

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Kevät 2019

Antton Rantanen

PAIKALLAVALETUN JA ELEMENTTIRAKENTEISEN SEINÄN VERTAILU

OPINNÄYTETYÖ (AMK) TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka | Tuotantojohtaminen

Kevät 2019 | 38 sivua, 10 liitesivua

Antton Rantanen

PAIKALLA VALETUN JA ELEMENTTIRAKENTEISEN SEINÄN VERTAILU

TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla kahden eri tuotantotavan taloudellisia ja tuotannollisia eroja kahden kerrostalon huoneistojen välisten kantavien seinien ja kahden autohallin seinärakenteiden osalta. Vertailu rajattiin paikallavalu- ja elementtirakentamiseen. Tarkoituksena oli selvittää, kuinka paljon taloudellisempi ratkaisu paikallavalurakentaminen oli elementtirakentamiseen nähden sekä vertailla toteutusmuotojen työtekniikkaa, aikataulua, työturvallisuutta ja laadunvarmistusta.

Kustannukset laskettiin jälkilaskentana paikallavaluseinien osalta käyttämällä todellisia kustannuksia. Elementtien osalta kustannukset laskettiin perustuen saatuihin elementtitarjouksiin, jotka muutettiin vastaamaan kohteessa olleita elementtejä. Laskennan tarkoituksena on tuottaa kustannustietoa, jota työn toimeksiantaja voi hyödyntää tulevaisuudessa vastaavanlaisten kerrostalokohteiden seinärakenteiden kustannuslaskennassa.

Vertailun tuloksena todettiin, että paikallavalu on kustannustehokkaampi tuotantotapa kohteeseen, mutta aikataulullisesti hitaampi kuin elementtitoteutus. Vertailun tulosten pohjalta opinnäytetyön tilaaja sai tietoa paikallavaluseinätoteutuksen kannattavuudesta tulevissa kohteissa.

Työvaiheiden toteutuksen ja laadun vertailussa käytettiin opinnäytetyön tilaaja yrityksen kokemuksia toteutusmuotojen laatu ja työteknisistä eroavaisuuksista. Vertailun tukena käytettiin rakennustiedon RATU-kortistoja, työmaan rakennepiirustuksia sekä aiheeseen liittyvää kirjallisuutta.

ASIASANAT:

paikallavalu, betonielementti, laatu, kustannuslaskenta

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Civil engineering

2019 | 38 pages | 10pages in appendices

Antton Rantanen

COMPARING OF CAST IN-SITU AND PREFABRICATED ELEMENT WALLS

The purpose of this thesis was to compare economical and industrial differences of cast in-situ wall and prefabricated element wall constructions. The purpose was to determine how much more economical solution cast in-situ walls are compared to prefabricated element walls as well as to compare the working methods, schedule, occupational safety and quality.

The costs of cast in-situ walls were calculated afterwards by using real costs. The costs of prefabricated element walls were calculated by using element offers modified to correspond the elements which already were at the construction site. The purpose of the calculations was to provide beneficial cost information which the company can use in the future in comparable apartment building cost calculations of wall constructions.

The comparison on the working methods and quality was based on the experiences of the commissioner of the thesis on the differences in working methods and quality. Rakennustieto company RATU register, structural drawings and literature of the topic were used to support the comparison.

KEYWORDS:

cast in-situ, prefabricated element, quality, cost accounting

SISÄLTÖ

| | |
|---|-----------|
| KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO | 7 |
| 1 JOHDANTO | 8 |
| 2 BETONISEINÄT | 9 |
| 3 TYÖVAIHEET | 11 |
| 3.1 Paikallavaluseinät | 11 |
| 3.1.1 Mittaus | 11 |
| 3.1.2 Muottityön esivalmistelu | 11 |
| 3.1.3 Muottityö | 12 |
| 3.1.4 Betonointi | 15 |
| 3.1.5 Jälkihoito | 16 |
| 3.1.6 Muotin purkutyö | 16 |
| 3.2 Elementtiseinät | 18 |
| 3.2.1 Esivalmistelu | 18 |
| 3.2.2 Asennustyö | 19 |
| 4 HUONEISTOJEN VÄLISET SEINÄT JA AUTOHALLIN ULKOSEINÄT | 22 |
| 4.1 Toteutustapojen eroavaisuudet | 22 |
| 4.2 Kustannukset | 23 |
| 5 AIKATAULU | 26 |
| 6 TYÖTURVALLISUUS | 28 |
| 7 LAADUNVARMISTUS | 29 |
| 7.1 Laadunvarmistus yleisesti | 29 |
| 7.2 Paikallavaluseinissä | 30 |
| 7.2.1 Raudoitus | 31 |
| 7.2.2 Betonointi | 31 |
| 7.2.3 Muotin purku | 32 |
| 7.2.4 Riskit | 32 |
| 7.3 Elementtiseinissä | 33 |
| 7.3.1 Mittaus | 34 |

| | |
|---------------------|-----------|
| 7.3.2 Riskit | 34 |
| 8 YHTEENVETO | 35 |
| LÄHTEET | 36 |

LIITTEET

| | |
|-----------|--|
| Liite 1. | VS1 Huoneistojen välinen kantava väliseinä |
| Liite 2. | KS2 Autohallin seinä |
| Liite 3. | Runkoaikataulu |
| Liite 4. | Betonipöytäkirja |
| Liite 5. | B-halli pystyrakenteet |
| Liite 6. | Betonin kypsyysikäkäyrä |
| Liite 7. | Betset tarjous väliseinät |
| Liite 8. | Betset tarjous autohallit |
| Liite 9. | A-talo pohjakuva |
| Liite 10. | Paikallavaluseinien kustannukset |

KAAVAT

| | |
|---------------------------|----|
| Kaava 1. sadgroven kaava. | 16 |
|---------------------------|----|

KUVAT

| | |
|---|----|
| Kuva 1. Peri Maximo-muotti..... | 12 |
| Kuva 2. Maanpaineseinämuotin ykköspuoli. | 13 |
| Kuva 3. Raudoitettu väliseinä muotti..... | 14 |
| Kuva 4. Päätystoppi, Peri Maximo. | 15 |
| Kuva 5. Elementtien tuenta..... | 21 |

TAULUKOT

| | |
|---|----|
| Taulukko 1. Sadgroven kaava. | 17 |
| Taulukko 2. Elementtien rakentamistoleranssit. | 20 |
| Taulukko 3. Kustannusvertailu väliseinät. | 24 |
| Taulukko 4. Elementtilaskelman lisäkustannukset. | 24 |
| Taulukko 5. Kustannusvertailu autohallien seinät. | 25 |
| Taulukko 6. Paikallavalu seinien kustannussäästö. | 25 |

KÄYTETYT LYHENTEET JA SANASTO

| Lyhenteet | Lyhenteen selitys |
|------------------|--|
| jm | juoksumetri, rakennusalalla käytetty yhden metrin mittayksikkö |
| m ² | neliömetri, pinta-alan yksikkö |
| tn | tonni, 1000 kg |
| € | euro, valuutan yksikkö |
| h | tunti, SI-järjestelmässä ajanyksikkö |
| mm | millimetri, metrijärjestelmän mittayksikkö, joka vastaa tuhannesosa metriä |
| m ³ | kuutiometri, tilavuuden yksikkö |

Sanasto

| | |
|----------------------|---|
| paikallavalu | betonirakenteiden valamista rakennuspaikalla |
| takymetri | mittalaite, jolla mitataan mittapisteitä, korkoja ja etäisyyksiä |
| torninosturi | rakennustyömailla käytetty nosturityyppi |
| ajoneuvonosturi | siirrettävä nosturityyppi |
| elementti | teollisesti valmistettu rakennustuote |
| kampateline | betonielementtien varastointiteline |
| elementtituki/tönäri | elementtien tuentaan tarkoitettu vinotuki |
| sauvatärytin | betonin tiivistämiseen tarkoitettu tärytin |
| muottitärytin | betonin tiivistämiseen tarkoitettu muottiin kiinnitettävä tärytin |

1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä vertaillaan paikallavalu- ja elementtirakenteisia seiniä. Vertailu tehdään kahden eri rakennusmenetelmän työvaiheista, kustannuksista, aikatauluista, laadusta sekä työturvallisuudesta. Työssä verrataan paikallavalussa Perin Maximo-muottijärjestelmällä toteutettuja seiniä kohteesta saatuihin elementtitarjouksiin. Kustannusvertailun kohteena on kahden kerrostalon väliseinät sekä kahden autohallin ulkoseinät. Kohteessa urakoinut Jatke Oy muutti elementeiksi suunnitellut parkkihallien seinät paikallavaluseiniksi, minkä seurauksena muutettiin myös talojen väliseinät paikallavaluseiniksi. Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä muutokseen liittyvä kustannusvertailu elementtirakentamiseen nähden sekä kartoittaa paikallavalurakentamisen ja elementtirakentamisen hyöty- ja haittatekijöitä. Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa tietoa Jatke Oy:lle paikallavaluseinien kannattavuudesta elementtirakenteisiin seiniin nähden kyseisen kohteen osalta. Tarkoituksena on toteuttaa kustannuslaskenta jälkilaskentana ja vertailla todellisia kustannuksia elementtitarjouksiin.

Opinnäytetyön tilaaja on Jatke Oy, joka on vuonna 2009 perustettu rakennusalan yritys. Toimipaikkoina ovat Helsinki, Turku, Tampere, Kouvola ja Hyvinkää. Työntekijöitä jatkeella on noin 450. Jatke-konsernin liikevaihto vuonna 2017 oli 254 milj. euroa ja liikevoitto 11 milj. euroa. Liikevaihdosta 60 % syntyi asuinrakentamisesta, 27 % toimitilarakentamisesta ja 13 % korjausrakentamisesta. (Jatke Oy 2019.)

Opinnäytetyössä käsitellään Tampereen Vuokratalosäätiön tilaamaa kahden 10-kerroksisen kerrostalon ja kahden autohallin kohdetta Jatke Oy:ltä. Kohde sijaitsee Tampereella Kaukajärven kaupunginosassa.

2 BETONISEINÄT

Kerrostalot ovat pääosin betonirunkoisia ja seinät ovat betonisia lukuun ottamatta kevyitä väliseiniä. Seinät voidaan toteuttaa työmaalla paikallavalamalla tai elementeistä kokoomalla. Paikallavalu on perinteinen menetelmä ja elementtirakenteet uudempi menetelmä, joka on kehitetty lyhentämään rakennusaikaa.

Teräsbetonirakenteisissa seinissä, jotka ovat paikallavalettuja tai elementtirakenteisia, teräkset ottavat vetorasituksen ja betoni puristusrasituksen. Teräsbetonirakenteille ominaista on suuri ominaispaino, jonka vuoksi niillä saavutetaan hyvät ääneneristävyy-, palonkestävyys-, lujuus- ja jäykkyysominaisuudet. Muita teräsbetonirakenteiden ominaisuuksia ovat

- monipuolinen muotoiltavuus
- korkea kotimaisuusaste
- teräsbetonin uusiokäyttömahdollisuus
- muunnettavissa olevat suunnittelu- ja valmistusteknilliset ominaisuudet
- käyttöikäen nähden tarvittava valmistuksen energiantarve. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2004, 191).

