

Betonielementtirungon laadunvarmistus- ja itselleluovutusohjeistus asuinrakennustuotannossa

LAB-ammattikorkeakoulu
Rakennusmestari
2022
Janne Nieminen

Tiivistelmä

Tekijä(t) Nieminen, Janne	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2022
	Sivumäärä 30+6	
Työn nimi Betonielementtirungon laadunvarmistus- ja itselleluovutusohjeistus asuinrakennustuotannossa		
Tutkinto Rakennusmestari (AMK), työnjohdon koulutus		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Tero Nikkanen, tulosyksikön johtaja, Skanska Talonrakennus Oy		
Tiivistelmä <p>Asuinrakennustuotannossa valmiin betonielementtirungon luovuttamisesta sisätyövaiheeseen esiintyy vielä paljon kustannuksia, jotka siirtyvät runkovaiheesta sisätyövaiheen kustannuksiksi.</p> <p>Tämän opinnäytetyöprosessin tarkoituksena on selvittää todelliset kustannus ja-kaumat ja mahdolliset urakkarajoissa esiintyvät puutteet. Tutkimus tehtiin selvittämällä runkorakentamisen elementtien valmistus, pinta- ja asennustoleranssit Skanskan suunnitteluohjauksen ja Suomen betoniyhdistyksen ohjeistuksen avulla. Toleranssi tietojen avulla tutkittiin käytettävät sopimukset ja näihin liitetyt laatuvaateet. Työmaalla tapahtuva laatupoikkeamien seuranta tehtiin yhteistyössä Skanska talonrakennuksen kanssa uudisrakennustyömaalla Vantaalla.</p> <p>Osana opinnäytetyötä tehtiin ohjeistus Skanska talonrakennus Oy:n käyttöön runkourakoiden laadunvarmistamiseen ja itselle luovuttamiseen. Jatkuvan parantamisen periaatteiden mukaisesti ohjeistuksen on tarkoitus toimia runkoryhmien ja työnjohtajien ohjeistuksena.</p>		
Asiasanat betonielementti, laadunvarmistus, itselle luovutus, ohjeistus		

Abstract

Author(s) Nieminen, Janne	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2022
	Number of Pages 30+6	
Title of Publication Concrete element frame quality assurance- and self-examination instructions for residential building construction sites		
Name of Degree Construction site manager (UAS), Bachelor of Construction		
Name, title and organization of the client Tero Nikkanen, head of the business unit		
Abstract <p>In residential building have different stages, when the concrete frame is released to inner works there can be seen lots of costs, what belongs to the framework, but inner works pay the dues.</p> <p>This thesis process purpose is to find out the real cost distribution and possible faults that occurs in contractor limits. Research was done by finding out the concrete elements manufacturing, surface- and building tolerances, by researching the Skanska Talonrakennus design control and Finnish Concrete Associations instructions. With help of tolerance knowledge was investigated used contracts and used quality requirements attached to the contract. The quality deviations in the site were followed in co-operation of the building site of Skanska Talonrakennus Oy in Vantaa.</p> <p>Part of thesis was making quality assurance and self-examination instructions to use in Skanska Talonrakennus Oy. Principles of continuous improving this instruction will be the guidance to workers and for foremen.</p>		
Keywords concrete element, quality assurance, self-examination, instructions		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Yleisimmät betonielementti runkorakenteet ja toleranssit.....	2
2.1	Runkojärjestelmä.....	2
2.2	Toleranssi käsitteenä.....	2
2.3	Pystyrakenteet.....	3
2.4	Vaakarakenteet	4
2.4.1	Esijännitetty ontelolaatta.....	4
2.4.2	Paikallavalettu teräsbetonilaatta	5
2.4.3	Massiivilaatat.....	6
2.4.4	Parvekelaatat.....	7
2.5	Porraselementit	7
2.6	Hormielementti	8
3	Rakennustöiden laatu	10
3.1	Laki ja asetukset.....	10
3.2	Rakennustöiden yleiset sopimusehdot.....	10
3.3	Laatu käsitteenä	10
3.4	Tehtäväsuunnitelma	12
3.5	Kustannus- ja aikataulutavoitteet	13
3.6	Laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimet.....	14
4	Betonielementtirakentamisen laadunvarmistus	17
4.1	Työtä edeltävä laadunvarmistus	17
4.2	Työnaikainen laadunvarmistus.....	17
4.3	Työnjälkeinen laadunvarmistus.....	18
5	Runkorakenteen luovutus sisätyövaiheeseen	19
5.1	Pintavaatimukset	19
5.2	Urakkarajat eri työvaiheiden välillä.....	22
5.3	Yleisimmät virheet	24
5.4	Menetelmien tehostaminen.....	27
6	Yhteenveto	29
	Lähteet	30

Liitteet

Liite 1. Laadunvarmistus- ja itselleluovutusohjeistus

1 Johdanto

Kerrostalo työmaan runkotyön laadunvarmistus ja luovutus seuraaville työvaiheille on tärkeässä asemassa tarkastellessa kustannuksia. Opinnäytetyöni on tehty yhteistyössä Skanska Talonrakennuksen kanssa ja rajattu vastaamaan tilaajan tarpeita runkotyön laadunvarmistuksessa, jonka laadunvarmistusohjeistuksen kehittäminen on opinnäytetyöni tarkoitus.

Skanska Suomen toiminta kattaa rakentamispalvelut sekä asuntojen ja toimitilojen projektikehityksen. Opinnäytetyön tilannut yksikkö rakentaa pääsääntöisesti asuinrakennuksia Etelä-Suomessa. Vuoden 2021 lopussa Skanska työllisti 2167 henkilöä Suomessa.

Opinnäytetyöni pyrkii tunnistamaan asuinrakennustuotannon betonielementtirakentamisen ongelmakohdat luovuttaessa valmiista asennusta sisätyövaiheisiin. Opinnäytetyöni tavoitteena on tuottaa tilaajalle laadunvarmistus- ja itselleluovutusohjeistus käytettäväksi yhtenä työkaluna sidosryhmien kanssa.

Opinnäytetyössäni tullaan käymään läpi lukijalle betonielementtiasentamisen toleransseja, valmiin pinnan vaateita ja urakkarajoja. Yleisimpien käytettävien laatuluokkien ja urakkarajojen läpi käynnistä selviää, kuinka voisimme kehittää omia urakkaraja käytänteitämme. Opinnäytetyö esittää myös laadunvarmistuksen tehtävän kulun ja vaiheet runkorakennustyössä.

2 Yleisimmät betonielementti runkorakenteet ja toleranssit

2.1 Runkojärjestelmä

Suomessa tehtävistä asuinkerroistaloista voidaan pitää yleisimpinä järjestelmää, jossa kantaviin julkisivuihin ja väliseiniin tukeutuu välipohjalaatasto tai paikallavalettu teräsbetoni-laatta. Kasvukeskuksissa käytetään yleisesti myös pilari-palkkirunkoratkaisuja. Tällainen yhdistelmä järjestelmä mahdollistaa avoimien tilojen toteutuksen. Kyseistä järjestelmää tarvitaan tehdessä liiketiloja ja pysäköintihalleja. Tämä rakenne toteutetaan käyttämällä teräbetonisia esijännitettyjä palkkeja, jotka mahdollistavat pitkät jännevälit ja lähes vapaan korkeuden. Edellä mainituissa rakenteissa palkit sijoitetaan tulevien kantavien seinien alle. Betonirunkorakenteet liittyvät teräsbetonielementein perustuksiin ja jäykistetään betonoimalla vaaka- ja pystysaumamat. Vaakakuormat siirretään pystyrakenteille välipohjalaataston avulla. Välipohjalaatasto muodostaa yhden jäykän levyn rengasraudoitteiden ja saumavalun avulla. Yhdistelmä rakenteissa rungoissa käytetään pystyrakenteina elementtejä ja vaakarakenteena paikalla tehtyä teräsbetoni-laattaa. (RT 82-10821 2004.)

2.2 Toleranssi käsitteenä

Toleranssilla tarkoitetaan mitan sallittua vaihtelua. Ilmoittaessa toleransseja käytetään tarkempia käsitteitä, toleranssiväli ja toleranssileveys. Toleranssi ilmoitetaan rajamittojen avulla tai perusmitan ja sallittujen poikkeamien avulla. Toleranssileveydellä tarkoitetaan rajamittojen erotuksen itseisarvoa. Ylä- ja alarajamitalla tarkoitetaan ääriarvoja, missä saadun mittaustuloksen kuuluisi olla. Suunnitelmiin merkittyä mittaa kutsutaan perusmitaksi. (Betoniteollisuus ry. 2011)

Esimerkki:

Oletetaan, että kappaleen perusmitta olisi 1085 mm ja sallitut poikkeamat olisivat -5; +5 mm. Toleranssiväli olisi näillä arvoilla 1080...1090 mm ja toleranssi leveydeksi muodostuisi 10 mm. Rajamitta-arvoiksi tulisi 1080 ja 1090 mm.

Valmistustoleranssilla tarkoitetaan kappaleen valmistuksen jälkeistä tilaa, jonka toleranssirajojen sisällä kappaleen tulee olla. Rakennustoleranssi sisältää valmistus- ja asennustoleranssin ja kuvaa rakennuspaikalla tilaa, jonka sisällä pinnan tulee sijaita. (Betoniteollisuus ry. 2011.)

2.3 Pystyrakenteet

Asuinrakennuskohteissa yleisimmin käytettävä rakenneratkaisu on kantavat väliseinä- ja julkisivuelementit. Väliseinäelementit ovat yleisimmin 180 mm ja 200 mm paksuja, valmiiksi sähköputkitettuja ja rasioituja elementtejä. Julkisivuelementteinä käytetään pääsääntöisesti sandwich- ja sisäkuorielementtejä. Sisäkuorielementissä on nimensä mukaisesti vain julkisivun sisäkuori. Sisäkuoreen kiinnitetään työmaalla tarvittavat lämmöneristeet ja pintamateriaalit. Sandwich-elementissä on eristeet ja julkisivupinta valmiina. Taulukossa 1 on esitetty seinä- ja hormielementtien asennustoleranssit.

