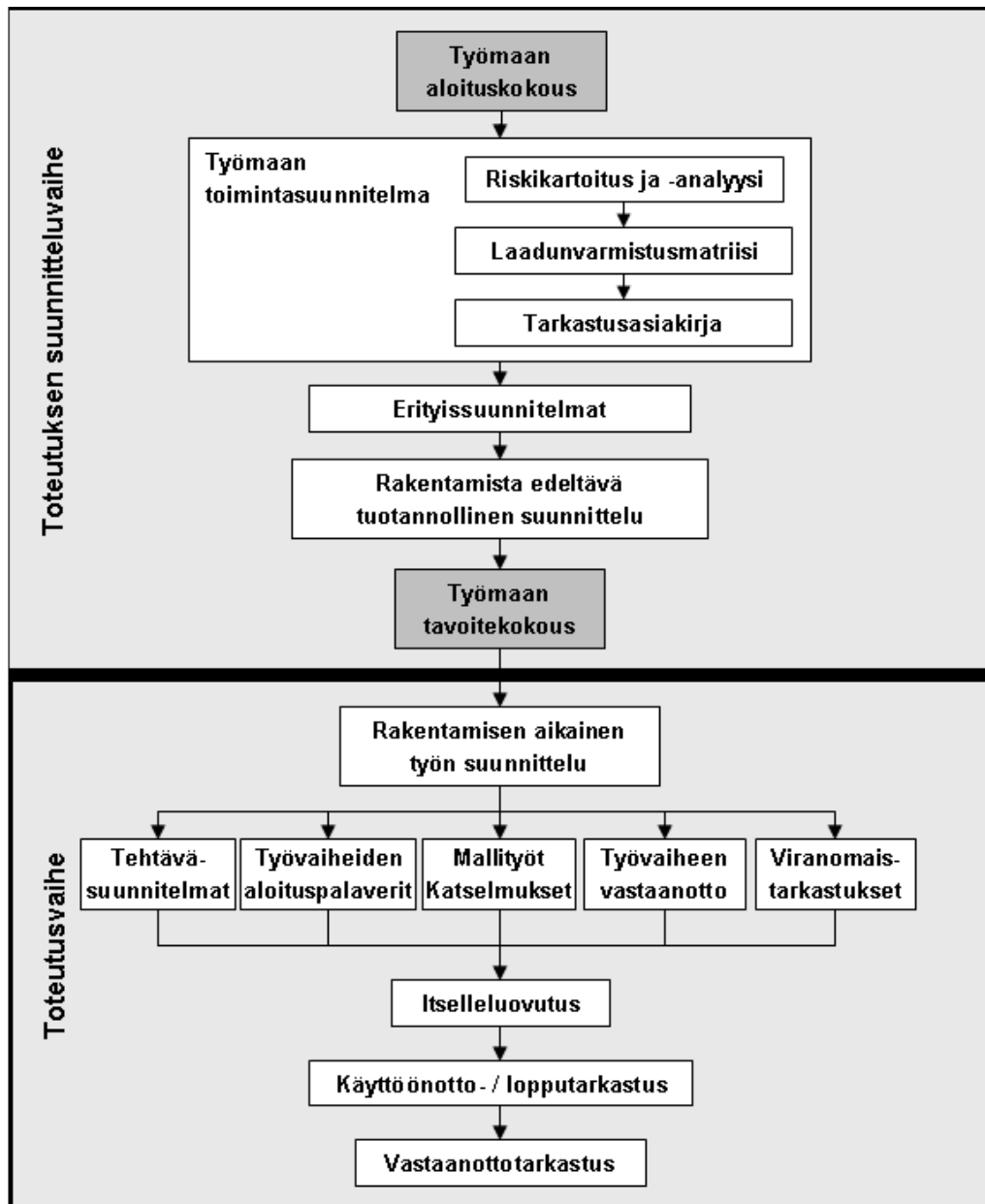
### **2.1 Kirjallisuus**

Tässä luvussa kerätään yleisesti aiheeseen liittyvää tietoa eri lähteistä. Tietoa ei vielä tässä kohtaa yhdistetä tai jalosteta koherentiksi kokonaisuudeksi, vaan se tapahtuu tutkimustulokset osiossa.

Tietoa etsitään pääasiassa internetistä, Peabin omista tietoväylistä, eri työvaiheisiin liittyvien materiaalien valmistajien sivuilta, RT-tietoväylästä ja muista lähteistä. Peabin ulkopuoliset käyttäjät eivät pääse tarkastelemaan yrityksen sivuja, joten suuri osa tässä opinnäytetyössä käytetystä materiaalista ei ole liitteenä tässä työssä.

#### **2.1.1 Laadunvarmistus**

Ensimmäinen tarkasteltava tiedosto on Peabin omista tietoväylistä löytyvä laadunvarmistuksen toimintoketjua kuvaava dokumentti. Dokumentissa on Peabin omat ohjeet siitä, miten laadunvarmistus prosessina etenee. Dokumentissa laadunvarmistusta on kuvailtu prosessina, jossa saavutetaan virheetön ja sopimukseen mukainen lopputulos. Dokumentti ei ole liitteenä tässä työssä, sillä se on tarkoitettu Peabin sisäiseen käyttöön.



Kuva 1. Kaavio tuotannon laadunvarmistuksen menettelystä.

Yllä olevassa kaaviossa on kuvattu laadunvarmistusprosessia kokonaisuudessaan, alusta loppuun. Tässä opinnäytetyössä tehtävä laadunvarmistuksen tarkastuslista on olennainen vasta kaaviossa näkyvän toteutusvaiheen loppuosassa; mallityökatselmukset, työvaiheen vastaanotto ja itselleluovutus.

Dokumentin mukaan rakentamisaikainen laadunvarmistus on laadunvarmistusmatriisissa ja tarkastusasiakirjassa olevien sovittujen toimenpiteiden seuraamista. Laadunvarmistuksen tarkastuslistan on noudatettava laadunvarmistusmatriisia ja tarkastusasiakirjaa.

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen ja ohjeistuksen suunnitteluun määräämällä mihin tarkastuslistojen on perustuttava.

### 2.1.2 Ensimmäisen työkohteen tarkastus

Seuraavat tarkasteltavat tiedostot ovat Peabin omista tietoväylistä löytyvä mallikatselmuslomake, sekä mallikatselmusohje. Dokumentit eivät ole liitteenä tässä työssä, sillä ne on tarkoitettu Peabin sisäiseen käyttöön.

Kyseisissä dokumenteissa on ohjeet malliasennuksen tarkastuksen suorittamiselle ja niissä on listattu tarkastuksessa ilmaistavat asiat.

Malliasennustarkastuksen pöytäkirjassa on ilmentävä mitä ja miten tarkastetaan, mitä puutteita havaittiin, miten ne tulee korjata sekä suoritettujen korjausten tarkastukset. Pöytäkirjaan kirjataan tarkastuksen sijainti, laajuus, tunnistetiedot sekä tarkastuksessa käytettävät apuvälineet. Tarkastukseen liittyvät asiakirjat on oltava liitteenä. Lisäksi on tarkastettava työmenetelmät ja niiden vaatimukset, materiaalit ja niiden vaatimukset ja valmiille tuotteelle asetetut vaatimukset.

Dokumentit liittyvät laadunvarmistuksen tarkastuslistojen ja ohjeistuksen suunnitteluun siten, että niissä on suoraan vaadittu, mitä sisältöä tarkastuslistoissa on oltava mallikatselmusta tehdessä.

### 2.1.3 Rakennusfysikaaliset mittaukset

Neljäs tiedosto on Peabin ohje rakennusfysikaalisiin mittauksiin. Dokumentti ei ole liitteenä tässä työssä, sillä se on tarkoitettu Peabin sisäiseen käyttöön.

Ohjeessa selitetään, että rakennusfysikaalisilla mittauksilla ja kokeilla varmistetaan määräysten täyttyminen ja rakenteiden rakennusfysikaalinen suunnitelmanmukaisuus. Ohjeessa myös mainitaan, että rakennuttajan edustajalla täytyy olla mahdollisuus osallistua mittausten ja kokeiden seurantaan, minkä takia suoritus ajankohdista tulisi ilmoittaa etukäteen. Lisäksi mittaukset esitetään yleensä työmaan tarkastusasiakirjassa. Ohjeessa listataan erilaisia rakennusfysikaalisia mittauksia, kuten ilmanpitävyyskokeita, lämpökuvauksia ja ääneneristyskokeita. Kokeiden laajuuksiksi luokitellaan yksittäisiä huoneistoja, kokonaisia portaita sekä kokonaisia rakennuksia.

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen ja ohjeistuksen suunnitteluun siten, että pintabetonitöiden laadunvarmistuksessa tarvitaan rakennusfysikaalisia mittauksia.

#### 2.1.4 Tarkastusasiakirja

Viides tarkasteltava tiedosto on Peabin tarkastusasiakirjan käyttöohje. Dokumentti ei ole liitteenä tässä työssä, sillä se on tarkoitettu Peabin sisäiseen käyttöön.

Tarkastusasiakirja on rakennuttajan ja urakoitsijan sopimukseen perustuva laadunvarmistuksen toimenpiteiden ja dokumentoinnin laajuuden käsittävä asiakirja. Sen on täytettävä myös viranomaisten vaatimukset, eli rakennuslainsäädännön vaatimukset. Tarkastusasiakirjaan dokumentoidaan pääosa rakennuskohteen yhteisestä laadunvarmistuksesta.

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun siten, että osa siinä esitetyistä laadunvarmistuksen toimenpiteistä suoritetaan käyttämällä laadunvarmistuksen tarkastuslistoja.

### 2.1.5 Tehtäväsuunnitelma

Kuudes dokumentti on tehtäväsuunnitelmaohje ja kahdeksas on tehtäväsuunnitelmamalli. Dokumentit eivät ole liitteenä tässä työssä, sillä ne on tarkoitettu Peabin sisäiseen käyttöön.

Tehtäväsuunnitelma on työkohtainen toteutukseen liittyvä suunnitelma, jonka työnjohtaja laatii apunaan muut tehtävään liittyvät osapuolet. Tehtäväsuunnitelmalla varmistetaan muun muassa tehtävän laadullisten vaatimusten täytyminen ja se, että kaikilla osallistujilla on yhteinen käsitys tehtävän vaatimuksista, tavoitteista ja keinoista, jolla yhteinen päämäärä saavutetaan. Tehtäväsuunnitelman tarpeellisuus on määritetty työmaan laadunvarmistusmatriisissa. Yleensä laatuvaatimuksiltaan vaativat tehtävät tarvitsevat tehtäväsuunnitelman.

Tehtäväsuunnitelmaa hyödynnetään tehtävän hallinnassa. Tehtäväsuunnitelman vaatimukset perustuvat rakentamisen yleisiin laatuvaatimuksiin, pakottaviin viranomais määräyksiin, yleisiin normeihin ja ohjeisiin, sekä työmaan toimintasuunnitelmaan ja urakka-asiakirjoihin. Tehtäväsuunnitelmassa esitetään myös urakkarajat, eli mitkä materiaalit ja työt ovat urakoitsijan ja mitkä tilaajan vastuulla.

Tehtäväsuunnitelmaan sisällytetyt urakkarajat ovat myös erittäin olennaisia tarkastuskierroksia tehdessä, sillä ne määrittävät mitä urakkaan kuuluu ja näin ollen, mitä pitää olla tehtynä tarkastusta tehdessä. Ohjeistuksessa myös selvennetään mihin tehtäväsuunnitelma ja tätä myöten myös laatuvaatimukset perustuvat.

Dokumentit liittyvät laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun siten, että mikäli tässä opinnäytetyössä valituissa työvaiheissa vaaditaan tehtäväsuunnitelmia, myös näiden dokumenttien ohjeita tarvitaan.

### 2.1.6 Mestantarkastus

Seitsemäntenä ja kahdeksantena tarkasteltavat dokumentit ovat mestantarkastusohje ja mestan tarkastuslomake. Dokumentit eivät ole liitteenä tässä työssä, sillä ne on tarkoitettu Peabin sisäiseen käyttöön.

Mestantarkastus on ennen tehtävän toteutusta pidettävä tarkastuskierron, jossa varmistetaan, että työkohteeseen täytetään tehtävän suorittamisen edellytykset.

Mestantarkastukseen osallistuvat tarkastusta tekevän työnjohtajan lisäksi edellisen ja seuraavan työtehtävän edustajat. Tarkastuksesta laaditaan pöytäkirja, johon kirjataan tehtävän nimike, työmaan nimi ja työnnumero, osoite, ajankohta, paikka, osallistujat, löydetyt mahdolliset puutteet ja niiden korjauksen takaraja. Kun työkohteen tarkastus on suoritettu hyväksytysti, siihen kirjataan tilaajan ja urakoitsijan allekirjoitukset.

Dokumentit liittyvät laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun siten, että osakohdetarkastuksissa olisi samalla hyvä sisällyttää tai ottaa huomioon seuraavan työvaiheen mestan tarkastus.

### 2.1.7 Tuotteen kelpoisuuden toteaminen

Yhdeksäntenä ja kymmenentenä tarkasteltavina olevat dokumentit ovat Peabin ohjeistus tuotteen kelpoisuuden toteamiseen, sekä rakennustuotteiden kelpoisuuden toteaminen tuotekelpoisuuden tarkastusasiakirjalomakkeella. Dokumentit eivät ole liitteenä tässä työssä, sillä ne on tarkoitettu Peabin sisäiseen käyttöön.

Rakennusurakoitsijan on varmistettava kaikkien työmaa- ja toimistotuotteiden suunnitelmanmukaisuus ja se, että ne täyttävät viranomaisvaatimukset. Pääurakoitsijalle kuuluu myös aliurakoitsijoiden toimittamien rakennustuotteiden varmistus, sopimusehtojen sisällä. Aliurakoitsijoiden toimittamien tuotteiden on täytettävä samat kelpoisuusvaatimukset kuin pääurakoitsijan tuotteiden.