Kerrostalon kantaville seinille ja pilareille tehdään perustukset. Ei-kantavia julkisivuja ei yleensä perusteta erillisille anturoille, vaan ne tuetaan kantavien seinien perustuksiin. Kellarillisissa rakennuksissa tai autohalleissa maan alla olevaa ulkoseinää kuormittaa maanpaine sekä maan pintakuorma, tällöin kaikille ulkoseinälinjoille rakennetaan anturat. Kerrostalojen anturat tehdään yleensä paikallavaluna. (RT 82-10821, 2004, 3.)

Kerrostalon kantavana pystyrunkona käytetään yleensä betoniväliseiniä, hissikuiluja ja osin julkisivuelementtien kantavaa teräsbetonista sisäkuorta. Asuntojen väliset seinät tehdään betonista. Tällöin väliseinät täyttävät myös vaadittavat äänitekniset vaatimukset. Kerrostalon kantavat väliseinät ovat yleensä minimiraudoitettuja 180 mm tai 200 mm paksuja betonielementtejä tai vastaavasti paikallavaluseiniä. (RT 82-10821, 2004, 3.)

Paikallavalettujen rakenteiden ääneneristysominaisuudet ja palonkesto ovat hyvät tiiviiden rakenteiden ja työsaumojen ansiosta. Äänieristävyy- ja palonkestovaatimusten mukainen minimiseinäpaksuus huoneistojen välillä on 200 mm. Kerrostaloissa runkojen jäykistämiseen käytetään huoneistojen välisiä kantavia seinäitä. 200 mm paksut seinät ovat yleensä riittäviä myös kuormitusten kannalta. Seinien sijoittelulla on vaikutusta

toteutusaikatauluun ja rakennuskustannuksiin. Muotti- ja raudoitustyön kannalta on olennaista, että seinät on sijoiteltu mahdollisimman säännömukaisesti yhdensuuntaisina. Toisiinsa nähden poikittaisia seiniä tulisi välttää. Eräs vaihtoehto on tehdä poikittaiset seinät elementtirakenteisina. (RT 82-10814, 2004, 4.)

3 TYÖVAIHEET

Tässä luvussa käsitellään kahden eri betoniseinärakenteen työvaiheita ja toteutustapoja työmaalla. Käsiteltävät toteutustavat ovat elementti- ja paikallavalurakentaminen.

3.1 Paikallavaluseinät

Tässä luvussa käsitellään paikallavalun työvaiheita sisältäen mittauksen, muottityön esivalmistelun, muottityön, betonoinnin, jälkihoidon ja muotin purkutyön.

3.1.1 Mittaus

Paikallavaluseinän mittaustyöhön kuuluu seinälinjojen, seinän rakenteen paikan mittaaminen sekä ovi- ja ikkuna-aukkojen paikkojen mittaaminen. Ovien ja ikkunoiden paikat merkitään muottiin, kun muotin ykköspuoli on pystytetty. (RATU KI-6020, 2010, 74.)

3.1.2 Muottityön esivalmistelu

Esivalmisteluvaihe sisältää valmiiden Perin Maximo-muottielementtien kokoamisen valmiiksi kaseteiksi siten, että ne ovat nostettavissa paikalleen kokonaisena pakettina. Muotteihin kiinnitetään muottiin kuuluva työtaso valutyön turvallista toteutusta varten. Kuvassa 1 on esitetty Perin Maximo-muotin osat, joita käyttämällä muotit kootaan käyttötarkoitukseen sopiviksi seinämuoteiksi.

| MAXIMO Elementit | | | | | | | | | |
|------------------|-----|-----|----|----|----|----|-----------|------------------------|---------------------|
| Alk. Koko | 240 | 120 | 90 | 60 | 45 | 30 | MXM 60 | Sisäkulma MXI 90/20 | Ulkukulma MXA 45 |
| 30 | | | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | | | |
| 90 | | | | | | | | | |
| 120 | | | | | | | | | |
| 270 | | | | | | | | | |
| 330 | | | | | | | | | |

Kuva 1. Perin Maximo-muotti.

3.1.3 Muottityö

Muottityö Perin Maximo-kasettimuotilla aloitetaan nostamalla valmiiksi kootut muotit seinälinjojen mukaisille paikoille. Muottien ykköspuoli tuetaan paikalleen vino- ja vaakatuukien avulla. Kuvassa 2 on muotin ykköspuoli paikallaan vino- ja vaakatuuntoineen. Muottien ykköspuolien asentamisen jälkeen mitataan mahdollisten varausten paikat, kuten ikkuna- ja oviaukot. Ennen raudoitustyön aloittamista muottiin tehdään tarvittavat varaukset ovi- ja ikkuna-aukoille sekä sähkö- ja putkiläpivienneille niille mitatuille paikoille. Muotit öljytään ennen raudoitustyön aloittamista, mikä helpottaa muotin purkuvaihetta ja jättää siistin pinnan betoniin.



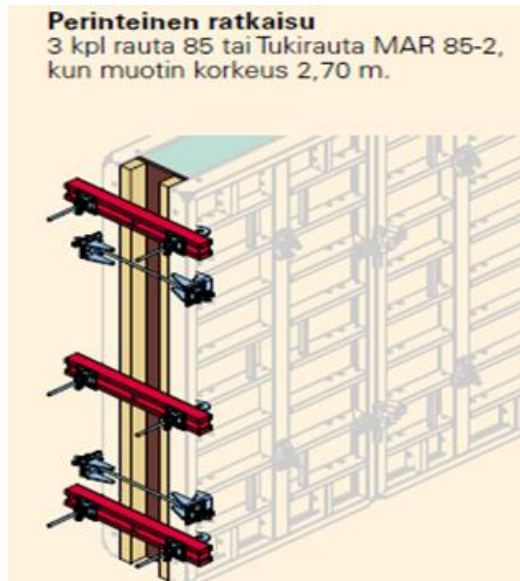
Kuva 2. Maanpaineseinämuotin ykköspuoli.

Raudoitustyö aloitetaan heti muottityön ykköspuolten asennuksen jälkeen. Kuvassa 3 esitetty raudoitettu väliseinä muotti. Betoniteräkset on kiinnitettävä rakennesuunnitelmissa esitetylle paikalleen siten, etteivät ne pääse siirtymään valutyön aikana. Kiinnittämisessä käytetään raudasta valmistettuja sidontalankoja, joilla risteävät teräkset sidotaan kiinni toisiinsa raudoituskoukun avulla. Raudoituksen tukemiseen sekä betonin riittävän suojapaksuuden ja oikean tankovälin varmistamiseen käytetään betonista, muovista tai metallista valmistettuja välitteitä. Muottiin vedetään myös sähköputket raudoituksen yhteydessä.



Kuva 3. Raudoitettu väliseinä muotti.

Muotin tuplauksella tarkoitetaan muottityön kakkospuolen asennusta raudoitustyön jälkeen. Muotit nostetaan paikalleen ja sidotaan kiinni muotin ykköspuoleen sidepultein. Sidepultissa oleva siipimutteri lukitaan sokan avulla haluttuun kohtaan seinän paksuuden mukaan. (RATU 0401, 2012, 6-9.)



Kuva 4. Päätystoppari, Peri Maximo.

Muotin kakkospuolen oltua paikallaan voidaan tehdä vanerista ja 48x98 puutavarasta päätystopparit muotin päähän/päihin, joka sidotaan tukiraudoin. Kuvassa 4 on esitetty Peri Maximo-päätystopparin käyttöohje.

3.1.4 Betonointi

Valmistelevat työt koostuvat työn toteutuksen suunnittelusta, betonitoimittajan valinnasta ja betonimassan valinnasta. Rakennesuunnitelmissa betonille on esitetty lujuus- ja rasitusluokat. Ennen valutyön aloittamista huolehditaan betonointikohteen kunnostamisesta sekä työn aloittamista edeltävistä tarkastuksista. Ennen valun aloittamista on muottien, varausten, putkitusten ja raudoitusten oltava asennettu ja puhdistettu irtonaisesta liasta, lumesta tai jäästä. Lisäksi ennen valua betonityöntekijöiden on varmistettava muottien mitat, muottien tiiveys ja tuenta. Nosto- ja siirtokaluston sekä muiden koneiden on oltava käyttökunnossa. (RATU 0403, 2012.)

Betonia tilattaessa on ilmoitettava riittävän pitkät kuormavälit betonin toimittajalle sallitun valun nousunopeuden mukaan. Betoni pyritään siirtämään muottiin siten, että se täyttää muotin tasaisena, tasalaatuisena ja halutun paksuisena kerroksena. Seinävaluissa suositeltu valun nousunopeus on korkeintaan 0,5 m tunnissa. Massan vaakasuoraa

siirtämistä täryttimellä tulisi välttää muotissa järjestämällä massan vastaanotto siten, että se voidaan sijoittaa suoraan lopulliselle paikalleen. Seiniä betonoitaessa edetään koko ajan samaan suuntaan ja muotissa oleva betoni tärytetään aina kerroksittain siten, että tärytys ulottuu noin 20 cm alempaan kerrokseen. Tällöin rakenteesta tulee tasalaatuista, eikä kivipesiä ja huokosia pääse syntymään. Betonin erottumisvaaran vuoksi käytetään valusukkaa tai valutorvea vapaan putoamiskorkeuden ylittäessä 1,5 m. Ahtaita, tiheästi raudoitettuja ja runsaasti varauksia sisältäviä seinärakenteita betonoitaessa voidaan käyttää muottitäryttimiä sauvatäryttimen sijaan. (RATU 0403, 2012.)

Valu päätetään yleensä työsaumaan. Valun päätyttyä pinta hierretään tasaiseksi oikeaan tasoon ja tarkastetaan muottien paikat ja suoruudet. Valusuorituksen jälkeen koneet ja kalusto puhdistetaan ja pestään huolellisesti sekä siirretään varastoon. Valutyöstä syntynyt jäte siivotaan, lajitellaan ja siirretään jätelavoille. Betonipumppuauton pesupaikan tulee olla turvallisesti järjestetty huomioiden sähkölinjat ja ympäristönsuojelu. (RATU 0403, 2012.)

3.1.5 Jälkihoito

Vastavaletun betonin jälkihoidolla varmistetaan betonille otolliset olosuhteet lujuuden kehitystä varten, oikea ja riittävä lämpötila ja betonipinnan suojaus sateelta, tuulelta, aurin-
gonpaisteelta, kylmyydeltä sekä muilta ulkoisilta vaikutuksilta. Betonipinnan sopiva jälkihoitoaika on rakenteesta ja olosuhteista riippuen yleensä 3-14 vrk. (RATU 0403, 2012.)