Mittauksen kohde	Rakentamistoleranssit [mm]	
	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Sivusijainti	±15	±10
Sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä	±10	±5
Vapaa väli	±15	±10
Sauman leveys		
– sandwich, elastinen saumaus	±8	±5
– sandwich, saumaprofiilit	±5	±3
– väliseinä	±10	—
Hammastus, kaikissa suunnissa	8	5
Yläreunan korkeusasema vaakarakenteisiin liityttäessä	±10	±5
Poikkeama pystysuorasta	h/400	h/600

Taulukko 1. Seinä- ja hormielementtien asennustoleranssit (Betoniteollisuus ry 2011)

Taulukosta näkee kahden eri asennusluokan toleranssit. Tavanomaisissa rakennuksissa, väliseinissä ja sokkeleissa käytetään pääsääntöisesti normaaliluokkaa. Erikoisluokkaa käytetään niissä tilanteissa missä seinälle asetetaan korkeat mittatarkkuusvaateet.

Rakentamistoleranssien lisäksi kuuluu ottaa itselleluovutusvaiheessa huomioon seuraavat valmistustoleranssit, joilla on olennaista vaikutusta sisätyövaiheelle.

Sähköasiat (t), Normaaliluokka (luokka B)

- sijainti pinnan suunnassa +/-15 mm
- sijainti syvyysuunnassa +5; -10 mm
- rasiaryhmän kiertymä +/- t /50, enintään 4 mm

- reikien koko +/- 10 mm

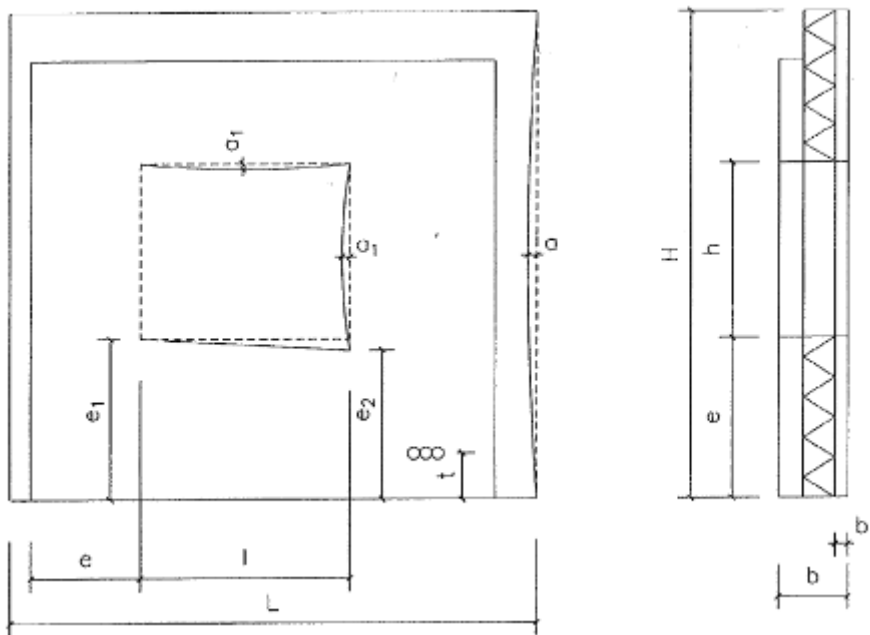
Ovet ja ikkunat, joka suunnassa (e, h, l)

- väliseinä +/- 15 mm
- sandwich +/- 10 mm
- sisäkuori +/- 8 mm
- ulkokuori +/- 8 mm

Kulmien sijainnin ero (e1-e2)

- väliseinä, sandwich, sisäkuori 10 mm

Kuvasta 1 selviää edellä mainittujen toleranssien mittauskohdat.



Kuva 1. Valmistustoleranssien mittauskohdat (Betoniteollisuus)

2.4 Vaakarakenteet

2.4.1 Esijännitetty ontelolaatta

Ontelolaatat ovat liukuvalumenetelmällä valettavia esijännitettyjä elementtejä, joita kevennetään laatan pituussuunnassa tehtävillä onteloilla. Valmistukseen käytetään lujuusluokaltaan C40-C70 betonia ja valu tapahtuu jäykällä betonilla liukuvaluna teräksestä tehtyjen valupetien päälle. Onteloiden vakioleveys on 1200 mm ja vakiolaattatyyppi asuinrakentamisessa on 037. Kyseinen tyyppi on 370 mm korkea ja sillä päästään jopa 14 metrin

jänneväleihin. Onteloa vähimmäistukipinta tuelle asennettaessa on 015-037 laattatyypillä 60 millimetriä. (Elementtisuunnittelu.)

Taulukossa 2 on esitelty ontelolaattojen rakentamistoleranssit, jotka täytyy ottaa huomioon itselleluovutusvaiheessa ja rungon luovutuksessa sisätyövaiheeseen. (Betoniteollisuus ry. 2011.)

Mittauksen kohde	Rakentamistoleranssit [mm]
Sivusijainti	±20
Sauman leveys alapinnassa	-4; +12
Sauman hammastus alapinnassa	
– tuella	5
– keskellä	8
Korkeusasema tuella	
– yläpinnassa tasoite	±8
– yläpinnassa pintabetoni	±15
Tukipituus (l)	-20, kun h<400mm -25, kun h≥400mm

Taulukko 2. Ontelolaattojen valmistus- ja rakentamistoleranssit (Betoniteollisuus ry. 2011.)

2.4.2 Paikallavalettu teräsbetoni-laatta

Yhdistelmä-rakenteissa, missä pystyrakenteet toteutetaan elementein, vaaka rakenteet toteutetaan paikallavalurakenteisina. Paikallavalurakenteet toteutetaan yleensä muottijärjestelmiä toimittavan yrityksen holvimuottijärjestelmillä. Toimittava yritys myös suunnittelee ja toimittaa asennus- ja tuentasuunnitelmat. Muotin asentamisen jälkeen asennetaan pohjaraudoitteet, talotekniikka asennukset ja pintaraudat. Tarvittavien asennusten jälkeen muotti betonoidaan rakennesuunnittelijan määrittelemällä betonilla. Pääsääntöisesti paikallavalettut välipohjat vielä pumpputasoitetaan, joten holvinvalunpinta tehdään linjaaripinnalle.

Paikallavaletuissa välipohjissa holvin ollessa lattian alustana, sovelletaan näihin betonirakenteiden yleisiä toleransseja. Taulukossa 3 esitetään nämä toleranssit.

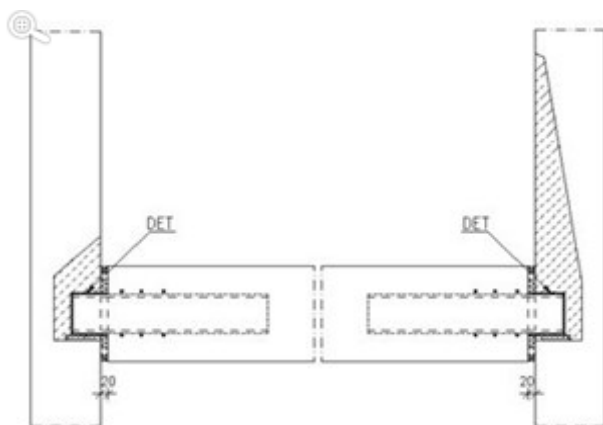
Mittauksen kohde	Toleranssit [mm]	
	Normaaliluokka	Erikoisluokka
Palkin korkeus (h) tai laatan paksuus (h _i)	±15 ¹⁾	±10 ²⁾
Palkin leveys (b ₀)	±15 ¹⁾	±10 ²⁾
Palkkien vapaa väli (V)	±15	±10
Laatan yläpinta	by45	by45
Laatan alapinta	by40	by40
Ala- ja yläpinnan korkeusasema tuella (K)	±15	±10
Sivusijainti (S)	±20	±20
Sivusijainnin hammastus (mm/100 mm) (a)	10	5

taulukko 3. Paikallavalettujen rakenteiden toleranssit (Suomen betoniyhdistys 2013.)

Asuinkerrostalotuotannossa käytetään pääsääntöisesti taulukon normaaliluokkaa, ellei suunnitelma-asiakirjoissa muuta ole määrätty. Yllä olevaa taulukkoa sovelletaan laattapalkkeille ja laatastoille. Taulukosta voidaan havaita, että korkoasemalle ja laatan paksuudelle annetaan arvot +/- 15 mm, mikä tarkoittaa 30 mm toleranssileveyttä.

2.4.3 Massiivilaatat

Teräsbetonisia massiivilaattaelementtejä käytetään porrashuoneiden kerrostasolaattoina ja porrashuoneiden välitasolaattoina. Massiivilaattoja on mahdollista valmistaa ristiin kantavina, kun esimerkiksi ontelolaatat kantavat vain yhteen suuntaan. Laatta elementtien paksuuteen vaikuttaa käytettävä välipohjan rakennepaksuus ja jännevälit. Käytettäessä laattaelementtejä porrashuoneissa, laatan kannatuksessa käytetään teräsputki kannatusta. Teräsputket päällystetään ympäriinsä neopreenikaistoilla. Käytävän valmiin yläpinnan korko pitää olla sama kuin huoneistoon tuleva yläpinnan korko. Kuvassa 2 voidaan nähdä teräsputkikannatuksen liittyminen runkoon. (Elementtisuunnittelu.)



Kuva 2. Käytävälaatan liitos runkoon (elementtisuunnittelu)

Kuvassa esitetään välitasolaatan liittyminen runkoon. Välitasolaatta asennetaan yleisimmin kahden väliseinäelementin väliin. Välitasolaatan asennusta tehdessä laatta on nostettava vinossa ja toisen puolen väliseinäelementtiin tarvitaan pitempi varaus laskemista varten.

2.4.4 Parvekelaatat

Parvekejärjestelmät jaetaan karkeasti rakennuksen ulkopuoliseen ja runkoon upotettaviin parvekkeisiin. Parvekkeiden sijoittelu määrittää, onko kyseessä kaksois-, erillis-, vai kytketty parveke. Parvekkeen rakenteellisia malleja ovat perustuksilta tuettu pilarein tai pielin itse-kantava parveke. Julkisivusta ripustetut parvekkeet, joka vaatii toimiakseen kantavat parvekejulkisivut. Ulokeparveke taas kannatetaan erillisellä tähän suunnitellulla osalla rakennuksen välipohjalaatastosta. (Elementtisuunnittelu.)

