

LAADUNVARMISTUSMATTRIISIN LAATIMINEN  
SAKELA RAKENNUS OY:LLE

Heikki Granlund

Opinnäytetyö  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri

2026

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

---

|                                |  |              |      |
|--------------------------------|--|--------------|------|
| <b>Tekijä</b>                  | Heikki Granlund  | <b>Vuosi</b> | 2026 |
| <b>Ohjaaja</b>                 | Juha Vesa  |              |      |
| <b>Toimeksiantaja</b>          | Sakela Rakennus Oy   |              |      |
| <b>Työn nimi</b>               | Laadunvarmistus matriisin laatiminen<br>Sakela Rakennus Oy:lle |              |      |
| <b>Sivu- ja liitesivumäärä</b> | 40 + 0   |              |      |

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda selkeä laadunvarmistusmatriisi Sakela Rakennus Oy:lle. Yrityksellä on jo ennestään toimivia hankekohtaisia matriiseja, mutta se kaipaa silti selkeää yhtenäistä laatumatriisipohjaa. Yhtenäisellä matriisilla parannetaan yrityksen laadullista toimivuutta tulevaisuuden hankkeissa.

Laatumatriisi on yksi työmaan tärkeimpiä laadunvarmistuksellisia työkaluja, jolla varmistetaan rakennuksen työkokonaisuuksien, materiaalien, asennusten ja työtapojen oikeellisuus ja lainmukaisuus. Matriisin tehtävä on luoda täydellinen dokumentaatiopöytäkirja, joka annetaan rakennuksen luovutuksen yhteydessä tilaajaorganisaatiolle.

Tässä raportissa läpi käytävät työvaiheet on valittu sillä perusteella, että ne ovat rakennushankkeen suurimpia ja yleisimmin toteutuvia kokonaisuuksia, joiden onnistumisella on suora vaikutus rakennuksen elinkaaren toteutumiseen. Lisäksi työssä käytiin läpi Congrid-sovelluksen käyttämisen hyötyjä työmaan arjessa yhtenä laadunvarmistuksen osatekijänä.

Yhteenvedossa käytiin läpi matriisin tarkastuskohtien luomiseen huomioon otettavia asioita. Pohditiin myös matriisin onnistumista ja sen tekemisessä eteen tulleita haasteita.

Degree Programme in Civil Engineering  
Bachelor of Engineering

---

|                          |  |      |      |
|--------------------------|--|------|------|
| <b>Author</b>            | Heikki Granlund  | Year | 2026 |
| <b>Supervisor</b>        | Juha Vesa  |      |      |
| <b>Commissioned by</b>   | Sakela Rakennus Oy   |      |      |
| <b>Subject of thesis</b> | Creating a quality assurance matrix for Sakela Rakennus Oy |      |      |
| <b>Number of pages</b>   | 40 + 0   |      |      |

---

The purpose of this thesis is to create a clear quality assurance matrix for Sakela Rakennus Oy. The company already has functional project-specific matrices, but it still needs a clear, standardized quality matrix template. A unified matrix will improve the company's quality performance in future projects.

The quality matrix is one of the most important quality assurance tools on a construction site, used to ensure the correctness and legal compliance of work packages, materials, installations, and working methods. The purpose of the matrix is to create complete documentation records that are handed over to the client organization upon the completion of the building.

The work phases reviewed in this report have been selected based on that they represent the largest and most commonly executed construction tasks, and their successful implementation has a direct impact on the building's life cycle performance.

In addition, the thesis examines the benefits of using the Congrid application in everyday site operations as part of quality assurance.

The conclusion reviews the factors that must be considered when creating the inspection items of the matrix. I also reflect on the success of the matrix and the challenges encountered during its development.

Key words

Quality assurance matrix, Quality assurance, Congrid

## SISÄLLYS

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1   | JOHDANTO .....  | 5  |
| 2   | CONGRID-SOVELLUS .....                                    | 7  |
| 3   | LAATUTARKASTUKSET .....                                   | 10 |
| 3.1 | Mestän vastaanotto .....                                  | 10 |
| 3.2 | Mallikatselmus .....                                      | 11 |
| 3.3 | Osakohdekatselmus .....                                   | 11 |
| 3.4 | Työvaiheen loppukatselmus .....                           | 12 |
| 4   | MAA- JA POHJARAKENTAMINEN .....                           | 13 |
| 4.1 | Raivaus ja purkutyöt .....                                | 13 |
| 4.2 | Maankaivuu .....  | 14 |
| 4.3 | Louhinta .....  | 16 |
| 4.4 | Pohjarakenteiden vahvistus (maa- ja kalliovahvistus)..... | 18 |
| 4.5 | Maanalaiset viemäröinnit ja putkitukset .....             | 20 |
| 5   | PAIKALLAAN VALETTAVA RUNKO JA PINTABETONOINTI.....        | 22 |
| 5.1 | Muotittaminen .....                                       | 22 |
| 5.2 | Raudoitus .....   | 24 |
| 5.3 | Betonointi.....   | 25 |
| 5.4 | Pintabetonointi .....                                     | 27 |
| 5.5 | Betonirakentamisen jälkityöt .....                        | 28 |
| 6   | VESIKATON PUISET RUNKORAKENTEET .....                     | 31 |
| 7   | TÄYDENTÄVÄT RAKENTEET .....                               | 33 |
| 7.1 | Puu- ja metalli-ikkunat .....                             | 33 |
| 7.2 | Kevyet väliseinät.....                                    | 35 |
| 7.3 | Muuratut väliseinät.....                                  | 36 |
| 7.4 | Laatoitus .....   | 39 |
| 8   | POHDINTA .....  | 42 |
|     | LÄHTEET .....   | 44 |

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä käsitellään keskisuuren rakennushankkeen yleisimpien rakennustöiden laadunvarmistukseen liittyviä keskeisiä tarkastuskohtia. Tarkastuskohtat ovat jaettu neljään suurempaan työvaiheeseen, jotka ovat maa- ja pohjarakennus, runkorakennus, vesikattorakenteet sekä täydentävät rakenteet, jotka sisältävät muun muassa ikkunoiden ja ovien, sekä raskaiden ja kevyiden väliseinien asennusten laadulliset vaatimukset. Nämä työvaiheet valittiin läpi käytäväksi siksi, että ne ovat yleisimpiä ja suurimpia rakentamisen kokonaisuuksia, joiden onnistuminen on ensiarvoisen tärkeää. Kyseisten työvaiheiden onnistumisella on suora yhteys rakennuksen suunnitellun elinkaaren toteutumiseen.

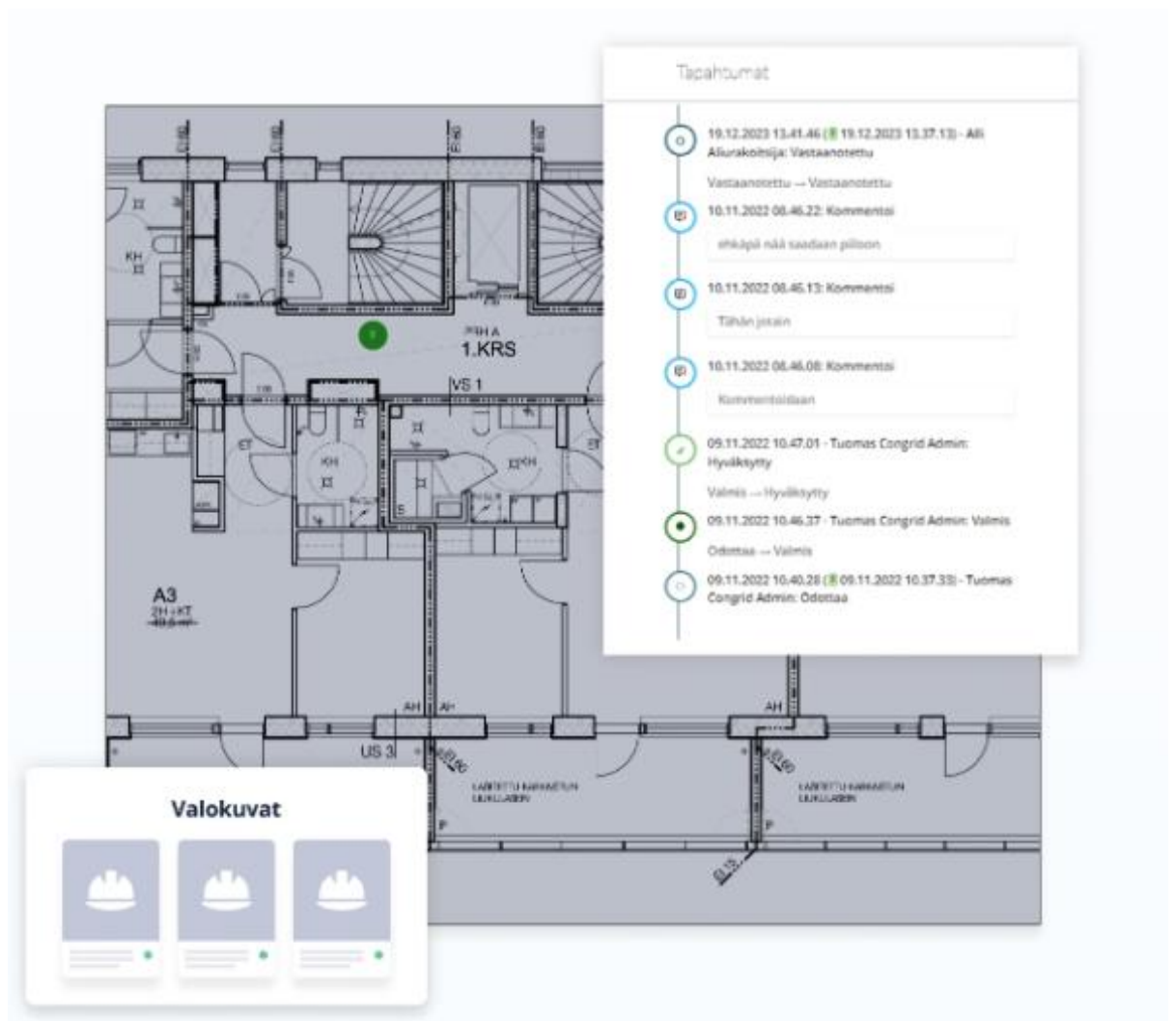
Jokaiset työvaiheet tulee dokumentoida ja niihin liittyvät laatuvaatimukset on täytettävä niin kuin sopimuksissa ja asiakirjoissa on sovittu. Tämä on raskas prosessi, joka vaatii toimihenkilöresursseja. Tuotannon laatumatriisin tarkoituksena on helpottaa työmaan dokumentointia ja luoda valmis järjestelmällinen tarkastuslista, jolla valvotaan töiden laadullista etenemistä. Matriisi on ikään kuin tehtävälista, jossa on esitetty kaikki työmaan tehtävät työt, olivat ne sitten itse pääura-koitsijan tai aliurakoitsijan suorittamia. Tätä matriisia hyödyksi käyttäen laadunvalvontaa ja dokumentointia voidaan jalkauttaa työnjohdolle, joka on kyseisen työvaiheen vastuuhenkilönä. Laadunvalvonta muuttuu tätä kautta myös tarkemmaksi, sillä se pysytään toteuttamaan henkilöillä, jotka ovat tarkasti perehtyneet kyseiseen työvaiheeseen.

Laadunvarmistusmatriisi on asiakirja, johon on listattu kaikki työmaan sisältävät laadullisesti seurattavaksi määritetyt työvaiheet. Jokaisen työvaiheen alle on tallennettu kyseisen työvaiheen suunnitelmat, työvaiheen vastaanottotarkastukset, mallityökatselmukset sekä osakohdetarkastukset. Valmis matriisi on ikään kuin yksi iso laatudokumentti, joka sisältää kaiken dokumentaation siitä, miten työvaiheet on toteutettu asiakirjojen ja suunnitelmien mukaan.

Laadunvarmistusta tulee erityisesti suorittaa riskialttiissa ja peittoon jäävissä rakenteissa, joissa matriisin kaltainen työkohtainen tarkastuslista on erinomainen. Tällä dokumentointityylillä saadaan aikaan helposti moneen eri yhteyteen sopiva selkeä laadunvarmistusketju. (Ratu KI-6020 2011, 19.)