3.1.6 Muotin purkutyö

Paikallavaluseinien muotti voidaan purkaa, kun betoni on saavuttanut keskimäärin 5 MN/m² lujuuden ei kantavissa rakenteissa tai 60 % betonin nimellislajuudesta kantavissa rakenteissa. Betonin lämpötilaa seurataan mm. lämpötila-anturein. Betonin lämpötilan perusteella voidaan laskea betonin kypsyysikä kypsyysfunktioita käyttämällä. Yleinen kypsyysikä laskemiseen käytetty funktio on Sadgroven kaava (Kaava 1), jossa t on kovettumisaika vuorokausina ja T lämpötila (°C) aikavälillä t. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2004, 348-349.)

$$\left(\frac{T+16}{36}\right)^2 t \quad \text{Kaava 1. Sadgroven kaava.}$$

Taulukko 1. Sadgroven kaava.

| Betonin kypsyysikä | | | | | | |
|---------------------------|--|----------------|------------------|-----------------------------|--|--------------------------------|
| Aika valusta tunteina (h) | Aika valusta vuorokausina t (d) 1(d) = 1/24 (h) | Aikaväli t (d) | Lämpötila T (°C) | Keskilämpötila aika välillä | Kypsyysikä t ₂₀ aika välillä ((T+16°C)/36°C) ² t(d) | Kypsyysikä t ₂₀ (d) |
| 0 | 0 | | 22 | | | |
| 2 | 0,083333333 | 0,083333333 | 24 | 23 | 0,097800926 | 0,097800926 |
| 5 | 0,208333333 | 0,125 | 24 | 24 | 0,154320988 | 0,252121914 |
| 8 | 0,333333333 | 0,125 | 28 | 26 | 0,170138889 | 0,422260802 |
| 11 | 0,458333333 | 0,125 | 32 | 30 | 0,204089506 | 0,626350309 |
| 14 | 0,583333333 | 0,125 | 32 | 32 | 0,222222222 | 0,848572531 |
| 18 | 0,75 | 0,166666667 | 31 | 31,5 | 0,290155607 | 1,138728138 |
| 24 | 1 | 0,25 | 31 | 31 | 0,426118827 | 1,564846965 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Taulukosta 1 saadaan betonin todellinen ikä vuorokausina eli t_{20} ikä. Kaavan periaatteena on laskea betonin lämpötila suhteutettuna 20 °C:seen esim. betonin lämpötila on vuorokauden 20 °C, jolloin sen kypsyysikä on 1 d. Taulukkoon syötetään valu tapahtumasta kulunut aika halutun tuntimäärän välein sekä katsotaan lämmönseurantalaitteesta kyseisten tuntien kohdalta betonin lämpötila ja syötetään taulukkoon. Taulukko laskee keskilämpötilan aikavälille ja suhteuttaa sen 20 °C:seen. Kun betonin kypsyysikä on tiedossa, seurataan kypsyyskäyrästä avulla, milloin betoni saavuttaa 60 % nimellislujuudesta ja milloin muotti voidaan purkaa. Eri betonilaaduille löytyy omat kypsyyskäyrät. Liitteessä 6 on esitetty normaalisti kovettuvan betonin kypsyyskäyrä. (Rudus Oy, 2019.)

Muotin purkutyö aloitetaan irrottamalla mutterit ja sidepultit, jotka puhdistetaan ja varastoidaan seuraavaa käyttökertaa varten. Muotista poistetaan vino- ja vaakatuot sekä kiinnitetään muottiin nostotarraimet pois nostamista varten. Kun muotit on nostettu pois paikaltaan, muottipinnat puhdistetaan välittömästi purun yhteydessä. Muottiin, rajoittimiin ja telinesiltaan tarttunut betoni poistetaan petkeleellä tai harjalla varovasti muotin pintaa vahingoittamatta. Kiinnitarttuneet naulat ja sidontalangat poistetaan. Puhdistuksen jälkeen muotit siirretään seuraavalle asennus-, purku- tai varastointipaikalle. Varastointipaikan tulee olla suora, tasainen ja kantava. Ennen varastointia tai seuraavaa käyttökertaa muotit öljytään. (RATU KI-6020, 2010, 60-80.)

3.2 Elementtiseinät

Tässä luvussa käsitellään elementtiasennusten työvaiheita, jotka sisältävät esivalmistelun ja asennustyön.

3.2.1 Esivalmistelu

Elementtitöiden esivalmistelu aloitetaan pyytämällä tarjouksia elementtitehtailta. Tarjouspyyntö- ja neuvotteluvaiheessa pitää olla tiedossa, milloin elementtitoimitukset aloitetaan. Laaditaan asennussuunnitelma, joka sisältää toimitus- ja asennusaikataulun sekä elementtien asennusjärjestyksen. Tämän pohjalta elementtitehdas toimittaa elementit toivotussa järjestyksessä kyseisinä päivinä.

Elementtien kuljetukseen tehtaalta käytetään tavallisia kuorma-autoja sekä puoli- tai täysperävaunuyhdistelmiä. Yleensä raskaiden ja korkeiden elementtien kuljetuksissa käytetään syväkuormauslavaa. Kuljetusalustalla olevat elementit pitää olla vakaasti tuettuina, etteivät ne pääse liikkumaan tai kaatumaan kuljetuksen aikana. Työmaalla on oltava elementtikuormalle purkupaikka, jossa on mahdollisuuksien mukaan järjestetty kääntöpaikka tai mahdollisuus läpiajolle. Urakoitsija tai kuorman tilaaja tarkistaa elementtikuorman sisällön, että se vastaa sovittua tilausta sekä tarkistaa elementtien virheetömyyden. (RATU KI-6020, 2010, 97-98.)

Elementtitoimitukset pyritään mahdollisuuksien mukaan suunnittelemaan siten, että välivarastointia ei tarvita. Yleensä elementit nostetaan suoraan elementtikuorman kyydistä paikoilleen. Joskus työmaalla tarvitaan elementtien välivarastointia. Elementeille hyvä välivarastointipaikka on lähellä nosturia tai kyseistä työkohdetta mihin elementit nostetaan. Tällöin nosturin nosto kyky maksimoidaan ja ylimääräistä aikaa ei kulu nosturin ylimääräisille siirtymisille. Seinäelementit varastoidaan kampatelineisiin varastointialueella, jonka tulee olla tasainen ja kantavuudeltaan riittävä.

Elementtiasennusten toteuttamiseksi tehokkaasti ja turvallisesti on laadittava asennussuunnitelma, joka hyväksytetään turvallisuuskoordinaattorilla ja suunnittelijoilla. Asennussuunnitelma sisältää:

- toimitus- ja asennusaikataulun sekä asennusjärjestyksen
- nostokaluston ja varastointialueet
- työryhmän ja työmaan aputoiminnot

- asennusaikaisen tuentatavan määrittämisen
- lopullisen kiinnityksen
- sauma- ja juotosvalumenetelmät sekä siihen liittyvät materiaalit
- mittatarkkuuden ja muut asennustyön laatuvaatimukset.

Asennussuunnitelma toimii myös asennustyön työturvallisuussuunnitelmana. (RATU 1202-S, 2002.)

3.2.2 Asennustyö

Ennen elementtien asennustöiden aloittamista tarkistetaan työmaan mittapisteiden sijainnit. Suunnitelmien mukaiset asennuskorot kerroksiin viedään aina samasta mittapistestä ulkoseinää pitkin tai rakennuksen sisällä avoimessa kuilussa. Asennuskorot ja -linjojen paikat määritetään ja tarkistetaan teodoliitin tai takymetrin, luodin vaaituskojeen, tasolaserin ja mitan avulla. Asennuslinjat merkitään niin, että ne ovat näkyvissä koko asennustyön ajan. Elementtiasennusten laatua tarkkaillaan seurantamittauksin. Seurantamittauksia verrataan elementtien sallittuihin rakentamistoleransseihin. (Taulukko 2.)

Taulukko 2. Elementtien rakentamistoleranssit. (RATU 1202-S, 2002, 14.)

| Betonielementtien rakentamistoleranssit, [mm] (RTT, Valmisosarakentaminen) | | |
|--|-----------------|------------------|
| Mittauksen kohde | Normaali luokka | Erikoisluokka |
| Pilari | | |
| – sivusijainti | ±15 | ±15 |
| – korkeusasema | ±15 | ±15 |
| – vapaa väli | ±15 | ±15 |
| – poikkeama pystysuorasta | ±10 tai L/7501) | ±10 tai L/10001) |
| Seinät | | |
| – sivusijainti | ±15 | ±10 |
| – sivusijainti ylä- tai alapuolisesta seinästä | ±10 | ±5 |
| – vapaa väli | ±15 | ±10 |
| – sauman leveys, sandwich | ±8 | ±5 |
| – sauman leveys, väliseinä | ±10 | – |
| – hammastus kaikissa suunnissa | 8 | 5 |
| – yläreunan korkeusasema vaakarakenteisiin liittyessä | ±10 | ±5 |
| – poikkeama pystysuorasta | h/600 | h/600 |

Elementtejä nostetaan ja siirretään suunnitelmien mukaisista nostopisteistä. Nostoapulaitteina käytetään nostorakseja. Nostorakseissa tulee olla lukituslaitteet. Nostokoukut saa irrottaa elementeistä vasta, kun elementtituet ovat tiukasti kiinni. (RATU 1202-S, 2002, 16.)

Asennusaikainen tuenta ja tukipinnat varmistetaan säätämällä elementtien asentoa tukien, asennuspalojen ja asennuspulttien avulla. Yli 1,5 m leveät elementit tuetaan vähintään kahdella elementtituella. (Kuva 5.) Asennustukia ei saa asentaa jäätyneen maan varaan. Asennustukina käytetään tönäreitä eli elementtitukia, jotka kiinnitetään pultein elementissä oleviin sisäkierreankkureihin ja toinen pää kiinnitetään betoniruuveilla tai vastaavasti, kuten elementin yläpää sisäkierreankkurilla. Sisäkierreankkurin voi paikallavaluholvin yhteydessä asentaa valun sekaan.



Kuva 5. Elementtien tuenta.

Elementin pystysuoruus tarkistetaan pitkän vesivaa'an avulla. Tarvittaessa elementit ja elementtilinjat oiotaan ja tarkemmitataan vaaituskojeella, teodoliitilla, luodilla ja mitalla. Elementtejä asennettaessa on huolehdittava erityisesti, ettei asennuksessa synny toleranssista poikkeavaa mittavirhettä. (RATU 0392. 2012.)

Elementtien vaakasaumojen alle levitetään betonia ennen elementin asennusta vaakasauman jäykistämiseksi ja tiivistämiseksi. Elementtien pystysaumamat valetaan pystysaumabetonilla. Ennen pystysaumavalua saumoihin tulee pystyraudat, joiden määrä, koko ja sijainti tarkistetaan ennen pystysaumojen valua. (RATU 1202-S. 2002.)

4 HUONEISTOJEN VÄLISET SEINÄT JA AUTOHALLIN ULKOSEINÄT

Tässä luvussa vertaillaan paikallavaluseinien ja elementtiseinien toteutustapojen ja kustannuksien eroavaisuuksia. Aiemmassa luvussa käsiteltiin kummankin rakennustavan toteutustapoja, joiden pohjalta vertailu tehdään. Elementtitarjoukset on esitetty liitteissä 7 ja 8. Paikallavaluseinien kustannukset esitetty liitteessä 10.

4.1 Toteutustapojen eroavaisuudet

Elementtien hintoihin vaikuttavia tekijöitä ovat suhdannetilanne, yleinen hintataso ja paikallinen kilpailu. Rakentamisen sesonkiaikaan hinnat ovat kalliita ja voivat olla moninkertaisia verrattuna hiljaisempaan ajanjaksoon. Tästä syystä paikallavalu on hyvin varteen otettava ratkaisu kustannusten minimoimiseksi. (ROK Rakennusosien kustannuksia, 2015, 19.)