Massiivilaattojen rakentamistoleranssit koskien välipohjia, lepotasoja, parvekkeita ja luhtikäytäviä ovat seuraavat:

- Sivusijainti +/- 20 mm
- Sauman leveys +/- 10 mm
- sauman hammastus 8 mm
- korkeusasema tuella +/- 10 mm

2.5 Porraselementit

Asuinkerrostalotuotannossa käytetään pääsääntöisesti vakioituja porrassyöksyelementtejä. Porraselementtityypit ovat erilaisia mitoitukseltaan ja detajiominaisuuksiltaan, valmistajasta riippuen. Taulukossa 4 on esitelty valmistus ja asennustoleranssit ja kuvassa 3 on esitetty portaiden mitattavat suureet. (Suomen betoniyhdistys.)

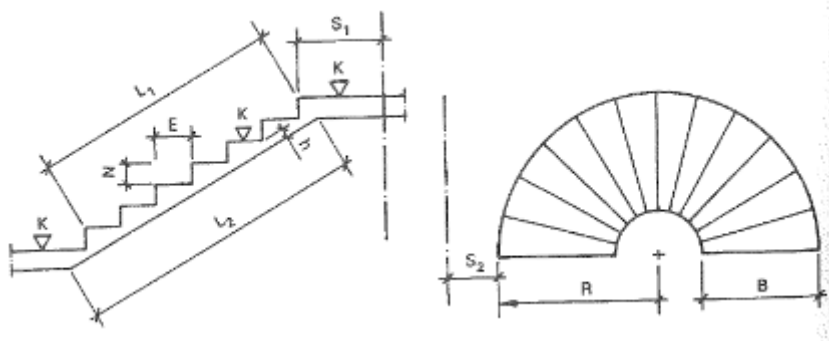
Mittauksen kohde	Toleranssit [mm]
Pituus (L_1 tai L_2) ¹⁾	± 15
Leveys (B)	± 10
Kierreportaan säde (R)	± 10
Paksuus (h)	± 10 ²⁾
Etenemä (E) ³⁾	± 5
Nousu (N) ³⁾	± 5
Sijainti pituussuunnassa (S_1)	± 20
Sijainti poikittaissuunnassa (S_2)	± 15
Korkeusasema (K)	± 10

¹⁾ Mitataan vaihtoehtoisesti L_1 tai L_2 , kierreportaalla korkeus.

²⁾ Jos paksuus on alle 200 mm 1-rakenneluokassa, niin toleranssit ovat -5, +10.

³⁾ Koskee valmista mahdollisesti pinnoitettua porraskelmaa.

Taulukko 4. valmistus ja asennustoleranssit



Kuva 3. Portaista mitattavat suureet.

Taulukossa 4 on kerrottu suluissa kirjaimin missä kohtaa kuvassa 3 mitattava suure sijaitsee porraselementissä ja mikä kyseisen kohdan toleranssi on.

2.6 Hormielementti

Hormielementit ovat kerroksen korkuisia talotekniikka elementtejä. Kyseisissä elementeissä saadaan vietyä talon vesijohdot, viemärit ja hulevedet, sähkö- ja datakaapeloinnit.

Hormielementit asennetaan ensimmäisessä kerroksessa tuenvaraan ja valetaan rakennuksen runkoon kiinni rakennesuunnittelijan ohjeiden mukaan. Elementtien sijainti on yleensä kylpyhuoneiden yhteydessä, joko erillisenä tai väliseinä elementtien väliin asennettuna. Seuraavien kerrosten elementit asennetaan alapään ohjuritappeja hyväksi käyttäen edellisen elementin päälle. Ohjuritapit ovat toimitukseen kuuluvia kierteellisiä tappeja, joiden tarkoitus on kohdistaa laskettavan elementin putkiliitosten osuminen alempaan elementtiin.

Sallitut poikkeamat hormielementeille on:

- poikkileikkaus +/- 5 mm
- leveys +/- 5 mm
- pituus (korkeus) +/- 10 mm
- ristimitta +/- 15 mm
- betonipeitteen poikkeama +/- 10 mm
- kierous +/- 15 mm
- teräsosat, sähköasiat ja reiät
- sijainti pinnan suunnassa +/- 15 mm
- sijainti syvyysuunnassa +/- 5 mm (rakennustieto.)

3 Rakennustöiden laatu

3.1 Laki ja asetukset

Laadusta on ympäristöministeriön kantavien rakenteiden asetuksessa (477/2014) on todettu, että kantavien rakenteiden toteutusta varten laaditaan työsuunnitelmat ja niiden on sisällettävä riittävät tiedot toteutusta varten.

Mahdollisten rakenteiden vikojen ja vaurioiden ylittäessä keskisuuren tai vakavan riskit on osana työsuunnitelmaa laadittava toteutukselle laatusuunnitelma. Laatusuunnitelmaan sisältyy arviointi toteuttajan osaamisesta ja voimavaroista vaatimuksiin nähden, toteuttajan hankkeelle nimeävän organisaation kuvauksen ja vastuuhenkilöt, periaatteet tarkastuksista vastuineen sekä suunnitelmat toteutettavasta laadunvalvonnasta ja näiden tallentamisesta. (477/2014)

3.2 Rakennustöiden yleiset sopimusehdot

Laadunvarmistuksesta YSE §10 sanotaan yksiselitteisesti urakoitsijan velvollisuudeksi noudattaa asiakirjoissa vaadittua laadunvarmistusta. Urakoitsijan on kirjallisesti esitettävä laadunvarmistus toimenpiteensä laadun saavuttamiseksi ja meneteltävä niin, että kyseinen laatu saavutetaan.

Laadunvalvonnasta YSE §10 kerrotaan urakoitsijan velvollisuuksista tarkistaa omien suoritteidensa laatu sekä korjata mahdolliset puutteet ja virheet ennen kuin luovuttaa työnsä tilaajalle. Urakoitsija on myös velvollinen ilmoittamaan tilaajan edustajalle havaitsemansa virheet suorituksessa sekä toimet niiden korjaamiseksi. (YSE1998.)

3.3 Laatu käsitteenä

Nykypäivänä laatu käsitetään virheellisen tuotteen tai tuotoksen sijasta kokonaisvaltaiseksi johtamiseksi. Laatuajattelu kulkee nykypäivänä läpi koko prosessin hankkeen suunnittelusta läpi toteutuksen ja päätyen käyttäjälle. Laatu mahdollistetaan ottaen se huomioon resurssisuunnittelussa, tuotannon suunnittelussa ja ohjauksessa. Jokaisessa vaiheessa otettaessa huomioon laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimet annetaan mahdollisuus laadukkaalle lopputuotteelle. Lopputuotetta tarkasteltaessa siinä yhdistyy suunnitelmien laatu, valmistusmenetelmien laatu ja asiakkaan kokema laatu.

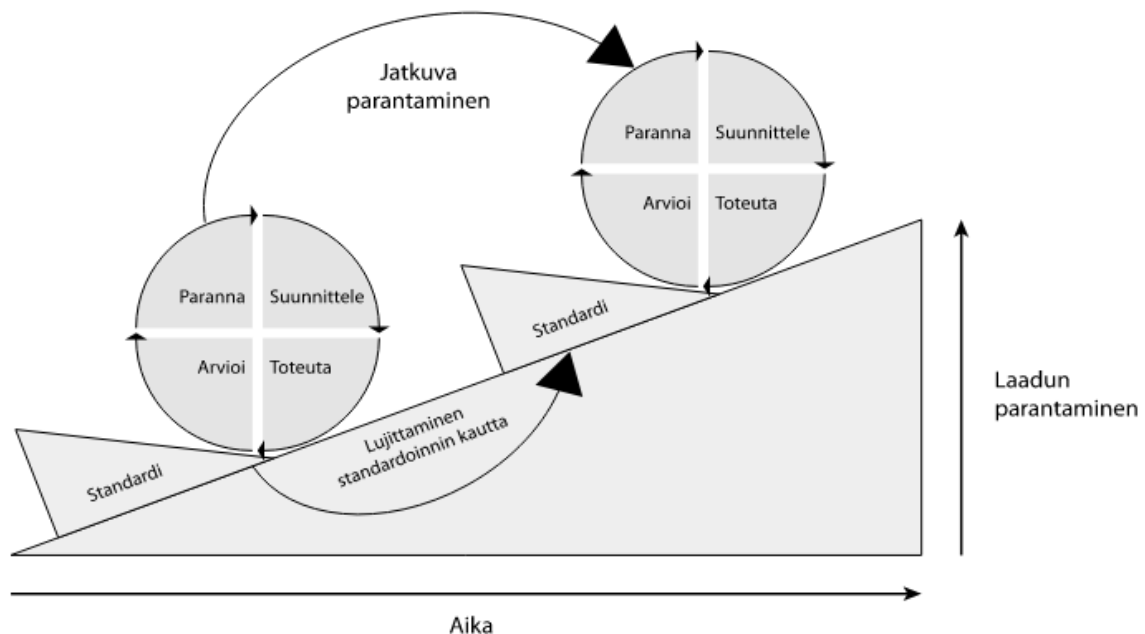
Suunnittelun laadulla pyritään siihen, että lopputuote vastaa tilaajan tarpeita ja toiveita. Suunnitelmien täytyy laadullisesti täyttää hyvän rakennustavan ja viranomaisten asettamat

tavoitteet. Laadukkaan suunnitelman tunnusmerkkejä on suunnitelmien toteutettavuus, tarkkuus detaljikkaassa ja suunnitelmat ovat ristiriidattomia. (Rakennustieto.)

Tuotannon laadulla tarkoitetaan, että rakennustyö toteutuu aikataulussa ja pysyy kustannustavoitteissaan ja kaikki tämä tapahtuu työturvallisesti ja laadullisesti asetetuissa tavoitteissa. Hyvästä työnlaadusta kertoo se, että työmenetelmät ovat kohteeseen soveltuvia, työ voidaan suorittaa häiriöttä ja olosuhteet ovat sellaiset mitä materiaali ja työn tekeminen edellyttää.

Nykypäivänä on voimistunut ajatus, ettei riitä pelkkä laadun tuottaminen yrityksen sisällä. Laatujohdaminen on ymmärretty yrityksen sisäisenä ja yritysten välisenä laatukulttuurisuutena. Yritysten verkostoituessa ja informaatiokanavien lisääntyessä konsernien sisäinen tiedonsiirto on nopeutunut ja alihankkijat sekä lähiyhteistyökumppanit on saatu mukaan laadun suunnitteluun sekä kehittämiseen. Ei riitä pelkän yksikön tekemä laatu, jos muut eivät sitä tee. Yhteistyössä syntyy uusia toimintamalleja ja menettelyohjeita, jotka voidaan siirtää työmaan tuotannon tueksi.