Hankinta hoitaa tuotehyväksyntäasiakirjojen tarkistuksen, toimittajien valmiuden toimittaa vaadittuja tuotteita, velvoittaa urakoitsijan toimittamaan tarvittavat asiakirjat sekä kirjaa nämä asiat sopimusasiakirjoihin.

Työmaalle jää tuotehyväksyntäasiakirjojen vastaanottaminen ja dokumentointi Peabin verkkolevyille, toimitettujen tuotteiden tarkastus ja dokumentointi, Mikäli CE-merkintä vaaditaan, tuote täytyy valokuvata tai muuten varmistaa ja dokumentoida Peabin verkkolevyille. Jos tuotteen ominaisuuden suoritustasoksi on merkitty NPD tuotteen CE-merkkiin, on varmistettava tuotteen soveltuvuus hankinnan ja suunnittelijan kanssa.

Suunnittelija vastaa rakennustuotteiden vaatimuksenmukaisuuden soveltuvuudesta työkohteen suunnitelmiin, tarkastusasiakirjojen tuotekelpoisuuden suunnittelusta työkohteeseen sopivaksi sekä vastuullaan olevien rakennustuotteiden tuotehyväksyntäasiakirjojen suunnitelmien vertaamisesta vaatimukseen ja tuotteiden kelpoisuuden todentamisesta tarkastusasiakirjoihin.

CE-merkillä varustettujen tuotteiden käyttökohteeseen soveltuvuus varmistetaan CE-merkintätietojen avulla. Jos halutaan käyttää tuotteita, joita ei ole määritetty suunnitelmissa, on ne hyväksyttävä suunnittelijalla.

Tuotekelpoisuuden tarkastusasiakirjalomakkeessa esitetään rakennushankkeen rakennustuotteet, joille on kohdistettu olennaisia teknisiä vaatimuksia, joiden kelpoisuus on todettava. Lomakkeessa on esitetty toteamismenetelmät kullekin tuoteryhmälle. Kelpoisuuden toteamismenetelmiä ovat CE-merkintä, vapaaehtoinen CE-merkintä, varmennustodistus, tyyppihyväksynät, valmistuksen laadunvalvonta sekä rakennuspaikkakohtainen varmennus. Lisäksi lomakkeessa on oltava nimettynä kelpoisuuden toteamisen vastuuhenkilö. Vastuuhenkilö voi olla kyseessä olevaan materiaaliin erikoistunut suunnittelija, ellei muuta ole sovittu.

Kukin kelpoisuuden toteamisesta vastaava henkilö vertaa vastuullaan olevien rakennustuotteiden ominaisuuksia suunnitteluasiakirjoissa esitettyihin vaatimuksiin ja varmentaa kelpoisuudet nimikirjoituksellaan rakennustyön tarkastusasiakirjaan ennen asennustöiden aloitusta rakennuskohteessa.

Dokumentit liittyvät laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun tarjoamalla ohjeita materiaalin laadun varmistamiseen, sekä selventämällä mitkä materiaaleihin tehdyt merkinnät kelpaavat, kuka ne varmentaa ja minne. Lisäksi ohjeessa kerrotaan miten menetellä, jos on tarve käyttää tuotteita, jotka eivät ole suunnitelmissa.

### 2.1.8 Laatuluokkien käyttö - SisäRYL

Laatuluokkien käyttö SisäRYLissä esitetään useita laatuluokkia. Luokitusta esittävien taulukoiden yhteydessä on ohje taulukon käyttösuositukseksi. Jos suunnitelma-asiakirjoissa ei muuta esitetä, noudatetaan taulukon käyttösuositusta. Laatuluokituksen perusjako on seuraava:

Luokka 1: Rakennukset tai rakennusosat, joille asetetaan erityisen suuret ulkonäkövaatimukset. (1, s. 21.)

Luokka 2: Asuin-, liike- ja toimistorakennusten tai vastaavien rakennusten rakennusosat. Luokkaa 2 käytetään yleisimmin. (1, s. 21.)

Luokka 3: Sellaiset kellareiden, ullakoiden, autotallien, varastojen yms. tilojen rakennusosat, joiden ulkonäkö voi olla luokkaa 2 vaatimattomampi. (1, s. 21.)

Eri rakennusosille voidaan samassakin rakennuksessa valita eri laatuluokka. On huomattava, että eurokoodien mukaisissa luokituksissa luokitusnumerointi on päinvastainen, jolloin luokka 1 edustaa heikointa tasoa. (1, s. 21.)

### 2.1.9 Rakennushankkeen laadunvarmistustoimet

Rakennustiedon tietoväylässä on rakennustietokortti nimeltään Rakennushankkeen laadunvarmistustoimet eli Ratu S-1224. Ohjekorttiin on tiivistetty kaikki rakennushankkeen laadunvarmistustoimet tarjousvaiheesta luovutusvaiheeseen. Ohjekortin laadunvarmistustoimet on esitetty rakennuttajan, urakoitsijoiden ja suunnittelijoiden näkökulmasta. Laadunvarmistus sisältää lopputuotteen tekniseen laatuun sekä rakentamisen toiminnalliseen laatuun vaikuttavat toimet.

Rakennusvaiheessa pääurakoitsijalle kuuluu hankkeen laatukansion perustaminen, jonne kerätään tarkastusasiakirja, urakoitsijoiden laatusuunnitelmat ja muut laadunvarmistusdokumentit. Urakoitsijat huolehtivat vastuullaan olevista laadunvarmistustoimista. Pääurakoitsija on vastuullinen raportoimaan rakennuttajalle, valvojalle ja asianosaisille mahdollisista suunnitelmien vastaisista laatu-poikkeamista. Urakoitsijoiden on hyväksyttävä tuotteet, niiden toimittajat ja al-urakoitsijat rakennuttajalla. Urakoitsijoille kuuluvaa täydentävää suunnittelua varten on järjestettävä lähtötietokatselmuksia, joissa suunnitelmat tarkastetaan ja hyväksytetään rakennuttajalla. Urakoitsijat ovat myös reklamoivat mahdollisista suunnitelmapoikkeamista ja esittävät tarkastusasiakirjan huomautusmerkinnät rakennusvalvontaviranomaiselle. (2, s. 3.)

Viimeistely- ja luovutusvaiheessa pääurakoitsija osallistuu ennakkotarkastukseen. Urakoitsijat tekevät itselleluovutuksen, jossa katsastetaan kaikki puutteet ja ne korjataan. Suunnittelijat ja valvojat tarkastavat työmaan ja urakoitsijat korjaavat mahdollisesti ilmenneet puutteet. (2, s. 3.)

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun siten, että se esittää urakoitsijalle kuuluvia vastuita ja kuvaa rakennusvaiheen ja luovutusvaiheen laadunvarmistusprosessin kulkua.

## 2.2 Väliseinämuuraus

Tässä luvussa kerätään tietoa ensimmäiseen työvaiheeseen, eli väliseinämuuraukseen. Tietoa etsitään järjestyksessä ensin Peabin omista tietoväylistä, sitten materiaalinvalmistajien sivuilta ja viimeisenä muista lähteistä.

### 2.2.1 Peabin muurattujen väliseinien tarkastuslistapohja

Peabilla ei ole dokumenttia, jossa määritetään vaatimuksia muuratuille väliseinille. Tästä syystä laadunvarmistuksen tarkastuslistat joudutaan tämän työvaiheen osalta muodostamaan pelkästään tuotteen valmistajan ja muiden, ulkopuolisten lähteiden avulla.

### 2.2.2 Muurattujen väliseinien materiaalinvalmistajan dokumentti

Leca-EasyLex-Suunnitteluohjeet ovat väliseinäharkkovalmistajan omat ohjeet kevyen väliseinän suunnitteluun ja muuraustyöhön. Dokumentissa annetaan ohjeet kevyen väliseinän tekemiseen pontillisilla harkkoilla.

Väliseinäharkot ohutsaumamuurataan noin 2 mm saumapaksuudella muurauslaastilla, ohutsaumalaastilla tai pakkasohutsaumalaastilla talviolosuhteissa.

Laasti sekoitetaan veteen työpisteessä. (3, s. 5.)

Seinät saadaan oikeaan paikkaan, suoraksi ja kiinnitettyä tukevaan rakenteeseen käyttämällä väliseinäharkolle kehitettyä teräsprofiilia, muuraussiteitä sekä langanohjainta. Teräsprofiilin ja ensimmäisen muurauskerroksen harkon pontin väliin ei tule laastia. Myöskään viimeisen muurauskerroksen ja teräsprofiilin väliin ei laiteta laastia. (3, s. 5.)

Ensimmäinen harkkokerros muurataan huomioiden oviaukon paikka, jonka pieiin käytetään täysiä harkkoja. Aukkojen ylitykset tehdään samoista teräsprofiileista, joista seinän tuennat ympäröiviin seiniin tehdään. Aukonylityksissä palkin minimitukipinta on 150 mm aukon molemmin puolin. Aukonylityspalkin ja sen

yläpuolelle tulevien harkkojen väliin laitetaan laastia. Aukonylityspala tuetaan väliaikaisesti työn ollessa käynnissä. (3, s. 5.)

Harkkokorkeus on 300 mm. Seinän ja alustan väliin asennetaan irrotuskaista, joka voi olla esimerkiksi bitumikermi. Muurauksen yläpään jätetään painumavara, joka täytetään käyttötarkoituksen mukaan. (3, s. 5.)

Joka toinen harkkorivi aloitetaan puolikkaalla harkolla, jotta saataisiin puolen harkon limitys. Harkot katkaistaan harkkosirkkelillä, kulmahiomakoneella tai tiilisahalla. Katkaistujen harkkojen päihin laitetaan laastia. Muurausside asennetaan joka toiseen vaakasaumaan, märkään laastikerrokseen. (3, s. 5.)

Laasti levitetään joko muurauskelkalla tai laastikauhalla. Harkkojen välisiin pystysaumoihin ei tule laastia. Harkoissa olevat pystyreivät muodostavat suoran reitin mahdolliselle tekniikalle puolen harkon jaolla. (3, s. 5.)

Ulkokulmaan laitetaan tasapäinen harkko, jotta kulmasta saataisiin siisti. Päätyharkko on katkaistava 337 mm mittaiseksi. Katkaistu puoli asetetaan vasten vierisen harkon ponttia ja täytetään laastilla. (3, s. 5.)

Aukkojen piilien epätasaisuudet täytetään ja oikaistaan käyttäen ohjureita apuna. Harkkopintaan levitetään kerros ohutsaumalaastia, täyttökerroksen tartunnan parantamiseksi. Laastikerroksien ja aukkojen pielissä suositellaan käytettäväksi tasoiteverkkoa kuivumishalkeilun estämiseksi. (3, s. 5.)

Tekniikan tarvitsemat reiät porataan joko kulmahiomakoneella tai porakruunulla, ilman iskutoimintoa. Kiinnitykset tehdään ruuvillisilla nailontulpilla ja ovet kiinnitetään säätökarmiruuvillisilla nailontulpilla. (3, s. 5.)

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun tarjoamalla materiaalinvalmistajan omia suosituksia ja ohjeita väliseinien muuraukseen harkoilla.

### 2.2.3 Muuratut väliseinät – RT-kortti

Seuraava tarkastettava tiedosto on Rakennustiedon tietoväylästä löytyvä rakennustietokortti nimeltään Tiilimuuraus eli Ratu 0485. Ohjekortista löytyy muun muassa väliseinien muuraustöiden aloittavien, ylläpitävien ja lopettavien töiden ohjeistus.

Ohjekortti perustuu muun muassa RunkoRYL 2010 ja SisäRYL 2013-ohjeistuksiin, sekä Rakennustöiden laatu 2017- kirjallisuuteen.

Ohjekortissa muuraustyön kulku on jaettu useaan työvaiheeseen, joista alla olevat liittyvät laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun.

Ensimmäisenä on valmistelevat työt. Työkohteen vastaanotossa tarkastetaan alusta, liittyvät rakenteet, mahdolliset taustarakenteet, mahdollinen alueen suojaus ja esiin tulleet puutteet korjataan. Materiaalien vastaanotossa tarkastetaan muun muassa materiaalien tuotetiedot ja laatu. (4, s. 7-8.)

Muurattavan väliseinän mitat merkitään mittanauhalla tai optisilla mittalaitteilla alustaan ja aloituskorkeus liittyvään rakenteeseen sekä joko linjalautoihin tai muurausjohtimiin. Muurausalustan tasataan. Mahdolliseen liittyvään rakenteeseen kiinnitetään suora lauta mitattuun aloituskorkeuteen. (4, s. 8-9.)

Muurausjohteet asennetaan ohjaamaan muurauksen pystysuoruutta ja kerroskorkeutta. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää linjalautoja, jolloin kerroskorkeus merkitään jakoriman avulla pystyssä oleviin lautoihin. Mahdolliset aukot rakenteessa on otettava huomioon. (4, s. 9.)

Seinälinjan pituuden mukaan määritetään vaakasuunnan tiilijako. Mahdollisiin aukkoihin asennetaan ohjurit ja tuet, jotka ovat yleensä sahatavaraa tai säädettäviä teräksisiä tukia. (4, s. 9.)

Kuivalaasti sekoitetaan veteen määritetyllä sekoituspaikalla tai suursäkeissä oleva kuivalaasti varastoidaan muuraussiilon, jossa se sekoitetaan veteen ja

esimerkiksi pumpataan muurauspisteelle. Tiilivasaralla, -leikkurilla tai -sahalla tiilet katkaistaan, mikäli tarvitaan vajaita tiiliä. Tiilet voidaan roilota kulmahiomakoneella tai tiilisahalla. (4, s. 10.)

Valmistelevien töiden jälkeen tulee itse väliseinämuuraus. Sovitus, jossa ensimmäisen tiilikerroksen tiilijaosta ja saumaleveydestä tehdään pituuteen sopiva. Mikäli tehdään puhtaaksimuurattavaa väliseinää, on ensimmäisen tiilikerroksen tiilijako oltava samanlainen oviaukon ylityskerroksen kanssa. Muurauskorkeus ja tiilijako määritetään levittämällä aluslaasti oikealle korkeudelle. (4, s. 10-13.)