Elementtirakentaminen on aikataulullisesti nopeampi toteutusmuoto verrattuna paikallavalurakentamiseen. Paikallavaluseinien muotit voidaan purkaa noin vuorokausi valuta- ja pahtuman jälkeen, kun seinä on saavuttanut riittävän lujuuden. Tämän jälkeen päästään holvimuottityöhön. Elementtirungolla holvimuottia voidaan rakentaa elementtiasennusten yhteydessä, joka nopeuttaa rungon pystytystä. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2004, 348.)

Paikallavaluseinissä saavutetaan hyvä ääneneristävyys, koska rakenteiden liitoskohdat saadaan tiiviimmiksi saumattomuuden vuoksi. Vastaavasti elementeissä pystysaumot ja vaakasaumat saattavat jäädä vajaiksi, jolloin liitos ei ole niin tiivis kuin paikallavaluseinissä.

Jatke Oy:n urakoimassa kohteessa päädyttiin toteuttamaan seinärakenteet paikallavaluna elementtien saatavuusongelmien vuoksi, eikä elementtitoteutus parkkihallien osalta olisi onnistunut elementtien suuren painon vuoksi ilman erillistä ajoneuvonosturia. Ajoneuvonosturi olisi aiheuttanut lisäkustannuksia hallien osalta.

Kyseisessä kohteessa huoneistojen väliset seinät olivat 200 mm vahvoja ja seinäkorkeus 2750 mm. Kahdesta kerrostalosta kertyi paikallavalettavaa seinä pinta-alaa 2050

m². Parkkihallien maanpainesseinät ovat 300 mm vahvoja ja seinäkorkeus on 4755 mm. Parkkihallien seinäkierto oli noin 238 jm ja neliömäärä 1132 m². Autohallien seinävalut toteutettiin osissa siten, että valut päättyivät mahdollisuuksien mukaan liikuntasumaan. Liikuntasuma kohdat esitettynä liitteessä 5.

4.2 Kustannukset

Kerrostalojen huoneistojen välisien seinin ja autohallien seinien kustannusvertailu toteutettiin vertailemalla paikallavaluseinistä aiheutuneita todellisia kustannuksia (Liite 10) Betsetin elementtitarjouksiin (Liite 7 ja 8). Paikallavaluseinien kustannukset koostuvat työtunneista, materiaalista, muottikalustosta ja nostokalustosta.

Betsetin ensimmäinen elementtitarjous sisältää koko kohteen käytävän väliseinä- ja hissi-kuiluelementit (Liite 7) Betsetin toinen elementtitarjous koostuu autohallin puolelle tulevista talon seinustan mukaisista elementeistä (Liite 8) Elementtitarjouksista on laskettu kummankin elementtityypin neliöhinta. Paikallavaluseinien kustannusten laskemiseen on käytetty toteutuneita kustannuksia jotka, sisältävät:

- muottikaluston Peri Maximo
- työtunnit (sis. paikkaus ja korjaus)
- nostokaluston
- betonin
- raudoituksen
- eristeet
- sähkötyöt
- mittaukset
- laadunvalvonnan
- jälkihoitotyöt.

Taulukossa 3 on laskettu huoneistojen välisten seinien pinta-ala, jonka pohjalta saadaan elementeille neliöhinnat ja kokonaishinta väliseinien osalta. Neliöhintana käytettiin hissi-kuilu- ja käytäväelementeistä saatua neliöhintaa. Paikallavaluseinien neliöhinta saadaan jakamalla neliömäärät toteutuneisiin kustannuksiin (Liite 10). Laskennan pohjalta voidaan todeta, että paikallavaluseinät tulivat kohteeseen noin 85 000 € halvemmaksi kuin elementteinä toteutettuna (Taulukko 3). Talojen vertailussa ei ole huomioitu elementti-asennus- ja mittaustyön hintaa.

Taulukko 3. Kustannusvertailu väliseinät.

| | | | |
|----------------------------|--------|-------|----------------|
| B-Talo | m2 | €/m2 | Yhteensä € |
| PV-seinä 200mm | 883,7 | 89,6 | 79176,6 |
| Elementti | 883,7 | 131,2 | 115904,1 |
| | | | |
| A-Talo | m2 | | |
| PV-seinä 200mm | 1166,6 | 89,6 | 104525,7 |
| Elementti | 1166,6 | 131,2 | 153011,9 |
| | | | |
| PV-seinät yht. | 2050,3 | 89,6 | 183702,3 |
| Elementit yht. | 2050,3 | 131,2 | 268916,0 |
| PV-seinät halvempia | | | 85213,8 |

Betsetin toisessa elementtitarjouksessa oli annettu kokonaishinta autohallien elementteistä, jotka tulevat talon seinustaa vasten. Tarjouksen perusteella on laskettu parkkihallien muiden elementtien hinnat. Elementtitarjous oli 9500 € ja 200 mm vahvuisten elementtien pinta-ala 82,3 m². Kyseisten elementtien korkeus oli 3060 mm. Tarjouksen pohjalta on elementit muutettu vastaamaan 300 mm vahvuisia elementtejä (Liite 2), joiden korkeus on 4755 mm ja tällöin pinta-ala olisi 127,9 m².

Taulukko 4. Elementtilaskelman lisäkustannukset.

| | määrä | yksikkö | €/yksikkö | € |
|-------------------|-------|----------------|-----------|--------------|
| Elementtituet | 190 | kpl | 0,14 | 533 |
| Tukiantura | 22,5 | m ³ | 77 | 1733 |
| Elementti asennus | 95 | kpl | 85 | 8075 |
| Ajoneuvonosturi | 72 | h | 200,00 | 14400 |
| Aputyöt (3 RM) | 240 | h | 37,00 | 8880 |
| Yhteensä | | | | 33620 |

Taulukossa 4. on laskettu kaikki työ- ja materiaalikustannukset mitä elementtien asentaminen olisi vaatinut autohalleissa lukuunottamatta mittaustöitä.

Autohallien kokonaiskierto on 238 j_m ja se on jaettu 2,5:llä metrillä mikä olisi ollut oletettavasti elementtien leveys. Tällöin elementit osuisivat moduulilinjojen mukaisesti sekä yhden kiven paino olisi noin 9 tn, mikä olisi vielä nosturin nostokyvyn sallimissa rajoissa.

Taulukossa 4 elementeille on laskettu 2 kappaletta elementtitukia per elementti ja arvio 20:ltä työpäivältä. Lisäksi elementtiasennusta varten olisi tarvinnut tehdä tukianturaa,

josta ne olisi tuettu turvallisesti. Elementtien asennus hinta per kivi oli 85 € talojen osalta, joten oletuksena on sama hinta myös hallien osalta. Ajoneuvonosturin tarvittu aika on laskettu toteutuneen elementtiasennus nopeuden perusteella, mikä on noin 12 kiveä/työvuoro. Tällöin asennuksiin menisi 64 tuntia ja muuhun työn valmisteluun 8 tuntia. Ajoneuvonosturin hinta-arvio on Lamminsivu Oy:n tuntihinnaston mukaan. Avustaviin töihin on arvioitu 240 tuntia, joka sisältää tukianturan tekemisen muotti- ja valutöineen sekä paikkaus ja korjaustyön tarpeen. Edellä mainitut työt lisäävät elementtitoteutuksen neliöhintaa noin 29,7 €/m².

Taulukko 5. Kustannusvertailu autohallien seinät.

| Hallit | m ² | €/m ² | Yhteensä € |
|----------------------------|----------------|------------------|--------------|
| PV-seinät 300mm | 1131,7 | 281,0 | 318015,4 |
| Elementti | 1131,7 | 298,8 | 338108,9 |
| PV-seinät halvempia | | | 20094 |

Elementtitoteutus laskelmassa (Taulukko 5) on laskettu Betsetin elementtitarjouksen pohjalta neliöhinta 269 €/m², johon on laskettu lisäksi taulukko 4:n mukainen 29,7 €/m². Tämän jälkeen elementtien neliöhinta olisi 298,8 €. Paikallavaluseinän neliöhinta on saatu jakamalla toteutuneet kustannukset (Liite 10) autohallien seinien neliömäärällä.

Laskelmien perusteella saatujen kokonaishintojen jälkeen autohallien paikallavalutoteutus tuli kohteeseen 20 094 € edullisemmaksi kuin elementtitoteutus. Kaikkiaan koko kohteen kustannussäästö paikallavaluseinä toteutuksena oli 105 307 €. (Taulukko 6)

Taulukko 6. Paikallavalu seinien kustannussäästö.

| | |
|---------------|-----------------|
| | € |
| Elementit | 607024,9 |
| Paikallavalu | 501717,6 |
| Erotus | 105307,3 |

5 AIKATAULU

Aikataulutiedostoja käytetään aikataulujen laadintaan rakennushankkeen eri vaiheissa. Aikatauluilla hallitaan rakennushankkeen läpiviemistä ja niitä tarkennetaan tehtäväkohtaisesti. Aikataulusuunnittelu alkaa hankesuunnitteluvaiheessa projektaikataulun laatimisesta. Aikataulua tarkennetaan hankkeen edetessä tehtäväkohtaisiksi aikatauluiksi. Yleisesti käytettyjä aikatauluja ovat:

- Yleisaikataulu
- Rakentamisvaiheaikataulu
- Viikkoaikataulu

Aikataulusuunnittelussa karkeammat suunnitelmat määrittelevät tarkemman tason tavoitteet. Yleisaikataululla kuvataan hankkeen suunniteltu työnkulku, mutta rakentamisvaiheittain laadituilla aikatauluilla ohjataan työmaan etenemistä. Rakentamisvaiheaikataulujen avulla yleistason tavoitteet kirkastuvat ja työmaalle suunnitellaan keinot tavoitteiden saavuttamiseksi. Laadittujen aikataulujen on tarkoitus kuvata tuotantoa sekä toimia työmaan valvonnan ja ohjauksen välineinä. Rakentamisvaiheaikatauluja tarkennetaan viikkosuunnittelun ja tehtäväsuunnittelun keinoin. Viikkosuunnittelun avulla on tarkoitus varmistaa lyhyellä aikavälillä resurssien tehokas käyttö, sekä niiden riittävyys ja työn tavoitteiden toteutuminen. (RATU KI-6028, 2015, 30-35.)

Tehtäväsuunnittelun tarkoituksena on tarkentaa laajemman tason suunnitelmat sille tarkkuustasolle, että suunnitelma toimii työmaan johdon tuotannon valvonnan, johtamisen ja ohjauksen välineenä. Tehtäväsuunnittelussa kiinnitetään erityistä huomiota ajallisesti kriittisten, kustannuksiltaan merkittävien, erityisen vaativien sekä paljon korjaustoimenpiteitä aiheuttaneiden tehtävien suunnitteluun. (RATU KI-6028, 2015, 36-40.)

Kohteen alustava runkoaikataulu on esitetty liitteessä 3. Aikataulussa on esitettyä kummankin talon kerroskohtainen rakentamisaika 7 päivän kierrolla sekä kummankin talon rungon rakennusaika päivinä. Aikataulussa on myös esitettyä karkeasti parkkihallien paikallavaluseinien rakentamisaika.