Johtaminen tarvitsee tuekseen työkaluja ja malleja, joilla voidaan varmistaa oman työn laadukkuus. Opinnäytetyöni tuotoksen on tarkoitus olla yksi työkalu jatkuvan parantamisen tiellä ja työntekijöiden osallistamisesta laatuun. Työntekijöiden osallistuminen takaa sen, että laatuun sitoudutaan paremmin. Laatu syntyy vuorovaikutuksesta ja vastuuta pitäisi antaa niille, jotka työn tekevät. Tämän edellytyksenä on järjestelmään kuuluvien toimien tekeminen suunnitellusti ja parhaat käytännöt tunnetaan ja kehitetään jatkuvasti. Kuvassa 4 on havainnollistettu jatkuvan parantamisen periaatteet.



kuva 4. Laadun parantaminen

Kuvassa esitetään, kuinka neljä vaiheisesta tuotannosta ajan kanssa vakiintuu uusi lähtöstandardi tehtävälle.

Yrityksen johdolla keskeinen rooli jalkauttaessaan laadunparantamisen ja tekemisen periaatteet muulle henkilöstölle. Laatujohtaminen pyrkii pitkäjänteisesti etenemään yrityksessä ja jalkauttamaan periaatteet ja käytännöt henkilöstön tietoisuuteen. Hyvään laatuun päästään hyvällä vuorovaikuttamisella. Tekijät otetaan mukaan suunnitteluun ja prosessiin kuuluvat toimet käydään läpi yhteisesti ja samalla varmistetaan, että toimintatapoja noudatetaan. (Talonrakennusteollisuus ry.)

3.4 Tehtäväsuunnitelma

Tehtävä muodostuu tehdystä työkaupasta tai työryhmän toteuttamasta työkokonaisuudesta. Tehtävän suunnittelulla etsitään keinoja, joilla voidaan vastata yrityksen sisä- ja ulkopuolta tuleviin vaatimuksiin. Suunnittelun tavoitteena on varmistaa, että tehtävä täyttää sille asetetut vaatimukset kustannus- ja aikataulutavoitteissa, sekä työ tehdään ja saatetaan loppuun laadukkaasti. Tehtäväsuunnitelmalla tarkennetaan yleisaikataulun, vaiheikataulun, budjetin, työturvallisuuden ja laadun kokonaisuus. Suunnitelmassa nämä nivoutuvat yhdeksi tehtäväkokonaisuudeksi. Tehtäväsuunnittelu toimii käytännön välineenä tuotannon ohjauksessa ja johtamisessa. Tehtäväsuunnittelu olisi hyvä toteuttaa niin varhaisessa vaiheessa, että sitä voitaisiin käyttää ohjausvälineenä tarjouspyyntöjen ja aliurakkasopimusten lähtötietoina. Riittävän aikaisella suunnittelulla saataisiin kirjattua sopimukseen tehtävän tavoitteet selkeästi. Tämän suhteen rakennusyhtiöillä on runkorakentamiseen vakioituja tuotantotapoja ja näiden mukana tulleet vakiohankinnat ja näiden liite asiakirjat. Tehtäväsuunnittelu omalta osaltaan tukee yritystä tuotannon kehittämisessä ja antaa lähtötietoja tulevan toiminnan suunnitteluun. (Rakennustieto.)

Tehtäväsuunnittelulla määritellään työsisältö ja siihen kuuluvat osatehtävät sekä työn laajuus. Sisällöltään tehtäväsuunnitelman pitää vastata oman työkunnan urakkasopimusta ja sen liitteitä sekä ohjeistuksia tai vastaavasti aliurakan sisältöä. Tehtäväsuunnittelu antaa myös selkeät linjat, mitä käytetään valmistellessa aliurakkasopimuksia, hankintaa, logistiikkaa, laadunvarmistusta. (Kankainen ja Junnonen)

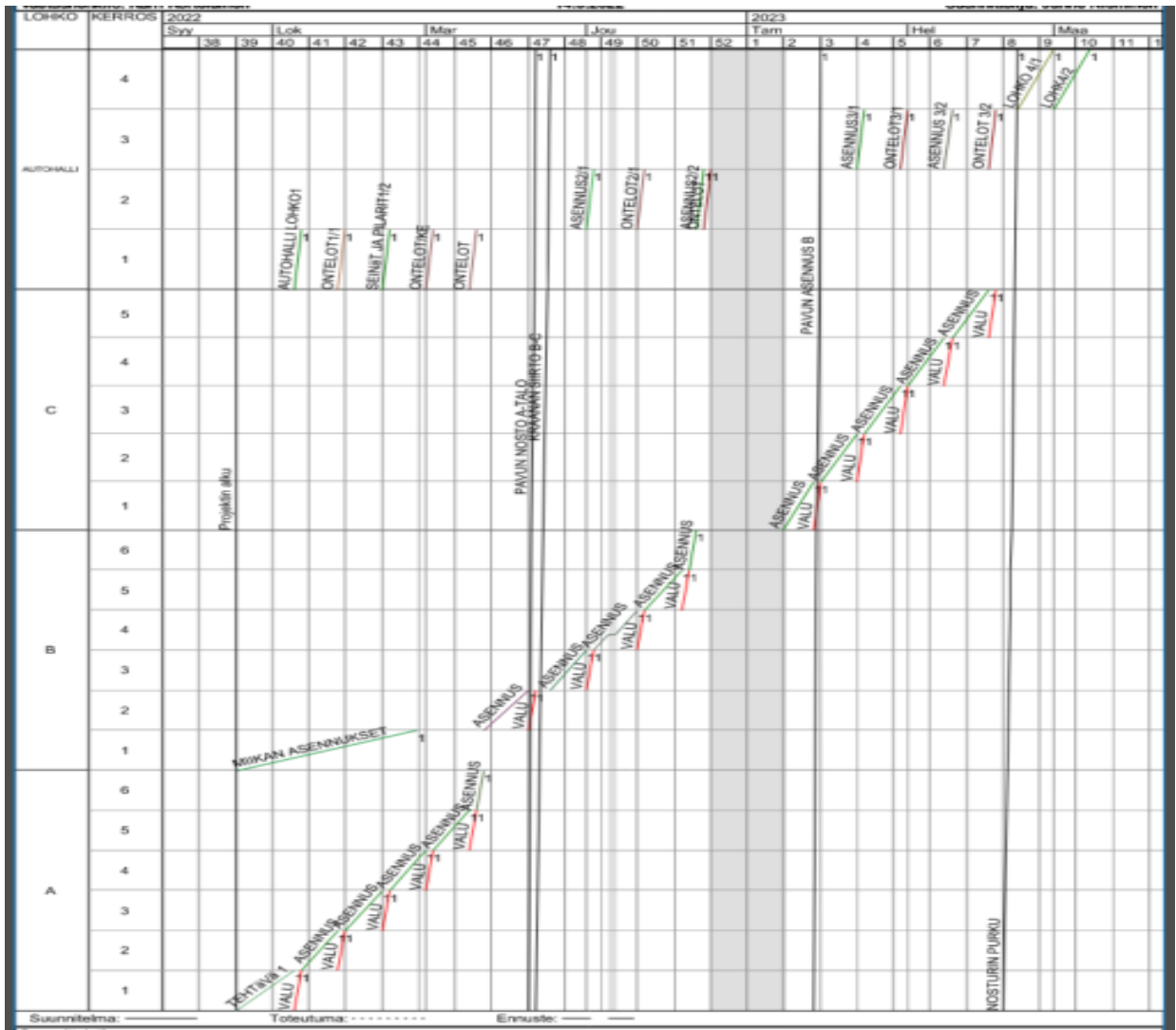
Tehtäväsuunnitelmalla pääurakoisija määrittelee työkunnan sopimuksen ehdot, laatuvaatimukset, sisällön ja suoritusvelvollisuudet. Tehtävärajojen määrittäminen on tärkeässä asemassa, jotta saataisiin työvaiheet liittymään saumattomasti työvaiheesta toiseen. (Rakennustieto)

3.5 Kustannus- ja aikataulutavoitteet

Laadunvarmistus ohjeistukseen liittyy vahvasti myös kustannus- ja aikataulutavoitteet. Kohteen kustannusvertailua tehdessä, otetaan huomioon kyseisen kohteen ominaisuudet. Työkustannuksia selvittäessä varmistetaan runkourakkasopimuksesta, tehtävään kuuluva työsisältö ja määritellyt työlajien hinnat. Määrittelyä tehdessä tulee huomioitua työsisältö ja tarkennettua tarvittavat resurssit työtehtävään. (Rakennustieto.)

Suunnitellun työryhmän, materiaali ja kalustotietojen pohjalta tarkistetaan mahdollisuudet kustannus- ja aikataulutavoitteiden saavuttamiseen. Arvioidessa tulee huomioitua tavoitteiden realistisuutta verrattuna kohteen ominaisuuksiin.

Kokonaistavoitteesta laaditaan työryhmälle välitavoitteet, jotka on jaettu lohko tai työkohteiden tavoitteiksi. Tavoitteet voidaan kirjata päivämäärinä tai paikka-aikakaavioina. Omille työryhmille urakkaa läpi käydessä arvioidaan myös tuotantovauhtia urakkasummien ja toteutuman suhteessa. Kuvassa 5 esitetään malliesimerkki runkovaiheen paikka-aikakaaviosta, joka liitetään urakkasopimukseen.



kuva 5. Esimerkki runkovaiheen paikka-aikakaaviosta

Kuvassa esitetty aikataulusta selviää vasemmalta lohkot ja työtehtävät ja oikealta selviää, mitä työvaiheiden kestosta ja toteutuksesta on sovittu. Paikka-aikakaavio on tärkeä asiakirja runkovaiheen ajallista ja laadullista ohjausta varten.