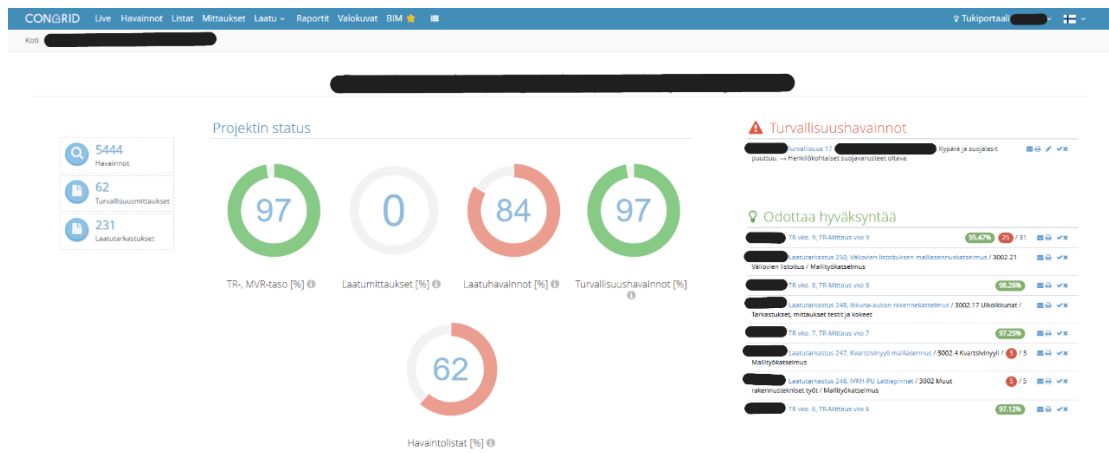


Congrid hyödyttää myös rakennushankkeen valvoja, sillä he pystyvät hyödyntämään sovelluksen muistiota-ominaisuutta. Tällä ominaisuudella viikoittaiset työmaakerroksen havainnot saadaan valokuvattua ja asetettua suoraan kyseisen työtä suorittavan urakoitsijan tehtävälisälle. Näin urakoitsija näkee selkeästi kuvattun puutteen ja korjauksen jälkeen todentaa valokuvaamalla kohteen sekä merkkää havainnon ”valmis” tilaan. Tämän jälkeen valvoja näkee tilan ja joko hylkää tai hyväksyy korjauksen. Havaintoja voidaan tehdä myös positiivisessa mielessä esimerkiksi kosteudenhallintaan tai turvallisuuteen liittyen. Alla esimerkki (kuvio 2) valvojan tekemästä havainnosta, jossa vastuutettu urakoitsija ja valvoja pystyvät seuraamaan reaaliaikaisesti havainnon tilaa sekä korjauksen etene- mistä.



Kuvio 2. Korjaustoimenpiteiden seuranta reaaliajassa (Congrid Rakennustyön valvojalle 2026)

Congridiin voidaan perustaa lähes kaikki työmaan dokumentointi. Esimerkiksi betonointipöytäkirjat, mittauspöytäkirjat, työmaapäiväkirja, turvallisuushavainnot ja mittaukset, tehtäväsuunnittelu sekä laatumatriisi jne. Näiden lisäksi sovellus kerää dataa tehdyistä havainnoista laskee näiden suoritusprosentit. Näistä esimerkkinä työmaan aikana tehtyjen turvallisuusmittausten kokonaisprosentti, jotka ovat myös yksiä laadullisesti tärkeitä kokonaisuuksia. Alla esimerkki (kuvio 3) projektin etusivusta, josta voidaan seurata nopeasti muun muassa työturvallisuusmittausten kokonaisprosentteja.



Kuvio 3. Kokonaisprosenttien ja projektin seuranta Congridin etusivun kautta (Congrid live 2026)

### 3 LAATUTARKASTUKSET

Rakennustöiden työkohteittain tehtävät laatutarkastukset ovat jaettu karkeasti neljään eri osa-alueeseen, jotka ovat mestan vastaanotto, mallikatselmus, osakohdekatselmus sekä työvaiheen loppukatselmus. Jokainen osa-alue pitää sisällään vaiheittain tapahtuvan laadunvarmistuksen yksittäisen työvaiheen sisällä. Tällä menetelmällä voidaan varmistaa työn ajantasainen ja täydellinen dokumentointi sekä seuranta, jolloin laadulliset epäkohdat ovat helpommin huomattavissa ja niihin voidaan reagoida nopeasti.

Tiivistetyksi katselmuksien tarkoituksena on varmistaa, että työt suoritetaan määräysten ja sopimusten mukaisesti sekä seurata työn vaikutuksia ympäristöön esimerkiksi louhinta tai räjäytystöissä. (Ratu KI-6020 2011, 31.)

#### 3.1 Mestän vastaanotto

Mestän vastaanoton tarkoituksena on katselmoida kohteessa aloitettavan rakennustyön valmiudet. Edelliset työvaiheet on saatettu loppuun ja niistä aiheutuneet jätteet on korjattu asianmukaisesti pois. Aloitettavalle työlle ei saa olla esteitä ja sen eteneminen on suunniteltu yhdessä työnsuorittavan urakoitsijan kanssa.

Ennen mestän vastaanoton tekemistä on syytä tarkastaa, että suorittavalla osapuolella on myös resurssit ja ammattitaito suorittaa kyseinen työ. Sopimusasiakirjat ja suunnitelmat käydään läpi sekä pidetään aloituspalaveri työhön osallistuvien henkilöiden kanssa. Mestän vastaanoton yhtenä tarkastuskohtana onkin yleensä aloituspalaverin pitäminen.

Aloituspalaverissa tarkoituksena on käydä läpi tehtävä kohtaisesti kaikki toteutusta koskevat asiat. Palaverin muistion tulisi olla mahdollisimman aukoton ja näin ikään kuin pakottaa kirjaamaan sovitut pykälät. Palaverissa käsiteltäviin asioihin kuuluvat muun muassa aikataulu, resurssit, työsaavutukset ja sisältö laatuvaatimuksineen. (Ratu KI-6020 2011, 18,19.)

### 3.2 Mallikatselmus

Mallikatselmuksen ideana on tarkastaa suunnitelmien käytännön toteutus sekä toimivuus ennen laajempaa asennusta. Mallikatselmuksella varmistetaan, että lopputuote palvelee suunnitellusti tilaajan tarpeita ja tyydyttää myös muut osapuolet. Mikäli asennuksessa tai suunnitelmissa on kuitenkin havaittu puutteita, on malliasennuksen tarkoituksena saattaa asia eteenpäin niin, että valittua kohdetta muutetaan, olivat muutoksen kohteena sitten itse asennus tai suunnitelmat. Laajempi asennus voidaan aloittaa vasta hyväksytyin malliasennuksen jälkeen.

Malliasennus tehdään kaikista sopimusasiakirjoissa määritetyistä osakohteista. Katselmukseen osallistuu yleensä rakennuttajan edustaja, suunnittelija, työntekijät ja työnjohto. Hyväksytyä malliasennusta käytetään vertailukohtana muille kyseisen työn asennuksille. (RT S-1198 2002, 33.)

### 3.3 Osakohdekatselmus

Tässä katselmuksessa käydään läpi työn suoritusta malliasennuksen jälkeen. Katselmuksen kriteerit ovat samat kuin malliasennus katselmuksessa, jota käytetään myös vertailukohtana. Tarkastukseen voi halutessaan osallistua myös muita tahoja. Katselmuksen tavoitteena on pitää mallikatselmuksessa asetetut työn laadulliset tavoitteet samana koko loppuasennus prosessin ajan. Osakohdetarkastukset voidaan määrittää tehtäväksi kerroksittain, lohkoittain tai kohteittain, riippuen asennusten laajuudesta ja vaativuudesta. Esimerkiksi runkotöihin tai muihin kantaviin rakenteisiin liittyvät osakohdekatselmukset on syytä tehdä kohteittain. Ovien tai laatoitusten osalta katselmus voidaan tehdä isommissa kokonaisuuksissa malliasennus katselmuksen jälkeen. Osakohdekatselmusta voidaan nimittää myös työntekijöiden omana tarkastuksena.

Osakohdetarkastuksella varmistetaan myös se, että kohteessa havaitut virheet eivät aiheuta tapahtumaketjua, jossa virhe kertaantuu seuraavissa työvaiheissa. (RT S-1229 2011, 8.)

### 3.4 Työvaiheen loppukatselmus

Loppukatselmuksen tarkoitus on tehdä niin sanottu työn itselle luovutus. Tämä tarkoittaa sitä, että työn ollessa valmis tarkastetaan koko asennuskokonaisuus, suunnitelmien vastaavuus, mahdolliset puutteet ja korjaukset. Samalla katselmoidaan työn vaikutukset ympäristöön eli jätteiden siivoamiset ja muiden materiaalin asianmukaiset varastoinnit ja poisviennit paikalta. Tämä toimii samalla myös dokumenttina siitä, että työn suorittanut urakoitsija on tehnyt työnsä suunnitelmien, urakkarajaliitteen ja muiden asiakirjojen mukaan. Loppukatselmus valmistaa mestan vastaanottoa seuraavaa työvaihetta varten.

Katselmuksessa verrataan samalla koko työn toteutumista aikataulun, suunnittelun ja työvaiheen toteuman kesken. Mahdolliset virheet ja puutteet kirjataan ylös ja korjataan. (RT 1190-S 2000, 6.)

## 4 MAA- JA POHJARAKENTAMINEN

Tässä osiossa käsitellään maa- ja pohjarakentamiseen liittyviä tärkeimpiä laatuvaatimuksia.

### 4.1 Raivaus ja purkutyöt

Raivaus- ja purkutyöt sisältävät rakennettavan kiinteistön tiellä olevan materiaalin hallitun ja suunnitellun purkamisen. Nämä voivat sisältää muun muassa orgaanisen maa-aineksen, puuston tai vanhojen kiinteistöjen hallittua poistoa tai purkua. Huomiota on myös kiinnitettävä hallittuun purkujätteen pois kuljettamiseen. (Ratu KI-6029 2017, 72.)

Ennen raivaus- ja purkutöiden aloittamista on syytä kiinnittää huomiota suunnitelmiin sekä niiden toteutuskelpoisuuteen. On myös varmistuttava siitä, että tarvittavat luvat on annettu ja saatu, viranomaisilmoitukset tehty, sekä tarvittavat katselmukset pidetty. Työn aikataulut on suunniteltava siten, että ne ovat tavoitteiden mukaiset. Myös kaluston sopivuus, materiaalit sekä työvoiman määrä on mitoitettava siten, että työ voidaan suorittaa suunnitellun aikataulun ja työturvallisuusmääräysten mukaisesti. Olosuhteiden tulee olla linjassa asiakirjojen kanssa sekä ongelmajätteet tai muut terveydelle haitaksi olevat aineet, rakenteet ja tekniikka on kartoitettu ja niiden virtaus katkaistu. Työmaa on merkittävä ja rajattava selkeästi siten, että ulkopuolisilla eivät pääse sinne. Työmaan on varauduttava etukäteen mahdollisiin onnettomuuksiin ja vahinkoihin suunnitelmalla, joka antaa toimintaohjeet näiden sattuessa. Pois kuljetettavalle purkujätteelle on varattava riittävästi läjitystilaa sekä jätteen lopulliset sijoituspaikat ja hyötykäyttö tulee olla selvitettyä. (Ratu KI-6029 2017, 72.)

Työssä käytetään oikeita henkilösuojaimia sekä huomiovaatetusta. Vahingoille alttiit sekä säilyvät rakenteet ja laitteet on suojattu rakennusalueella. Nämä on myös suojattava rakennusalueen ulkopuolella, mikäli raivaus ja purkutyöstä aiheuttaa näille haittaa. Säätettävät puut tulee suojata 4 metrin korkeuteen laudoilla siten, että puun rungon ja laudoituksen väli on pehmustettu. Suojausten kuntoa tulee valvoa ja tarvittaessa korjata töiden aikana. (Ratu KI-6029 2017, 73.)

Purkutyön kohteena oleva rakenne on purettava siten, että sen vaikutuspiirin henkilöturvallisuus on otettu selkeästi huomioon ja rakenne ei sortuessaan aiheuta vaaraa. (Ratu KI-6029 2017, 73.)

Purkujätteet tulee lajitella kuten edellä tehdyssä purkutyötä edeltävässä katselmuksessa on määritelty. Ongelmajätettä sisältävät sekä ehjänä purettavat rakennusosat puretaan ensin. Ongelmajätteet tulee kuljettaa ongelmajätelaitoksille niille erikseen varatuissa astioissa. Ehjänä purettavia ja uudelleen käytettäviä rakenteita on käsiteltävä erityistä varovaisuutta noudattaen. Purkujätteet tulee kuljettaa välittömästi kaatopaikalle niille varattujen astioiden täytyessä tai purkutyön päättyessä. Hyötypuiden kaadossa puut tulee kaataa mahdollisimman juuresta ja kannon korkeus saa olla enintään 0.1 m. Hyötypuita käsitellään siten, että niihin ei tule lohkeamia ja ruhjoutumia, eikä myöskään tarpeetonta likaa. Muut purettaviksi määritetyt kasvillisuuksien juuret ja juuriversoiset tuhotaan kokonaan. (Ratu KI-6029 2017, 73.)

On myös erityisen tärkeää huomioida uudelleen käytettävien rakenteiden varastointi. Usein rakenteet ovat pitkiä aikoja varastokonteissa tai muissa niille varatuissa tiloissa. Rakenteen kannattaa suojata siten, että varastoinnin aikana ne eivät joudu säärasituksen kohteeksi. Puurakenteita varastoidessa kannattaa ottaa huomioon riittävä ilman vaihtuvuus, jotta rakenteet eivät pilaannu. (Ratu KI-6029 2017, 73.)

Työnjälkeisessä tarkastuksessa varmistetaan se, että purkutyö on suoritettu sopimusasiakirjojen esitettyjen laatuvaatimusten mukaisesti. Väliaikaiset suojaukset puretaan ja varmistetaan säilytettävien kohteiden vahingoittumattomuus. Kohde tulee olla siivottu purkutöiden aiheuttamista jätteistä sekä muut purkutyössä syntyneet materiaalit kuten hyötypuut on korjattu alueelta pois niille tarkoitetuille asianmukaisille varastointi- ja jälleenkäsittelypaikoille. (Ratu KI-6029 2017, 73.)