Kohteessa asennettiin ulkoseinäelementtejä työpäivän aikana 12 kappaletta, mikä tarkoittaa, että talojen huoneistojen väliset elementit olisi asennettu reilussa 4:ssä tunnissa kolmen hengen työryhmällä. Paikallavaluseinien muotti- ja valutyöt vievät yhden päivän per kerros viiden hengen työryhmältä, kun seiniä oli 7 kappaletta. Seinien purkutyöhön

meni noin 2 tuntia eli tehokkaita työtunteja meni yhteensä noin 10. Yhteistuntimäärä elementeillä toteutettuna 12 tuntia ja paikallavaluna 50 tuntia.

Autohallien paikallavaluseinien kierto oli 6 päivää ja seiniä valettiin noin 15-20 m:n osissa. Paikallavaluseinärakenteisiin meni autohallien osalta 14 viikkoa, kun kokonaisseinäkierto kummankin hallin osalta oli 240 jm. Elementeillä toteutettuna seinärakenteet olisi toteutettu noin 3:ssa viikossa huomioiden tukianturoiden teko ja elementtien saumavalut.

6 TYÖTURVALLISUUS

Työmaalle pääsyn edellytyksenä on henkilökohtaisten suojaimien käyttö kuten, kypärä, suojalasit, suojakäsineet, tarvittaessa kuulonsuojaimet ja työvaatteet, jotka on varustettu huomiovärein. (RATU KI-6029, 2016, 117.)

Työkohde ja kulkutiet pidetään siisteinä ja telineiden ja kaiteiden turvallisuutta tarkkailaan työn aikana. Nostojen yhteydessä tarkastetaan muottien kiinnitys ja nostoketjujen toiminta. (RATU KI-6029, 2016, 117.)

Muottityön ja elementtiasennustyön työturvallisuustoimenpiteet muistuttavat toisiaan, sillä kumpaankin työhön liittyy putoamisvaara. Taakan alle jäännin vaara on olemassa aina nostotöitä tehdessä. Kummassakin toteutusmuodossa on hyvin paljon nosto- ja tuentatyötä, johon pitää kiinnittää erityistä huomiota. (RATU 0392, 2012.)

Työturvallisuus muotti- ja elementtiasennuksissa:

- huolehditaan muottien ja elementtien riittävästä tuennasta, myös välivarastoinnin aikana ja varmistetaan varastotilan alustan kantavuus
- otetaan huomioon tuulen vaikutus suurien muottien tai elementtien nostoissa
- huolehditaan, ettei muotti pääse pyörimään tai estetään muotin pyörimisliike.
- suojakaiteet poistetaan vasta ennen kyseistä asennusvaihetta
- huolehditaan kulkureittien ja työkohteen valaistuksesta ja siisteydestä, kerätään hukkapalat ja muu jäte pois sekä huolehditaan talvella lumen ja jään poistosta
- nostotyössä koukkupäätikkaat soveltuvat raksien kiinnittämiseen tai irrottamiseen sekä muihin vastaaviin lyhytaikaisiin, kertaluonteisiin töihin. (RATU 0392, 2012.)

7 LAADUNVARMISTUS

Tässä luvussa käsitellään laadunvarmistusta yleisesti työmailla, sekä paikallavaluseinien ja elementtien laadunvarmistus toimenpiteitä.

7.1 Laadunvarmistus yleisesti

Työmaalla tapahtuville tuotannon laadunvarmistustoimilla varmistetaan ja todennetaan, että tehty tuote vastaa sopimuksenmukaista laatua. Laadunvarmistustoimet omien töiden ja aliurakoiden osalta esitetään laadunvarmistusmatriisissa, joka laaditaan työmaan aloituspalaverin yhteydessä. Laadunvarmistuksella tarkoitetaan kaikkia toimenpiteitä, joilla taataan käyttötarkoitukseen soveltuva tuote. Laadukastuote on sellainen, joka vastaa asiakkaan tarpeita sekä on taloudellisesti toteutettu kummankin osapuolen kannalta. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2004, 149.)

Laadunvarmistusmatriisissa määritellään muun muassa työmaan tehtävät, joista laaditaan tehtäväsuunnitelma. Tehtäväsuunnitelmaan kootaan tehtävien ajalliset ja taloudelliset tavoitteet, laatuvaatimukset, aloituksen edellytykset, työturvallisuus asiat ja potentiaalisten ongelmien analyysi. Tehtäväsuunnitelman avulla löydetään keinot asetettujen tavoitteiden ja vaatimusten saavuttamiseksi. Mallityön avulla konkretisoidaan työn laatu-taso. Työryhmän tekemä mallityö tarkistetaan, havaitut laatu-poikkeamat korjataan ennen seuraavaan kohteeseen siirtymistä ja työ hyväksytään referenssiksi seuraaville työkohteille. Mallityön tarkastukseen osallistuvat työvaiheen tekijä, työmaan työnjohto, valvoja, suunnittelija ja arkkitehti. (RATU KI-6029, 2016, 18.)

Laadunvarmistus yleisesti työmailla sisältää rakentamisvaiheessa rakennustöiden ja laadunvarmistustoimien toteutuksen ja dokumentoinnin. Rakennushankeen osapuolet vastaavat itselleen kuuluvista toimenpiteistä ja tiedottaa eri osapuolia hankkeen aikana havaitsemistaan poikkeamista tai muutoksista. Tarkastusasiakirjaan ja työmaakokousten pöytäkirjoihin kirjataan tehdyt toimenpiteet ja päätökset. (RATU KI-6029, 2016, 18.)

Pääurakoitsija perustaa rakennusvaiheen alussa hankkeelle laatukansion, johon kootaan kaikki kohteen laadunvarmistusta koskevat dokumentit tai kopiot niistä. Jokainen urakoitsija huolehtii vastuullaan olevista laadunvarmistustoimista ja työturvallisuustarkastuksista. Mikäli laadussa tai aikataulussa ilmenee poikkeamia suunnitellusta, niistä

tiedotetaan rakennuttajaa, valvojaa ja muita asianosaisia osapuolia. Urakoitsijat hyväksyvät tuotemallit, toimittajat ja aliurakoitsijat rakennuttajalla. Urakoitsijoiden vastuulla olevaa täydentävää suunnittelua varten järjestetään lähtötietokatselmukset. Suunnitelmat tarkastetaan ja hyväksytetään rakennuttajalla. Pääurakoitsija esittelee hankkeen aikataulu- ja turvallisuustilanteen työmaakokouksien yhteydessä. Poikkeamien merkittävyys arvioidaan ja niiden korjaamiseksi etsitään ratkaisuja. Työmaan tilanne sekä sitä koskevat toimet ja päätökset kirjataan työmaakokouksen pöytäkirjaan. (RATU KI-6029, 2016, 18.)

Aikataulun toteutumista seurataan viikoittain urakoitsijapalavereissa. Urakoitsijat järjestävät suunnitellut tarkastukset, mittaukset, kokeet ja itselleluovutukset sekä tilaavat vastuullaan olevat viranomaistarkastukset, kuten sijainti-, runko- ja loppukatselmukset. Havaitut puutteet ja virheet dokumentoidaan ja korjataan ennen kohteen luovutusta. Pääurakoitsija luovuttaa tarkastusasiakirjan yhteenvedon viranomaisille ja kopion rakennuttajalle. (RATU KI-6029, 2016, 18.)

7.2 Paikallavaluseinissä

Paikallavaluseinätyö aloitetaan pitämällä aloituspalaveri betonitoimittajan ja työn toteutusryhmän kanssa, jossa sovitaan työn toteutukseen liittyvät asiat, kuten työsuunnitelma, varastoinnin, säilytyksen ja suojausten hoitaminen, vastuuhenkilöt, laadunvarmistus- ja työturvallisuusasiat, aikataulu sekä työajat. Varmistetaan materiaalien sopimukseen mukaisuus, yhteensopivuus ja kunto. Työmaasuunnitelmassa varataan muottien ja materiaalien nostoille ja siirroille riittävä tila. Tarkistetaan, että nosto- ja siirtokalusto on työturvallisuusmääräysten mukainen ja että kulkutiet, telinesillat sekä suojakaiteet ja -ketjut ovat kunnossa. Aloituspalaverista tehdään muistio, johon kirjataan mahdolliset muutokset. Muistio liitetään työmaa-asiakirjoihin. (Ratu 0401, 2012.)

Ennen varsinaisen työn aloitusta työryhmä tekee mallityön eli työn osa suorituksen, joka tarkistetaan työmaalla urakoitsijan ja rakennesuunnittelijan toimesta, kun työsuorite on hyväksytty, työtä voidaan jatkaa suunnitelmien mukaisesti. Mallityön tekevät samat henkilöt samoilla menetelmillä, välineillä ja tuotteilla, joilla varsinainen työ toteutetaan. Mallityö tehdään riittävän laajaksi niin, että työmenetelmä vastaa varsinaisessa työssä käytettävää menetelmää. Mallityölle tehdään suunnitelmien mukaiset laadunvarmistuskokeet ja tarkistusmittaukset sekä tarkistetaan työmenetelmän ja tuotteiden soveltuvuus

kohteeseen. Työn tulee täyttää sekä tekniset että esteettiset laatuvaatimukset. (Ratu 0401, 2012.)

7.2.1 Raudoitus

Varmistetaan, että raudoitteiden pinnalla ei ole syöpymiä tai pintahilsettä ja raudoitus-tangot eivät ole niin ruostuneita, että ruoste heikentää terästen lujuutta ja tartuntaa. Raudoitteet sidotaan suunnitelmien mukaan ja sidontalankojen päät taivutetaan raudoitteen sisäpuolelle. Tarkastetaan, että raudoitteiden betonipeitteen paksuus on suunnitelmien mukainen. (RATU 0402, 2012.)

7.2.2 Betonointi

Työmaalla on oltava koko valutapahtuman ajan 1-rakenneluokan betonityönjohtaja tai vastaavasti 2-rakenneluokan betonityönjohtaja voi johtaa betonointi tapahtumaa, jos 1-rakenneluokan omaava työnjohtaja on saatavilla työmaalle viivytyksittä. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2004, 156-157)

Tilattava betonilaatu on tarkistettava piirustuksista ja on tärkeää ilmoittaa betonikuormille sopiva kuormaväli huomioon ottaen muotin korkeus ja sallittu valunopeus. Betonilaadun lujuuden nostaminen on yksi tapa nopeuttaa betonin lujuudenkehityksen nopeuttamista haluttuun lujuuteen

Ennen valutyön aloittamista tarkistetaan massan laatu silmämääräisesti, että se vastaa tilattua betonimassan laatua. Betonointityöstä tehdään laadunvarmistus kansioon betonipöytäkirja. Betonipöytäkirjaan (liite 4 betonipöytäkirja) merkataan työmaan yleistiedot, valua koskevat tiedot, betonimassan tiedot, valettu määrä sekä koko työmaan aikainen valu määrä. Betonipöytäkirjan liitteeksi voi lisätä rakennuksen pohjakuvan, johon on merkattu valettu alue, tämä helpottaa myöhemmin kohdentamaan valualueen. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2004, 210)

Betonirakenteiden laadunvalvonta voidaan jakaa kolmeen pääryhmään, jotka ovat:

- betonin aineosien laadunvalvonta
- betonin laadunvalvonta
- valmiiden betonirakenteiden laadunvalvonta (RATU 1224-S, 2009).