Muuraus, jossa muurausohjuri tai linjalautojen jakomerkkeihin kiinnitetään linjalanka vaaka- ja pystysuoruuden varmistamiseksi. Linjalankaa siirretään ylöspäin muurauskerroksen valmistuttua. Väliseinissä muuraus tehdään täysin saumoin, nokkalaastia käyttäen, paitsi jos käytetään matalia tiiliä ja pystysauma täyttyy edellisen ja seuraavan kerroksen laastista. Pystysauman tiiviyyttä seurataan työn aikana. Sauman on oltava enintään kolme millimetriä sisäänpainettu. Tiilet limitetään yleensä yksineljäosaa kiven juoksulimitystä käyttäen. Saumojen nimellispaksuus on kahdestatoista viiteentoista millimetriin. (4, s. 13.)

Muuraus kiinnitetään liittyviin seinärakenteisiin asetettavilla tartunnoilla, yleensä noin viidenkymmenen senttimetrin välein. Muuraukseen asennetaan puhtaat, muurauslaastin ympäröivät raudoitteet suunnitelmien mukaan. (4, s. 13.)

Aukkojen ylityksissä käytetään suunnitelmien mukaisia rakenteita. Voidaan käyttää palkkielementejä, silloin kun muurataan kalkkihiekkatiilillä. Voidaan käyttää työkohteessa valmistettuja teräsbetonisia palkkeja, silloin kun muurattu väliseinä tasoitetaan tai rapataan. Voidaan käyttää kulmaterästä, silloin kun aukko on kapea ja sen voi tukea muurattujen pieliänsä varaan. (4, s. 13.)

Väliseinien ja katon liitokseen asennetaan useimmiten mekaaninen tuki; esimerkiksi kattoon ruuvattava L-pelti, jota vasten ylin tiilirivi muurataan. Yläsauma tiivistetään laastilla, saumanauhalla tai villalla ja kitataan elastisella saumaussamalla suunnitelmien mukaan. Mikäli seinä on puhtaaksimuurattu, saumat viimeistellään kevyesti harjaamalla ja saumaustyökaluilla. (4, s. 13-14.)

Muurausmenttilaastin tunnus on M ja sen on oltava SFS-standardien mukaista kuivalaastia. Raudoitusten on oltava SFS-standardien mukaisia betoniterästan-goista valmistettuja raudoitteita, jotka ovat kooltaan ja teräsjaoltaan rakenne-suunnittelijan ohjeiden mukaiset. (4, s. 19.)

Mikäli muuraus suoritetaan talvella, voidaan käyttää sääsuojasta, lämmitystä, veden ja laastin lämmittämistä sekä rakenteen suojausta. Huolehditaan että laastin lämpötila ei laske alle viiden celsiusasteen ennen muuraustöitä ja että rakenne pysyy lämpimänä, kunnes vesipitoisuus on laskenut enintään kuuteen painoprosenttiin. Raudoitettujen rakenteiden lämpötila ei saa laskea pakkasen puolelle vähintään kahden vuorokauden aikana. Tarvittaessa käytetään pakkaslaastia. (4, s. 8.)

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun siten, että se antaa laadukkaaseen muuraustyöhön liittyviä ohjeita ja esimerkiksi laastin lämpötilakäyttäytymiseen liittyviä lukuja, joita voidaan käyttää tarkastuslistojen ohjeistuksessa.

#### 2.2.4 Rakennustöidenlaatu 2017 - Muuraus

Viidestoista tarkasteltava dokumentti on Rakennustöiden laatu 2017. Kirjassa on kokoelma ohjeita asennustyön jälkeiseen laatutarkastukseen useille eri työvaiheille, kuten tässä opinnäytetyössä valituille aiheille, AKO-elementtiseinäasennusta lukuun ottamatta.

Muurauksen työnjälkeisessä laadunvarmistuksessa on tärkeää varmistaa, että muuraustyö materiaaleineen, limityksineen, saumauksineen, mittatarkkuuksineen ja kiinnityksineen on sopimusasiakirjojen mukaisesti toteutettu. Likaantuneet ja vahingoittuneet rakennusosat on puhdistettava ja korjattava. Valmis pinta kannattaa suojata muiden työvaiheiden aiheuttamilta vaikutuksilta. Laadunvarmistustarkastus on suoritettava ennen mahdollista rakenteiden peittämistä. (5, s. 143.)

**Pilarien ja seinien suurimmat sallitut poikkeamat (RunkoRYL 2010, taul. 511:T5)**

Ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Pilarin poikkileikkauksen mitat <sup>2)</sup> , seinän paksuus <sup>1)</sup> sivumitasta <sup>3)</sup>	± 5 %	± 5 %	± 5 %
Pilarin poikkileikkauksen mitat, seinän paksuus enintään <sup>1)</sup>	± 3 mm	± 8 mm	± 12 mm
Käyryys <sup>3)</sup>	± 2 ‰	± 3 ‰	± 4 ‰
Kaltevuus <sup>3)</sup>	± 2 ‰	± 3 ‰	± 5 ‰
Kaltevuus enintään <sup>3)</sup>	± 12 mm	± 18 mm	± 30 mm
Kaltevuus kolmen kerroksen matkalla <sup>3)</sup>	± 50 mm	± 50 mm	± 50 mm
Kaltevuus toisiin rakennusosiin rajoituessaan <sup>3)</sup>	± 1 ‰	± 1,5 ‰	± 2,5 ‰
Sivusijainti	± 5 mm	± 8 mm	± 8 mm
Etäisyydet viereisiin rakennusosiin	± 5 mm	± 8 mm	± 12 mm
Rakoseinän seinäpuoliskojen välinen etäisyys	± 15 mm	± 15 mm	± 15 mm

<sup>1)</sup> Yhden seinäpuoliskon paksuus rakoseinissä.

<sup>2)</sup> Ei koske yhden muurauskappaleen levyisiä tai pituisia seiniä tai pilareita, joiden mittapoikkeamat riippuvat muurauskappaleiden mittapoikkeamista.

<sup>3)</sup> Mitattuna ylä- ja alapään keskipisteiden yhdyslinjasta.

RunkoRYL 2010 taulukoiden 511:T5-T9 toleranssivaatimukset ovat voimassa, mikäli niihin on asiakirjoissa viitattu.

Kuva 2. Taulukko pilarien ja seinien suurimmista sallituista poikkeustoleransseista. (5, s. 144.)

**Seinien aukot (RunkoRYL 2010, taulukko 511:T7)**

Ulottuvuudet ja sijainti	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Seinän aukkojen mitat	± 3	± 5	± 8
Sivusijainti	± 5	± 8	± 12

**Saumat ja limitys (RunkoRYL 2010, taulukko 511:T8)**

	suurin sallittu poikkeama, mm		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Sauman ja muurauskivirivin korkeuspoikkeama keskilinjasta	± 2	± 3	± 5
Limitetyn muurin sauman poikkeama pystysuorasta*	± 3	± 8	± 12
Limittämättömän muurin sauman poikkeama pystysuorasta*	± 2	± 5	± 8
Sauman syvyys pintaan verrattuna	± 3	± 3	± 3
Vaakasauman paksuus	± 3	± 3	± 3
Pystysauman paksuus	± 5	± 5	± 8

\* Koskee vain puhtaaksi muurattua rakennetta

Kuva 3. Taulukko seinän aukkojen sekä sauman ja limityksen suurimmista sallituista poikkeustoleransseista. (5, s. 144.)

**Näkyviin jäävien, sileäpintaisista tiilistä puhtaaksimuurattujen väliseinien ulkonäkö  
(RunkoRYL 2010 taulukko 511:T9)**

Laatutekijät	suurin sallittu poikkeama		
	luokka 1	luokka 2	luokka 3
Sallittu hammastus	2 mm	4 mm	6 mm
Lohkeamat keskimäärin	3 kpl/m <sup>2</sup>	5 kpl/m <sup>2</sup>	8 kpl/m <sup>2</sup>
Lohkeamat enintään	6 kpl/m <sup>2</sup>	8 kpl/m <sup>2</sup>	12 kpl/m <sup>2</sup>
- syvyys alle 3 mm enintään			
- ala 0,5...2 cm <sup>2</sup>			
Muurauskiven pintaviat	4 kpl/m <sup>2</sup>	6 kpl/m <sup>2</sup>	8 kpl/m <sup>2</sup>
- ala 0,5...2 cm <sup>2</sup>			
Rikkoreuna	4 m/m <sup>2</sup>	6 m/m <sup>2</sup>	8 m/m <sup>2</sup>
- syvyys alle 3 mm			
- leveys 2...4 cm			

Kuva 4. Taulukko puhtaaksimuuratun väliseinän ulkonäön suurimmista sallituista poikkeustoleransseista. (5, s. 144.)

Yllä esitetyt kolme taulukkoa ovat kirjaan kerättyjä SisäRYL:iin perustuvia, kolmeen vaativuusluokkaan rajattuja poikkeustoleranssitaulukkoita. Toleranssiluokkien käyttöä suositellaan seuraavasti:

- Luokka 1 on erityistä mittatarkkuutta, erityisen korkeilla ulkonäkövaatimuksilla vaativa luokka. (5, s. 144.)
- Luokka 2 on asuin- liike- ja toimistorakennuksia varten sekä yleisimmin käytetty mittatarkkuusluokka. (5, s. 144.)
- Luokka 3 on kellareiden, ullakoiden, autotallien, varastojen tai muiden samanlaisten tilojen rakennusosille, joille voidaan sallia alhaisemmat mittatarkkuus- ja ulkonäkövaatimukset kuin mitä Luokka 2 vaatii. Poikkeuksena mahdollisten palomääräysten esittämät edellytykset. (5, s. 144.)

### 2.3 AKO-elementtiseinät

Tässä luvussa kerätään tietoa toiseen työvaiheeseen, eli AKO-elementtiseinien asennustöihin liittyen. Tietoa etsitään järjestyksessä ensin Peabin omista tietoväylistä ja viimeisenä materiaalinvalmistajan oppaista.

### 2.3.1 Peabin AKO-elementtiseinien tarkastuslistapohja

Kuudestoista dokumentti on Peabin tietoväylistä löytynyt AKO-elementtiseinien laaduntarkastukseen liittyvä pohja, jossa on eritelty tarkastettavia kohtia. Kyseinen dokumentti ei ole Peabin suora vaatimus, vaan kokoelma työvaiheeseen liittyviä kohtia, jotka on hyvä tarkistaa. Dokumentti perustuu osittain tuotteen valmistajan laaduntarkastusohjeisiin eli AKO-elementtiseinien laatukorttiin.

Dokumentti ei ole liitteenä tässä työssä, sillä se on tarkoitettu Peabin sisäiseen käyttöön.

Yleisiin pääsuoritusvelvollisuuksiin kuuluu se, että työntekijöille on käytössään suunnitelmat, asennuskaaviot ja tehtävälisan aloitusedellytykset on täytetty. Työntekijöiden tulee olla perehtyneitä työhönsä, heillä on työssään tarvittavat pätevyydet, luvat ja käytössään henkilökohtaiset suojarusteet.

Dokumentti esittää seuraavia teknisiä tarkastuskohtia:

- AKO-elementit ovat asiakirjojen mukaisia.
- elementit on asennettu mittalinjan mukaan.
- kapeat, eli alle kymmenen cm leveät pielet on propattu kiinni.
- elementtien välillä ei ole häiritseviä hammastuksia.
- elementtien alapää on täytetty muurauslaastilla ja alle viisi mm leveät saumat AKO-liimalla.
- oviaukkojen sijainti, leveys ja korko ovat suunnitelmien mukaiset.
- erikoiskovia kiinnityksiä vaativat osat on huomioitu.
- LVIS-reiät on tehty timanttikoralla.
- elastinen liittymä muihin betoniseiniin on kunnossa ja sisäpuoli on täytetty laastilla.
- nurkat on jatkettu kokonaisilla kivillä mahdollisuuksien mukaan ja saumat ovat täytetty laastilla.
- nurkkaproput on asennettu kulmiin.
- seinät, joilla ei ole jäykistävää kulmaa on tuettu kattoon.
- reiät on paikattu muun pinnan tasoon.

Dokumentti esittää seuraavia mitattavia tarkastuskohtia:

- mittavaatimukset täyttyvät
- yläsauman paksuus on 5-15 mm ja saumat ovat täynnä sekä siistityt.
- seinäkaltevuus saa olla neljä mm seinän matkalla.
- alustan tasaisuus saa vaihdella neljä mm kahden metrin matkalla.
- oviaukon yläpuolisten saumojen leveys saa olla maksimissaan 15 mm.

Tarkastuskohtien lisäksi dokumentissa on määritetty urakkarajat, eli mitkä työt ja materiaalit kuuluvat tilaajalle ja mitkä urakoitsijalle. Urakoitsijalle kuuluu:

- korkopalojen paikalleen asennus ja mittaus.
- kuormien vastaanotto ja elementtien tarkistus.
- LVIS-läpivientien teko ja paikkaus.
- asennustyö tuentoineen, alustamassoineen ja kiinnityksineen.
- valussa syntyvien purseiden poisto.
- oviaukon pielireiän paikkaaminen.
- toteutuneiden neliöiden mittaus.

Tilaajalle kuuluu AKO-elementtien siirto asennuspaikalle.

Urakkarajaliitteen mukaan aliurakoitsija hankkii kaikki urakkasuorituksessaan tarvitsemat materiaalit, tarvikkeet, laitteet ja koneet omalla kustannuksellaan ja suorittaa urakan täysin valmiiksi.

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen ja ohjeistuksen suunnitteluun, sillä siinä on Peabin asettamat tarkastettavat kohdat AKO-elementtiseinille sekä yleinen urakkarajaliite vuodelta 2013.