## 4.2 Maankaivuu

Maankaivuun työsisältöön kuuluu maamassojen irrotus, kaivuu, tuenta ja siirrot työmaalla kuormauksineen sekä kuljetus välivarastointineen ja muut maanrakennukseen liittyvät työt. (Ratu KI-6029 2017, 76.)

Työn edeltävässä laadunvarmistuksessa varmistetaan, että suunnitelmat ovat toteutuskelpoisia sekä viranomaisilmoitukset ja -luvat on annettu ja saatu. Pohjavedenkorkeusasema on tarkastettava ennen työtä ja varmistettava, että kaivuutyön vaikutukset pohjaveden korkeuden muutoksiin on huomioitu. On myös selvitettävä työn vaikutukset työmaa-alueen ja ympäristön hulevesiin ja niiden käsittelytarpeet on oltava selvitettyinä. Maankaivuun toteutus on suunniteltava siten, että aikataulu ja tavoitteet kohtaavat tahdistetusti. Kalusto ja kaluston sopivuus sekä työvoima ja materiaalin saatavuus on varmistettava. Lisäksi varmistetaan se, että työssä käytettävät resurssit ovat työturvallisuusmääräysten mukaiset ja henkilöstö työhönsä perehtyneitä. Varmistetaan kohteen olosuhteet ja niiden vastaavuus asiakirjoihin. Varmistetaan myös se, että rakennuttaja on selvittänyt kaivualueella olevien putkien, johtojen, kaapelien sekä muiden maanalla sijaitsevan tekniikan ja terveydelle haitallisten aineiden sijainnit. Vesi, sähkö, ja kaasu tulee olla katkaistuna kohteessa. Tarkastetaan työn laajuus sekä luiskien kaltevuudet, kaivuvarat, henkilösuojaimet sekä koneiden ja laitteiden kunto yhdessä kaivuutyön toteuttavan urakoitsijan kanssa. Läjitysmaat ja työmaanliikennejärjestelyt on suunniteltava. (Ratu KI-6029 2017, 76.)

Kaivualue merkitään sekä ulkopuolisten pääsy kohteeseen tulee estää. Vahinkoihin varaudutaan etukäteen tehdyllä suunnitelmalla, jossa kerrotaan ohjeet vaaratilanteen sattuessa. Selvitetään mahdollisesti saastuneiden maamassojen käsittelyohjeet sekä pidetään tarvittaessa ympäristökatselmus. (Ratu KI-6029 2017, 76.)

Työnaikaisen laadunvarmistuksessa tarkastellaan, että työ suoritetaan aiemmin määritettyjen ehtojen ja sopimusasiakirjojen mukaisesti. Kaivantojen sortuminen estetään luiskaamalla tai tukemalla suunnitelmien mukaan. Kaivantoja ja niiden tuennan vakavuutta tulee seurata työn aikana sekä väliaikaisten tuentojen purkuajankohta tulee varmistaa. Kaivannon saavutettaessa perustamistaso, on huolehdittava siitä, että pohja häiriintyy mahdollisimman vähän. Työn aikainen kuivana pito on täten suunniteltava häiriintymisen ehkäisemisen ehtojen mukaisesti. Häiriintynyt maa-aines korvataan suunnittelijan antaman ohjeen mukaisesti. Kylmänä vuodenaikana on huolehdittava siitä, että kaivanto ei jäädy tai sen jäätyminen ei aiheuta vahinkoa. Rakennuspohjan leikkaus tulisi suorittaa siten, että sa-

laojiin päin oleva kaato on vähintään 1:100. Hulevesien imetys sekä viivytyskentät ja alueet tulee toteuttaa suunnitelmien mukaan. Ryömintätalallisten alapohjien pohjat ovat oltava tasaisia ja kaikki vettä kerryttävät painanteet on poistettava. Putkikaivantojen pohjat on tehtävä mahdollisimman kapeina, kuitenkin siten, että vaaditut putkien väliset etäisyydet ja turvaetäisyydet täyttyvät. Kanaalikaivannoissa viereisten putkien sekä putkien etäisyys kaivannon seinästä on oltava vähintään 200 mm. Jos kummatkin putket sisältävät tarkastuskaivoja, on etäisyyksien oltava vähintään 300 mm. Lisäksi vältetään liikakaivua ja hyödynnetään käyttökelpoiset kaivuumassat suunnitelmien mukaisesti esimerkiksi pintakäytössä. Pilaantunut tai muuten kohteeseen soveltumaton maa-aines tulee kuljettaa pois. (Ratu KI-6029 2017, 77.)

Kaivuu työn päätyttyä varmistetaan, että työ täyttää sopimusasiakirjojen laatuvaatimukset laajuuden, syvyyden, kaltevuuksien, kallistusten, pohjan muotojen, häiriintymättömyyden ja tuennan osalta. Vettä keräävät muodot pohjassa tulee olla poistettu sekä hulevedet ovat johdettuja tai imetettyjä suunnitelmien esittämällä tavalla. Kaikki täyttöön kelpaamaton maamassa on kuljetettu pois ja jatkokäyttöön suunnitellut maamassat läjitetty suunnitelmien mukaan. Työmaan kulureitit ovat kunnossa ja alue valmis seuraavia työvaiheita varten. Jäljelle jääneiden kaivantojen reunat ovat merkattu riittävät suojaetäisyydet huomioon ottaen ja kaivantoon tahaton putoaminen on estetty ohjauspuomein sekä suoja-aidoin. Kaivantoa tulee seurata vedenkertymisen kannalta, mikäli suunnitelmien mukainen hulevesien ohjaus ei toimi. (Ratu KI-6029 2017, 77.)

### 4.3 Louhinta

Louhinnan työsisältöön kuuluu itse räjäytystyön lisäksi muun muassa poraus ja panostus, sekä niiden seurauksena syntyneen louheen poiskuljetuksen. (Ratu KI-6029 2017, 92.)

Ennen työn aloitusta on selvitettävä tai tehtävä louhintaja räjäytystöiden turvallisuussuunnitelma. Muita louhintatyön vaatimia suunnitelmia ovat turvallisuusasiakirja, turvallisuussuunnitelma, louhintasuunnitelma, räjäytyssuunnitelma, pelastautumissuunnitelma sekä työmaa-alueen järjestelypiirros. Räjäytysaineen varastointi täytyy ilmoittaa pelastusviranomaiselle. Kaikki viranomaisilmoitukset on

oltava tehtynä ja suunnitelmien toteutuskelpoisuus varmistettuna. Ympäristön rakenteet tulee tarvittaessa tarkastaa, jotta voidaan kartoittaa jo olemassa olevat vauriot. (Ratu KI-6029 2017, 92.) Näin voidaan tarkkailla paremmin räjäytystyön alkaessa ympäröivien rakenteiden käyttäytymistä.

Varmistetaan räjäytystyömaan alueen sekä sen vaikutuspiiriin kuuluvan alueen LVIS-tekniikoiden sijainnit, sekä näiden omistajat ja yhteystiedot. (Ratu KI-6029 2017, 92.)

On erittäin tärkeää, että kaikki räjäytystyön luvat ja ilmoitukset hoidetaan ajoissa. Varmistetaan myös, että louhinnan aikataulu, tavoitteet ja työturvallisuussäädökset ovat suunniteltu tukemaan toisiaan. Työvoiman, materiaalien ja kaluston tulee olla työturvallisuusmääräykset täyttäviä. Varastointi tulee olla turvallisuusmääräykset täyttäviä ja työntekijöiden pätevyys varmistettava. Henkilökohtaiset suojaimet sekä niiden saatavuus tulee tarkastaa. Katselmoidaan kohteen valmius sekä käytettävien koneiden ja laitteiden kunto yhdessä työn suorittavan tahon kanssa. Alue tulee merkitä selkeästi sekä ulkopuolisten pääsy sinne tulee estää. Laaditaan toimenpiteet vaara- tai vahinkotilanteiden varalle. Louheelle tulee varata varastointi paikka ja kalusto, jolla se voidaan kuljettaa pois alueelta. Selvitetään myös louheen hyötykäyttö mahdollisuus sekä lopullinen sijoituspaikka. (Ratu KI-6029 2017, 92.)

Työnaikana tulee varmistaa, että käytettävä kalusto sekä olosuhteet täsmäävät laadittuihin asiakirjoihin. Poikkeavuudet tulee välittömästi ilmoittaa tilaajalle. Työmaapäiväkirjaa sekä louhintapäiväkirjaa tulee pitää ajan tasalla. Varmistetaan myös, että putoamisvaaraa aiheuttavat kivet, lohkat ja muu irtoaines poistetaan tai kiinnitetään. Liikalouhintaa sekä säilytettävän kallion rikkoutumista tulee välttää. Liikaa louhitut kohdat täytetään betonilla tai muulla suunnitelmien esittämällä tavalla. Tarkastetaan rakennuspohjaksi louhitun alueen pinta, ettei se sisällä vettä kerääviä syvänteitä. Jos havaitaan, että perustusten alle jäävä kallion kaltevuus on suurempi kuin 15 astetta, on pinta louhittava suoraksi tai vaihtoehtoisesti porrastettava. Yli metrin korkeat liikennealueen luiskat tulee louhia kaltevuuteen 2:1, sekä matalammat maa-ainesluiskat samaan kaltevuuteen. Luiskien reunoille louhitaan vähintään 0.8 m leveät sivuojat, jotka ylettyvät vähintään 0.2 m alusrakenteen alapuolella. (Ratu KI-6029 2017, 93.)

Varmistetaan, että louhintatöistä ei aiheudu haittaa ympäristölle. Räjähdystarvikkeiden säilytys toteutetaan suojaetäisyydet ja varastointimääräykset täyttäen. Minimoidaan räjäytystyön haitat käyttämällä suunnitelmien mukaisia painopeitteitä sekä panostusmääriä ja panosten sijainteja. Huolehditaan, että räjäytyspaikan odotusaikaa noudatetaan ja räjäytetylle paikalle mennään vasta tämän jälkeen. Kaikki räjähdystarvikkeet tulee poistaa kohteesta. (Ratu KI-6029 2017, 93.)

Lopuksi tarkastetaan, että työ ja sen jälki vastaa sopimusasiakirjojen vaatimuksia. Louhe on kuljetettu asianmukaiseen paikkaan ja alueelta on poistettu kaikki käyttämättömät ja räjähtämättömät räjäytystarvikkeet. Varmistetaan alueen valmius seuraavaa työvaihetta varten. Laaditaan toteumapiirustukset, joista käy ilmi kalliolaatu, toteutunut louhintapinta, lujitusrakenteet ja tiivistystoimenpiteet. (Ratu KI-6029 2017, 93.)

#### 4.4 Pohjarakenteiden vahvistus (maa- ja kalliovahvistus)

Maa ja- ja kalliovahvistus pitää sisällään maaperän lujituksen ja tiivistyksen esimerkiksi stabiloimalla, injektoimalla tai pystyojittamalla. Lisäksi vaihe pitää sisällään pohjaveden pinnan muuttamisen sekä kallion lujittamisen ja tiivistyksen esimerkiksi pulttaamalla, ruiskubetonoimalla tai injektoimalla. (Ratu KI-6029 2017, 80.)

Ennen töiden aloitusta on varmistettava suunnitelmien toteutuskelpoisuus. Pohjaveden pinnan muutokset ja sen vaikutukset ympäristöön ja ympäristön rakenteille sekä rakennuksille on selvitetty. Työn toteutus aikataulu tulee olla tavoitteiden mukaisesti tahdistettu. Koneet, välineet ja työvoima on työhön soveltuvia ja henkilöstö perehtynyt. Lisäksi näiden on täytävä vaaditut työturvallisuusmääräykset. Materiaalin saatavuus on varmistettu. Olosuhteiden tulee vastata asiakirjoissa mainittuja olosuhteita. Työn suorittavan henkilöstön suojavarustus sekä koneiden kunto tulee tarkastaa yhdessä maa- ja kalliovahvistuksen toteuttavan urakoitsijan kanssa. Työkohteeseen järjestetään tarvittaessa huuhtelupiste kasvojen, silmien ja käsien puhdistus tarkoitukseen. (Ratu KI-6029 2017, 80.)

Kohteen sähkö, kaasu ja vesijohto sijainnit on selvitetty ja mahdolliset työtä haittaavat kivet, kannot ja rakennekerrokset poistettu. Työalue tulee merkitä selkeästi

ja ulkopuolisten pääsy työmaa-alueelle on estetty. Vahinkoihin on varauduttu etukäteen suunnitelmin, jossa kerrotaan yleiset toimenpiteet vahingon sattuessa. (Ratu KI-6029 2017, 80.)

Työn aikana varmistetaan, että henkilökohtaiset suojavarusteet ja vaatteet ovat käytössä. Ympäristöä sekä alueelle jääviä rakenteita ja tekniikkaa tulee varoa. Stabiloinnin sideaineen menekki lasketaan ja tarkistetaan koepilarointien ja alueen eri osilta laskettujen menekkien avulla. Menekkiä tarkkaillaan työaikana pilarikoneen tarkastusnauhasta. Kalkkipölyn ilmaan leviämisen ehkäisemiseksi tulee sideaineen syöttö katkaista noin 0.3 – 0.5 metriä ennen maanpintaa. Pölyn leviämistä voidaan ennaltaehkäistä myös asettamalla suojapeitteitä. (Ratu KI-6029 2017, 81.)