7.2.3 Muotin purku

Muottien purkamisajankohdan määrittää työmaan vastaava työnjohtaja tai betonointityönjohtaja. Muotteja ei saa purkaa ilman edellä mainitun henkilön lupaa. Muotit puretaan sellaisessa järjestyksessä, ettei rakenteille aiheuteta ylimääräisiä kuormituksia. Mahdolliset valuvirheet todetaan, kirjataan ja korjataan mahdollisimman aikaisessa vaiheessa muotin purkamisen yhteydessä. (RATU 0401, 2012.)

7.2.4 Riskit

Tässä osioissa käsitellään paikallavaluseinätyössä esiintyviä riskejä sekä niiden ongelmanratkaisua. Paikallavaluseinätyön yleisiä ongelmia on työturvallisuussäädösten noudattamatta jättäminen nosto- ja valutyössä. Työnjohto vastaa, että nostosuunnitelman noudattaminen ja nostolenkkien ja raksien tarkastus toteutuvat aina ennen nostoja, sekä työn aikana käytetään asianmukaisia valutasoja ja suojavaälineitä. (RATU 0401, 2012.)

Muottien rikkoutuminen aiheutuu huonosta varastoinnista. Muotit saadaan pysymään ehjinä, kun varastoidaan muotit tasaisesti pedatulle alustalle, tuetaan ja sidotaan riittävästi sekä puhdistetaan muotit pintoja rikkomatta. (RATU 0401, 2012.)

Paikallavaluseinätyön mittaustyön epätarkkuudesta johtuvat poikkeamat ennaltaehkäistään, kun mittalaitteet on oikein kalibroitu, mittaukset ja merkinnät ovat tarkkoja ja selkeitä. Työryhmä yhdessä mittamiehen kanssa käy läpi mittaukset kertaalleen ennen työn aloittamista esimerkiksi mallityön yhteydessä, jolloin työryhmälle on selvillä mitkä mittalinjat ovat merkattuina. Välikkeiden on oltava oikean mittaisia seinään nähden, että seinästä ei tehdä yli leveä tai kapea. Muottisiteiden lukitukseen ja kiristykseen tulee kiinnittää huomiota, ettei muotti pääse valun aikana leviämään. Työryhmällä pitää olla tiedossa oikea betonointinopeus sekä betonin tiivistystapa, etteivät muotit pääse peittämään. (RATU 0401, 2012.)

Muottien tiiviys tarkistetaan ennen valua sekä tarvittavat tiivistykset tulee tehdä saumaja liittymäkohtiin, ettei betoni pääse muotin tiivistämättömistä kohdista valumaan ja muodosta epätasaista pintaa. (RATU 0401, 2012.)

Betonin tarttuminen muotteihin estetään öljymällä muotit ennen raudoitus- ja valutyötä, estämällä betonin ylikuumentuminen tai jäätyminen kastelemalla muottia yli

kuumenemisen estämiseksi tai lämmittämällä betonia jäätyminen estämiseksi lämpölangoin tai muotissa itsessään olevien lämpöantureiden avulla. (RATU 0401, 2012.)

Tarkistetaan raudoitteet ja varaukset ennen muotin tuplausta. Harvavalujen, laikukkaan pinnan ja rotankolojen muodostuminen estetään sopivalla betonointinopeudella, oikealla tiivistyksellä ja muottipinnan puhtaana pitämisellä. Tiheästi raudoitettujen rakenteiden täryttimiksi suositellaan muottitärytintä, joka laitetaan muotin rakenteeseen kiinni. (RATU 0401, 2012.)

7.3 Elementtiseinissä

Elementtiasennus aloitetaan pitämällä aloituspalaveri työryhmän kanssa, jossa sovitaan työn toteutukseen liittyvät asiat, kuten elementtien asennussuunnitelma, jossa käydään läpi elementtien asennusjärjestys ja nostotyöhön liittyvät työturvallisuusvaatimukset. Työryhmän kanssa keskustellaan myös varastoinnin, säilytyksen ja suojausten hoitaminen sekä vastuuhenkilöt, laadunvarmistus ja aikataulu. (RATU 1202-S, 2002, 12.)

Varsinainen elementtirakenteiden laadunvarmistus tapahtuu elementtitehtaalla, jossa laadunvalvonta perustuu betonin valmistukseen, valmistustyövaiheiden valvontaan ja elementtien mittatarkkuuden valvontaan. (Suomen Betoniyhdistys ry, 2004, 156-157.)

Työmaalla tapahtuva laadunvarmistus perustuu elementtien säilytykseen ja asennukseen. Elementtejä vastaanottaessa varmistetaan materiaalien sopimuksenmukaisuus, yhteensopivuus ja kunto. Elementtien suojausta valvotaan, jos kyseessä on eristetty elementti, kuten sandwichelementti. Väliseinäelementit ovat pelkästään betonirakenteisia, joten erityisiä suojaus toimenpiteitä ei vaadita. (RATU 0392, 2012.)

Elementtiasennuksen jälkeen ennen etuputsitöiden aloitusta pidetään katselmus, jossa tarkastetaan pystysuoruus, pinnan tasaisuus, pinnan laatu, ovi- ja ikkuna-aukkojen pielet, rasioiden suoruus ja sovitaan mahdolliset korjaustoimenpiteet. Tarkastukseen osallistuvat valvoja, vastaavamestari, runkomestari, tasoiteurakoitsija, elementtitehtaan edustaja.

7.3.1 Mittaus

Elementtien mittaustyö on tarkkaa, sillä koko rakennus kasataan osista sekä piikkaus- ja täyttötöitä pyritään välttämään. Huomiota tulee kiinnittää elementtien saumajakoon ja saumojen leveyteen, jos saumakohta hammastaa pintarakenteita tehtäessä kyseinen saumakohta näkyy mutkana seinässä tai aiheuttaa varjostuksia valmiille pinnalle. (RATU KI-6020, 2010, 101.)

7.3.2 Riskit

Yleensä elementtien suunnittelu- ja toteutusvirheet todetaan vasta asennuksen yhteydessä tai kun elementit ovat asennettuina. Elementtien virheet joudutaan usein korjaamaan jälkitöinä koska elementtejä ei asennuksen jälkeen haluta vaihtaa aikataulullisista syistä. Yleisiä suunnitteluun ja toteutukseen liittyviä virheitä on aukkojen puute tai ne ovat sijoitettuna väärään paikkaan, elementtien pinta on virheellinen, elementit kolhiintuneita tai elementtien sähköputket ovat tukossa. Asennusviheistä johtuvia jälkitöitä aiheuttavia tekijöitä on toleranssien ylitykset (taulukko 2), jonka seurauksena joudutaan tekemään ylimääräisiä oionta-, piikkaus- ja paikkaustöitä. (RATU KI-6020, 2010, 107.)

Elementtiasennuksissa riskitekijänä on työturvallisuuspuutteet. Vakavia tapaturmia aiheuttavia työturvallisuus puutteita on putoamissuojauksen puutteellisuus tai elementtien nostamiseen liittyvä taakan alle jäämisen vaara. (Valtioneuvoston asetus rakennustöiden turvallisuudesta 205/2009.)

Erityistä huomiota tulee kiinnittää elementtien tuentaan ja niiden purkamisajankohtaan.

”Elementtirakentamiseen liittyvien suunnitelmien on oltava kirjallisina työmaalla. Rakennesuunnittelijan on annettava toteutuksesta vastaaville elementtien asennussuunnitelman laadintaa varten riittävät tiedot elementtien asennusjärjestyksestä, väliaikaisesta tuennasta ja lopullisesta kiinnittämisestä siten, että rakenteellinen vakavuus säilyy kaikissa asennustyön vaiheissa. Lisäksi on annettava tiedot elementtien turvallisuudesta nostosta ja käsittelystä sekä työnaikaisista asennustasoista, suojakaiteista ja muista turvallisuuslaitteista ja niiden kiinnittämisestä. Rakentamiseen liittyvissä geoteknisissä suunnitelmissa on otettava huomioon nostolaitteista ja elementtien varastoinnista aiheutuvat väliaikaiset kuormat.” (Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009, 36 §.)

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön kohteena oli VTS:n kohde, jossa Jatke Oy toimi pääurakoitsijana. Opinnäytetyössä vertailtiin kahden 10-kerroksisen kerrostalon ja kahden autohallin paikallavaluseinä toteutuksen kannattavuutta elementtirakentamiseen nähden huomioiden aikataulun, laadunvarmistuksen, kustannuksien ja työturvallisuuden vaikutukset. Lisäksi vertailtiin toteutusmuotojen työvaiheita. Vertailun kohteena olleet seinät olivat kerrostaloissa huoneistojen välisiä seiniä ja autohalleissa maanpaineiseiniä. Vertailu rajattiin paikallavalu- ja elementtirakenteisiin seiniin.

Elementtiseinät tulevat työmaalle valmiina rakenteina, joka nopeuttaa työn toteutusta huomattavasti verrattuna paikallavaluun. Huoneistojen välisien kantavien seinien elementtitoteutuksella aikataulu olisi nopeutunut noin 18 päivää, sillä paikallavaluseinät vievät 1 pv/kerros enemmän aikaa ja kummassakin talossa oli yhteensä 18 kerrosta paikallavalaittavia seiniä. Tämä yhden päivän lisä otettiin kiinni tekemällä runkotöitä myös viikonloppuisin, joten paikallavalusta ei tullut aikataulua pidentäviä vaikutuksia.

Edellä mainittua viikonlopputöiden aiheuttamaa kustannuslisää ei ole huomioitu paikallavaluseinien osalta kustannuslaskennassa. Kustannuslaskelman ulkopuolelle jäi myös talvirakentamisen vaikutukset kummankin toteutusmuodon osalta, koska kohteen runko rakennettiin kesäaikana. Kyseisestä kohteesta ei ollut saatavilla elementtitarjouksia seinien osalta, jota kustannusvertailu koskee. Elementtitarjouksia oli yhdeltä elementtitehtaalta saatavilla, joten toista vertailukohtaa ei ollut ja kaikki laskelmat perustuvat Betsetin tarjouksiin. Tarjouksien hintoja on muokattu vastaamaan oletettuja elementtiseiniä. Kustannusvertailun perusteella voidaan todeta, että paikallavalu on toteutusmuotona edullisempi kyseiseen kohteeseen. Talojen osalta säästöä kertyi 85 214 € ja autohallien osalta 20 094 €. Yhteensä säästöä kertyi 105 307 €, joka on elementtitoteutusta 17,3 % edullisempi. Kustannukset ovat hyvin kohdekohtaisia ja niihin vaikuttaa aikataulu ja tavoitteet. Todellisuudessa uskon autohallien paikallavalun olleen vielä edullisempi kuin laskelmat antavat ymmärtää, sillä paikallavaluseinien toteutuneissa kustannuksissa on muitakin autohalleihin liittyviä kustannuksia.

Paikallavalu- ja betonielementtiseinä työvaiheiden toteutuksen kartoittamisen tukena käytettiin RATU-kortistoa, kohteen rakennepiirustuksia ja opinnäytetyön tilaaja organisaation kokemusta aiemmista kohteista.

LÄHTEET

Suomen Betoniyhdistys ry. 2004. by 201. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. 2009

Jatke Oy. 2019. Viitattu 2019.02.28. Saatavissa: <https://jatke.fi/jatke/>.

PERI Suomi www-sivut. Viitattu 30.1.2019. Saatavissa: (<https://www.perisuomi.fi/tuoteet/muotit/seinamuotit/maximo-panel-formwork.html>).