### 2.3.2 AKO-elementtiseinien työohjeet 2014

AKO-työohjeet 2014 ovat Rakennusbetoni ja elementti Oy:n, eli materiaalintuottajan omat ohjeet AKO-elementtiseinien työmaakäsittelyyn, asennustyöhön ja

jälkikäsitteilyyn. Ohjeet sisältävät myös kattavat tuoteselosteet ja poikkeustoleranssit.

AKO-elementit ovat ontelorakenteisia kevytsorabetonista valmistettuja tiiviitä, lujuja, kosteutta kestäviä, palamattomia ja hyvin ääntä eristäviä väliseinäelementtejä. Elementit tehdään valmiiksi määritetyissä, normaalin huonetilan korkeissa mitoissa, ne ovat helposti työstettävissä ja asennettavissa. (6, s. 1.)

Tuote	Mitat (mm)	Paino (kg/kpl)	Seinä (m <sup>2</sup> /kpl)	Pakkaus (kpl/lava)	Reiän halkaisija (mm)	Rw (dB)	Palo-luokitus
AKO 6825	68x600x2500	93	1,50	10	38	38	EI30
AKO 68255	68x600x2550	94	1,53	10	38	38	EI30
AKO 6827	68x600x2700	100	1,62	10	38	38	EI30
AKO 68278	68x600x2780	104	1,67	10	38	38	EI30
AKO 6830	68x600x3000	112	1,80	10	38	38	EI30
AKO 9225	92x600x2500	117	1,50	8	62	41	EI60
AKO 92255	92x600x2550	119	1,53	8	62	41	EI60
AKO 9227	92x600x2700	126	1,62	8	62	41	EI60
AKO 92278	92x600x2780	130	1,67	8	62	41	EI60
AKO 9230	92x600x3000	140	1,80	8	62	41	EI60
AKO 9233	92x600x3300	154	1,98	8	62	41	EI60
AKO 12025	120x600x2500	162	1,50	6	62	44	EI120
AKO 120255	120x600x2550	165	1,53	6	62	44	EI120
AKO 12027	120x600x2700	175	1,62	6	62	44	EI120
AKO 120278	120x600x2780	180	1,67	6	62	44	EI120
AKO 12030	120x600x3000	194	1,80	6	62	44	EI120
AKO 12033	120x600x3300	214	1,98	6	62	44	EI120
AKO 13025*	130x600x2500	248	1,50	5	62	48	EI120
AKO 130255*	130x600x2550	252	1,53	5	62	48	EI120
AKO 13027*	130x600x2700	267	1,62	5	62	48	EI120
AKO 130278*	130x600x2780	275	1,67	5	62	48	EI120
AKO 13030*	130x600x3000	297	1,80	5	62	48	EI120
AKO 13033*	130x600x3300	327	1,98	5	62	48	EI120

\*) Ei varastotuote

Kuva 5. Taulukko valmistettavista AKO-seinäelementeistä, niiden ominaisuuksista ja pakkausmääristä. (6, s. 1.)

AKO-elementtilavoja ei saa varastoida päällekkäin ja siirrot tehdään yksi lava kerrallaan nostoliinoilla, AKO-nippukärryillä, AKO-nostopuomeilla, trukin piikeillä

tai haarukkapumpulla. Yksittäisiä AKO-elementtejä siirretään levyjen kuljetuskärryillä, asennusraudoilla, AKO-nostimilla ja kolmanneksi ylimpään onteloon pujotettavilla rautatangoilla. AKO-elementit tulevat muovipaketeissa, joiden päät avataan heti niiden saavuttua työmaalle kuivumisen kiihdyttämiseksi. Avattujen pakettien kaatumista voidaan tarvittaessa estää naulaamalla lauta elementtien päälle. (6, s. 2.)

Elementtien pystysaumot liimataan toisiinsa AKO-liimalla, kun taas alasaumat täytetään muurauslaastilla (M100/500) tai betonilla. poikkeuksina valmiin lattia-pinnan päälle asennettavissa AKO-seinissä, joiden alasaumoissa käytetään AKO-liimaa. Ei paloluokitelluissa seinissä AKO-elementtien yläsaumat tiivistetään polyuretaanivaahdolla ja paloluokitelluissa seinissä palouretaanivaahdolla tai muulla palokatko tuotteiden valmistajan suunnittelemissa tuotteilla. Palo- ja ääniluokitellut seinät tehdään erillisten ohjeiden mukaan. (6, s. 3.)

AKO-elementit tuetaan alapäästä korokepaloilla, yläpäästä puukiiloilla ja nurkista ruuvillisilla, halkaisijaltaan 8 mm naulatulpilla. Alle 3300 mm:n seinissä käytetään vähintään kahta naulatulppaa ja korkeammissa vähintään kolmea naulatulppaa. Nurkkaliitosten naulatulppien ruuvien on yletyttävä vähintään 15mm täyden betonikannaksen yli. Naulatulpassa on oltava kiinnitystä varmistavia väkäsiä koko pituudeltaan. Naulatulpan tulee levitä vähintään 70 mm:n matkalta. (6, s. 3.)

AKO-elementti	Nurkan kiinnitys (kokonaisilla AKO-elementeillä tehtävä nurkka)
AKO-68	Naulatulppa, vähintään 8x140
AKO-92	Naulatulppa, vähintään 8x140
AKO-120	Naulatulppa, vähintään 8x160
AKO-130	Naulatulppa, vähintään 8x200, tai harjaterästappi, vähintään T8 L200

Kuva 6. Taulukko nurkkaliitoksissa käytettävien naulatulppien vähimmäismitoista, kun nurkka tehdään kokonaisilla AKO-elementeillä. (6, s. 3.)

AKO-elementit asennetaan kattoon merkityiden mittaviivojen mukaan. AKO-elementtien ja AKO-liiman käyttölämpötila saa olla minimissään 10°C ja lämpötilan

on pysyttävä tässä vähintään kahden vuorokauden ajan asennustyön jälkeen. AKO-elementit eivät myöskään saa kastua ennen asennusta tai pinnoitustöitä. (6, s. 5.)

AKO-elementit nostetaan pystyyn seinälinjalle korkopalojen päälle niin, että yläsauman leveys on 5-20 mm ja kiilataan puukiiloilla yläpäästään paikoilleen. Elementin suoruus tarkistetaan vesivaa'alla. Elementin pontit puhdistetaan ja täytetään AKO-liimalla. Elementtejä liikutetaan asennusraudalla ylös- ja alas-päin, jotta AKO-liima leviäisi tasaisesti pystysaumassa. AKO-liimaa täytyy olla niin paljon, että sitä pursuaa liikuttelun aikana saumoista ulos molemmilta puo- lilta elementtiä. Pystysaumat tasoitetaan lastalla. (6, s. 3-4.)

Nurkkiin lisätään naulatulpat korkeuden määrittämisen tarpeen mukaan ja ylä- sauma tiivistetään paloluokitusta vastaavalla tuotteella. Kun kaikki seinälinjan elementit on asennettu, alasaumat täytetään niin, että leveys on 5- 30 mm. Mi- käli alasauma on lattiapinnan päällä, leveyden tulee olla alle 5 mm. (6, s. 4.)

AKO-elementti kiinnitetään muihin rakenteisiin puskusaumalla. Kosteassa ti- lassa vesieristettävä puoli täytetään AKO-liimalla, alle 5 mm leveällä saumalla. Mikäli kyseinen sauma täytetään muurauslaastilla (M100/500) on sauman le- veyden oltava vähintään 10 mm. Kuivissa ja paloluokittelemattomissa tiloissa puskusauama tiivistetään polyuretaanivaahdolla. (6, s. 4.)

AKO-seinät, joissa on kulma, jäykistetään naulatulpilla ja seinissä, joissa ei ole kulmaa kiinnitetään kattoon terästapeilla, joiden halkaisijan on oltava vähintään 6 mm. Terästappien on oltava k1800. (6, s. 6.)

Mahdolliset läpiviennit tehdään timantti- tai kovapalaterällä. Läpivientien tekemi- seen ei saa käyttää piikkauskonetta tai vasaraa. Läpiviennit paikataan sementti- pohjaisella laastilla. Seinään ei saa jäädä patteja tai koloja. (6, s. 7.)

Mikäli mahdollista, AKO-elementit kiinnitetään nurkista kokonaisilla kivillä tartun- nan laadun maksimoimiseksi. Asennustyön lopuksi puukiilat ja näkyviin jäävät

uretaanipurseet poistetaan valmistuneesta seinästä. AKO-seiniin ei tule liikunta-saumoja. (6, s. 7.)

Sahatuissa AKO-elementeissä esiin tulleet ontelot täytetään muurauslaastilla M100/500, silloin kun ontelo on yli puolet alkuperäisen ontelon suuruudesta. (6, s. 12.)

Ovenylitysaukot asetetaan vaakatasoon, lattarautojen varaan ja pystysaumot täytetään polyuretaanilla ja palo-osastoiduissa seinärakenteissa suunnitelmien mukaisilla tuotteilla. Tasoitustöitä ennen pystysaumot tasataan paperisaumanauhalla. Mikäli ovenylityspalat on tarkoitus vesieristää ja laatoittaa on saumat täytettävä AKO-liimalla tai muurauslaastilla. Täyttöjen syvyys märkätilan puolelta on oltava vähintään 10 mm. (6, s. 8-10.)

Mikäli oviaukkoon tulee liukuovi, on ovenylityspala asennettava väliaikaisten asennustukien varaan ja lattaraudat sahattava noin 10 cm ovenpielen yläpuolelle. Lattaraudan kiinnitys varmistetaan AKO-liimalla. Liukuoviaukot pyritään tekemään sahaamattomilla, tehdasreunaisilla AKO-elementeillä, jotta ovenpielistä tulisi mahdollisimman suorat. (6, s. 8.)

Mikäli oviaukko on leveämpi kuin 1200 mm on ovenylityspala tuettava T-profiiliteräksellä tai kahdella L-profiiliteräksellä, joiden selät hitsataan vastakkain. Teräkset lovetaan AKO-elementtiin ja varmistetaan joko muurauslaastilla tai AKO-liimalla. Yli 2400 mm leveille oviaukoille ei löydy ohjeita. (6, s. 8.)

Ovikarmipuut ja mahdolliset koolaustuut kiinnitetään AKO-seiniin ruuvattavilla karmitulvilla, kuten FISCHER FUR-T, HILTI HRD-U tai TOX Apollo VLF-S1. Kallusteet kiinnitetään naulatulvilla, jotka kiertyvät ankkuriksi ontelon kohdalta niin, että ruuvi on tulppaa pidempi. Esimerkiksi FISCHER SX, FISCHER UX ja WÜRTH SHARK-W-ZX sopivat tähän tarkoitukseen. Ovikarmin ja ontelon väliin jäävän AKO-elementtikannaksen ollessa kapeampi kuin 15 mm on ontelo täytettävä muurauslaastilla tai muulla betonimassalla. (6, s. 11-12.)

Kiinnitys	Kuormitus (kN), varmuuskerroin 3 (1 kN = 100 kg)	
	AKO-elementin ontelon kohdalla	AKO-elementin umpiosan kohdalla
<b>Kevyet kiinnitykset,</b> esim. taulut, listat, kevyet hyllyköt jne.		
Fischer SX6 x 50 + kansiruuvi 5 x 60 mm, kuumasinkitty	0,24	0,24
<b>Raskaat kiinnitykset,</b> esim. keittiökalusteet, saniteettikalusteet, turvavarusteet, saunan lauteet, hyllyköt jne.		
Fischer SX8 x 40 + kansiruuvi 6 x 70 mm, kuumasinkitty	0,59	0,96
Fischer SX12 x 60 + kansiruuvi 8 x 80 mm, kuumasinkitty	0,80	1,31

Kuva 7. Taulukko FISCHER SX -naulatulppien kuormitusarvoista. (6, s. 12.)

AKO-elementteihin tulevissa sähköasennuksissa suositellaan käyttämään putkettomia ja joustavia MMJ-johtoja. Rasiat, hanakulmat ja muut LVIS-varusteet kiinnitetään joko muurauslaastilla M100/500 tai pystysaumabetonilla. Sähkökeskus voidaan tarvittaessa kiinnittää myös AKO-seinän pintaan. Sähkökeskusta ei suositella asennettavaksi ovenylityspalaan. (6, s. 13.)

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun tarjoamalla materiaalinvalmistajan omia suosituksia ja ohjeita AKO-elementtiseinien asennukseen.

### 2.3.3 AKO-elementtiseinien laatukortti

AKO-laatukortti on Rakennusbetoni ja elementti Oy:n, eli materiaalituottajan omat ohjeet AKO-elementtiseinien laaduntarkastukselle.

Laatukortin mukaan työmaa huolehtii seinälinjojen ja oviaukkojen merkinnästä kattoon, oviaukkojen korkomerkkien merkinnästä, LVIS-reikien merkinnästä yhdellä kerralla, hormien tarkastusluukkujen sijainnin ja korkeuden merkinnöistä sekä siitä, että AKO-lavat on jaettu jakolistan mukaisesti. (7, s. 1.)

Mitattavat laatuvaatimukset ovat AKO-laaturin mukaan seuraavanlaiset:

- elementit on asennettu mittalinjan mukaisesti. (7, s. 1.)
- seinäpinnassa ei saa olla häiritseviä hammastuksia. (7, s. 1.)
- yläsauman paksuus on oltava 5-20 mm, saumat täynnä sekä siistityt. (7, s. 1.)
- seinäkaltevuus saa olla maksimissaan 4 mm. (7, s. 1.)
- seinäpinnan tasaisuus saa vaihdella 2m maksimissaan 4 mm. (7, s. 1.)
- oviaukkojen korko, leveys ja sijainti ovat oikein. (7, s. 1.)
- oviaukon yläpuolen saumojen leveys saa olla maksimissaan 20 mm. (7, s. 1.)

Laaturinissa vaaditaan, että LVIS-reiät on tehty timanttikoralla, elementin alapää on täytetty muurauslaastilla ja alle 5 mm saumat on täytetty AKO-liimalla. Elastiset liittymät muihin betoniseiniin ovat kunnossa ja liittymien sisäpuoli on täytetty laastilla. Nurkkajaot on tehty ehjillä elementeillä mahdollisuuksien mukaan ja saumat on täytetty laastilla. Nurkkaruuvit on asennettu kaikkiin kulmiin ja kulmien puuttuessa seinä on tuettu katosta. Reiät on paikattu pinnan tasoon. (7, s. 1.)