Pilarien mittatarkkuus tarkastetaan työaikana. Sallittu sijainnin poikkeama kaapea-alaisissa pilaroinneissa voi olla enintään 0.1 metriä. Pilarin alapään taso yksittäisellä pilarilla voi poiketa suunnitelmista enintään  $\pm 0.2$  metriä. Kaltevuus voi poiketa enintään 2 cm metrin matkalla. Maanvahvistuksesta tulee laatia toteuma-piirustus. (Ratu KI-6029 2017, 81.)

Kallionlujituksen työn aikana asennettujen pulttien sijainti, lukumäärä, pituus ja suuntaus tarkastetaan kallion rakoilun mukaan. Pulttien päät suojataan ruosteelta ruiskubetonoimalla. Ruiskubetonoitaessa tulee ottaa huomioon, että kallion pintalämpötilan tulee olla yli + 5 astetta ruiskutuksen ja sitoutumisen aikana. Tartuntoja tulee olla vähintään 5 kpl neliometrillä. Sidelankojen päät tulee taivuttaa sisäänpäin ja limitykset teräsverkoilla vähintään kahden silmävälin verran. (Ratu KI-6029 2017, 81.)

Injektointi reikien sijainti ja riittävä määrä tarkistetaan. Näiden täytyminen varmistetaan aloittamalla injektointi laihalla laastilla, jossa vesisementti suhde on 4-8. Sementtimäärää nostetaan tasaisesti, kunnes suhde on 1-2. Loppu injektointi suoritetaan täydellä paineella. (Ratu KI-6029 2017, 81.)

Työn jälkeisessä laadunvarmistuksessa varmistetaan, että työn suoritus ja lopputulos vastaa sopimusasiakirjoissa määritetyt laatuvaatimukset toleranssien, loppulujuuksien, laajuuden ja syvyyden osalta. Käytetyt materiaalit ja jätteet on

kuljetettu pois ja alue siistitty siten, että se on valmiina seuraavia työvaiheita varten. Ympäristön kunto tulee tarkastaa mahdollisilta työstä aiheutuneilta vaurioilta. Lujittuneille / lujittuville pilareille tehdään asiakirjoissa määritetyt kokeet, kairaukset, mittaukset sekä laaditaan työstä toteumapiirustus, joka luovutetaan tilaajalle. (Ratu KI-6029 2017, 81.)

#### 4.5 Maanalaiset viemäröinnit ja putkitukset

Maanalaiset viemäröinnit ja putkitukset pitävät sisällään maanrakennustöiden yhteydessä tehtävien salaojien, viemäreiden, kaivojen ja muiden vastaavien asennusten työt. Työn laadunvarmistus sisältää muun muassa putkien liitosten tiiveyden ja hitsausten tarkastukset sekä rakenteiden tuennan ja riittävien kaatojen varmistukset. Lisäksi valvotaan, että työt tehdään turvallisuusmääräysten mukaisesti. (Ratu KI-6029 2017, 84.)

Ennen töiden aloitusta varmistetaan, että asiakirjat ja suunnitelmat ovat linjassa työn toteuttamiseen annetun aikataulun, resurssien ja tavoitteiden kanssa. Kalusto, työvoima ja materiaalit tulee olla sopivia sekä saatavilla. Varmistetaan, että käytettävät materiaalit vastaavat suunnitelmia ja asennukset voidaan tehdä toimittajan ohjeiden mukaan. Varastointi, siirrot ja muu käsittely tulee hoitaa myös toimittajan ohjeen mukaan. Salaojaputket tulee olla kooltaan vähintään DN100, joiden pienin sallittu sisähalkaisija saa olla 90 mm. Hirsistä arinaa käytettäessä hirsien koko tulee olla vähintään 125 mm \* 125 mm. Pitkittäisissä arinoissa hirsien vähimmäismitta on 3 metriä. Putkiasennusten arina tulee tehdä sorasta tai murskeesta. Raekoko arinassa on 0/32 tai suurin sallittu raekoko on enintään 2/3 kerroksen paksuudesta, mutta kuitenkin enintään 150 mm. Lankkuarinassa käytetään vähintään 50 mm paksua ja 3 metriä pitkiä lankkuja. Huomioidaan, että lankkuarinaa käytettäessä pohjavedenpinnan alapuolella, täytyy lankut olla kyllästettyjä. (Ratu KI-6029 2017, 84.)

Varmistetaan, että hitsaustöiden suorittaja on riittävän pätevä sekä hänellä on voimassa oleva tulityölupa. Varmistetaan, että tulityöt suoritetaan määräysten mukaan ja jälkivartiointi sekä muut tulitöiden vaatimat toimenpiteet toteutuvat. Olosuhteet tarkastetaan ja niiden on täsmättävä asiakirjoissa määritettyihin olosuhteisiin. Katselmoidaan kohde yhdessä putkiasennuksen toteuttajan kanssa.

Samalla voidaan varmistaa, että työnsuorittajien henkilökohtaiset suojaimet, koneet ja muu kalusto täyttää työturvallisuusmääräykset. Olemassa olevien kaivantojen tuenta selvitetään sekä mahdolliset kaivantojen sortumiset tulee poissulkea. Huomioidaan putkiasennuksissa, että asennuksia ei voi suorittaa vedenvarassa olevaan kaivantoon tai jäätyneeseen maahan. (Ratu KI-6029 2017, 84.)

Työn aikana valvotaan, että yhdessä toteuttajan suoritettussa katselmoinnissa sovitut suojaruusteet ovat käytössä sekä koneet, laitteet sekä muut välineet ovat asiankuuluvassa kunnossa. Nostot suoritetaan turvallisesti kuten asiakirjoissa on aiemmin määritelty. Varmistetaan, että putkien alle tuleva sepeli tai lankkuarina on suunnitelmien mukainen ja täyttää kaltevuuksiin, tasaisuuksiin ja tiiveyteen liittyvät vaatimukset. Putket ja putkijohdot tulee asentaa suunnitelmien mukaiseen korkoon ja kaltevuuteen. Katsotaan myös, että putket tuetaan soralla alta, päältä sekä sivuilta. Taitteet ja liitokset tehdään suunnitelmien mukaisella tavalla, kulma ja liitoskappaleita käyttäen. Putkilinjat rakennetaan kaivoväli kerrallaan ja tarkastukset suoritetaan samalla periaatteella. Linja täytyy olla kokonaan näkyvässä tarkastushetkellä. Avoimet putken päät tulee tulpata tiiviisti, elleivät ne päädy tarkastuskaivoon tai putkeen. Tarkastuskaivot tulee myös tulpata, jolla estetään niihin kuulumattomien materiaalien pääsy putkiin ja kaivoon. Liittymiset ja taitteet tehdään kulmakappaleilla, sivuliitosputkilla tai sahaamalla putket taitteen vaatimaan kulmaan. Muoviputket liitetään oikeilla niille tarkoitetuilla liitoskappaleilla. Huomioidaan että putkien suunnan muutos voi olla enintään 45 astetta kussakin kulmakohdassa, mikäli kaivoa ei tule. Putkijohtorakenteista tulee laatia toteumapiirustus sekä peittoon jäävät kaivot merkataan pysyvästi selviin kiintopisteisiin viitaten, joita voivat olla esimerkiksi perustukset. Nämä tulee myös merkata tilaajalle annettaviin piirustuksiin. (Ratu KI-6029 2017, 85.)

Kun työ on suoritettu, varmistetaan että sen jälki vastaa suunnitelmissa ja muissa asiakirjoissa määritettyjä laatuvaatimuksia. Tehdään koejuoksutukset salaojille ja varmistetaan näin niiden toiminta. Varmistetaan, että kaivannot on peitetty ja kulureitit ovat kuljettavassa kunnossa. Huolehditaan, että putkien ja kaivojen rou-tasuojaus on riittävä sekä täytöissä on käytetty oikeita maa-aineksia. Varmistetaan, että työssä syntyneet jätteet kerätään pois ja lajitellaan oikein, sekä tarkastetaan alueen valmius seuraavia työvaiheita varten. Putkiasennusta koskevat asiakirjat luovutetaan tilaajalle. (Ratu KI-6029 2017, 85.)

## 5 PAIKALLAAN VALETTAVA RUNKO JA PINTABETONOINTI

Betonirungon rakentaminen voidaan jakaa karkeasti neljään eri päätyövaiheeseen, jotka ovat muotitus, raudoitus, betonointi sekä jälkitöihin kuuluvat piikkaus ja paikkaus. Muotitus ja raudoitus voidaan usein katselmoida yhtenä kokonaisuutena riippuen kohteen tyypistä.

### 5.1 Muotittaminen

Muottityöt sisältävät muottien valmistuksen, pystytyksen, sidonnan, tuennan sekä muottien purun. Lisänä näihin kuuluu muun muassa mittaus, telineiden pystytykset, irrotusaineiden levitykset, varausten, työsaumojen, lävistysten teko, kiinnikkeiden asennukset, materiaalien siirrot ja järjestely sekä sitominen. (Ratu KI-6029 2017, 116.)

Muottityötä edeltävässä laadunvarmistuksessa tarkastetaan muottityön suunnitelmat, työsaumat, muottien kierto, purku ja puhdistus. Samalla voidaan varmistaa muottimateriaalien rakenteellinen mitoitus, kestävyys sekä laatu. Betonin laatu on syytä huomioida, sillä käytettäessä itsetiivistyvää betonia, muottikuormitukset kasvavat. Muotin pinnaksi tulee valita sellainen materiaali, joka täyttää määrätyn mittatarkkuuden sekä betonipinnalle asetetut vaatimukset. Ennen muotitusta on syytä tarkastaa varaukset ja tartunnat sekä talviaikaan lämmitykset. (Ratu KI-6029 2017, 116.)

Alustan on oltava valmis, tiivistetty, tasainen ja puhdas. Tartunnat on asennettu ja muottien paikat mitattu ja merkitty. On myös huomioitava, että muotteja ei tueta jääntyneen maan varaan. Muoteille ja materiaaleille on varattu suunnitelmissa riittävästi tilaa, jotta nostot ja siirrot voidaan toteuttaa turvallisesti. Nostokaluston tulee olla turvallisuusmääräykset täyttäviä. Kulkutiet, telineet sekä muut kaiteet ja sillat tulee olla kunnossa. Työkohteen tulee olla hyvin valaistu sekä talviaikaan lumen ja jään poisto valmiiksi suunniteltu. (Ratu KI-6029 2017, 116.)

Työn aikana valvotaan henkilökohtaisten suojarusteiden käyttöä. Kulkuteitä ja työpisteiden siisteyttä valvotaan sekä tarkastetaan telineiden ja kaiteiden turvallisuus. Nostoissa on erityisen tärkeää varmistaa kunnollinen kiinnitys sekä nostoketjujen kiertymättömyys. (Ratu KI-6029 2017, 117.)

Varmistetaan muotin öljyäminen ja varotaan liiallista käyttöä sekä öljyn leviämistä ympäristöön. Ennen muotin tuplaamista on syytä tarkastaa, että varaukset, putkitukset, tartunnat, siteiden suojaukset, raudoitukset ja lämmitykset ovat oikeilla paikoilla. Muotit ovat öljytyt sekä seuraavaksi betonoitavan kohteen puhtaus on tarkastettu. Tuplauksen jälkeen tarkastetaan muotin suoruus, siteiden kireys ja lukitus, tuenta ja topparit, tartunnat sekä tiiveys. (Ratu KI-6029 2017, 117.)

Ennen betonointia varmistetaan muottisuunnitelmat ja toteuma. Betonoitaessa tulee noudattaa suunniteltua betonointinopeutta ja valvottava muottien kestävyttä. Ennen muottien purkua, purkulujuus on varmistettava laskelmin. Betonin lujuuden tulee olla vähintään 60 % betonin nimellislujuudesta, ellei asiakirjoissa tai suunnitelmissa toisin mainita. Jälkijännitetyjen rakenteiden laskettu purkulujuus tulee olla vähintään 80 %. Ei kantavat osat voidaan purkaa, kunnes betoni on saavuttanut  $5 \text{ MN/m}^2$  keskimääräisen purkulujuuden. Muottien purku tulee toteuttaa järjestyksessä, mikä ei aiheuta vaaraa eikä ylikuormitusta rakenteille. (Ratu KI-6029 2017, 117.)

Uudelleen käytettävien muottien pinnat tulee puhdistaa välittömästi betonoinnin jälkeen, sekä pinnat tarkastettava mahdollisilta vaurioilta. Varastointi tulee toteuttaa siten, että muotit eivät vaurioidu sen aikana. (Ratu KI-6029 2017, 117.)

Työnjälkeinen laadunvarmistus on suppea, sillä pääasiallinen laadunvarmistus sijoittuu työtä edeltävään sekä työnaikana toteutettavaan varmistukseen.

Työn jälkeisessä varmistuksessa varmistetaan kuitenkin vielä kertaalleen, että muotit täyttävät sopimusasiakirjojen vaatimukset tiiveyden, muodonmuutosten, mittatarkkuuden, kestävyuden sekä turvallisuuden osalta. Työkohteen tulee olla siisti ja muottitarvikkeet ja muotit lajiteltuina. Jälkituennan tarve tulee määrittää yhdessä rakennesuunnittelijan kanssa. (Ratu KI-6029 2017, 117.)