RATU KI-6020. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RATU KI-6028. 2015. Aikataulukirja 2016. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RATU KI-6029. 2016. Rakennustöidenlaatu 2017. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RATU 0392. 2012. Väli- ja ulkoseinäelementtityö. Helsinki: Rakennustieto Oy

RATU 0401. 2012. Suur- ja erikoissuurmuottityö. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RATU 0402. 2012. Raudoitus. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RATU 0403. 2012. Betonointi. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RATU 1224-S. 2009. Rakennushakkeen laadunvarmistustoimet. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RATU 1202-S. 2002. Runkorakenteet, elementtirungot. Helsinki: Rakennustieto Oy.

ROK Rakennusosien kustannuksia. 2015. Helsinki: Mittaviiva Oy.

RT 82-10821. 2004. Helsinki: Rakennustieto Oy.

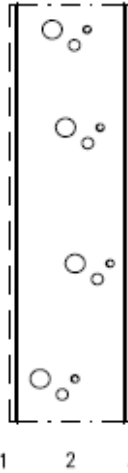

RT 82-10814. 2004. Helsinki: Rakennustieto Oy.

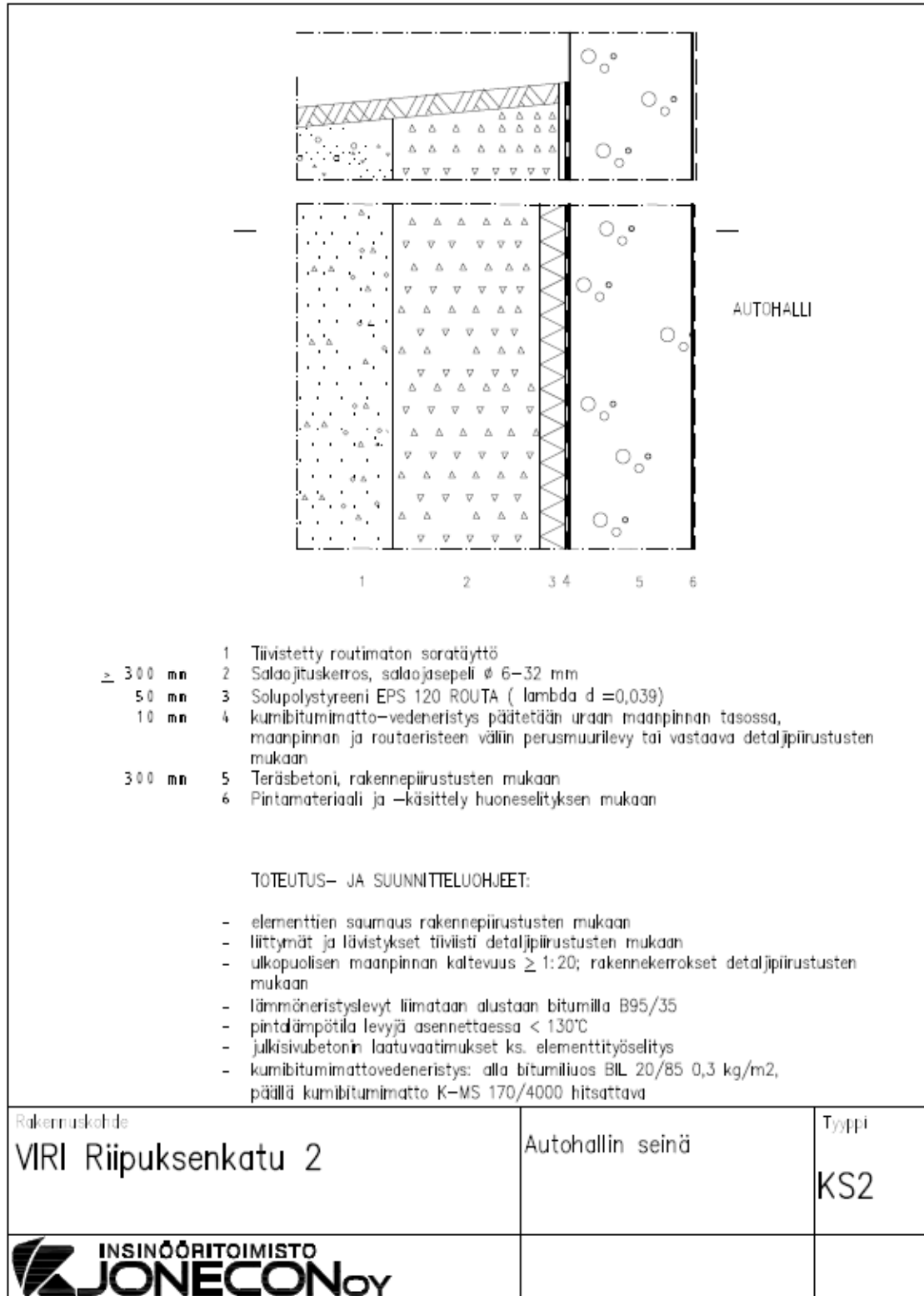
Rudus Oy. 2019. Viitattu 2019.03.18. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/Download/23940/Betonin%20valinta%20rakenteisiin%20-%20olosuhdehallinta.pdf>.

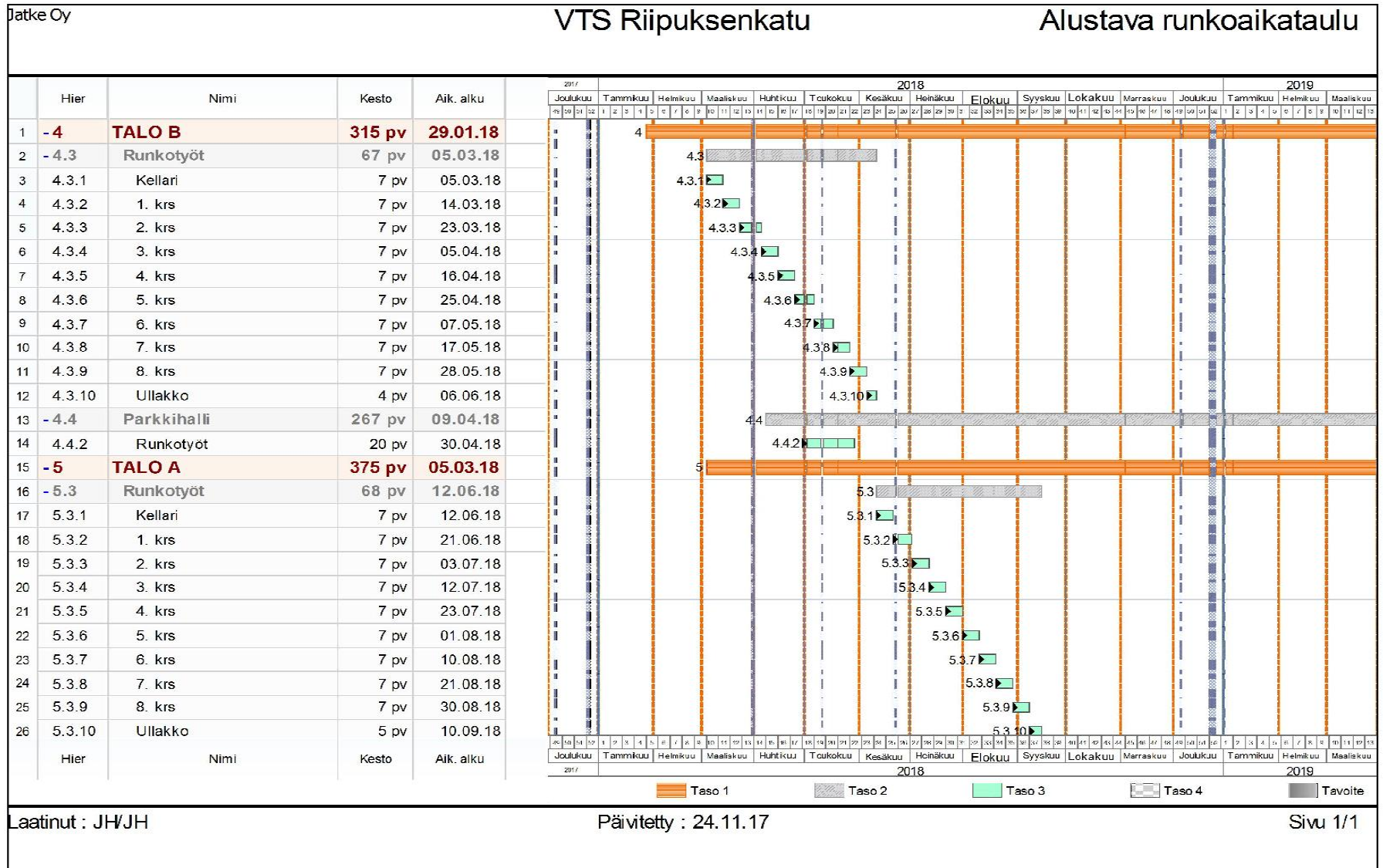
Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 205/2009. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090205>.

Liitteet

- Liite 1 VS1 Huoneistojen välinen kantava väliseinä
- Liite 2 KS2 Autohallin seinä
- Liite 3 Runkoaikataulu
- Liite 4 Betonipöytäkirja
- Liite 5 B-halli pystyrakenteet
- Liite 6 Betonin kypsyysikäkäyrä
- Liite 7 Betsset tarjous väliseinät
- Liite 8 Betsset tarjous autohallit
- Liite 9 A-talo pohjakuva
- Liite 10 Paikallavaluseinien kustannukset