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun tarjoamalla materiaalinvalmistajan omia vaatimuksia AKO-elementtiseiniä asennukseen.

## 2.4 Levyväliseinät

Tässä luvussa kerätään tietoa kolmanteen työvaiheeseen, eli levyväliseiniä asennustöihin liittyen. Tietoa etsitään järjestyksessä ensin Peabin omista tietoväylistä, sitten materiaalinvalmistajan lähteistä ja viimeisenä muista lähteistä.

### 2.4.1 Peabin levyväliseinien tarkastuslistapohja

Viidestoista dokumentti on Peabin tietoväylistä löytynyt levyväliseinien laadun- tarkastukseen liittyvä pohja, jossa on eritelty tarkastettavia kohtia. Kyseinen do- kumentti ei ole Peabin suora vaatimus, vaan kokoelma työvaiheeseen liittyviä kohtia, jotka on hyvä tarkistaa. Dokumentissa ei ole eritelty teknisiä ja mitattavia tarkastuskohtia. Laatuvaatimukseen kuuluu seuraavaa:

- runkosoirojen pystysuoruus ja merkittyjen seinälinjojen suunnitel- mien mukaisuus on tarkistettu ennen levyjen kiinnitystä.
- märkätilojen ja muiden erikoisseinien rankajaot ja liittyminen muihin rakenteisiin on tarkastettu. Märkätilojen puisen väliseinän alustana on tarvittaessa vähintään 200 mm korkea kivrakenteinen sokkeli, joka on erotettu puurungosta esimerkiksi bitumihuopakaistalla. Löy- lyhuoneiden rakenteissa ei käytetä painekyllästettyä puuta.
- teräsrunkoisen väliseinän levyjen ruuvit on kiinnitetty mahdollisim- man lähelle teräsprofiilin taitekohtaa ja on varmistettu, että teräsrun- gon läpät ovat auki. Teräsrangat kiinnitetään lopullisesti paikoilleen vasta levytysvaiheessa.
- levyjen kiinnityksessä ja saumauksessa on noudatettu tuotevalmis- tajan ohjeita. On varmistettu, etteivät levytyksen saumat ole kohdak- kain seinän vastakkaisilla puolilla ja että levysauman kohdalla on aina taustatuki. Tarkistetaan, että kaksinkertaisessa levytyksessä päällekkäisten kerrosten saumat eivät ole kohdakkain.
- asennustuet, sähköasiat, putkitukset ja muut varusteet ovat paikoil- laan ennen toisen puolen levytystä. Sähköasiat eivät saa olla koh- dakkain.
- piiloon jäävät rakenteet ja tekniikka on valokuvattu ennen toisen puo- len levytystä.
- osastoivien väliseinien sähköasiat on suojattu esimerkiksi kipsile- vyllä. Putkitukset ja muu vastaava tekniikka ei saa kokonaan täyttää villoitettavaa tilaa.
- työkohte on siivottu työstä aiheutuneesta jätteestä.
- työkohte on valokuvattu.

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen ja ohjeistuksen suunnit- teluun, sillä siinä on Peabin asettamat tarkastettavat kohdat levyväliseinille.

## 2.4.2 Levyväliseinien materiaalinvalmistajan dokumentti

Gyprocin pienrakentajan käsikirja tarjoaa ohjeet levyväliseinien rakentamiseen Gyprocin tuotteilla. Ohjeistus käsittää muun muassa kipsilevyjen asentamisen ulko- ja sisäseiniin perinteisellä k600-teräsrunolla. Teräsranan etuja ovat mitatarkkuus, suoruus, helppo asennettavuus, vähäinen kosteuslaajeneminen. Teräsranangoilla voidaan myös yksinkertaisin rakentein saavuttaa paremmat ääneristysarvot kuin puuranangoilla.

Teräsranan asennustyöt etenevät seuraavasti. Kisko kiinnitetään massiiviseen betoniin joko ampumalla tai lyöntitulpilla. Kiinnitys jännebetoniin tai ontelolaataan tehdään vain lyöntitulpilla. Kiinnikkeiden jakomitta on k400. Kiskon laipat katkaistaan ja kisko taitetaan uumasta. (8, s. 15.)

Rangan katkaisupituus on maksimissaan 20 mm. Rangat pyöräytetään paikalleen noin 600 mm:n jaolla ja ne jätetään vapaaksi liikkumaan kiskon laippojen puristuksessa. Levyn reuna ja keskilinja määräävät levytyksessä rangan paikan, jolloin sen lopullinen kiinnittyminen tapahtuu. (8, s. 15.)

Tavallisen, kevyen välioiven karmiranka asennetaan seinän korkuisen puulistan ympärille. Ovikarmi kiinnittyy puulistaan. Lattiakiskosta taitetaan 150 mm:n pituinen osa ylöspäin tukemaan liitoskohtaa. (8, s. 15.)

Levy kiinnitetään ensin rangan laipan avoimelle puolelle. Eri puolen saumoja ei sijoiteta samalle rangalle. Ruuvivälit levyn reunoissa on k200 ja keskirangalla k300. Ruuvien etäisyys kartonkireunoilla on vähintään 10 mm ja leikatusta reunasta vähintään 15 mm. Hanakulma-, kaapisto-, vaatenaulakko- ja muut vastaavat kiinnitetään vähintään 1 mm:ä paksuun tukipeltiin. (8, s. 15.)

Aukot levytetään täysillä levyillä, jotka lovetaan. Lyhyet sivut leikataan sahalla ja pitkät mattopuukolla. Tämä säilyttää reunaohennukset, jotka helpottavat pintakäsittelyä. Oviaukon yläkarmi tehdään 910 mm:ä pitkällä oviaukkokiskolla. (8, s. 15.)

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun tarjoamalla materiaalinvalmistajan omia vaatimuksia levyväliseinien asennukseen.

### 2.4.3 Rakennustöiden laatu 2017 - Levyväliseinät

Levyväliseinäasennuksen työnjälkeisessä laadunvarmistuksessa tarkastetaan täyttääkö levytys, saumaus, rungon sijainti ja mittatarkkuus sopimusasiakirjoissa esitetyt minimiarvot. Tarkastetaan levyväliseinäpintojen ehjyys, puhtaus ja asiakirjojen mukaisuus. Seinät voidaan tarpeen vaatiessa suojata tarkastusten jälkeen muiden työvaiheiden vaikutuksilta. (5, s. 215.)

#### Levyjen paksuus ja kiinnitystukien väli eri levyillä (SisäRYL 2013, taulukot 742:T14...T16)

levymateriaali		kiinnitystukien väli
Lastulevy	6...8 mm	300 mm
	9...12 mm	500 mm
	yli 12 mm	50 × levyn paksuus
Puukuitulevy	puolikova 9 mm	600 mm
	puolikova 12 mm	600 mm
	huokoinen 12 mm	300 mm
	huokoinen 22 mm	400 mm
Vaneri	4...6,5 mm	300 mm
	7...12 mm	600 mm
	yli 12 mm	50 × levyn paksuus

#### Levyjen kiinnitystukien jako sisäseinissä (SisäRYL 2013, taulukot 742:T17 ja 742:T18)

rakenne	leveys, mm	paksuus, mm	kiinnitystukien väli keskeltä keskelle
---------	------------	-------------	--

Kuva 8. Taulukko levyväliseinän levyjen paksuuksien sekä kiinnitystukien välimittojen suurimmista sallituista poikkeustoleransseista. (5, s. 216.)

#### Levyjen kiinnitystukien jako sisäseinissä (SisäRYL 2013, taulukot 742:T17 ja 742:T18)

rakenne	leveys, mm	paksuus, mm	kiinnitystukien väli keskeltä keskelle	
kartonkipintainen kipsilevy	• normaali rakenne	1200 mm	12,5	600 mm
		900 mm	12,5	450 mm
• laatoitettava rakenne			12,5	450 mm
	kuituvahvisteinen kipsilevy			
• normaali rakenne	1200 mm	12,5	600 mm	
	900 m	12,5	450 mm	
• märkätilarakenne	12,5		300 mm	

#### Väliseinälevytyksen rakentamistoleranssit (SisäRYL 2013, taulukko 742:T19)

ulottuvuudet ja	mittapituus, mm	suurin sallittu poikkeama, mm
-----------------	-----------------	-------------------------------

siinä

Kuva 9. Taulukko levyväliseinän levyjen kiinnitystukien jakojen suurimmista sallituista poikkeustoleransseista. (5, s. 216.)

**Väliseinälevytyksen rakentamistoleranssit (SisäRYL 2013, taulukko 742:T19)**

ulottuvuudet ja sijainti	mittapituus, mm	suurin sallittu poikkeama, mm		
		luokka1	luokka 2	luokka 3
Käyryys	enintään 200mm	1 mm	1 mm	2 mm
	enintään 1000 mm	3 mm	4 mm	6 mm
	enintään 2000 mm	4 mm	6 mm	10 mm
Seinän poikkeama pystysuorasta		5 mm	8 mm	12 mm
Puskusaumoissa sallittu raon leveys				
• saumat ennen silotusta		1 mm	2 mm	3 mm
• saumoja ei siloteta		0,6 mm	1 mm	3 mm
Sauman hammastus				
• saumat ennen silotusta		1 mm	1 mm	2 mm
• saumoja ei siloteta		0,3 mm	0,6 mm	2 mm

<sup>1)</sup> Käyryys mitataan suoralla viivaimella asettamalla viivain levytyksen pintaan. Käyryyden lukuarvo saadaan mittaamalla viivaimen ja levytyksen etäisyys mittauspituuden huonoimmasta kohdasta.

<sup>2)</sup> Usean kerroksen korkuisen seinän poikkeama pystysuorasta määritellään tapauskohtaisesti.

<sup>3)</sup> Silotuksen jälkeen silotetuissa saumoissa ei sallita hammastusta.

<sup>4)</sup> Koskee myös viistereunaisia levyjä, kun saumoja ei siloteta.

Kuva 10. Taulukko levyväliseinän rakentamistoleransseista. (5, s. 216.)

Yllä esitettyjen kolmen taulukon luokat toimivat samalla tavalla kuin edeltävässä luvussa on selitetty.

## 2.5 Pintabetonit

Tässä luvussa kerätään tietoa neljänteen työvaiheeseen, eli pintabetonitöihin liittyen. Tietoa etsitään järjestyksessä ensin Peabin omista tietoväylistä, sitten materiaalinvalmistajan lähteistä ja viimeisenä muista lähteistä.

### 2.5.1 Peabin pintabetonirakenteiden tarkastuslistapohja

Kuudestoista dokumentti on Peabin tietoväylistä löytynyt pintabetonoinnin laaduntarkastukseen liittyvä pohja, jossa on eritelty tarkastettavia kohtia. Kyseinen dokumentti ei ole Peabin suora vaatimus, vaan kokoelma työvaiheeseen liittyviä kohtia, jotka on hyvä tarkistaa.

Yleisiin vaatimuksiin kuuluu se, että työntekijöille on käytössään suunnitelmat ja tehtävälisan aloitusedellytykset on täytetty. Betonin lujuusluokan, säilyvyyden ja muiden asiaan liittyvien ominaisuuksien on oltava suunnitelmien mukaiset. Työntekijöiden tulee olla perehtyneitä työhönsä ja heidän tulee käyttää henkilökohtaisia suojarusteita.

Dokumentti esittää seuraavia teknisiä tarkastuskohtia:

- alusta on kuiva, puhdas tartuntaa heikentävistä aineista ja tehtävälisan aloitusedellytykset on täytetty.
- alusta on rouhittu ja primeri sivelty.
- lattiakaivon paikalliskaadon suhde on 1:50 ja muualla tilassa suhde on 1:80.
- pintabetonointi on erotettu saumanauhalla ympäröivistä rakenteista.
- liikuntasaumot ja työsaumat on saumattu joustavalla saumamassalla.
- pintabetonointiin on tehty suunnitelmien mukaiset liikuntasaumot.
- raudoitusten sidonta ja paikallaanpysyvyys on tarkistettu.
- jälkihoito on tehty suunnitelmien mukaan.
- lattia täyttää SisäRYL:n tasoitetulta lattialta vaaditut tasaisuusvaatimukset.

Tasaisuusvaatimukset ovat jaettu kolmeen luokkaan, niin että Luokka 1 on vaativin ja Luokka 3 vähiten vaativin. Hammastusta ei saa olla Luokan 1 ja 2 lattioissa. Luokan 3 lattioissa hammastusta saa olla maksimissaan yksi mm. Pinnan tasaisuus saa vaihdella kahden m matkalla. Luokan 1 lattioissa 2 mm. Luokan 2 lattioissa 3 mm ja Luokan 3 lattioissa 4 mm.

Laatuvaatimusten lisäksi dokumentissa on määritetty urakkarajat, eli mitkä työt ja materiaalit kuuluvat tilaajalle ja mitkä urakoitsijalle. Urakoitsijalle kuuluu:

- kaatojen, kaivokorkojen ja kynnyskorkojen tarkistaminen ennen valua.
- muottien tarkastus ennen valua.
- alustan sulatus jäästä.
- maanvaraisten lattioiden asennushiekkan levitys.

- muovin tai suodatinkankaan asennus.
- lämmöneristeiden asennus.
- valustoppareiden asennus.
- valualustan imurointi.
- irrotuskaistan asennus.
- ympäröivien rakenteiden suojaaminen.
- verkkoraudoitus.
- tartuntakäsittely.
- betonimassan työstäminen ja tilaaminen
- betonin vastaanotto ja letkumies
- betonipumppu.
- valutyöt sisältäen materiaalin toimitus, levitys valettaville pinnoille ja pintojen kastelu.
- yksi-verkkoisessa lattiassa verkon nosto valun yhteydessä valun keskelle.
- lattiakallistusten teko ja betonipinnan hierto, mukaan lukien kalusto.
- pumppumassan pohjaliejun harjaaminen valettavalle pinnalle.
- kutistussaumojen sahaus seuraavana päivänä.
- valun jälkihoito
- epäonnistuneen työn jäljen ja laatuvirheiden korjaus.
- sääsuojauksen asennus, pois lukien materiaali.
- valunjälkeisen suoruuden tarkastus ja mahdolliset korjaukset heti valuruudun valun jälkeen.
- valujätteiden poisto.