## 5.2 Raudoitus

Raudoitus voidaan toteuttaa irtoteräksin, verkoin tai esivalmistetuin raudoittein. Raudoitukseen katsotaan kuuluvan esivalmistus, katkaisu, asennus, sidonta, korotuskappaleiden teko tai valmiiden korotusmateriaalien käyttö sekä terästen ja muiden raudoitustyöhön kuuluvien materiaalien vastaanotto ja siirto. Laatuvaatimukset keskittyvät asennustyöhön, taivutuksiin, jatkoksiin, sidontaan, määrään, pituuksiin, paksuuksiin sekä raudoituksen mittatarkkuuteen. (Ratu KI-6029 2017, 120.)

Ennen työn aloitusta on syytä tarkastaa muun muassa resurssien saatavuus materiaaleihin, työkaluihin, työkoneisiin, tasoihin, telineisiin sekä suojauskalustoon liittyen. Lisäksi huolehditaan, että käytössä on riittävät suunnitelmat, ammattitaitoinen työryhmä sekä heillä on asiaan kuuluvat suojavälineet. Raudoituksen aikataulu tulee olla suunniteltu sen haasteellisuuden mukaisesti. Aikataulun tulee olla sidottu tavoitteittain tahdistetusti ja resurssit huomioon ottaen. Raudoitteiden varastointi sekä niiden esivalmistustilat ovat riittävän suuria ja vesikatteellisia. Näiden tilojen valaistus tulee olla riittävä ja tilat suunniteltu siten, että siirrot onnistuvat turvallisesti työkohteelle. Terästankojen on syytä olla varastoitu kokonsa mukaan erilleen. (Ratu KI-6029 2017, 120.)

Työmaalla vastaanotettavat raudoitustankojen laatu on varmistettava. Tämä voidaan tarkastaa tankonippuun kiinnitetystä valmistelapusta. Työmaalle toimitettava katkaisulistasta tulee ilmetä teräksien tangon muoto, läpimitta, pituudet, kulmat, katkaisupituus sekä lukumäärä. Jos teräksiä joudutaan hitsaamaan, on syytä tarkastaa ja verrata suunnitelmissa tai asiakirjoissa esitettyä hitsauksen vaatimuksia hitsaajan omaamaan pätevyystodistuksen oikeuttamaan pätevyysalueeseen. Hitsaustyöt tulee suorittaa säänsuojassa ja tuettuna. Samalla tulee varmistaa, että työ voidaan suorittaa tulityömääräysten mukaisesti ja suorittaja noudattaa näitä. Työmaalle on järjestettävä oma keräyspiste ylijäämäteräksille. (Ratu KI-6029 2017, 120.)

Työn aikana on erityisen tärkeää valvoa henkilösuojainten käyttöä sekä telineiden, koneiden ja laitteiden kuntoa, johtuen raudoitteiden tekemisen vaarallisuudesta. Vaaraa tuovat erilaiset katkaisu- ja taivutusmenetelmät sekä raskaiden

taakkojen nostot. Raudoitukset tulee olla puhtaita, eikä niissä saa esiintyä raskasta korroosiota, syöpymiä tai pintahilsettä, sillä ne heikentävät teräksen lujuutta. Pintaruoste on sallittu. Jatkokset tulee tehdä suunnitelmien mukaan riittävän pitkiksi. Valmiit raudoitteet tulee merkitä tunnuslapuilla näiden tunnistamiseksi. Tanko nippujen nostossa on käytettävä ketju- tai liukurakseja, jotka kiristävät nostoketjut taakan ympäri. Raskaimpiin raudoitteisiin on syytä suunnitella ja tehdä nostolenkit. Valmiit raudoitteet puhdistetaan ja tarkastetaan niiden sisältö. Esimerkiksi kotelot, läpiviennit sekä putkitukset. Raudoitteet on riittävästi sidottu ja sidonta langat on taivutettu sisään siten, etteivät ne jää myöhemmin toteutettavan betonoinnin ulkopuolelle. Varmistetaan myös, että suojaetäisyys betoniin toteutuu sekä asennettujen terästankojen päät on suojattu niille tarkoitettuilla tulpilla tai taivuttamalla teräksien päät. (Ratu KI-6029 2017, 121.)

Työn jälkeisessä laadunvarmistuksessa tarkastetaan, että raudoitus täyttää sopimusasiakirjojen asettamat vaatimukset materiaalien kuin myös työn osalta. Tarkkaillaan raudoituksen puhtautta. On myös syytä tarkastaa raudoituksen tukevuus, ettei betonointityö vahingoita ja pääse liikuttamaan raudoitteita pois paikoiltaan. Valvotaan yleisesti, että raudoite on puhdas ja täyttää kaikki mittatarkkuudet jatkospituudet, jatkostyypit, sidonnat sekä suojabetonietäisyydet. (Ratu KI-6029 2017, 121.)

### 5.3 Betonointi

Betonoinnin laadunvarmistuksen työsisältöön kuuluu itse betonin vastaanotto, siirrot, valu, tiivistys ja hierto. Lisäksi tähän kuuluu myös avustavia töitä kuten telineiden teko tai asennus, muottien puhtaanapito, kastelu ennen ja jälkeen valun sekä kovettuneen pinnan suojaus ja jälkihoito. (Ratu KI-6029 2017, 124.)

Ennen työn aloittamista on syytä varmistaa työntekijäresurssien saatavuus, pätevyys ja perehtyneisyys. Varmistetaan, että betonin kuljetus työpisteelle on suunniteltu kuljetuskaluston vaatimuksien mukaan. Siirtokaukalot ja vastaanotto-siilot on asetettava siten, että betonin jatkokuljetus valualueelle on turvallista. Huolehditaan, että betonointityösuunnitelma on tehty ja sitä päivitetään työn kuluessa. Ennen betonointia on syytä varmistaa kohteen valmius, työturvallisuus puitteet,

olosuhteet sekä varmistaa siivousvastuut yhdessä betonoinnin toteuttajan kanssa. (Ratu KI-6029 2017, 124.)

Betonointityönjohtaja vastaa betonointityön toteutuksesta, organisoimisesta ja ohjaamisesta. Lisäksi hän valvoo työn kulkua ja puuttuu ongelmatilanteisiin. Betonityönjohtaja noudattaa aiemmin laatimaa betonointisuunnitelmaa ja tarvittaessa täydentää sitä.

Työn aikana varmistetaan, että työturvallisuus puitteet ovat kunnossa. Näitä ovat esimerkiksi henkilökohtaisten suojainten käytön valvominen sekä telineiden, laitteiden ja koneiden tarkastaminen. Työkohteen siisteys tulee säilyttää mahdollisimman hyvänä koko työn ajan, mikä parantaa työturvallisuutta sekä työolosuhteita. Muottien lujuus ja kestävyys sekä raudoitteiden paikallaanpysyvyys on varmistettava ennen valun aloittamista. (Ratu KI-6029 2017, 125.)

Valettaessa betonin pudotuskorkeus saa olla enintään 1-1.5 metriä, jotta vältytään erottumiselta. Jos pudotuskorkeus ylittyy, on syytä käyttää apuna valusukkaa. Ohjauspaikan ja työkohteen välillä tulee olla yhteys, joka voi olla näköyhteys tai puhelinyhteys. Raudoituksia ja varauksia tulee varoa betonoinnin ja tiivistyksen aikana. Suunniteltua betonoinnin kerrospaksuutta tulee noudattaa. Seinien betonoinnissa on tärkeää edetä samaan suuntaan, jolla varmistetaan rakenteen tasalaatuisuus. Valettu betoni tulee tiivistää kauttaaltaan. Tiivistetään myös varaukset alapuolelta siten, että erottumista ei pääse syntymään. Valmisbetonien kuormakirjasta tulee löytyä FI-merkki. Vaakatyösaumat tulee tehdä karhentaen ja pystysaumot työsaumaverkkojen avulla. Reikien, syvennysten, laitteiden, tartuntojen sekä muiden rakenneosien suunnitelmien mukaisuus on varmistettava. (Ratu KI-6029 2017, 125.)

Valetun alueen riittävä betonin lujuus täytyy varmistaa ennen muottien purkua. Huolehditaan, että valun jälkihoito toteutuu suunnitelmien mukaan. Betoni tulee suojata suoralta auringonpaisteelta ja talvella jäätymiseltä. Jälkihoito jatkuu, kunnes betoni saavuttaa rasitusluokan määräämän nimellisljuutensa, jolloin jälkihoito voi lopettaa. (Ratu KI-6029 2017, 125.)

Työn jälkeen huolehditaan, että työpiste on siisti ja muottikalusto on puhdistettu. Jälkihoito betonoidulle rakenteelle on suunniteltu ja se toteutetaan suunnitelman

mukaan. Betonirakenteet tulee tarkastaa ennen niiden peittymistä muiden rakennusosien alle. Tästä tarkastuksesta tulee laatia pöytäkirja. Betonirakenteen pinnan, lujuuden ja mittatarkkuuden tulee vastata sopimusasiakirjojen vaatimuksiin. (Ratu KI-6029 2017, 125.)

#### 5.4 Pintabetonointi

Pintabetonoinnin työsisältö käsittelee alusbetonien, suojabetonien, tasausbetonien ja erillisenä valuna tehtyjen pintalaatan tekoa. Tähän kuuluu myös sementtimosaiikkityön, itsetasoittuvan pintamassan levityksen sekä betonipinnan hieron käsin tai koneellisesti. Lisäksi tähän katsotaan kuuluvan myös työkunnan tekemät mittaukset ja merkinnät sekä lopuksi jälkihoito. (Ratu KI-6029 2017, 132.)

Ennen työn aloitusta varmistetaan työtä suorittavien henkilöiden pätevyys ja perehtyneisyys. Tarkastetaan samalla käytettävät henkilöstöresurssit sekä kaluston ja materiaalien saatavuus. Käydään läpi betonointisuunnitelma, jota tulee tarvittaessa tarkentaa betonoinnin edetessä. Varmistetaan suunnitelmissa esitettyjen valettavien laattojen muoto, suunta, kaltevuus, pinta, liikunta- sekä työsaumat ja irrotuskaistat. Huomioidaan myös laatan sisään asennettavat tekniikat kuten lattialämmitykset. Tarkistetaan alustan kosteus ja puhtaus. Varmistetaan optimaalisten olosuhteiden saavutettavuus. Valmista rakennetta tulee suojella säältä sekä se on hyvä eristää rauhoitetuksi alueeksi betonipinnan kovettumiseen saakka. (Ratu KI-6029 2017, 132.)

Kannattaa myös huomioida viemäreiden ja kaivojen sijainnit sekä se, että ne ovat asennettu suunnitelmien mukaisiin korkoihin. Kaivot tulee olla sellaisessa korossa, että niille lasketut kaadot voidaan toteuttaa. Muut tekniikat, kuten ylös nostetut viemäriputket sekä lattialämmitysten tulo- ja paluuputkien paikat kannattaa tarkastaa yhdessä asentajien kanssa, jotta vältetään jälkitöiden putkien ja muiden tekniikoiden irti piikkaamiselta ja siirtämiseltä. Tämä vähentää myös riskiä rikkoa jälkitöissä tekniikkaa.

Varmistetaan, että valettavan alueen laatan paksuus saadaan vastaamaan suunnitelmien mukaista paksuutta. Korkomerkkejä tulisi olla 2 metrin välein esimerkiksi tilan seinissä, kulmissa ja keskellä. Varauksien ja liikuntasauvojen paikat on mitattu ja asennettu suunnitelmien mukaisille paikoille. Irrotetaan pintabetoni

muista rakenteista kuten pilareista ja seinistä irrotuskaistoilla. Kohteeseen on järjestetty riittävä valaistus ja henkilöstö käyttää suojarusteita. Järjestetään kohteelle siivous ja jätteiden lajittelu. Ympäröivät rakenteet tulee suojata betonin roiskumisen varalta. (Ratu KI-6029 2017, 132.)

Työn aikana varmistetaan pintabetonin tartunta alustaan kynsittämällä tai tartuntalaastia käyttämällä. Kiinnitetään huomiota siihen, että tartuntalaasti ei saa kuivua ennen pintabetonointia. Varmistetaan kallistukset sekä riittävä tiivistys sauvalla tai tärysillalla. Imubetonoinnissa suodatinmattoja tulee limittää noin 30-50 mm. Sen reunat tulee ulottaa 100 mm suodatinmaton yli sekä tiiveys betonia vasten tarkistetaan. Huolehditaan, että käytetty kalusto puhdistetaan työn päätyttyä. (Ratu KI-6029 2017, 133.)

Hierto aloitetaan, kunnes sitoutuminen on käynnistynyt. Toisin sanoen vesi on erottunut ja betonin pinta on himmentynyt sekä se kestää varovaista kävelyä. Koneellisessa hierrossa varotaan viereisten pintojen vahingoittamista. Siksi hierto esimerkiksi seinien ja pilareiden läheisyydessä kannattaa toteuttaa käsin. (Ratu KI-6029 2017, 133.)

Työsaumat tehdään ja koepalat otetaan suunnitelmien mukaisesti. Huolehditaan optimaalisista olosuhteista alueella. Jälkihoidon aloitus tehdään myös suunnitelmien mukaan ja sen toteuttaminen on suunniteltava yhtäjaksoisena. (Ratu KI-6029 2017, 133.)

Työn jälkeen tarkastetaan valetun laatan muoto, kaltevuudet, suunnat ja pinta. Tarkastetaan liikunta- ja työsaumojen sekä tekniikan, kuten esimerkiksi lattialämmityksen, vastaavuus suunnitelmiin ja sopimusasiakirjoihin. Ennen betonin pintakäsittelyjä tulee varmistaa, että pintakosteus on poistunut betonista. (Ratu KI-6029 2017, 133.)