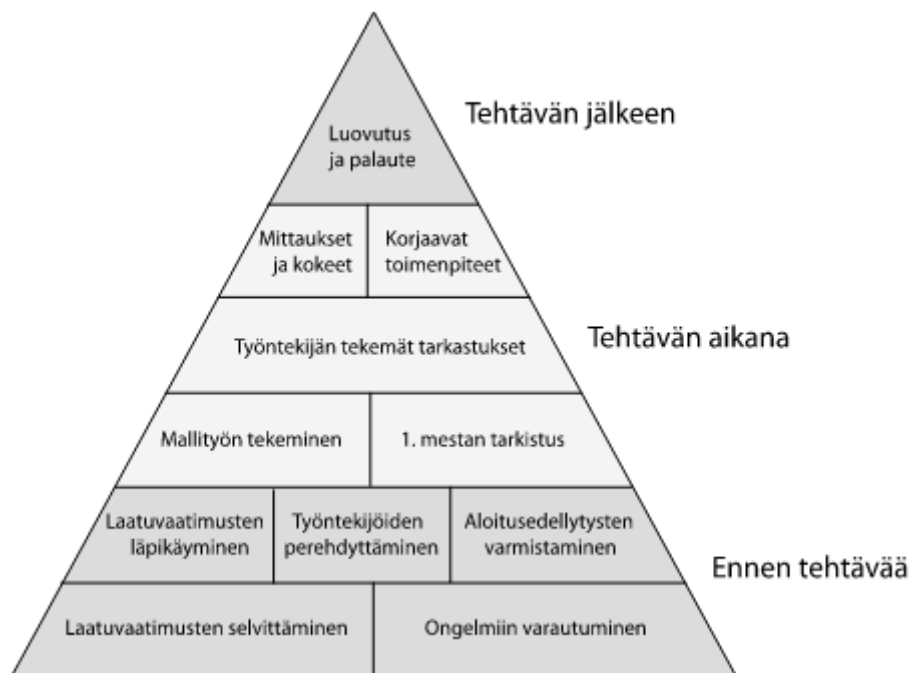
3.6 Laatuvaatimukset ja laadunvarmistustoimet

Jokaisesta tehtäväkokonaisuudesta kootaan laatuvaatimukset. Kokoamiseen käytetään työlajien yleisiä laatuvaateita ja hankkeen yksityiskohtaisia laatuvaatimuksia. Hankeasiakirjoissa ja työselostuksissa löytyy tehtävälle asetetut vaatimukset mitta- ja sijaintitietojen osalta. Asiakirjoissa on määritelty toiminnallisuudelle, visuaalisuudelle ja materiaaleille omat vaatimuksensa. Tehtäväsuunnittelussa vaatimukset kirjoitetaan seikkaperäisesti auki, jotta ne ovat ymmärrettävissä muodossa esitettävissä työn suorittajille. (Rakennustieto.)

Laadunvarmistustoimena työlle laadintaan laadunvarmistusohjeet töiden ja työmenetelmien osalta. Ohjeistuksella kerrataan tehtävän aikaiset tarkistettavat ja huomioon otettavat asiat, joilla varmistetaan laatuvaatimusten täytyminen tehtävän kulun aikana. (Rakennustieto.)

Laadunvarmistusohjeistus käydään läpi työtä suorittavan henkilöstön kanssa ennen työn aloitusta. Ohjeistuksella myös perehdytetään uusi henkilöstö ja toimii opastuksen tukivälineenä. (Rakennustieto.)

Kuvassa 6 on esitetty tehtävän jatkuvat laadunvarmistus toimenpiteet koko työvaiheen keston ajan.



kuva 6. Tehtävän laadunvarmistus ohjaus (Rakennustieto.)

Kuvan pyramidissa on visuaalisesti havainnollistettu laadunvarmistustoimien kulku. Kuvaa luetaan alhaalta ylöspäin alkaen suunnittelusta selvitystöihin ja jatkuen tehtävän aikaisiin tarkistuksiin ja mittauksiin loppuen tehtävän luovutukseen.

Työmaalla tapahtuvat järjestelmälliset laadunvarmistus toimet ovat:

Aloituspalaveri

Palaverin tarkoitus on havainnollistaa yhteinen käsitys kokonaisuudesta, sekä sitouttaa työryhmä työn laatuvaatimukseen, turvallisuuteen ja aikatauluun.

Mestän vastaanotto

Mestan vastaanotolla varmistetaan edellisten työvaiheiden valmius sekä mittatarkkuus. Vastaanotossa käydään myös lävitse seuraavan työvaiheen aloitus edellytykset, työkohde, materiaalit ja työskentelyolosuhteet.

Mallikatselmus

Malliasennuksella varmistetaan työsuorituksen laatu sekä käytettyjen työmenetelmien soveltuvuus vaadittuun laatutasoon. Hyväksytty mallityö toimii vertailukohtana tulevien osakohteiden laatutasolle.

Osakohteen tarkastus

Osakohteen tarkastuksilla tarkkaillaan, että malliasennuskatselmuksessa määritelty laatu saavutetaan läpi koko tehtävän.

Itselleluovutus

Työsuorituksesta tehdään itselleluovutus ennen vastaanottotarkastusta. Itselle luovutuksessa työn suorittaja tarkastaa oman työnsä laadun, sekä korjaa havaitsemansa puutteet ja virheet ennen tilaajalle luovuttamista. Jokaisella urakoitsijalla on velvollisuus tarkastaa oma työnsä ja varmistaa työn täyttävän sopimuksen mukaiset laatuvaatimukset.

Työvaiheen vastaanotto

Työvaiheen vastaanotossa todetaan tarkastukset tehdyiksi ja virheet korjatuiksi. Lisäksi suoritetaan koko työsuorituksen tarkastuskierros. Mahdolliset puutteet kirjataan ja sovitaan korjausten suoritus aika. Tämän jälkeen työ on vastaanotettu.

4 Betonielementtirakentamisen laadunvarmistus

4.1 Työtä edeltävä laadunvarmistus

Ennen työn aloitusta laaditaan asennussuunnitelma, minkä täytyy sisältää turvallisuusasiakirjassa mainitut seikat. Suunnitelman täytyy sisältää asennusjärjestys, jokaisesta elementtilajista vähimmäistukipinnat, mittausjärjestelmä ja toleranssit, asennuksen aikainen tuenta, elementtien kiinnitystapa runkoon, erityistoimia vaativat elementit, kiinnityshitsaukset ja käytettävät materiaalit ja talvibetonoinnin vaatimukset ja lämmitystavat.

Aloituspalaveri järjestetään noin viikko ennen asennustyön alkua. Aloituspalaverissa käydään lävitse lähtötilanne ja suunnittelijoilla hyväksytty elementtiasennussuunnitelma. Varmistetaan aloitusedellytykset ja alustan valmius elementtityölle. Asennusjärjestys ja aikataulu hyväksytetään tekijöillä ja sovitaan itselleluovutuksen lohkojaot. Aloituspalaverin liitteeksi lisätään aluesuunnitelma mistä löytyy elementtiasennukselle varatut varastointipaikat. Lopuksi käydään läpi työturvallisuusasiat sisältäen, putoamissuojaussuunnitelman läpikäynnin sekä vastualueet, henkilökohtaiset suojaimet, tulityömääräykset ja sääolosuhteet sekä tuulirajat.

Aloituspalaverin jälkeen runkoryhmä vastaanottaa asennusmestan. Vastaanotossa tarkistetaan aloitusedellytykset elementtityölle. Vastaanotossa tarkistetaan asennuspaikan valmius elementtityölle, elementtien varastointipaikkojen suunnitelmien mukaisuus, tuentakalusto on työmaalla, tarvittavat nostoapulaitteet välivarastossa, nostokalusto on tarpeen mukainen, sähkö ja valaistus on pisteellä ja tarvittava asennuskalusto on välivarastossa.

4.2 Työnaikainen laadunvarmistus

Ensimmäisen osakohteen valmistumisen jälkeen katselmoidaan mallityö. Tarkastukseen osallistuu runkotyönjohtajan lisäksi asennustyöryhmän etumies. Runkotyönjohtaja laatii tarkastuksesta pöytäkirjan, jonka etumies vahvistaa allekirjoituksella. Mallityössä tarkastellaan elementtien asennus ja suunnitelmien mukaisuus, tuenta ja kiinnitykset, holvinmuotitus ennen ja jälkeen valun, raudoitukset, valmiiden valutöiden pinnat, mittatarkkuus, työkohteen siisteys ja jätteiden lajittelu. Katselmuksessa todetut virheet ja puutteet korjataan ja tämän jälkeen mallikatselmus toimii koko urakan ajan valmiin työn laadunmallina.

Osakohteen tai valulohkon vastaanotto tapahtuu aloituspalaverissa sovituissa lohkoissa, mutta yleensä valulohkoittain. Työryhmä vastaa itse lohkon tarkastuksesta ja lohkoikohtaisen tarkastuskortin täyttämisestä. Tarkastuskortti toimitetaan työnjohtajalle. Työnjohtaja käy tekemässä lohkoa oman tarkastuksen ja todentaa, että lohko on malliasennuksen mukaista tasoa ja lohkolle ei ole jäänyt mitään muuta asennusmateriaalia kuin mahdollisesti

tarvittava holvin jälkituentakalusto. Työnjohtajan mahdollisesti havaitsemat puutteet kirjataan ja sovitaan jälkitarkastusaika. Urakkaryhmän suoritteisiin kuuluu korjata puutteet niin, ettei se vaikuta keskeneräisen urakan aikatauluun.

4.3 Työnjälkeinen laadunvarmistus

Elementtiasennusurakan valmistuttua työnjohtaja tekee vastaanottotarkastuksen. Tarkastuksessa katselmoidaan, että asennus täyttää asiakirjoissa esitetyt vaatimukset mittatarkkuuden, visuaalisen ilmeen, kiinnityksen ja juotosten osalta. Tarkastushetkellä kerroksissa ei saa enää olla asennustarvikkeita. Työnjohtaja täyttää tarkastuksesta pöytäkirjan, jonka allekirjoittaa etumies ja työnjohtaja. Vastaanottotarkastuksen jälkeen tehdään urakasta taloudelliset loppuselvitykset. Taloudellisessa loppuselvityksessä selviää osapuolten vaateet ja tilityssuhteet.

5 Runkorakenteen luovutus sisätyövaiheeseen

5.1 Pintavaatimukset

Rakennushankkeen pintojen määrittelyssä rakennusselostus on keskeisimpiä asiakirjoja. Elementtityöselostus täydentää elementtityön osalta rakennusselostusta. Elementtityöselostuksissa määritellään pinnoille luokat, jotka löytyvät Suomen betoniyhdistyksen kirjoista by40 betonipinnat, joka ottaa kantaa elementtien ja muottityön pintavaatimuksiin. Kirjasta by45-bly7 betonilattiat löytyy määritelmät lattioiden pintavaatimuksiin.