Tilajalle kuuluu seuraavaa:

- lattiakaivojen ja putkitusten kiinnitys paikoilleen, läpivientihylsyt ja lämmityskaapelit.
- lattiakaivojen kiinnivalaminen.
- sääsuojauksen materiaalin hankkiminen.

Urakkarajaliitteen mukaan aliurakoitsija hankkii kaikki urakkasuorituksessaan tarvitsemat materiaalit, tarvikkeet, laitteet ja koneet omalla kustannuksellaan ja suorittaa urakan täysin valmiiksi.

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun, sillä siinä on Peabin asettamat tarkastettavat kohdat pintabetonoinnille sekä yleinen urakkarajaliite vuodelta 2013.

### 2.5.2 Pintabetonivalmistajan dokumentti

Betonilattiat kortisto on Rakennusteollisuuden, Betonin ja Suomen Betonilattia-yhdistys Ry:n ohje betonilattioiden suunnitteluun ja toteutukseen. Dokumentissa on selitetty eri betonilattiatyyppien ominaisuuksia yleisesti.

Dokumentin mukaan pintabetonilattian alustasta tulee poistaa sementtiliima, ontelolaattojen sahausliete sekä mahdollinen huonokuntoinen betoni. Puhdistukseen voidaan käyttää pinnan hiontaa, vesisuihkupuhdistusta tai sinkopuhallusta. Valettavan pintabetonin tartunnan parantamiseksi paikallavalulattia kannattaa kastella yksi tai kaksi vuorokautta ennen valua, mutta ontelolaatan pinnan kastelua ei suositella. Tartunnan kannalta liian kuiva pinta on vähemmän haitallinen kuin liian märkä pinta. (9, s. 28.)

Pintalaatan suositeltu paksuus suoralla alustalla on 50 mm:ä; pintalaatasta ei suositella tehtävän yli 80 mm:n paksuista. Ontelolaatan kaarevuus on otettava huomioon ja sen päälle valettava pintalaatta voi olla paksuudeltaan 30-80 mm:ä. Paikallavaluholvin päälle valettava pintalaatta on paksuudeltaan alle 60 mm:ä ja siihen ei suositella käytettävän muita raudoituksia kuin kuituraudoituksia. (9, s. 28-29.)

Ontelolaattaan syntyvät halkeamat esiintyvät useimmiten saumojen, pilarilinjojen ja palkkilinjojen kohdalle, ja niitä voidaan ehkäistä tapauskohtaisilla raudoitteilla. Mikäli käytetään raudoitusverkkoja, on niiden etäisyyden laatan pinnasta pysyttävä samana koko laatan pinta-alalta. Raudoituksen käyttötarkoitus on pintabetonilaatoissa yleensä kutistumisen rajoittaminen, paitsi jos kyseessä on liitosrakente, jolloin raudoitus mitoitetaan kuormituksen mukaan. (9, s. 29.)

Suurta vesimäärää, seosaineita ja suuria notkistinannostuksia vältetään, jos pyritään lyhyeen sitoutumisaikaan. Notkeusluokka on yleensä S2, mikäli mahdollisuudet tiivistykselle ja levitykselle ovat otolliset. Notkeusluokka S3 on juoksevampi ja helpompi työstää, mutta betonin halkeilu kasvaa ja jälkihoidon tarve korostuu. Notkeusluokkaa S4 ei suositella, sillä halkeiluriski kasvaa liian suureksi. (9, s. 29.)

Betonin lujuusluokka on yleensä C25/30 ja kiviaineksen maksimirakoko valitaan pintavalun paksuuden mukaan. (9, s. 29.)

Lattian paksuus mm	Kiviaineksen suurin raekoko mm			
	8	12	16	20
60–80		(x)	X	(x)
50–60		X	(x)	
45–50	(x)	X		
<45	X			

Kuva 11. Kiviaineksen suurin suositeltava raekoko pintavalun paksuuden mukaan. (9, s. 29.)

Valettavan alustan puhtaus, kosteus ja raudoitusten tuenta tarkistetaan ennen valutöiden aloitusta. Valutyötä tehdessä tila pyritään eristämään rakennetta kuivattavilta ilmavirroilta. Lämminilmapuhaltimien tuottama ilmavirta on suunnattava pois päin rakenteesta. Pintaan osuva ilmavirta kuivattaa rakennetta epätaisisesti. (9, s. 29.)

Betonin tiivistys tehdään huolellisesti pintavalun tartunnan varmistamiseksi. Sauvatärytys soveltuu huonosti betonin tiivistykseen ohuissa pintalaatoissa. Laatan tartuntaa voidaan parantaa myös tartuntaharjauksella, jossa alle 70 mm:n pintavalujen alustaan harjataan ohut kerros betonia, jota ei saa päästää kuivumaan ennen itse pintavalua. (9, s. 29.)

Varhaisjälkihoito tehdään, mikäli valutilan suhteellinen kosteus on alle 50%, veden erottuminen on vähäistä, betonimassan lämpötila on yli 10°C valutilaa lämpimämpi, valettavassa tilassa tuulee tai käytetään lämpöpuhaltimia. (9, s. 29.)

Betonin hierto voidaan aloittaa, kun valetun betonilaatan pintaan ei nouse vettä ja se kestää kävelyä. Alustan pinnan on oltava vähintään 10°C ja korkeampi kuin ympäröivän tilan lämpötila. Jälkihoito aloitetaan mahdollisimman nopeasti, sen jälkeen, kun hierto on tehty. Suuret lämpötilan muutokset on syytä huomioida ohuiden pintabetonointien kohdalla, eikä betonia saa päästää jäähtymään liian nopeasti. (9, s. 29.)

Jälkihoitomenetelmä valitaan betonin ja olosuhteiden perusteella. Jälkihoitoaineen ruiskutus soveltuu lattioille ja se voidaan ruiskuttaa heti hierron jälkeen. Eräät jälkihoitoaineet on poistettava jälkihoidon päätyttyä sinkopuhdistuksella, harjauksella tai hionnalla. Muovikalvolla kastellun pinnan peittäminen on tehokas jälkihoitovaihtoehto. Mikäli kuivumisajat eivät ole tiukkoja voidaan käyttää suodatinkangasta, jota voidaan kastella päältäpäin. Kastelua ei voida aloittaa heti hierron jälkeen, sillä se voi vahingoittaa betonipintaa. Lämpötilan on pysyttävä vähintään 10°C lämpötilassa koko jälkihoitoajan. Jälkihoitoaika on vakio-olosuhteissa, lujuudeltaan C25/30 olevalle, normaalisti kovettuvalla betonilla, betonin ollessa +20 °C on yhdeksän vuorokautta. Nopeasti kovettuvalla betonilla vastaavissa olosuhteissa jälkihoitoaika on kolme vuorokautta. Jälkihoito lopetetaan, kun betoni on saavuttanut yli 80% loppulujuudestaan. (9, s. 29-30.)

Jälkihoidon päättymisen jälkeen on huolehdittava, ettei lattia kuivu liian nopeasti. Tilan ilmaa voidaan tarvittaessa kostuttaa viikon ajan jälkihoidon päättymisestä. (9, s. 30.)

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun, sillä siinä on Pintabetonin valmistajan asettamat ohjeet pintabetonoinnille.

### 2.5.3 Pintabetonityöt – RT-kortti

Seuraava tarkasteltava tiedosto on Rakennustiedon tietoväylästä löytyvä rakennustietokortti nimeltään Pintabetonityöt eli Ratu 0404. RT-kortti määrittelee pin-

tabetonitöiksi lattiarakenteiden ja kantavan rakenteen päälle valettavan pinta-  
laatan betonoinnin, imukäsittelyn ja pinnan hierron sekä aloittavat ja lopettavat  
työt.

Ohjekortti perustuu muun muassa Suomen rakentamismääräyskokoelman B4  
Betonirakenteet -ohjeistukseen, RunkoRYL 2010-ohjeistuksiin ja by 201 Betoni-  
tekniikan oppikirjaan.

Ohjekortissa pintabetonitöiden kulku on jaettu useaan kohtaan, joista alla olevat  
liittyvät laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun.

Ensimmäisenä on työkohteen vastaanotto, jossa tarkastetaan peittyvien raken-  
teiden valmius, havaitut virheet korjataan ja korjaus varmistetaan ennen töiden  
aloittamista. Tämän jälkeen tulee materiaalien vastaanotto, jossa tarkastetaan  
muun muassa materiaalien tuotetiedot ja laatu. Mikäli vuorokauden keskilämpö-  
tila on alle + 5°C varaudutaan talvibetonointiin. (10, s. 5-6.)

Imubetonoinnissa suuret valettavat alueet on jaettava ruutuihin tai kaistoihin,  
jotta kutistumisalueet eivät olisi liian suuria. Kaistat mitoitetaan valukaluston pe-  
rusteella ja ne voidaan erottaa tärypalkkeina toimivilla valujohteilla toisistaan.  
Kaistat ovat yleensä 3 – 10 m leveitä ja 1,5 – 2 kertaa kaistan leveyttä pidem-  
piä. (10, s. 6-7.)

Johteiden poikittaissaumat toimivat puskusaumoina ja pitkittäissaumat pontti-  
saumoina. Johteet on tehty teräsreunaisia, muotoiltuja, muoviprofiileilla vahvis-  
tettuja soiroja tai betonista valmistettuja, tarvittaessa läpiraudoitettuja element-  
tejä. Johteet asennetaan valittuun korkeuteen käyttämällä tasolaseria tai  
vaaituskonetta ja kiinnitystapa valitaan käytetyn johteen ja alustan perusteella.  
(10, s. 7.)

Pintabetonoinnissa lattia voidaan valaa ilman raudoitteita elementtilaattojen, te-  
räsbetonilaattojen ja muiden vastaavanlaisten alustojen päälle. Mikäli lattia vale-  
taan kovan lämmöneristeen päälle, on siihen tehtävä raudoitukset. Valualue

jaetaan rajoittimilla ja erotetaan ympäröivästä rakenteesta irrotussaumanauhoilla. Valettavan tilan seiniin merkitään korkomerkit vähintään 2 m välein ja tarvittaessa huoneen keskellä voidaan asentaa mittarimoja, jotka voidaan kiinnittää esimerkiksi kattoon. Valun aikana oikea korko katsotaan korkomerkeistä. Pintabetonoinnissa betonin lujuusluokka tulisi olla K25 – K40 ja notkeus 5 – 10 sVB. (10, s. 7-8.)

Ennen itse betonointia tarkastetaan valukaluston toimintakunto. Laajoissa ja massoiltaan suurissa valuissa kannattaa käyttää betonin siirtoon pumppua, sillä työ on nostoastiaan verrattuna nopeaa. Valu aloitetaan pumppua kauimmasta kohdasta ja pumpun ohjaajalla on oltava valu-urakoitsijaan jatkuva näkö- tai radiopuhelinyhteys. Massoiltaan pienemmissä valuissa voidaan käyttää betonin siirtoon nostoastiaa tai dumpperia. Betonin tiivistämiseen voidaan käyttää sauvatärytintä tai tärysiltaa, jota vedetään johteita pitkin. Tiivistämisvälineillä ei saa levittää betonia. (10, s. 5, 8.)

Mikäli betonilla valetaan toisen betonipinnan päälle, on alusta puhdistettava sementtiliimasta, muista tartuntaa heikentävistä aineista ja vesilammikoista. Betonipintaan voidaan tartunnan parantamiseksi harjata ominaisuuksiltaan hienorakeista, vetelää ja tarvittaessa polyvinyylisetaattia sisältävää betonilaastia ristikkäisin vedoin. Pintamassa on levitettävä betonilaastin päälle ennen sen kuivumista. (10, s. 8.)

Raudoitusverkko asennetaan välikkeiden varaan irti alustasta, raudoitussuunnitelman mukaan. Tarvittaessa valettava laatta voidaan valaa kahdessa osassa, jolloin raudoitusverkko asetetaan suoraan ensimmäisen valun päälle. Raudoitusverkko tulee olla samassa tasossa valun sisällä, joten sen tasaamisesta täytyy huolehtia valun aikana. Betonimassa kaadetaan raudoitusverkon johteiden väliin tasaisena kerroksena, tasataan ja tiivistetään täryttämällä. Tarkka tasaus, kaadot ja paikalliskaadot tehdään oikolaudalla. (10, s. 8-10.)

Pinta hierretään, kun vesi on erottunut betonimassasta ja pinta on alkanut himentyä. Lainehtivaa betonipintaa ei saa hiertää. Hierto tasaa, tiivistää ja lisää pin-

nan kulutuskestävyyttä. Reunat ja kaivojen ympäristöt hierretään ensin joko käsin tai pienellä koneella ja suuret pinta-alat isommalla koneella tai käsin puu- ja teräshiertimillä. Koneellinen hierto tehdään kolmessa vaiheessa, jotka ovat ta-soitushierto levyhiertokoneella, toinen hierto siipihiertokoneella pienellä siipikulmalla ja viimeinen hierto suurella siipikulmalla. (10, s. 10-11.)

Jälkihoidossa turvataan sopivat kovettumisolosuhteet valetulle betonille, turvaamalla riittävä kosteus, lämpötila ja rakenteen kuivatus oikeaan aikaan pinnan jatkokäsittelyä varten. Heti valun jälkeen tai viimeistään seuraavana päivänä betonipinta kastellaan vedellä tai suojanesteellä ja sen päälle asennetaan muovi estämään kuivumista. (10, s. 11.)