## 5.5 Betonirakentamisen jälkityöt

Betonirakentamisen jälkitöihin katsotaan kuuluvan valettujen alueiden piikkaus, paikkaus ja tartunta muihin rakenteisiin esimerkiksi injektoimalla. Nämä edellä mainitut voivat pitää sisällään muun muassa telinetöitä, suojaus- ja siivouksia.

Tärkeää on, että betonirakentamisen jälkitöiden vaatimukset vastaavat sopimusasiakirjoissa määritettyihin vaatimuksiin. (Ratu KI-6029 2017, 136.)

Ennen työn aloitusta on syytä varmistaa työhön vaadittavien resurssien saataavuus. Materiaali ja laitetoimitukset on suunniteltava siten, että turhalta varastoinnilta vältytään. Varastointialue täytyy olla sellainen, että materiaalit voidaan varastoida toimittajan antamien ohjeiden mukaan. Jätevesien viemärointi on järjestettävä siten, että työ ei aiheuta tukkeumia viemäriin. Timanttikorauksissa on varmistettava, että työn suorittajalla on voimassa oleva tulityölupa, sekä mahdollisuudet toteuttaa tarvittavat tulityöjärjestelyt. Koneiden ja laitteiden käyttöönotto-tarkastukset tulee olla tehty. LVIS- asennusten sijainnit on varmistettava sekä sähkö ja kaasukaistava työn vaikutusalueelta. Piikattavat ja sahattavat pinnat tulee olla mitattuja ja merkittyjä. Timanttisahaussessa työ kannattaa suunnitella siten, että sahatut kappaleet voidaan käsitellä riittävän pieninä kappaleina. Ympäröivät rakenteet suojataan. Suojaus varmistetaan myös työalueen toiselta puolelta. Varmistetaan työalueen olosuhteet sekä henkilökohtaisten suojainten kunto ja käyttö. Alueelle tulee järjestää riittävä siivous sekä jätteiden lajittelupisteet. (Ratu KI-6029 2017, 136.)

Työn aikana varmistetaan, että työnsuorittava henkilökunta käyttää asiaankuuluvia suojarusteita. Koneiden, telineiden sekä laitteiden turvallisuudesta tulee myös huolehtia koko työn ajan. Porauskaluston pystytys on toteutettava laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Suoritetaan koeporaukset, jolla varmistetaan poraukseen sopiva teho ja pyörintänopeus. Terän tarttuessa kiinni tai muussa ongelmatapauksessa on noudatettava laitevalmistajan ohjeita. Rakenteiden vakaus varmistetaan riittävillä tuennoilla. Työstettävää aluetta tulee seurata, jotta mahdolliset rakenteen muutokset, kuten murtumat ja sortumat huomataan ajoissa. (Ratu KI-6029 2017, 137.)

On syytä noudattaa erityistä varovaisuutta, kun lähestytään paikoilleen jätettävää betonipintaa. Tämä siitä syystä, että vältytään aiheuttamasta pinnalle mikrohalkeamia. Esiin tulevat raudotteet tulee suojata korroosiolta. Paikattavan alueen tartunta maksimoidaan poistamalla pöly ja muu irtolika sekä kostuttamalla alue vuorokausi ennen paikkauksen suorittamista. Paikkausaineen käyttöohjeita tulee

noudattaa. Suuremmissa paikkauksissa tarkistetaan tarvittavien muottien tiiveys ja kiinnitys. (Ratu KI-6029 2017, 137.)

Ejektoripaikkauksien tartunta alustaan varmistetaan. Hukkaroiskeet tulee minimoida säätämällä ruiskutussuunta ja etäisyys oikeiksi. Ruiskuttamalla vinosti raudoitteiden alustaan, varmistetaan oikeanlainen ja riittävä alustan täyttö. Putki injektoinnissa putket tulee asentaa vinosti halkeaman poikki. Putkien täytyminen varmistetaan aina edellisen putken ylipursuamisella, ennen kuin voidaan siirtyä seuraavaan putkeen. Injektiopaine säädetään kohteeseen sopivaksi. (Ratu KI-6029 2017, 137.)

Valmistuneen työn jälki katselmoidaan, sekä varmistetaan sen vastaavan sopimusasiakirjoissa esitettyihin laatuvaatimuksiin. Tarvittaessa voidaan tehdä vetolujuuskoe tai käyttää ultraäänikonetta, jolla havaitaan heikot tartunta-alueet. Pinnolle jääneet epätasaisuudet tai puhtaudet eivät saa haitata seuraavia pintakäsittelyjä. Valmis työkohde siivotaan sekä tarvittut välineet ja materiaalit puhdistetaan. Varmistetaan paikatun alueen jälkihoito sekä suojataan tarvittaessa säältä. (Ratu KI-6029 2017, 137.)

## 6 VESIKATON PUISET RUNKORAKENTEET

Vesikaton runkorakentamiseen katsotaan kuuluvan kaikki työt alkaen kattoristikoiden sekä alusrakenteen asentamisesta, ja päättyen ennen varsinaisen vesikatemateriaalin asentamiseen. Työ pitää sisällään muun muassa siirtoja, työkuunnan tekemiä mittauksia, katealustan laudoitusta sekä mahdollisia telinetöitä. Alusta lähtien tulee seurata, että työt täyttävät kaikki sopimusasiakirjoissa määritetyt ehdot ja vaatimukset. (Ratu KI-6029 2017, 198.)

Ennen työtä varmistetaan resurssit sekä niiden saatavuus ja oikeellisuus. Esimerkiksi kalusto ja välineet, materiaalit, työryhmän pätevyys ja perehtyneisyys sekä suunnitelmien toteutettavuus. Materiaali hukkia tulee välttää ja siksi käytettävä puutavara kannattaa tilata mahdollisuuksien mukaan esisahattuna ja määrittäminä. Varmistetaan että käytettävät kiinnitystarvikkeet ovat vähintään kuumasinkittyjä tai muutoin sääräsitusta kestäviä. Puutavaran kosteus toimittaessa tulee olla alle 25 % ellei sitä ole muutoin asiakirjoissa esitetty. Kantavat rakenteet tulee olla lujuusluokiteltua ja leimattua tavaraa, joka soveltuu rakennepuuksi. Puutavaran varastointi tulee toteuttaa siten, että se ei pääse missään vaiheessa kastumaan, likaantumaan tai kolhiintumaan. Tavarahan työstölle varataan riittävä alue sekä nostot ja siirrot tulee suunnitella hyvin etukäteen. (Ratu KI-6029 2017, 198.)

Tarkastetaan, että alustan ristimitat täsmäävät sekä sen tasaisuus on riittävä. Varmistetaan myös, että aukot ovat riittävästi tuettu sekä alustan puhtaus ja kuivuus on sellainen, että seuraava materiaali kerros voidaan asentaa. Varmistetaan, että työryhmän henkilökohtaiset suojaimet, laitteet ja koneet ovat työturvallisuusmääräykset täyttäviä. Tarvittaessa pystytetään telineet ja varmistetaan puutoamissuojaus. Tarkastetaan myös yhdessä työntoteuttajan kanssa suunnitelmat sekä sovitaan työn aikaisesti siivouksesta ja jätteiden lajittelusta. (Ratu KI-6029 2017, 198.)

Työn aikana huolehditaan, että mittauksia suoritetaan riittävän usein sekä ne pysyvät suunnitelmien mukaisina. Runkotolppajaon tulee olla riittävän tiheä, jotta runko kestää sille tulevan kuorman. Rungon pystysuoruus ja loveukset tulee olla

suunnitelmien mukaisia. Varmistetaan katealustan ja ruoteiden paikat sekä savupiipun sijainti. Savupiipun ympäristössä tulee huomioida palomääräykset ja suojaetäisyydet. Piipun yläpuolella on oltava riittävä kallistus, jotta vesi ei jää seisomaan rakenteeseen. Huomioidaan ristikkoasennuksessa, että leimatut puolet tulevat asennetuksi samaan suuntaan. Runkorakenteen loveuksia ja reikiä voi tehdä ainoastaan rakennesuunnittelijan luvalla. Räystäsrakennetta tehtäessä huomioidaan sen leveys ja mahdollinen oikaisu, kun katkaistaan kattopalkkeja. Räystäällä näkyviin jäävän katealustan ja aluslaudoituksen on oltava ulkonäölle asetetut vaatimukset täyttävä. Räystään liitokset tulee olla vettä keräämättömiä. Vesikatteen aluskate asennetaan suunnitelmien mukaan ja sen varmistetaan täyttävän vesikatetoimittajan antamat ohjeet liittyen aluskatteeseen. Aluskatteen rikkomista työn aikana tulee välttää sekä koholla olevia nauloja ja ruuveja ei saa esiintyä. Huomioidaan, että vesikaton tuuletus on toimiva, jotta kosteudella on mahdollisuus päästä pois rakenteesta. Pidetään silmällä, että työntoteuttajat käyttävät määräykset täyttäviä henkilösuojaimia sekä toimivat muutoin työturvallisuutta noudattaen. (Ratu KI-6029 2017, 199.)

Työn jälkeen varmistetaan, että jälki on asiakirjoissa määrättyjen vaatimuksien mukainen. Tarkastetaan että rakenne on toimiva ja jäykistykset riittäviä. Mitat täytyvät olla toleranssissa ja työstöt, kiinnitykset, liitokset, materiaalit sekä tuennat ovat oikein tehty ja riittäviä. Varmistetaan, että erilaiset katkaisu- ja kiinnitysmenetelmät eivät ole vahingossa huonontaneet vesikattorakenteiden laatua, eivätkä ne vaikuta valmiin vesikaton laatuun. Huomioidaan, että työn kaikki vaiheet tulee tarkastaa ennen lopullista peittämistä. Mikäli rakenne on joutumassa alltiiksi säärasitukselle ennen vesikatteen asentamista, on tämä syytä suojata. (Ratu KI-6029 2017, 199.)

## 7 TÄYDENTÄVÄT RAKENTEET

Tämän otsikon alla käydään läpi yleisimpiä rakennushankkeen täydentävien rakenteiden laatuvaatimuksia.

### 7.1 Puu- ja metalli-ikkunat

Tässä osiossa käsitellään puu- ja metalli-ikkunoiden asennuksen tärkeimpiä laadunvarmistukseen liittyviä tarkastuskohteita. Työssä tarkkailtavia kohtia ovat muun muassa mittatarkkuus, kiinnitys, ikkunan toiminta, tiiviys sekä oikea ikkunan tyyppi ja saavutettu tiiveys. (Ratu KI-6029 2017, 210.)

Ennen varsinaisen työn alkamista on selvitettävä työn tarvitsemat resurssit ja niiden saatavuus, sekä urakkarajat ja vastuut yhdessä työn suorittavan urakoitsijan kanssa. Varmistetaan myös, että työn suorittajalla on riittävä pätevyys, jotta työn jälki vastaa sopimusasiakirjoissa sovittuihin laatu kriteereihin. (Ratu KI-6029 2017, 210.)

Lisäksi ikkunakaavio sekä muut suunnitelmat tulee verrata keskenään ja todeta niiden toteuttamiskelpoisuus. Mikäli metalli-ikkuna asennus sisältää hitsaus tai muita tulitöitä, on työn suorittavan henkilön omattava tulityölupa ja riittävä pätevyys hitsaamiseen. (Ratu KI-6029 2017, 172.)

Ikkuna toimitukset tulee suunnitella siten, että turhaa ja pitkäaikaista materiaalin varastoinnista ei synny työmaalla. Siirrot tulee olla suunniteltuja sekä materiaalit varastoitu toimittajan ohjeen mukaan siten, etteivät ne vaurioidu. Varmistetaan, että toimitetuissa ikkunoissa on esitetty sijaintitunnus, tyyppi, mitat, laatu ja asennusohjeet. Katselmoidaan asennuskohteen ikkuna-aukko ja varmistetaan kiinnityspintojen puhtaus, tasaisuus ja kuivuus. Varmistetaan, että aukosta on poistettu kaikki haitallinen materiaali tai aine, joka voi vahingoittaa tai on haitaksi uuden ikkunan asennuksessa sekä ikkunan täydentävien rakenteiden asennuksessa. Peittyvät rakenteet tulee tarkastaa ja hyväksyttää ennen niiden ummistusta. Ikkuna-asennuksen suojaus on oltava sellainen, että asennus ja täydentävät rakenteet kuten kittaus voidaan suorittaa muita lähellä olevia materiaaleja vahingoittamatta. Varmistetaan lopuksi, että työn toteuttajilla on riittävä ja oikea suo-

javarustus, telineet ja työkoneet. Huolehditaan työpisteelle valaistus sekä käydään läpi toteuttajien kanssa omien jätteiden siivous ja lajittelu. (Ratu KI-6029 2017, 210.)