Luokitusjärjestelmä jakaa pinnat luokkiin AA, A, B ja C, joista pinta AA on vaativin. Luokkaa AA tulisi käyttää vain erikoiskohtissa ja -pinnoissa. Tässä luokassa ei ole toteutuksessa kyse betonin laatuun liittyvistä teknisistä ominaisuuksista vaan arkkitehdin määrittelemistä visuaalisista ominaisuuksista. Paikallavalukohteissa määrittäessä ja pintojen laatutasoa tarkastellessa täytyy ottaa huomioon vaativamman toteutusluokan vaikutus toteutus aikatauluun. Erityisen kriittiseksi asiaksi tämä nousee, jos AA luokan pintaa on valittu runkotyötä tahdistavaan alueeseen.

Luokka A kuuluu puhtasvalupintojen luokkaan. Kyseisessä luokassa sallitaan paikkaukset vähäisessä määrin, mutta muotin pintamateriaalin tulee olla ehjää ja hyvälaatuista. Luokan A pintoja käytetään esimerkiksi näkyviin jäävissä betonipinnoissa, porrassyökyjen pinnoissa, täydentävät rakenteet ja tasoitettavissa elementtipinnoissa.

Luokan B betonipinnoille ei aseteta niin suuria vaatimuksia. B luokan pintoja käytetään esimerkiksi kellarin sisäseinissä tai niitä vastaavissa tiloissa ja osittain maanpeittoon jäävissä ulkopuolisissa pinnoissa.

Luokan C betonipintoja ovat pääsääntöisesti piiloon jääviä pintoja. Luokan C muottipintamateriaali voi olla moneen kertaan käytettyä, koska C luokkaa käytetään esimerkiksi perustuksissa, alakattojen taakse jäävissä pinnoissa ja kalustojen sekä koneistojen alla olevat pinnat. (Suomen betoniyhdistys.)

Skanska Talonrakennuksen elementtisuunnittelun ohjeistuksessa käytetään pintaluokkaa MUO/THI A pois lukien parvekelaatat mitkä ovat pintaluokalla MUO/TEL AA. Kuvassa 7 on esitetty (MUO) muottia vasten valettujen elementtipintojen luokitukset. Toleransseina ohjeistuksessa käytetään Betonielementtien toleransseja 2011, normaalia luokkaa.

Laatutekijät		Vaatimukset			
		Luokka AA	Luokka A	Luokka B	Luokka C ¹⁾
Nystermä suurin korkeus, h suurin leveys (pisin mitta) suurin määrä ²⁾	mm mm kpl/m ²	2 2 h ≥ 1 mm 10	3 9 h ≥ 2 mm 20	6 20 h ≥ 4 mm 40	6 20 h ≥ 4 mm 40
Syvennys suurin syvyys, h suurin leveys (pisin mitta) suurin määrä ³⁾	mm mm kpl/m ²	2 4 h ≥ 1 mm 10	4 9 h ≥ 2 mm 20	7 15 h ≥ 4 mm 40	7 15 h ≥ 4 mm 40
Hammastus	mm	0,5	2	5	5
Valupurse tai valuhaava muottisauman kohdalla suurin korkeus tai syvyys suurin leveys suurin määrä (koskee myös korjattua saumaa)	mm mm % muottisaumojen pituudesta	1 2 5	2 3 20	4 6 30	4 6 30
Valupurse laatat (OL, KL) suurin korkeus, h suurin leveys suurin määrä	mm mm m/laatta	ei sallita ei sallita ei sallita	h ≥ 2 mm 3 3 3	h ≥ 2 mm 5 5 9	h ≥ 2 mm 5 5 9
Vaakasuurassa valettujen pintojen huokokset suurin läpimitta ja syvyys suurin kokonaismäärä	mm kpl/m ²	Ø ≥ 2 mm 5 20	Ø ≥ 2 mm 8 40	Ø ≥ 5 mm 10 80	Ø ≥ 5 mm 10 160
Pystysuurassa valettujen pintojen huokokset suurin läpimitta ja syvyys suurin kokonaismäärä	mm kpl/m ²	Ø ≥ 2 mm 7 40	Ø ≥ 2 mm 10 60	Ø ≥ 5 mm 12 100	Ø ≥ 5 mm 12 200
Vaakasuurassa valettujen pintojen valuvika (aina korjattava) suurin koko suurin määrä	m ² kpl/100 m ²	ei sallita ei sallita	0,1 1	0,3 2	0,6 4

Kuva 7. muottia vasten valetun elementtipinnan laatuvaatimukset

Asennuskerrosta vastaanotettaessa katselmoidaan elementtipinnat taulukon antamien arvojen mukaisesti. Pinnoissa olevat nystermät aiheutuvat yleensä muotissa olevasta kolosta, syvennykset kohoumasta tai epäpuhtaudesta muotinpinnassa, hammastus muottilevyjen tasoerosta, valupurse johtuu muotin saumaan pursunneesta betonista, huokokset syntyvät muottipinnan läheisyyteen kerääntyvistä ilma- ja vesikuplista. Valuviat johtuvat yleensä ki-viaineksen erottumisesta tai puutteellisesta tärytyksestä. (Suomen betoni yhdistys)

Elementtikuviin määritetyille telatuille (TEL) ja teräshierreyille (THI) pinnoille kuvan 8 arvoja.

Laatutekijät		Vaatimukset					
		Sienihierretty, telattu tai töpötetty (SHI, TEL, TÖP)		Teräshierretty (THI)		Puuhierretty (PHI)	
		AA-lk	A-lk	AA-lk	A-lk	AA-lk	A-lk
Nystermä ²⁾ suurin korkeus, h suurin leveys (pisin mitta)	mm	2		3		4	
	mm	4		4		8	
Syvennys ²⁾ suurin syvyys, h suurin leveys (pisin mitta)	mm	2		3		4	
	mm	4		4		8	
Työvälineen jälki hammastus ¹⁾	mm	1		2		2	
Huokokset ²⁾ suurin läpimitta suurin kokonaismäärä	mm	Ø ≥ 2 mm		Ø ≥ 3 mm		Ø ≥ 4 mm	
	kpl/m ²	3		4		5	
		10		25		50	
Pinnan käyryys ja aaltoilu suurin mittapoikkeama	mm/1,5 m	3	5	4	6	4	7
Väri vaihtelu harmaat pinnat valkobetonipinnat muut väribetonipinnat	luokat (liite 5)	B	C	B	C	B	C
		A	B	A	B	A	B
		B	C	B	C	B	C

Kuva 8. elementtien hierrettyjen ja telattujen pintojen laatuvaatimukset (Suomen Betoniyhdistys)

Taulukon telattuja pintoja asuinkerrostaloissa on yleisimmin parvekelaattojen pohjissa ja teräshierrettyjä pintoja on määritelty väliseiniin. Näissä työmenetelmäluokissa voidaan havaita, että sallittavien huokosten määrä on huomattavasti pienempi verrattuna muottia vasten valettuun.

Työmaalla tehtävässä itselle luovutuksessa paikalla valettavan holvin alapinnan arvioinnissa käytetään kriteereinä jäljempänä olevassa kuvan 9 taulukkoa.

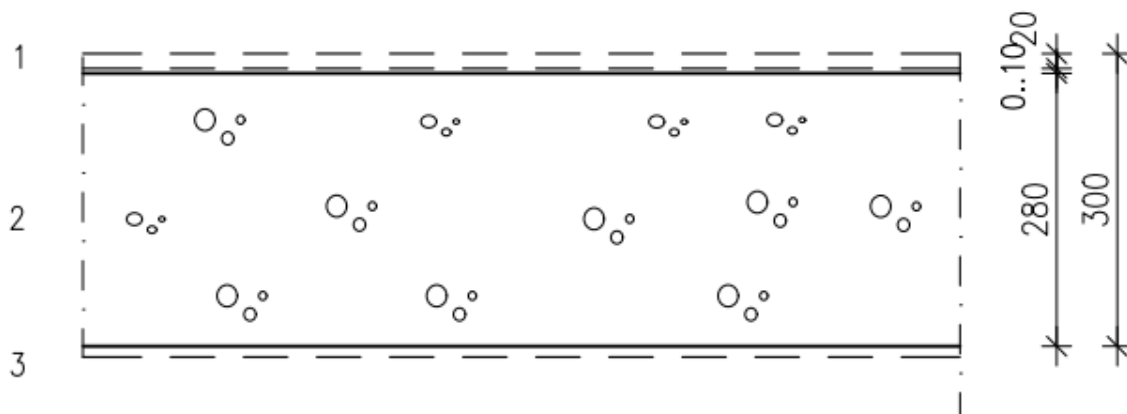
Laatutekijät		Vaatimukset			
		Luokka AA	Luokka A	Luokka B	Luokka C ¹⁾
Nysterinä suurin korkeus, h suurin leveys (pisin mitta) suurin määrä ²⁾	mm	2	3	6	6
	mm	3	9	20	20
	kpl/m ²	h ≥ 1 mm 10	h ≥ 2 mm 20	h ≥ 4 mm 40	h ≥ 4 mm 40
Syvennys suurin syvyys, h suurin leveys (pisin mitta) suurin määrä ³⁾	mm	2	4	7	7
	mm	4	9	15	15
	kpl/m ²	h ≥ 1 mm 10	h ≥ 2 mm 20	h ≥ 4 mm 40	h ≥ 4 mm 40
Hammas	mm	1	2	5	5
Valupurse tai valuhaava muottisauman kohdalla suurin korkeus tai syvyys suurin leveys suurin määrä (koskee myös korjattua saumaa)	mm	1	2	4	4
	mm	3	3	6	6
	% muottisaumojen pituudesta	10	20	30	30
Vaakasuurassa valettujen pintojen huokokset suurin läpimitta ja syvyys suurin kokonaismäärä	mm	Ø ≥ 5 mm 7	Ø ≥ 5 mm 8	Ø ≥ 5 mm 10	Ø ≥ 5 mm 10
	kpl/m ²	20	40	80	160
Pystysuurassa valettujen pintojen huokokset suurin läpimitta ja syvyys suurin kokonaismäärä	mm	Ø ≥ 5 mm 8	Ø ≥ 5 mm 10	Ø ≥ 5 mm 12	Ø ≥ 5 mm 12
	kpl/m ²	40	60	100	200
Vaakasuurassa valettujen pintojen valuvika (aina korjattava) suurin koko suurin määrä	m ²	Arkkitehti arvioi	0,1	0,3	0,6
	kpl/100 m ²		1	2	4
Pystysuurassa valettujen pintojen valuvika (aina korjattava) suurin koko suurin määrä	m ²	Arkkitehti arvioi	0,2	0,3	0,6
	kpl/100 m ²		2	2	4
Pinnan käyryys ja aaltoilu suurin mittapoikkeama	mm/1,5 m	3	5	8	8
Väri vaihtelu harmaat pinnat valkobetonipinnat muut väribetonipinnat	luokat	B		4)	4)
	(liite 5)	A		4)	4)
		B		4)	4)

Kuva 9. Paikallavaluholvin laatuvaatimukset (Suomen Betoniyhdistys)

Asuinrakennustuotannon paikallavaluholveissa käytetään arviointi kriteerinä luokkaa A.