Dokumentti liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun siten, että se antaa laadukkaaseen pintabetoninvalutyöhön liittyviä ohjeita.

#### 2.5.4 Rakennustöiden laatu 2017 - Pintabetonityöt

Pintabetonitöiden työnjälkeisessä laadunvarmistuksessa tarkastetaan pintalaa-tan muodon, pinnan, kaltevuuden, suunnan, liikuntasaumojen, työsaumojen, ir-rotuskaistojen ja mahdollisen lattialämmityksen suunnitelmienmukaisuudet. Ennen pintakäsittelyä on varmistuttava, että pinta ei ole kostea. Betonoitu rakenne suojataan säältä ja muilta tekijöiltä. Työkohde siivotaan ja eristetään muiden töi-den vaikutukselta. (5, s. 133.)

Betonilattioiden laatutekijät (by 45 / BLY 7, taulukko 1.1) kohde	laatuluokka suoruus	kulutus- kestävyys	halkeilu
Asunnot, toimistot			
- päällystettävät lattiat, sisätilat	A	3	III
- parvekkeet ym kylmät tilat <sup>1)</sup>	C	4	2)
- käytävä	C	4	II
- sauna ja pesuhuonetilojen päällystettävät kaatolattiat	A	4	II
Teollisuuslattiat			
- tasaisuus tärkeä laatutekijä, kuten korkeat varastot (esim. trukkiliikenne)	A <sub>0</sub> (A)	2	40 <sup>2)</sup> II (I)
- kulutuskestävyys tärkeä laatutekijä (esim. suuret liikennekuormat, vilkas liikenne, pienet ja kovat trukin pyörät)	B	1 (2)	II (I)
- teollisuuslattiat yleensä (esim. pienteollisuustalot, kevyt teollisuus)	C	2	II
Pysäköintilaitokset			
- kulutuskestävyys ja pinnan karheus tärkeitä laatutekijöitä. Kaltevuudet suunnitellaan niin, että lattialle ei muodostu lammikoita.	B	2	II <sup>2)</sup>
Toisarvoiset päällystämättömät tilat			
- esim. kellaritilat asuinrakennuksissa	C	3	III

<sup>1)</sup> Pakkaskestävyys varmistettava ulkorakenteissa

<sup>2)</sup> Kantavissa rakenteissa noudatetaan voimassa olevien suunnitteluhjeiden vaatimuksia.

#### Tasoitettun lattian tasaisuusvaatimukset (SisäRYL 2010, taulukko 441:T1)

	mittauspituus	suurin sallittu poikkeama		
		luokka 1	luokka 2	luokka 3
Hammastus		0 mm	0 mm	1 mm
Pinnan tasaisuus	2000 mm	± 2 mm	± 3 mm	± 4 mm

Kuva 12. Taulukko eri rakenteiden vaatimista laatuluokista ja tasoitettun lattian tasaisuusvaatimuksista. (5, s. 134.)

#### Betonilattiat (BLY 7/by 45, taulukko 1.2) tasaisuuspoikkeama

	mittauspituus	suurin sallittu poikkeama, mm			
		A <sub>0</sub>	A	B	C
Hammastus		0	0	1	1
Poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta					
	enintään 200 mm	1	2	3	4
	enintään 700 mm	2	4	6	8
	enintään 2000 mm	4	7	10	14
	enintään 7000 mm	7	10	14	20
	yli 7000 mm	10	14	20	28

#### Lattian kulutuksenkestävyysvaatimukset (BLY 7/by 45, taulukko 1.3)

Suurin sallittu kuluminen, mm	luokka			
	1	2	3	4
2000 kierroksella	1	3	-	*
800 kierroksella	-	-	6	*

Vaatus ei koske päällystettäviä lattiapintoja.

\* Ei vaatimusta.

Kuva 13. Taulukko betonilattian tasaisuuspoikkeamista ja kulutuksenkestävyysvaatimuksista. (5, s. 134.)

Rakennustöiden laatu 2017-kirja liittyy laadunvarmistuksen tarkastuslistojen suunnitteluun tarjoamalla selkeitä toleransseja rakenteiden laadulle.

## 2.6 Asiantuntijahaastattelut

Tässä luvussa esitetään tavoitteet pidettäville haastatteluille. Laadunvarmistuksen tarkastuslistan ensimmäisen raakaversioon valmistuttua pidetään haastattelukierros, jossa työvaiheet hyvin tuntevat rakennusalan ammattilaiset kommentoivat ja ehdottavat parannuksia tarkastuslistaan.

Tarkoituksena on muokata tarkastuslistaa tarkastuskierroksia tekevien työnjohtajien näkökulmasta toimivampaan suuntaan ja täydentää mahdollisia vajaavaihtuuksia. Pyritään siihen, että saadaan useita eri näkökulmia tarkastuslistojen sisältöön, jotta niissä ei olisi vain tekijän mielipide siitä, miltä listojen on tarkoitus näyttää ja mitä ne sisältävät.

Haastattelut toteutetaan laatimalla etukäteen muutamia kysymyksiä ohjeistuksista ja laadunvarmistuksen tarkastuslistoista, mutta muuten vapaamuotoisina keskusteluina. Laadunvarmistuksen tarkastuslistat ja niiden ohjeistukset annetaan haastateltaville tutkittavaksi ja pyydetään heitä etsimään puutteita ja epäkohtia. Esiin nousseet puutteet kirjataan ylös ja niiden pohjalta tehdään korjauksia tarkastuslistoihin ja ohjeistuksiin.

Haastatteluissa ilmenneet laadunvarmistuksen tarkastuslistojen ja niiden ohjeistuksien puutteet käydään läpi myöhemmin tutkimustuloksissa.

## 3 Tutkimustulokset

Tässä luvussa aiemmin avattujen dokumenttien sisältöä analysoidaan ja yhdistetään koherentiksi kokonaisuudeksi. Kokonaisuudesta tehdään laadunvarmistuksen tarkastuslistat ja ohjeistus valituille työvaiheille.

### 3.1.1 Muuratut väliseinät

Muurattujen väliseinien tarkastuslistassa oletetaan, että laadullisesti pyritään SisäRYL:ssä esitetyn luokka 2 mukaiseen jälkeen. Tarkastuslista koskee vain harkkomuurattuja väliseiniä. Vaatimukset vaihtelevat puhtaaksimuurattujen ja pinnoitettavien muurattujen väliseinien välillä. Peabin yleisten urakkarajojen mukaan kaikki kyseisessä tarkastuslistassa mainitut työvaiheet kuuluvat urakoitsijoille.

Väliseinän liitokset ympäröiviin seiniin tarkastetaan. Liitokset on tehty teräsprofiililla ja muuraussiteillä, joilla väliseinä on kiinnitetty ympäröiviin seiniin. Harkon pontti on asetettu teräsprofiilia vasten niin, että joka toiseen vaakasaumaan on asennettu muurausside, jonka alle ja ylle on laitettu laastia.

Seinälinjan suoruus tarkastetaan. Väliseinä on rakennettu mittalinjan mukaan niin, että väliseinä ei saa poiketa 2 m matkalla yli 6 mm. Käyryys mitataan suoralla viivaimella asettamalla viivain levytyksen pintaan. Käyryyden lukuarvo saadaan mittaamalla viivaimen ja levytyksen etäisyys mittauspituuden huonoimasta kohdasta.

Seinäpinnan pystysuoruus, tasaisuus ja harkkokerrosten vaakasuoruus sekä limitys tarkastetaan. Suurin sallittu hammastus on 4 mm. Harkkojako tarkastetaan. Varmistetaan, että joka toinen harkkorivi on aloitettu puolella harkolla, jotta saadaan oikea limitys.

Varmistetaan, että irrotuskaista on asennettu väliseinän alle. Se voidaan tehdä esimerkiksi bitumikermistä, jonka päälle levitetään levitetty laastikerros. Tarkastetaan yläsauma. Seinän yläpään on jätetty 10-20 mm painumavara.

Vaakasaumojen paksuus on oltava noin 2 mm. Puhtaaksimuuratussa väliseinäissä saumat on harjattu. Nurkkien pystysaumoissa on laastia. Vaakasaumojen paksuus on noin 2 mm. Nurkkien pystysaumoihin on laitettu laastia. Muihin pystysaumoihin ei tarvitse laittaa laastia.

Puhtaaksimuuratussa väliseinässä ensimmäisen muuratun kerroksen harkkojako on oltava samanlainen oviaukon ylityskerroksen kanssa. Mikäli väliseinää ei pinnoiteta, ovenylityskerroksen harkkojen on oltava pystysuunnassa samassa linjassa kuin ensimmäisen kerroksen harkkojen.

Varmistetaan, että LVIS-reiät on tehty timanttikoralla merkkien kohdalle. Läpivientä ei saa tehdä vasaralla tai piikkauskoneella.

Tarkastetaan, että seinäpinta on puhdistettu työstä aiheutuneesta liasta. Työkohta on siivottu työstä aiheutuneesta jätteestä. Saumoista pursunnut ylimääräinen laasti on puhdistettu seinäpinnasta ja harkkopinnoilla ei ole laastia. Työkohta on siivottu työstä aiheutuneesta jätteestä.

### 3.1.2 AKO-elementtiseinät

AKO-elementtiseinien tarkastuslistassa oletetaan, että laadullisesti pyritään SisäRYL:ssä esitetyn luokka 2 mukaiseen jälkeen. Peabin yleisten urakkarajojen mukaan kaikki tässä listassa mainitut työvaiheet kuuluvat urakoitsijalle.

Tarkastetaan, että elementit on asennettu mittalinjan mukaan. Seinäpinnan tasoisuus saa vaihdella 2 m matkalla maksimissaan 4 mm, eikä elementtien välillä saa olla häiritseviä hammastuksia. Tarkastus suoritetaan vesi vaa'alla. Elementin kaltevuus ei saa olla yli 4 mm kumpaankaan suuntaan koko seinän matkalla. Mitataan vesi vaa'alla.

Oviaukkojen sijainti, leveys ja korko ovat suunnitelmien mukaiset.

Oviaukot on tehty arkkitehdin pohjakuvien määrittämään paikkaan, niin leveiksi, että pohjakuvissa määritetty ovi mahtuu karmeineen paikalleen ja molemmille puolille jää 1 cm ilmarako. Ovenylityspala on tehty työmaan määrittämästä korkomerkestä niin paljon ylöspäin, että ovi karmeineen ja kynnyksineen mahtuu paikalleen ja ylös jää 1 cm ilmarako. Tarkastukset tehdään mittanauhalla korkomerkestä tarpeen mukaan tasolaseria apuna käyttäen.

LVIS-läpiviennit on tehty timanttitoralla merkkien kohdalle yhdellä kerralla, sen jälkeen, kun LVIS-urakoitsijan ovat ne merkinneet. Läpivientejä ei saa tehdä vasaralla tai piikkauskoneella.

Naulatulpat on asennettu kulmiin tai suora seinä on tuettu kattoon. Seinät, joissa on kulma, on tuettu jäykistävillä naulatulpilla, jotka on porattu seinän ulkonurkasta nurkkaelementtien välille. Alle 3300 mm seinissä on käytetty vähintään 2 naulatulpaa ja yli 3300 mm seinissä vähintään 3. Mikäli seinässä ei ole jäykistävää kulmaa enintään 3 m:n matkalla, seinä on tuettu katosta terästepeilla, joiden halkaisija 6 mm. Ohjeissa ei oteta kantaa roilojen, kuten kylpyhuoneisiin tulevien pesukoneenpoistoputkien tekemiseen.

Elementtien alasaumat ovat 5-30 mm leveitä ja täytetty muurauslaastilla. Alle 5 mm leveät alasaumat on täytetty AKO-liimalla. 5-30 mm leveä alasauma on täytetty muurauslaastilla M100/500. Alle 5 mm leveä alasauma tai tasaisella suoralla pinnalla oleva alasauma on täytetty AKO-liimalla.

Pystysaumoissa on AKO-liimaa, ovenylityspalan pystysaumamat ovat maksimissaan 15 mm leveät ja saumat on siistitty. Pystysaumamat on täytetty AKO-liimalla niin, että sitä on pursunnut seinän molemmilta puolilta, koko sauman korkeudelta ulos. Ylipursunut AKO-liima on slammattu tasaiseksi. Oviaukon yläpuolisten saumojen leveys on maksimissaan 15 mm.

Yläsauman paksuus on 5-15 mm ja se on täytetty polyuretaanivaahdolla ja paloluokitellut seinät palouretaanivaahdolla. Seinän yläpinnan ja katon alapinnan välinen etäisyys on 5-15 mm ja se on täytetty polyuretaanivaahdolla ja paloluokitellut seinät palouretaanivaahdolla.

Nurkat on jatkettu kokonaisilla kivillä mahdollisuuksien mukaan. Nurkkiin on asennettu kokonaiset AKO-elementit, jos mahdollista. Nurkan pystysauma on siisti. Leveydeltään alle 10 cm olevat ovenpielet on propattu kiinni siihen rakenteeseen, jota vasten ne on asennettu.

Tarkastetaan, että elastinen liittymä muihin betoniseiniin on kunnossa ja sisäpuoli on täytetty laastilla. AKO-elementti on kiinnitetty muihin rakenteisiin pusku-  
saumalla. Kosteassa tilassa puskusauaman eristettävä puoli on täytetty AKO-lii-  
malla, jos sauman leveys on alle 5 mm tai muurauslaastilla M100/500 jos sau-  
man leveys on yli 5 mm. Täyttö on tehty vähintään 10 mm:n syvyyteen asti. Kui-  
vassa, paloluokittelemattomassa tilassa puskusauama on täytetty uretaanivaah-  
dolla.

Varmistetaan, että työstä aiheutuneet jätteet on siivottu päivittäin työnjohdon  
osoittamaan paikkaan kerroksessa. Työkohteen tulee olla lastapuhdas.

### 3.1.3 Levyväliseinät

Levyväliseinien tarkastus suoritetaan kahdessa vaiheessa. Ensimmäinen vaihe  
suoritetaan silloin kun seinän toinen puoli on levytetty, mutta toinen puoli on  
vielä auki ja seinän tekniikka on näkyvässä. Toinen vaihe suoritetaan, kun seinä  
on kokonaan valmis.