Työn ollessa käynnissä varmistetaan, että aukot ovat pystysuoria ja suorakulmaisia. Tämä helpottaa muun muassa eristeen laadukasta asentamista tasaisesti sekä tiiviisti karmin ja seinän väliin, jolloin kylmäsiltaa ei synny ja karmi pysyy suorassa. Varmistetaan aukon ollessa vielä auki, että ulkoseinässä oleva tuuletusrako toimii oikein. tarkastetaan liittymät toisiin rakenteisiin ja asennusten liittymätoleranssien sopimuksenmukaisuus. Kiinnitysmateriaalien koko ja määrä on oltava riittävä, jotta rakenne kestää sille aiheutuvat rasitukset. Puisten karmien kiinnitys alustaan tapahtuu säädettävillä kiinnikkeillä. Lopuksi kiinnitysreiät tulpataan niille sopivilla muovi tai puutulpilla. Eristyksessä ylipursunnut saumavaahto leikataan pois. Seurataan myös, että työntoteuttajien suojarustus sekä koneet, laitteet ja telineet ovat sovitun mukaisia. (Ratu KI-6029 2017, 211.)

Metalli-ikkunoiden liitoskohdat hiotaan vastaamaan muiden pintojen laatua. Korroosionestomaali levitetään tai tulee olla levitettyinä kauttaaltaan kaikkiin teräsosiin, mikäli sopimusasiakirjoissa ei ole toisin mainittu. (Ratu KI-6029 2017, 173.)

Ikkunatiivisteiden jatkokset ja päät on oltava kiinnitettyinä huolellisesti sekä helojen kohdalla niiden tulee jatkua katkotta. Tiivisteiden pitävyys tarkastetaan, jotta varmistetaan sisäpuolen ilma- ja vesihöyrytiiveys. Varmistetaan että ikkunan puhtaus, käynti tiiveys, kiinnikkeet vastaavat sopimusasiakirjoihin. (Ratu KI-6029 2017, 211.)

Työn jälkeen tarkastetaan, että ikkunat sekä asennustyön laatu vastaavat sopimusasiakirjoihin. Pintojen tulee olla ehjiä ja siistejä eikä näkyviin jääviä tahroja ja kolhuja sallita. Puitteen käynti tulee olla moitteeton ja sulkeutua tiiviisti, sekä lämpö- ja kosteusliikkeiden on päästävä tapahtumaan vapaasti. Varmistetaan, että rakennuksen luovutuksen yhteydessä ikkunoiden huolto- ja kunnossapito ohjeet ovat asialliset ja ne päätyvät tilaajan haltuun. (Ratu KI-6029 2017, 211.)

## 7.2 Kevyet väliseinät

Tämä osio käsittää kevyiden väliseinien, eli rankarakenteisten väliseinien asennustyöt ja muut niihin liittyvät avustavat työt kuten siirrot, merkinnät tai mittaukset. Laatuvaatimusten tavoitteena on täyttää kaikki sopimusasiakirjoissa esitetyt vaatimukset, jotka voivat olla muun muassa materiaalivalinnat, työstö, kiinnitys, eristys, mittatarkkuus, kalustetuet sekä liittyminen muihin rakenteisiin. (Ratu KI-6029 2017, 214.)

Ennen työtä varmistetaan, että varsinaisen työn toteuttajalla on riittävät resurssit henkilöllisesti sekä kalustollisesti ja nämä täyttävät vaaditut työturvallisuus määräykset. Suunnitelmat ja niiden toteuttamiskelpoisuus on tarkastettu. Lisäksi materiaalin saatavuus ja sen liikuteltavuus työryhmällä tulee varmistaa. Esimerkiksi yksi henkilö voi käsitellä enintään 900 mm leveää väliseinä levyä, joka on hyvä ottaa huomioon materiaalin tilauksessa ja työryhmän kokoa suunniteltaessa. Suunnitellaan materiaalityökalut ja työmaan järjestelyt siten, että pystytään välttämään turhaa varastointia. Väliseinä levyt tulee varastoida sisätiloihin ja irti alustasta, sekä ne tulee suojata likaantumiselta ja kolhiintumiselta. Itse työkohteeseen siirretyt levyt varastoidaan keskelle huonetta ja annetaan kuivaa valmistajan ohjeen mukaan samaan kosteuteen vallitsevan huoneen kosteuden kanssa. Väliseinien paikat ja niiden sisältämät oviaukot tai muut varaukset tulee olla mitattu. Samalla varmistetaan, että alusrakenteessa olevat putket- ja johdot ovat oikeilla sijainneilla. Varmistetaan suunnitelmista levyjen jako ja kiinnitys sekä kalusteiden kiinnitystuennat. Tarkastetaan runkomateriaalin suoruus, kosteus ja laatu. Katselmoidaan asennuspaikan siisteys ja valmius yhdessä toteuttajan kanssa. Varmistetaan, että työryhmälle on järjestetty riittävä valaistus sekä edellytykset omien jätteiden siivoamiselle kohteessa. (Ratu KI-6029 2017, 214.)

Varmistetaan työn aloituksen jälkeen, että työn suorittavilla henkilöillä on käytössä sopimusasiakirjojen mukaiset henkilönsuojaimet, kalusto ja muut välineet. Tarkastetaan rungon liitosten tiiveydet rajoittaviin rakenteisiin. Aukkojen kohdalla tulee käyttää tuplarunkoa ja mitoittaa aukko valmiin lattiapinnan koron mukaan.

Otetaan huomioon väliseinän yläpuolinen rakenne ja tehdään se teleskooppirakenteisena, mikäli taipumista yläpuolisessa rakenteessa voi ilmentyä. Tarkastetaan kiinnitettyjen runkotolppien pystysuoruus ja väliseinän paikan toteuma veraten suunnitelmiin, ennen levyjen asentamista. Otetaan huomioon märkätilojen seinärakenteet ja niistä aiheutuvat muutokset, kuten runkojaon muuttuminen. Tarvittaessa märkätilojen väliseinille voidaan muurata vähintään 200 mm korkea kivirakenteinen sokkeli. Sokkeli ja puurunko erotetaan toisistaan bitumihuopa-kaistalla. Huomioidaan myös löylyhuoneiden väliseinärungot, joissa ei saa käyttää painekyllästettyä puuta. (Ratu KI-6029 2017, 215.)

Teräsrunkoisissa väliseinissä pyritään kiinnittämään varsinainen väliseinälevy mahdollisimman läheltä teräksisen runkotolpan taittokohtaa, jolla varmistetaan kiinnityksen jäämäkkyys. Katsotaan, että teräksisten runkotolppien läpät ovat käännettynä auki ja kiinnitetään tolpat lopullisesti vasta levytyksen yhteydessä. Levytyksen kiinnitys ja saumaus tulee tehdä tuotevalmistajan ohjeen mukaan. Käytetään kokonaisia seinän korkuisia levyjä, ellei seinä ylitä vakioseinäkokoja. Limitetään levyjen saumakohdat siten, etteivät ne osu vastakkaisilla puolilla kohdakkain ja sauman pystytään tukemaan. Noudatetaan edellä mainittua tyyliä myös kaksinkertaisessa levytyksessä. Tarkastetaan aina ennen väliseinän levytyksen toisen puolen ummistamista, että kaikki sisälle tuleva tekniikka on asennettu ja sekä ne sijaitsevat oikeilla paikoilla. Varmistetaan samalla tekniikka asennusten noudattavan oikeaa asennustapaa. Otetaan myös huomioon, että esimerkiksi putkitukset eivät saa täyttää kokonaan villoitettavaa tilaa. (Ratu KI-6029, 2017, 215.)

Työn jälkeen varmistetaan, että asennustyön jälki, suoritus ja toteuma vastaa suunnitelmia ja sopimusasiakirjojen vaatimuksia. Varmistetaan pintojen puhtaus ja kolhuttomuus, eivätkä nämä saa sisältää koholla olevia ruuvia tai nautoja. Tarkastetaan seuraavien työvaiheiden sisältö ja tarvittaessa suojataan väliseinien pinnat. (Ratu KI-6029 2017, 215.)

### 7.3 Muuratut väliseinät

Muurattujen väliseinien osalta käsittelemme samassa osiossa tiili- sekä harkko-muurausta koskevat laadunvarmistustoimenpiteet ja ohjeet.

Työsisältöön kuuluu savi, kalkkihiekka, betoni, klinkkeri ja tulitiilen muuraustyöt sisätiloissa. Harkkomuuraukseen kuuluu betoni, kevytbetoni, kevytsorabetoni ja kipsikappaleiden rakentuvien sisäseinien muuraus. Edellä mainittuihin muuraustöiden sisältöön kuuluu muun muassa liimaus, ladonta, mittaukset, materiaali palvelu sekä muuraustelineiden pystytykset. (Ratu KI-6029 2017, 142, 146.)

Varmistetaan ennen työn aloitusta, että suunnitelmat ovat toteutuskelpoisia sekä työhön on varattu riittävästi resursseja. Varmistetaan, että saaduilla resursseilla työ voidaan suorittaa aikataulun mukaisesti. Kalusto tulee olla hankittuna ja niiden on oltava työturvallisuusmääräykset täyttäviä. Muurausmateriaalit tulee olla tilattuna ajoissa kohteeseen. Varmistetaan muurausmateriaalien kuivumisajat ja kohteen olosuhteet, jotta materiaalien kosteus ehtii tasaantua ennen varsinaisen työn aloittamista. Kohteen olosuhteet tulee pitää sellaisina, että valmiilla muurauksella on edellytykset kuivumiselle. Muurauksen alle jäävät rakenteet tulee tarkastaa ja niiden tulee olla hyväksytyssä kunnossa sekä valmiita. Tarkastetaan myös liitokset muihin rakenteisiin ja näistä tehtyjen suunnitelmien toteutuskelpoisuus. (Ratu KI-6029 2017, 142, 146.)

Telineitä käytettäessä tulee huomioida, että ne tulee tarkastaa kunnan, työturvallisuuden ja käyttökelpoisuuden puolesta ennen työn aloitusta. On erittäin tärkeä kiinnittää huomiota telineiden kantavuuteen ja suurimpaan sallittuun kuormaan, sillä se määrittää kuinka paljon tiiliä, laastia ja henkilökuntaa voidaan kerralla pitää telineillä. Varmistetaan myös työnsuorittavan henkilökunnan pätevyys ja henkilökohtaiset suojaimet. Kohteeseen järjestetään jätteiden lajittelupisteet ja sovitaan omien jätteiden siivoamisesta. (Ratu KI-6029 2017, 142, 146.)

Työn aikana seurataan työntoteuttavan henkilökunnan suojarusteiden käyttöä ja tarkastetaan säännöllisesti muuraustelineiden kunto. Laastin valmistukselle varattu sekoituspiste tulee olla kunnossa ja olosuhteet hallinnassa, jotta laastin valmistuksen nostattama pöly saadaan suodatettua hallitusti. Sekoituksessa tulee käyttää hengityssuojaimia. (Ratu KI-6029 2017, 143, 147.)

Muurauksenkerrosten jako tulee suunnitella etukäteen huolellisesti, jotta aukkojen sijainti osuu kohdalleen siten, että tiilijaon yläpinta on samalla tasolla aukon yläreunan kanssa. Mikäli muurattava seinä on puhtaaksimuurattua, on tiiliä

sekoitettava keskenään eri letkoista, jotta varmistetaan tiilien keskinäisten mahdollisten väri tai sävyerojen häivyttäminen. Rakenteiden tulee olla pystysuoria ja tasaisia. Tiili- ja harkkokerrosten vaakasuoruuden ja limitysten varmistamiseksi käytetään linjalankoja ja muurausjohteita. Asennetut tukirauhoitteet tulee jäädä kokonaan laastin sisään ja jatkua yhtenäisinä aukkojen ylityksissä. Varmistetaan laastin laatu ja tarvittavat lisäaineet. Jos lisäaineen vaikutuksesta ei ole tietoa, on syytä suorittaa ennakkokokeet. Väriainetta käytettäessä se ei saa vaikuttaa heikentävästi laastin lujuuteen. (Ratu KI-6029 2017, 143.)

Harkkomuuraus limitetään niin kuin suunnitelmissa kerrotaan. Paikalleen asetettua harkkoa ei saa enää asennuksen jälkeen liikuttaa, jotta tartunta ei heikkene. Varmistetaan, että muurarilla on käytössä jatkuvasti muurausmateriaalia, ja se on otettu työpisteelle kuivumaan tai sulamaan riittävän ajoissa. Harkkomuurauksen saumojen nimellispaksuus on yleensä noin 10mm ja ohutsaumalaastia käytettäessä 2mm. Varmistetaan myös, että laastia käytetään saumoissa oikein. Muuraussementtilaastia käytetyssä rakenteessa kuivumisaika on vähintään 2 vuorokautta, kun lämpötila pysyttelee jatkuvasti yli 10 asteessa. Alemmassa lämpötilassa eli 0-10 asteessa kuivumisaika pidentyy vähintään 4 vuorokauteen. (Ratu KI-6029 2017, 147.)

Puhtaaksimuuratusta seinässä varmistetaan, että tiilen parempi sivu tulee asennetuksi näkyvälle puolelle. Huomioidaan päällekkäisten tiilien saumat, jotka tulee olla vähintään  $\frac{1}{4}$  tiilen pituuden verran tai puolen korkeuden verran, ellei suunnitelmissa toisin määrätä. (Ratu KI-6029 2017, 143.)

Sisäseiniä muuratessa tulee kuitenkin huomioida, että puhtaaksimuuratun seinän molemmat puolet voivat olla näkyviä pintoja. Tästä syystä materiaalin vastaanotto ennen työn aloitusta nousee suureen rooliin ja se on tehtävä huolellisesti. Viallinen tai vaurioitunut erä kannattaa reklamoida tuotteen toimittajalle, jotta toimitettu erä voidaan palauttaa.