5.2 Urakkarajat eri työvaiheiden välillä

Eri urakkasuoritteiden pitäisi liittyä toisiinsa ilman, että tarvitsee tehdä välissä tuntitöillä niin kutsuttuja rajapintojen töitä. Vantaan kohteen välipohja on rakennetyypeissä määritelty seuraavalla tavalla ylhäältä alaspäin. Parketti tai laminaatti 20 mm, joustavan parketinalusmaton kanssa. Paikallavalettu teräsbetonilaatta, luokka A-4–30. Huomioihin on merkattu mahdollisuus käyttää tasoitteita 0–10 mm, betonirakenteen kokonaiskorkeuden pysyessä 280 millimetrissä. Kuvassa 10 on leikkaus kohteen paikallavaluholvista.



kuva 10. Paikallavaluholvinleikkaus

Kuvasta voidaan havaita, että yhdistelmärunkoisissa kerrostaloissa paikallavalutuilla holveilla, yleinen käytäntö on valaa holvi linjaaripinnalla noin 10 mm alle valmiinpinnan, jättäen suoraan tasoitevaran ennen pinnoitetyötä. Ongelma kohdiksi muodostuu betonirakenteiden laatuohjeiden mahdollistama 30 mm toleranssileveys ja työmaahankintana tehty holvinvalutyö. Työmaahankinnat perustuvat urakkatarjoukseen ja siinä tarjottuun työsisältöön, josta harvemmin löytyy mitään auki kirjoitettuja toleransseja, mihin esimerkiksi linjaarivalupinnan pitäisi laadullisesti onnistua. Lisäksi on yleinen tapa pyytää mittamieheltä korkopiste, jokaiseen kerrokseen suoraan holviin merkatun. Työmaan edetessä mahdollinen korkomerkitä häviää, ja tämän jälkeen on mahdotonta todentaa, mihin korkoon ja millä vaihtelulla holvinvalutyö on suoritettu.

Ohjeistusta laatiessa tutkin Vantaan kohteen 4krs. ja 5krs. holvivalun pinnan suoruuden kuvan 11 mukaisesti.



kuva 11. Holvin vaaitus

Kuvassa näkyvä asunto on pinta-alaltaan 71m² ja vaaitun asunnon suurin korkovaihtelu oli 18 mm. Tämän suurempia korko vaihteluja ei löytynyt mitatuissa kerroksissa. Kerrokset todettiin olevan sallituissa rajoissa, nykyisillä sopimuksilla, vaikkakin holvin suunniteltu paksaus ylittyi 8 millimetrillä.

Holvin alapuolinen laatuluokka kohteessa oli MUO-A. Kohteessa käytettiin järjestelmämuotikalustoa ja uusia muottivanereita. Holvit tarkastettiin taulukon arvoilla ja etuputsaustyön aloituspalaverissa ei tullut kommentointia pinna laadun suhteen. Vastaanoton kommentointi liittyi muottiporukalta jääneeseen sahanpuruun ja raudoiterullien tunnistelappuihin, mitä oli satunnaisesti jäänyt holviin. Näiden poistaminen on elementtiryhmän urakkasisällössä. Korjausten jälkeen luovutus etuputsausurakalle tapahtuu ilman lisätöitä.

Runkotyötä luovutettaessa katselmoidaan asennustyön mittatarkkuus. Toleranssit ylittävä poikkeama suoruudessa tai sijainnissa kuuluu asennusryhmän korjausvelvollisuuksiin. Liitetyistä saumoista elementtien alasauman täyttö on elementtiryhmän urakassa, mahdolliset korjaustyöt vajaa ja ylitäytön osalta kuuluu elementtiasennustyökunnalle. Ontelolaatta rakenteisissa taloissa tarkastellaan myös alapuoliset ontelosaumojenurat. Urissa mahdolliset olevat betonivalumat kuuluvat runkoryhmän työsisältöön.

Pystysaumamat, s-pistekolot ja mahdolliset elementtien yläpäässä olevat vaakasaumat kuuluvat pystysauma-pumppausurakoitsijalle. Pystysauma-urakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu pumpattavan kerroksen siivoaminen omien töiden osalta. Mikäli liitossaumat otetaan vastaan sopimuksen mukaisina, tästä liittyminen etuputsausurakkaan pitäisi tapahtua ilman lisätöitä.

Seinien pinnat, ikkunapielien suoruudet, sähkörsioiden sijainnit ja korot, aukkojen ja varausten suunnitelman mukaisuus tarkastetaan. Sopimusasiakirjoissa annetun laatutasoon asti kuuluu elementtitoimittajalle ja tästä pienemmät puutteet kuuluvat etuputsausurakkaan. Nostolenkit ja ovituet tulee olla poistettu ja mesta siivottu, vastuu on elementtiasennustyökunnalla.

5.3 Yleisimmät virheet

Vantaan kohteen aikana löytyneet tyypillisimmät virheet olivat kuormanpurkujen esiintyneet kolhut, halkeamat ja naarmut elementeissä. Kyseiset vauriot olivat tapahtuneet elementtitehtaalla kuorman lastauksen tai sitomisen aikana. Elementtejä vastaanotettaessa virheet kuvataan ja reklamoidaan lähettäjää. Kuvassa 12 on havaittavissa julkisivuelementissä rapauspinnassa kuljetuksen aikainen vaurio.



kuva 12. Kuljetusvaurio

Kuvantapaisia vaurioita löytyi useasta elementistä ja erikohdista. Vaurioiden laajuus määrittää, kuinka ison korjaustyön tai mahdollisesti villan vaihto joudutaan tekemään ennen rappautöiden alkua. Ulkopuoli katselmoidaan rungon valmistuttua rappaus- ja elementtitoimitajan kanssa. Katselmuksessa tarkastellaan pinnan sopimuksen mukaisuus ja urakoitsijoiden vastuualueet.

Sisäpuolen pinnoissa tyypilliseksi virheiksi nousi esille. Väliseinissä olleet huokokset, joita oli pintaluokituksen arvoja ylittävä määrä. Kuvassa 13 näkyy huokosten laajuus seinäpinnassa.



kuva 13. Väliseinän huokokset

Kuvassa voi havaita paikallisesti laajojakin huokosia. Tällaisissa kohdissa kuuluu elementtitoimittajalle pinnan auki harjaus ja huokosten tasoittaminen. Mikäli kohtaa ei korjattaisi, niin tämän laatuista seinää ei pystyisi ilman lisätöitä luovuttamaan tasoiteurakoitsijalle.

Julkisivuelementeissä löytyviä virheitä oli sähkörasioiden asennuksen syvyyksissä ja ikkunapielien suoruuksissa. Kuvassa 14 on havainnollistettu vesivaakaa apuna käyttäen ikkunapielestä havaittu poikkeama suoruudessa.



kuva 14. Ikkunanpieli

Kuvasta voidaan havaita, ettei ikkunapieli täytä suoruuden laatuarvoja. Kyseisestä kohdasta reklamoidaan elementtitoimittajaa. Ikkunanpieli on suoristettava ennen tasoitetöiden alkua.

Pystysaumauspumppaus urakoitsijan jäljiltä yleisimmät virheet liittyvät omien jätteen siivoukseen, pumppaamattomiin saumoihin sekä saumojen ylä- ja alapään tasaisuuteen. Kuvassa 15 esimerkki viimeistelemättömästä pystysaumasta.



kuva 15. viimeistelemätön pystysaumauksen alapää

Kuvan mukaisia viimeistelemättömiä kohtia löytyi saumojen ylä- ja alapäästä, mitkä on reklamoitava urakoitsijalle. Urakoitsijan korjattua virheellisen työsuorituksensa voidaan saumat luovuttaa etuputsausurakoitsijalle.

Runkoryhmältä yleisimpiä virheitä tarkastuksissa oli, omien töiden jätteet, liittyvien saumojen yli- ja vajaa täytöt, muottipintoihin jääneet roskat, seinän ja paikallavalulaatan liitoksen valumat ja kuljetusterästen paikalleen jättäminen.

5.4 Menetelmien tehostaminen

Työmaahankintana tehtyihin urakoiden sopimukseen tulee vaihtelevasti tietoa mitä on sovittu suoritteiden laadullisista asioista. Tästä olisi varmasti syytä pohtia yritystasolla tietyille työvaiheille omat liitteet urakoihin urakkarajojen ja laadullisten asioiden näkökulmasta. Esimerkiksi holvinvalutyöhön, pystysaumauspumppaukseen ja etuputsaustyöhön voisi sopia käytettäväksi tiettyä pohjaa.

Skanskan omille runkoryhmille on tehty oma runkotyön tarkastuskortti. Työmaan alussa lohkojaot on sovittu runkoryhmän kanssa ja ryhmä tekee näistä oman tarkastuskierroksen ja täyttää tarkastuskortin. Olisi varmasti hyödyllistä muokkaa tämä tarkastuskortti laadunvarmistusohjelmistoon käytettäväksi. Tämän myötä jäisi tarkastuskäynti palveluun, minkä pohjalta voisi käydä työnjohto tarkastuksen läpi. Tarkastuslohkon läpi käynnin jälkeen pystyisi sisätyönjohtaja allekirjoituksellaan vastaanottamaan kyseisen lohkon.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyöni aikana tilaajan käyttöön tehty laadunvarmistus- ja itselleluovutusohjeistus on todettu tilaajan kannalta toimivaksi kokonaisuudeksi, joka otetaan käyttöön uusien runkotyönjohtajien ja etumiesten muistilistaksi. Nykyaikaisessa jatkuvan parantamisen kulttuurissa näen, että ohjeistus on yksi askel kohti haluttua päämäärää. Alati kiristyvän kilpailun takia on tärkeää saada kaikki osapuolet sitoutumaan laadullisiin asioihin läpi projektin tuotantoketjun.