Seuraavassa listassa oletetaan, että laadullisesti pyritään SisäRYL:ssä esitetyn  
Luokka 2 mukaiseen jälkeen. Peabin yleisten urakkarajojen mukaan kaikki  
tässä listassa mainitut työvaiheet kuuluvat urakoitsijalle.

Tarkastetaan seinälinjan mittalinjan mukaisuus ja pystyrunkojen pystysuoruus.  
Väliseinä ei saa poiketa 2 m matkalla yli 6 mm. Käyryys mitataan suoralla vii-  
vaimella asettamalla viivain levytyksen pintaan. Käyryyden lukuarvo saadaan  
mittaamalla viivaimen ja levytyksen etäisyys mittauspituuden huonoimmasta  
kohdasta. Seinän kaltevuus ei saa olla yli kahdeksaa millimetriä seinän korkeu-  
den matkalta kumpaankaan suuntaan. Tarkastus suoritetaan vesi vaa'alla mit-  
taamalla.

Tolppa- tai pystyrunkajako on normaaleissa rakenteissa 600 mm, eli tolppien tai  
pystyrunkojen välinen matka on maksimissaan 600 mm runkotolpan keskeltä  
viereisen tolpan keskelle. Laatoitettavissa rakenteissa välimatka on 400 mm ja  
märkätilarakenteissa 300 mm. Mitataan rullamitalla tai vastaavalla. Märkätilojen

puisen väliseinän alustana on tarvittaessa vähintään 200 mm:ä korkea kivirakenteinen sokkeli, joka on erotettu puurungosta esimerkiksi bitumihuopakaisella. Löylyhuoneiden rakenteissa ei käytetä painekyllästettyä puuta.

Pystyranka on kiinnitetty kattoon ja alaranka on kiinnitetty lattiaan k400 jaolla. Ala- ja yläranka kiinnitetään massiiviseen betoniin joko ampumalla tai lyöntitulilla. Kiinnitys jännebetoniin tai ontelolaattaan tehdään vain lyöntitulilla. Kiinnikkeiden jakomitta on 400 mm. Pystyrangat kiinnitetään lopullisesti vasta levytysvaiheessa.

Tarkastetaan rakenteen painumavara. Pystyrankojen ja ylärangan välinen etäisyys on 10-20 mm.

Väliseinän levyn yläpinnan ja katon alapinnan välinen etäisyys on 5-15 mm. Yläranka on kiinni katossa. Seinän alapinnan ja lattian yläpinnan välinen etäisyys on 5-15 mm. Pohjaranka on kiinni lattiassa.

Väliseinän tekniikka on kiinnitetty ohjeistusten mukaisesti ja valokuvattu ennen toisen puolen levytystä. Asennustuet, sähköasiat, putkitukset ja muut varusteet ovat paikoillaan ennen toisen puolen levytystä. Hanakulma-, kaapisto-, vaate-aulakko- ja muut vastaavat kiinnitetään vähintään 1 mm paksuun tukipeltiin. Sähköasiat eivät saa olla kohdakkain. Osastoivien väliseinien sähköasiat on suojattu esimerkiksi kipsilevyllä. Putkitukset ja muu vastaava tekniikka ei saa kokonaan täyttää villoitettavaa tilaa.

Levyjen saumat eivät ole samassa kohtaa seinän molemmilla puolilla ja levyt on leikattu siististi. Levyjen reunat ovat pystyrankojen kohdalla. Toisen puolen levytys on aloitettu puolikkaalla levyllä, jotta saumat eivät tulisi toisiaan vastakkain samaan kohtaan. Saumat eivät saa olla samassa pystyrangassa. Kaksinkertaisessa levytyksessä saumat eivät saa olla samassa kohdassa. Levyn reuna ja keskilinja määräävät levytyksessä rangon paikan, jolloin sen lopullinen kiinnittyminen tapahtuu.

Väliseinän ruuvivälit ovat reunoilla k200 ja keskellä k300. Teräsrunkoisen väliseinän levyjen ruuvit on kiinnitetty mahdollisimman lähelle teräsprofiilin taitekohdalle ja on varmistettu, että teräsrungon läpät ovat auki. Teräsrangat kiinnitetään lopullisesti paikoilleen vasta levytysvaiheessa. Ruuvivälit levyn reunoilla on 200 mm ja keskirangalla 300 mm. Ruuvien etäisyys kartonkireunoilla on vähintään 10 mm ja leikatusta reunasta vähintään 15 mm.

Oviaukot on leikattu siististi täysiin levyihin ja runkotolpat on tuettu karmirangalla. Aukot levytetään täysillä levyillä, jotka lovetaan. Lyhyet sivut on leikattu sahalla ja pitkät mattopuukolla, reunaohennuksien säilyttämisen takia. Oviaukon yläkarmi on tehty oviaukon levyisellä oviaukkokiskolla. Tavallisen, kevyen välioven karmiranka asennetaan seinän korkuisen puulistan ympärille. Ovikarmi kiinnittyy puulistaan. Lattiakiskosta taitetaan 150 mm pituinen osa ylöspäin tukemaan liitoskohtaa.

Työstä aiheutuneet jätteet on siivottu päivittäin työnjohdon osoittamaan paikkaan kerroksessa. Työkohteen tulee olla lastapuhdas. Huolehditaan siitä, että työkohte on valokuvattu ennen pintakäsittelyä.

#### 3.1.4 Pintabetonityöt

Pintabetonitöiden tarkastus suoritetaan kahdessa vaiheessa. Ensimmäinen vaihe suoritetaan silloin kun viemärit, raudoitukset, lattialämmitykset ja muu mahdollinen tekniikka on asennettu. Toinen vaihe suoritetaan, kun valu on tehty.

Peabin yleisten urakkarajojen mukaan kaikki tässä listassa mainitut työvaiheet kuuluvat urakoitsijalle.

Varmistetaan, että alustan lämpötila on +10°C, se on puhdas ja nostolenkit on katkottu.

Raudoitus on tuettu, nostettu irti pinnoista ja sen päällä on 25 mm suojapeite. Tämä varmistetaan ennen valua mittaamalla raudoituksen yläpinnan etäisyys korkomerkeistä.

Valettavan rakenteen ympärille on tehty korkomerkit vähintään 2 m välein, joiden mukaan valu on toteutettu. mitataan rullamitalla tai vastaavalla. Mahdolliset irrotuskaistat ja rakenteiden roiskesuojaus on asennettu.

Kaadot ovat suunnitelmien mukaiset. Tiivistyshierro, liimahionta, kastelu ja muovitus on tehty.

### 3.2 Asiantuntijahaastattelujen tulokset

Tässä luvussa käydään läpi haastatteluiden pohjalta nousseita parannusta ja täydennystä kaipaavia seikkoja, sekä toimeenpannaan näitä asioita. Laadunvarmistuksen tarkastuslistat ja ohjeistus päivitetään parhaaksi nähdyllä tavalla asiantuntijoiden havaintojen ja ideoiden pohjalta.

Ensimmäisen haastateltava oli vastaava työnjohtaja. Haastattelun pohjalta nousi esiin puutteita pintabetonitöiden tarkastuslistasta. Tarkastuslistasta puutui lattiakaivojen korkojen ja sijainnin tarkastus. Tämä johti siihen, että tarkastus kannattaa suorittaa kolmessa osassa; lattiakaivojen asennuksen jälkeen, ennen valua ja valun jälkeen.

Toinen pintabetonitöiden tarkastuslistaa koskeva muutos oli korkomerkkien lisääminen kaikkiin nurkkiin, joiden perusteella seinään piirrettään jatkuva korkoviiva räpsyn avulla. Valun jälkihoitoon lisättiin nurkkien ja valuroiskeiden petkelöinti.

Toinen haastateltava oli sisätyömestari. Haastattelun pohjalta esiin nousi puutteita kaikissa tarkastuslistoissa. Kaikkiin listoihin lisättiin kohta, jossa vaaditaan materiaalien tarkastusta ja hyväksytystä tilaajalla.

Levyväliseinien tarkastuslistaan lisättiin keittiöissä vaadittavaksi pystyrankojen rankajaoksi k300. Levytyksen palokittausraon huomiointi paloseinissä lisättiin. Lisäksi tarkastuslistaan lisättiin taustatukien tarkastukselle oma kohta.

AKO-elementtien tarkastuslistaan lisättiin oviaukkojen onteloiden täyttö. Muuratujen harkk väliseinien tarkastuslistaan tehtiin tarkennuksia ylipursunneen laastin puhdistuksesta.

Pintabetonitöiden tarkastuslistaan lisättiin lattialämmityskaapelien tarkastamiselle ja tekniikan valokuvaukselle omat kohdat.

Kolmas haastateltava oli toinen sisätyömestari. Haastattelun jälkeen levyseinien tarkastuslistaan lisättiin kohta, jossa tarkastetaan, että pystyrangat on asennettu uuma auki samaan suuntaan. Levyjen ruuvien tarkastuskohtaan lisättiin kohta, jossa huomioidaan se, että ruuvit ovat painautuneet rangasta läpi. Lisäksi suositelluksi pintojen tasaisuuden tarkastusvälineeksi vaihdettiin linjalauta.

## **4 Johtopäätökset**

Tässä luvussa tehdään johtopäätöksiä tehtyjen havaintojen, summatun tiedon ja haastatteluiden perusteella.

Hyvän laadun varmistamiseksi silkat jälkitarkastukset eivät riitä, vaan työtä on seurattava sen koko toteutuksen ajan. Laatutarkastuksia on tehtävä työkohtaisesti useita, jotta voidaan varmistua kaikkien työvaiheiden onnistumisesta ja suunnitelmanmukaisuudesta.

Laadunvarmistuksen tarkastuslistoja voidaan käyttää jo neuvotteluvaiheessa luomaan yhteisymmärrystä työn tilaajan ja toteuttajan välille. Mitä aiemmin ja tarkemmin työn tilaaja on tuonut vaatimuksensa esille, sitä parempi mahdollisuus työllä on onnistua ja sitä helpompi niihin on vedota.

Laadunvarmistukseen liittyvää sisältöä on paljon, tieto saattaa vaihdella lähteiden välillä ja suuri osa eri lähteiden sisällöstä perustuu Rakennustöiden yleisiin laatuvaatimuksiin ja valmistajien omiin ohjeisiin.

Kaikille tarkastettaville kohdille ei löytynyt objektiivista toleranssilukua, joten tuloksen hyväksyminen jää tarkastajan harkinnasta riippuvaiseksi.

## **5 Yhteenveto**

Tässä luvussa tiivistetään opinnäytetyön sisältö ja kiteytetään tutkimuksen päätulokset, eli vastaukset tutkimuskysymyksiin yhdeksi koherentiksi paketiksi.

Tutkimuksen tavoitteena oli luoda Peabille laadunvarmistuksen tarkastuslistat ja ohjeistukset rajauksessa esitetyille työvaiheille niin, että ne täyttävät tavoitteessa esitettyjen osapuolien minimivaatimukset.

Tutkimus toteutettiin etsimällä tietoa kunkin osapuolen omista lähteistä, vertailemalla niitä ja jalostamalla niistä laadunvarmistuksen tarkastuslistat ja ohjeistukset.

Kaikille työvaiheille ei löytynyt kaikkien osapuolien minimivaatimuksia, joten osa laadunvarmistuksen tarkastuslistoista muodostettiin pelkästään muiden osapuolien minimivaatimuksien pohjalta. Jotkut tarkastuslistoissa esitetyistä kohdista eivät tarvinneet ohjeistusta. Työssä saavutettiin se, mitä tavoiteltiin.

Valmistuneet laadunvarmistuksen tarkastuslistat ja ohjeistukset on tarkoitettu vain Peabin sisäiseen käyttöön.

## **6 Pohdinta**

Tässä luvussa esitetään omia pohdintoja koskien aihetta ja tehtyä tutkimustyötä.

Laadunvarmistus on laaja prosessi, jota useat eri tahot harjoittavat ja kehittävät jatkuvasti. Selkeiden, mutta kattavien laaduntarkastuslistojen avulla tehtävät laadutarkastukset ovat tehokkain tapa puuttua mahdollisiin laatupuutteisiin ajoissa.

Tekemällä vaadittu laadun taso ja tehtävät tarkastuskohdat urakoitsijalle selkeiksi sekä valvomalla niiden noudattamista ehkäisee myöhemmin ilmeneviä ongelmia ja täten helpottaa työnjohtajien työtä.

Rakentamisen laatu tuntuu olevan vahvasti kritiikin alla, joten laadunvalvontaan on panostettava yhä enemmän. Tieto siitä mitä tarkastetaan, miten tarkastetaan ja milloin tarkastukset tehdään, on avainasemassa rakennusalan laadun ja maineen parantamiseen.

## 7 Lähteet

- 1 RT 12-11103 SisäRYL 2013 Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset. Talonrakennuksen sisätyöt. 2013. Rakennustieto.
- 2 Ratu S-1224 Rakennushankkeen laadunvarmistustoimet. 2009. Mittaviiva Oy, Tarja Mäki.
- 3 Leca-EasyLex suunnittelu- ja työohje. 2018. Verkkoaineisto. Leca Finland Oy.
- 4 Ratu 0485 Tiilimuuraus. 2019. Verkkoaineisto. Rakennustietosäätiö.
- 5 Rakennustöiden laatu 2017. 2017. Talonrakennusteollisuus ry.
- 6 AKO Työohjeet 2014. 2014. Rakennusbetoni ja elementti oy.
- 7 AKO-Laatukortti 2020. 2020. Rakennusbetoni ja elementti oy.
- 8 Pienrakentajan käsikirja. 2008. Gyproc.
- 9 Betonilattiat kortisto. 2012. Suomen Rakennusmedia Oy.
- 10 Ratu 0404 Pintabetonityöt. 2012. Mittaviiva Oy, Lauri Koistinen, Christian Kivimäki.