Saumat tulee viimeistellä sopivalla saumausvälineellä, jolla saumauksen jälki voidaan saavuttaa asiakirjoissa vaaditulle tasolle. Jälkisaumauksessa on tärkeää että saumat puhdistetaan ja kostutetaan, jotta voidaan varmistaa paras mahdollinen tartunta. Saumojen paksuus tulee olla noin 12-15mm ellei

suunnitelmat toisin mainitse. Lopuksi puhdistetaan pinnat jotka ovat muuraustyön seurauksena tahriintuneet. Kiinnitetään kuitenkin huomiota, että suolahappoliuosta puhdistukseen voi käyttää ainoastaan poltettujen tiilien puhdistamiseen. Liuoksen vahvuus voi olla enintään 2%. (Ratu KI-6029 2017, 143.)

Työn jälkeen tarkastellaan valmiin muuraustyön vastaavuutta sopimusasiakirjojen vaateisiin. Tarkastelu kohteina ovat ulkonäkö, käytetty materiaali, mittatarkkuus, limitys, muihin rakenteisiin liittyminen ja saumaus. Varmistetaan tiiliseinän sekä muiden ympäröivien rakenteiden puhtaus jotka likaa havaittaessa on puhdistettava. Tiili- ja harkkomuuraus tulee varmistaa aina ennen peittämistä, joka sisäseiniä muuratessa voi olla esimerkiksi tasoitus, maalaus, vesieristys ja laatoitus. (Ratu KI-6029 2017, 143, 147.)

#### 7.4 Laatoitus

Laatoituksen sisältöön katsotaan kuuluvan miltei kaikki sisäpuoliset kivilaatoitukset kuten kaakeli-, klinkkeri-, mosaiikki-, tiili- ja mosaiikkibetonilaatoitukset. Työ alkaa laatoituksen pohjien tekemisestä jatkuen jaon mittaukseen, laattojen kiinnitykseen, saumauksiin ja laattalistojen asennuksiin. Lisäksi laatoituksen työsisältöön kuuluu muita avustavia töitä, kuten laattojen puhdistus, suojaus ja jätteiden keräys. (Ratu KI-6029 2017, 158.)

Ennen työn aloitusta on syytä varmistaa suunniteltujen laattojen, laastin ja tasoitteen laatu ja käyttöturvallisuustiedotteet. Varmistetaan myös, että kyseinen laatta soveltuu kohteeseen. Tilatut laatat tulee varastoida valmistajan ohjeen mukaan. Tarkastetaan laatoituskohteen valmius. Pohjan on oltava kuiva ja täytettävä sen päällystämiseen asetetut kuivumismääräykset. Alustan kosteus varmistetaan mittauksella. Pohjan on myös täytettävä vaatimukset lujuuden, tasaisuuden ja puhtauden puolesta. Erityisen tärkeää on myös tarkastaa vedeneristyksen eheys. Riittävä alustan tasaisuus tavanomaisissa kohteissa on saavutettu, kun 2 metrin matkalla mitattu suurin sallittu poikkeama on  $\pm 2$  mm. Vaativissa kohteissa suurin sallittu poikkeama on  $\pm 3$  mm. Varmistetaan, että kaadot ovat riittäviä. Kaadot tulee olla tehtynä siten, että 0.5 metrin säteellä kaato on 1:50 ja muualla 1:100.

Varmistetaan samalla myös eri materiaalien saumakohtat ja kytketään lattialämmitys pois päältä 2 vuorokautta ennen laatoituksen aloitusta. Suojataan ympäröivät rakenteet ja rajoitetaan liikkumista kohteessa. Varmistetaan oikea laattajako ja liikuntasaumojen sijainnit, jotka jaetaan noin 25-40 m<sup>2</sup> alueisiin. Lattialaatta-saumojen leveys tulee olla 3-6 mm ja tiililaatoilla 8-15 mm. Saumojen leveys ei saa poiketa valitun sauman leveyden mitasta. Katselmoidaan kohde työntoteuttajan kanssa ja varmistetaan yhdessä kohteelle asetetut laatuvaatimukset. Järjestetään kohteeseen jätteiden lajittelu pisteet, tuuletus ja sovitaan kohteen siivoamisesta. (Ratu KI-6029 2017, 158.)

Työn aikana laastin valmistuksessa tulee noudattaa valmistajan ohjeita. Valvotaan myös, että laastin valmistuksessa käytetään hengityssuojaimia ja yleisesti henkilökohtaisia suojaimia. Varmistetaan laattajako sekä käytetään apuvälineitä kuten linjalautoja ja saumanarua. Noudatetaan laatoituksessa oikeaa työjärjestystä. Ensimmäisenä laatoitetaan seinät, pois lukien alin rivi laatoituksesta. Seuraavana laatoitetaan lattiat ja viimeisenä seinälaatoituksen alin rivi. Varmistetaan myös, että laatoitusta edellä tehty vedeneristys on toteutettu aloittaen seinistä ja jatkaen lattiaan. Tiililaattojen silikonikäsittelyn tarkistus tehdään rikkomalla yksi laatta. Imetyksen tulee olla tapahtunut 2/3 laatan paksuudesta. Ulko- ja uima-altaiden laatoituksessa huomioidaan olosuhteiden aiheuttamat rasitukset ja erityisvaatimukset. Laattojen vedenimukyky näissä voi olla enintään 1%. (Ratu KI-6029 2017, 159.)

Tavanomaisten laatoitusten tartunta varmistetaan rikkomalla yksi laatta, jonka tartuntapinta tulee olla  $\frac{3}{4}$  laastin peittämä. Klinkkerilaatan tartunta pinta tulee olla peittyneenä kokonaan. Kiinnityslaastin sallitaan täyttävän laattojen väliset saumat ainoastaan puoleen väliin. Varmistetaan koputtelemalla muiden laattojen kiinnittyminen, jolloin voidaan havaita mahdollisesti irti jääneet tai liian pienen tartunnan omaavat laatat. Valmiin laatta-asennuksen jälkeen varmistetaan, että silikonit saumat ovat puhtaat, eivätkä ne sisällä laastia. (Ratu KI-6029 2017, 159.)

Puhdistetaan laatat sienellä asennuksen jälkeen. Suljetaan laatoitettu alue, jotta voidaan varmistaa tilan täydellinen rauhollisuus ennen saumausta. Saumaus voidaan tehdä noin 3-5 vuorokauden päästä kiinnityslaastin kovetettua. Tehdään rajapintojen ja muiden liikkuvien pintojen saumaus saniteettisilikonilla. Annetaan

työkohteelle rauha saumauksen jälkeen, jotta sauma-aine ehtii kuivua. Tarkastetaan että laattajätteet on lajiteltu niille tarkoitetuille astioille. (Ratu KI-6029 2017, 159.)

Työn jälkeen varmistetaan, että laatoitustyö täyttää kaikki sopimusasiakirjojen vaatimukset. Varmistetaan, että laatoituksessa ei ole hammastuksia ja se on muutoin määräysten mukaan tehty. Kokonaiskuvassa tarkastetaan esimerkiksi laatoituksen tasaisuus, laatu, ulkonäkö, yhdenmukaisuus, jako, saumojen suoruus ja leveys sekä tartunta alustaan. (Ratu KI-6029 2017, 159.)

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön tuloksena syntynyt laatumatriisi luotiin käyttötarkoitukseen, jolla urakoitsijan laadunvarmistus saatiin yhtenäistettyä. Valmiin työn pohjalta voidaan todeta, että tämän työn tuloksena syntynyt matriisi palvelee kyseistä käyttötarkoitusta. Ideana oli luoda matriisista järkevä ja selkeä, jotta sitä voidaan hyödyntää tulevissa rakennushankkeissa. Matriisiin sisälle jätettiin kuitenkin tilaa yksityiskohtaisemmille ja erikoisemmille työvaiheille. Tämä tehtiin siksi, että yleispätevää matriisia voidaan tarpeen vaatiessa muokata ja tarkentaa sopivammaksi rakennushankkeen vaativuuden mukaan.

Matriisiin tarkastuskortteihin ajatut tarkastuskohdat ja työkohtaiset vaatimukset muokattiin yksinkertaisiksi ja helppolukuisiksi, jotta se helpottaa työmaalla tehtävän katselmuksen kulkua. Tätä kautta tarkastuskohtien sisäistämiseen ja dokumentoimiseen saatiin selkeä ohje, jota kyseistä tarkastusta suorittavan henkilön on helppo noudattaa.

Kuitenkin lopullinen vastaus uuden matriisin toimivuudesta saadaan vasta, kun se on otettu käyttöön useammissa rakennushankkeissa ja kommentteja sen käytettävyydestä ja toimivuudesta on saatu.

Matriisin luominen ja siihen asetettavien tarkastusten ohjekorttien tekeminen ja laatiminen laadukkaasti on pitkä prosessi, jossa täytyy ymmärtää keskeisimmät työhön ja laadunvarmistukseen vaikuttavat asiat. Tarkastusten sisältämät ohjekortit ovat kuitenkin muokattavissa eri hankkeisiin sopiviksi ja detaljikkaa voidaan lisätä tarkastuskohtiin, jotka parantavat laadun tarkkailua ja dokumentointia. Uuden matriisin kehittämiskohteeksi kannattaakin ottaa pienempien ja erikoisempien työvaiheiden tarkastuskorttien luominen. Lisäksi myös nykyisten tarkastuskorttien sisältö kannattaa pitää ajantasaisena ja päivittää tarpeen vaatiessa.

Tarkastusvaiheet kuten mestan vastaanotto, mallikatselmus, osakohdekatselmus ja työvaiheen loppukatselmuksen toteuttaminen riippuu pitkälti työvaiheen haastavuudesta ja vaikutuksesta rakennuksen tulevaisuuden toimivuuteen. Karkeasti voidaan sanoa, että kaikki nämä katselmuksot toteutuvat täydellisesti raportissa mainituissa työkokonaisuuksissa. Katselmuksien tekeminen riippuu

myös pitkälti tilaaja tai rakennuttaja organisaation vaatimuksista toteuttaa tietyt katselmukset valituista työvaiheista.

Matriisin tekeminen oli mielenkiintoinen sekä antoisa projekti, sillä se pakotti avaamaan yksityiskohtaisesti eri rakennusteknisten työvaiheiden ohjeet ja perehtymään detaljikkaan. Tätä kautta pystyin perehtymään työvaiheisiin, joista minulla ei ole aiempaa käytännön kokemusta. Tulevaisuudessa uskon, että matriisiin kaltaisen työn läpi käynti auttaa minua hahmottamaan työvaiheiden kriittisimmät kohteet, joiden onnistumisella on ketjumainen vaikutus seuraavien työvaiheiden onnistumiseen sekä myöhemmin rakennuksen toimivuuteen.

Haasteellisin ja työläin osuus oli tämän raportin sekä lopullisen matriisin yhdistäminen. Raportin sisältöä täytyi supistaa paljon alkuperäisestä suunnitelmasta, sillä se olisi muuten ollut liian suuri ja haastava prosessi. Siksi päätin käydä läpi tässä raportissa merkittävimmät työvaiheet, jotka toistuvat lähes jokaisessa suuressa tai keskisuuressa tavanomaisessa rakennushankkeessa.

Laatumatriisin laatiminen sai minut ymmärtämään, kuinka tärkeä työkalu se on laadunvarmistuksen kannalta. Hyvin täydennetyllä ja ylläpidetyllä laatumatriisilla saadaan urakoitsijalle vahva dokumentaatio perusta, jolla voidaan todeta rakentamisen tapahtuneen suunnitelmien mukaisesti. Ilman matriisia on hankala kuvitella, että työvaiheiden dokumentointi olisi lähellekään yhtä laadukasta. Mikäli riittävä dokumentaatio saataisiin kerättyä, on sen jäsentäminen ja järjestäminen pöytäkirjamaiseen muotoon todella haastavaa ja aikaa vievää. Tuolloin dokumentaation järkevä asettelu ja kerääminen lisäisi työmaan toimihenkilöresursseja, minkä kautta työmaan kustannukset nousisivat.

Loppujen lopuksi olen kiitollinen siitä, että Sakela Rakennus Oy antoi minulle mielenkiintoisen aiheen, joka on oikeasti merkittävä yrityksen laadullisen toimivuuden parantamisen kannalta. Työn toteuttamiseen syntyi tätä kautta motivaatiota ja sopivaa painetta saada lopputuotteesta paras mahdollinen versio.

## LÄHTEET

Congrid live 2026. <https://congrid.fi/live/accounts/login?next=/live/>.

Congrid 2026. Rakennustyön valvojalle. Viitattu 1.3.2026 <https://www.congrid.fi/rakennustyon-valvojalle/>.

Congrid 2026. Viitattu 1.3.2026 <https://www.congrid.fi/>.

Ratu KI-6029 2017. Rakennustöiden laatu. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr. Rakennustieto Oy.

Ratu KI-6020 2011. Rakentamisen tuotantotekniikka. Talonrakennusteollisuus ry ja Rakennustietosäätiö RTS sr. Rakennustieto Oy.

Ratu S-1229 2011. Rakennustyömaan projektisuunnitelma. Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1229>.

RT S-1198 2002 Perustukset. Tehtäväsuunnittelu. Aliurakat ja työkaupat. Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1198>.

RT 1190-S 2000. Rakennustyön lisäajat. Rakennustieto Oy. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/Ratu%20S-1190>.