Opinnäytetyöni tarkoitus oli selvittää ongelmakohdat runkotyövaiheen luovuttamisesta sisätyövaiheeseen ja vastauksia sisäpuolten kasvaviin lisätyökustannuksiin. Ongelmakohtia pystyttiin prosessin aikana tunnistamaan ja antamaan ongelmiin kehitysajatuksia. Prosessin aikana havaitsin, että puutteellisten sopimusten takia oli erityisen haastavaa seurata etuputsausurakoitsijan lisätyökustannuksia. Työssäni käydään läpi vallitsevia epäkohtia, mutta varsinkin urakkarajaliitteiden kohdalla tulos on työmaakohtainen, koska useimmat runkotyöhön liittyvät aliurakat tehdään työmaahankintana. Työmaahankinta menettelyissä on projektikohtaisia eroja ja näin ollen tuloksiakin pitäisi verrata projekti kohtaisesti. Projektin aikana saatujen kokemusten mukaan elementtitoimittajat korjasivat puutteensa erinomaisesti. Tämä vaatii vain runkomestarilta ajantasaisten reklamaatioiden teon.

Mielestäni tämän aiheen tiimoilta tilaajan kannattaisi teettää uusi opinnäytetyö. Opinnäytetyön pitäisi nyt saatujen tulosten pohjalta kehittää yhteensopivat laatu- ja urakkarajaliitteet millä työmaan mestareilla olisi edes mahdollisuus hallita kokonaisuus läpi ilman lisätyökustannuksia.

Lähteet

Betoniteollisuus ry. 2011. Betonielementtien toleranssit. Vaasa: Waasa Graphics Oy

Elementtisuunnittelu. Runkorakenteet. Viitattu 06.06.2022. saatavissa <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet>

Kankainen, Jouko ja Junnonen, Juha-Matti. 1999. Tehtäväsuunnittelu- ja valvonta rakentamisessa Helsinki: Rakennustieto Oy

RT 14-11016. Runkoryl. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 82-10821.2004. Betonielementtirakenteet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Suomen Betoniyhdistys ry. BY40 Betonirakenteiden pinnat / luokitusohjeet 2021. Otavan kirjapaino oy

Suomen betoniyhdistys. 2014. Betonilattiat 2014. Tampere: Tammerprint

Suomen betoniyhdistys ry. 2013. Betonirakentamisen laatuohjeet. Vantaa: Multiprint Oy

Talonrakennusteollisuus ry. 2017. Rakennustöiden laatu 2017. Helsinki: Rakennustieto Oy

YMA 477/2014 Ympäristöministeriön asetus kantavista rakenteista 17.06.2014/477.

Viitattu 10.06.2022. Saatavissa <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140477>

Elementti- ja holviasennus

Laadunvarmistus, itselleluovutus ja yleisimmät virheet

Aloituspalaveri

- Pidetään 1–2 vk ennen runkotyön aloitusta
- Käydään läpi runkourakka sopimus
- Tarkistetaan ryhmän verkkokussi suoritukset
- Käydään läpi itselleluovutusmenettely (Runkoryhmä täyttää tarkastuskortin) ja määritetään osakohteet. (esim. 1krs.)
- Käydään läpi aluesuunnitelma ja varastointialueet. (sopimuksen liitteeksi)
- Käydään läpi kohteen aikataulu. (sopimuksen liitteeksi)

Mestan vastaanotto

- Pidetään ennen asennustyön aloitusta.
- Tarkistetaan asennusmesta. Joka on mitattu, alusta valmis asennustyölle, tarvittava kalusto työmaalla, yleisvalaistus kunnossa ja sähköt mestan läheisyydessä.
- Työnjohtaja ja etumies katselmoivat osakohteet ja kirjaavat mahdolliset viat ja puutteet.

Mallityö

- Mallikatselmukset (runkotyönjohtaja määrittää laajuuden)
- Mallikatselmukseen osallistuu työnjohtaja ja etumies
- Mallikatselmuksessa tarkastetaan seuraavat työvaiheet
 - Elementtien asennus
 - Holvimuotti / ontelolaatat, ennen ja jälkeen valun
 - Holvi-, ontelosauma- ja pystysaumaraudoitukset
 - Valmis asunto.
- Mallityö toimii koko urakan ajan valmiin työn laadun mittarina.

Runkoryhmän itselleluovutus

- Ensimmäisen osakohteen tarkastukseen osallistuu etumies ja työnjohtaja. Työnjohtaja täyttää tarkastuskortin.
- Seuraavista osakohteista etumies ilmoittaa milloin itselleluovutus on tehty ja luovuttaa täytetyn tarkastuskortin (löytyy SharePoint).
- Korjaukset tehdään kolmen päivän kuluessa tarkastuksesta.

Työn vastaanotto

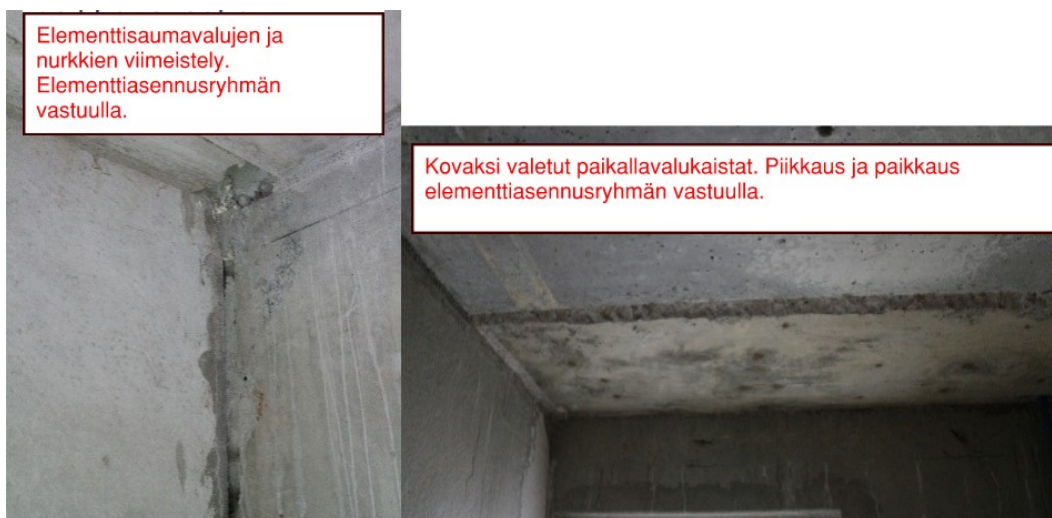
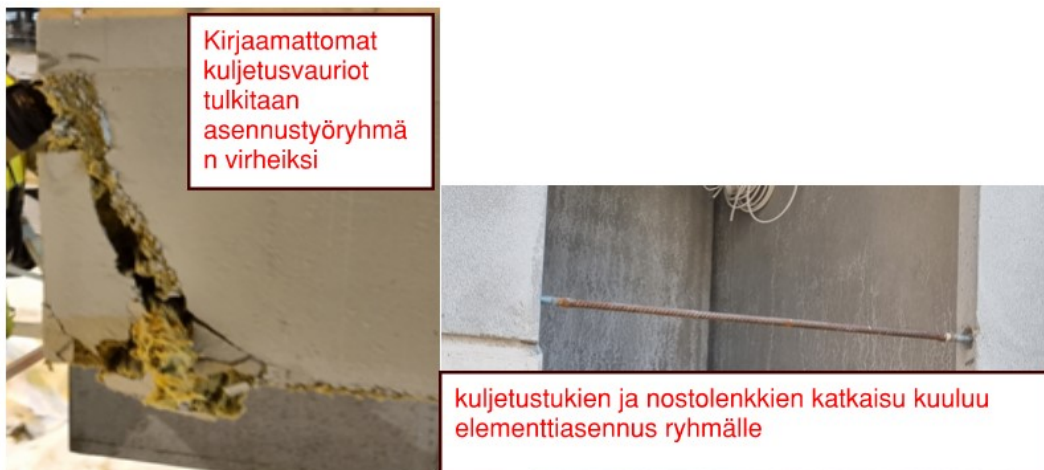
- Työ vastaanotetaan osakohteittain ja virheettöminä.
- Mikäli tarkastuksessa löytyy virheitä, nämä kirjataan ja runkoryhmä korjaa kahden päivän kuluessa. Tämän jälkeen löytyvät virheet korjautetaan ulkopuolisella tekijällä ja vähennetään urakasta.

- Koko urakka vastaanotetaan, kun asennuskalusto on niputettu ja talo luovutettu virheettömänä ja hormikuvauksella selvitetty asennusvirheet. Loppuselityksessä tarkastellaan keskinäiset tilityssuhteet.

Runkoryhmän osakohteen luovutuksen edellytykset.

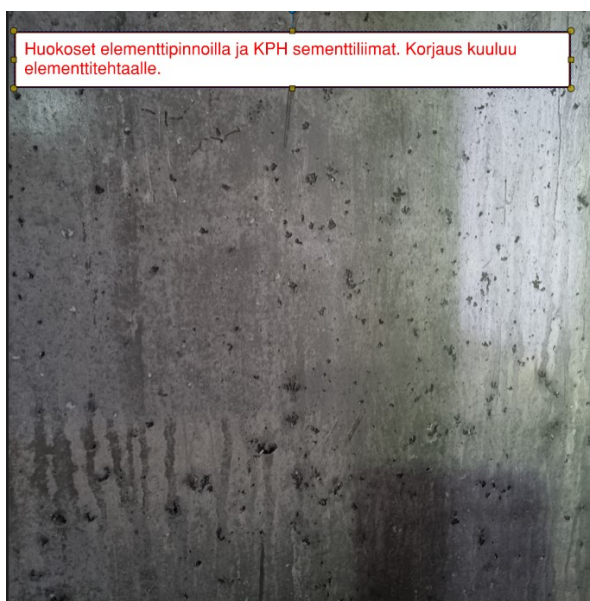
- Tarkastuskortti on täytetty ja puutteet on korjattu.
- Kohde on siivottu ja asennuskalusto poistettu (jälkituenta saa olla)
- Hormikuvauksen jälkeen määritellään asennusvirheet ja vastuut.

Yleisimpiä puutteita:





Muut reklamoitavat asiat.



Elementeistä sähköputkista mahdollisesti löytyvät tukokset ovat elementtitehtaan vastuulla.

Puuttuvat varaukset, tekniikka ja läpiviennit ovat tehtaan vastuulla, mikäli löytyvät suunnitelmista.