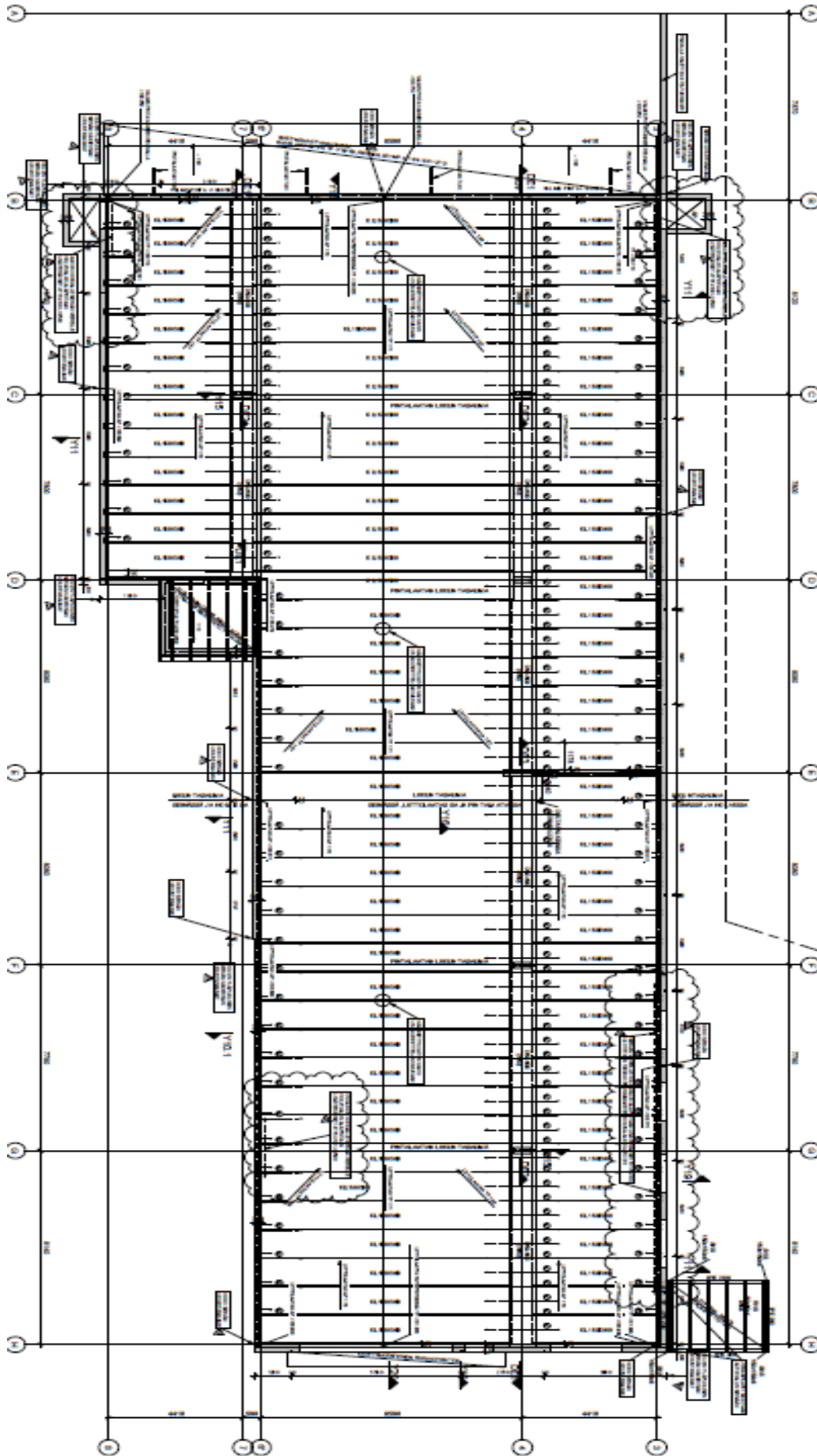
| | | |
|---|---|---------------------|
|  | | |
| $\geq 200 \text{ mm}$ | <ol style="list-style-type: none"> 1 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan 2 Teräsbetoni/betoni rakennepiirustusten mukaan, asunnon ja porrashuoneen välinen seinä 200mm 3 Pintamateriaali ja -käsittely huoneselityksen mukaan | |
| TOTEUTUS- JA SUUNNITTELUOHJEET: | | |
| <p>S - hissien aiheuttaman äänitason huoneessa tulee olla alle SRMK C1 asettamien vaatimusten</p> | | |
| <p>ÄÄNENERISTÄVYYS: $R'_w \geq 57 \text{ dB}$ PALONKESTOLUOKKA: R120 : 220 mm</p> | | |
| Rakennuskohde VIRI Riipuksenkatu 2 | Huoneistojen välinen kantava väliseinä | Typpi VS1 |
|  | | |



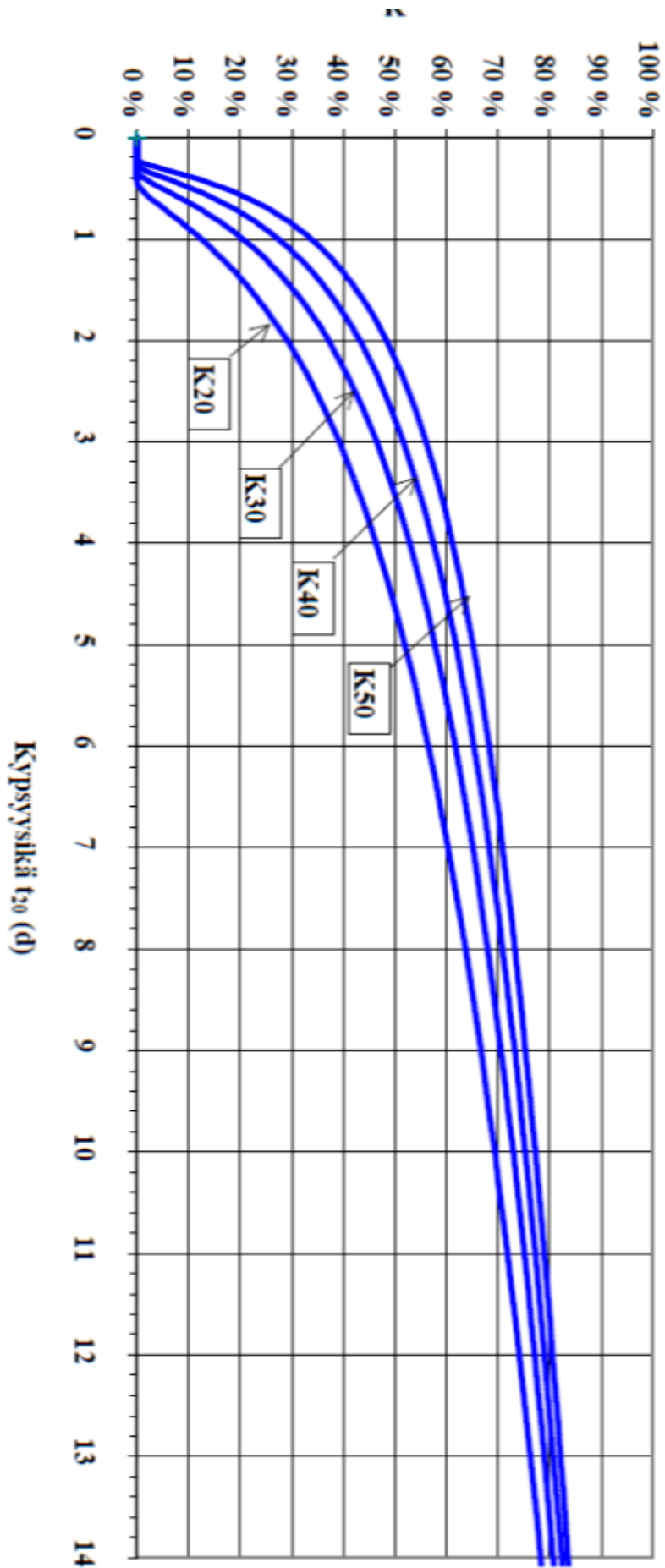


| BETONITÖIDEN LAADUNVALVONTAPÖYTÄKIRJA | |
|--|--|
| NRO | 82 |
| 1. YLEISTIEDOT | |
| Kohde / Työnumero | |
| Urakoitsija | |
| Urakoitsijan työnjohtaja | |
| Rakennuttajan valvoja | |
| Valupäivä | 22.10.2018 |
| 2. VALUA KOSKEVAT TIEDOT | |
| Valu alkoi | 18:00 |
| Valu päättyi | 20:00 |
| Valettu alue (sijainti) | A-talo 6.krs. Pv-seinät mod. A-B & 3,5,6,8, C-D & 3,4,7 |
| Alueen pinta-ala | |
| Seinä korkeus x paksuus | 2,75x0,2m |
| Lämpötila valun aikana | 8 |
| Valutapa | Pumppu |
| Tiivistystapa | Sauvatärytin |
| 3. BETONIMASSAA KOSKEVAT TIEDOT | |
| Betonin toimittaja/asema | Rudus/nekala |
| Betoniaseman vastuhenkilö | |
| Betonin luokka | C30/37 |
| Betonin rasitusluokka* | XC1 |
| Rae | 32mm |
| Fillerin+sem. määrä kg/m3 | |
| Notkeus | S3 |
| Käytetyt lisäaineet ja annostus | Sika rsx 20%, rapid |
| Kuormakirjojen numerot (liitteenä) | 20 002 |
| 4. MUUT HUOMIOITAVAT ASIAT | |
| Toteutunut määrä kuormakirjoista laskettuna | 27,5 m3 |
| Toteutunut määrä projektin alusta kuormakirjoista laskettuna | 3 839,0 m3 |
| 5. TARKEMITTAUKSET | |
| | |
| | |
| | |
| 6. MAHDOLLISET HÄIRIÖT JA KOMMENTIT | |
| - | |
| Urakoitsijan betonityönjohtaja | Rakennuttajan valvoja |

* OHJE: Kaikkiaan eri rasitusluokkatyyppä on 5kpl, joissa saatta olla useampia rasitusasteita (XC1...4, XD1...3, XS1...3, XF1...4, XA1...3). Kun betoni on ilman rasitusta, on merkintä X0. Suunnittelijan tulee merkitä piirustuksiin rakenteelle rasitusluokka ja suunniteltu käyttöikä sekä maksimiraekoko, joten tiedot tulee selvittää kohteen rakennepiirustuksista. Selvitys rasitusluokista löytyy tämän dokumentin "Rasitusluokat" nimisestä taulukosta.



Normalisti kovettuva betoni





ISO 9001

Jatke Oy**TILAUSVAHVISTUS**

Nro 5 993.1

1(2)

Pyhäjärvenkatu 5 D

33200 TAMPERE

1.2.2018

Juha.hautaniemi@jatke.fi

Viite: Tarjous nro 20 040.2 / Tilauksenne 1.2.2018

VIRI RIIPUKSENKATU 2 JA 3**BETONIELEMENTIT**

Kiltämme tilauksestanne ja vahvistamme otsikkokohteen betonielementtien toimituksen tarjouspyyntökuvien mukaan seuraavasti:

HINTA 154 400,00 € ALV 0%

Toimitusehdot Elementit vapaasti autossa työmaalla RYHT2000 toimitusehtojen mukaisesti. Tilaaaja toimittaa elementtien tuotantopiirustukset 8 vkoa ennen toimitusta ellei muuta sovittu. Tarjouspyyntökuvien mukainen varustelu, reiät ja varaukset sisältyvät hintaan, muutokset yksikköhintaluetteion mukaan.

Lisätieto

- Lisätty yksi V-elementti P-krs, talo A.
- 2kpl seinäkenkää ja pulttia / elementti sisältyy tarjoukseen.
- Lisätty 2kpl seinäkenkää ja pulttia / elementti
- Kaikki väliseinät 200mm paksuja. Aukot on vähennetty.
- Sisältää väliseinät sekä hissikuluelementit.
- Ei sisällä mahdollisia sewatek-osia.
- 3kpl sähkörasiaa ja putkea sisältyy/väliseinä. Vähempää ei hyvitetä.
- Hissikulujen mahdolliset työtasot lisähintaan 175€/kpl.
- Hissikulun kriteerit liitteenä.

Toimitusaika Alustavasti viikko 15 - 44 / 2018.

Maksuehdot 21 pv. netto, seuraavasti; 10,00 % Tilaus tehty
60,00 % Valmistuksen mukaan
30,00 % Toimituksen mukaan

Maksetaan tilauksen osittain...



ISO 9001

Jatke Oy

TILAUSVAHVISTUS

Nro 5 993.2

1(2)

Pyhäjärvenkatu 5 D

33200 TAMPERE

27.3.2018

iuha.hautaniemi@jatke.fi

Viite: Tarjous nro 20 658.0 / Tilauksenne 27.3.2018

VIRI RIIPUKSENKATU 2 JA 3, AUTOHALLIN SEINÄELEMENTIT

BETONIELEMENTIT

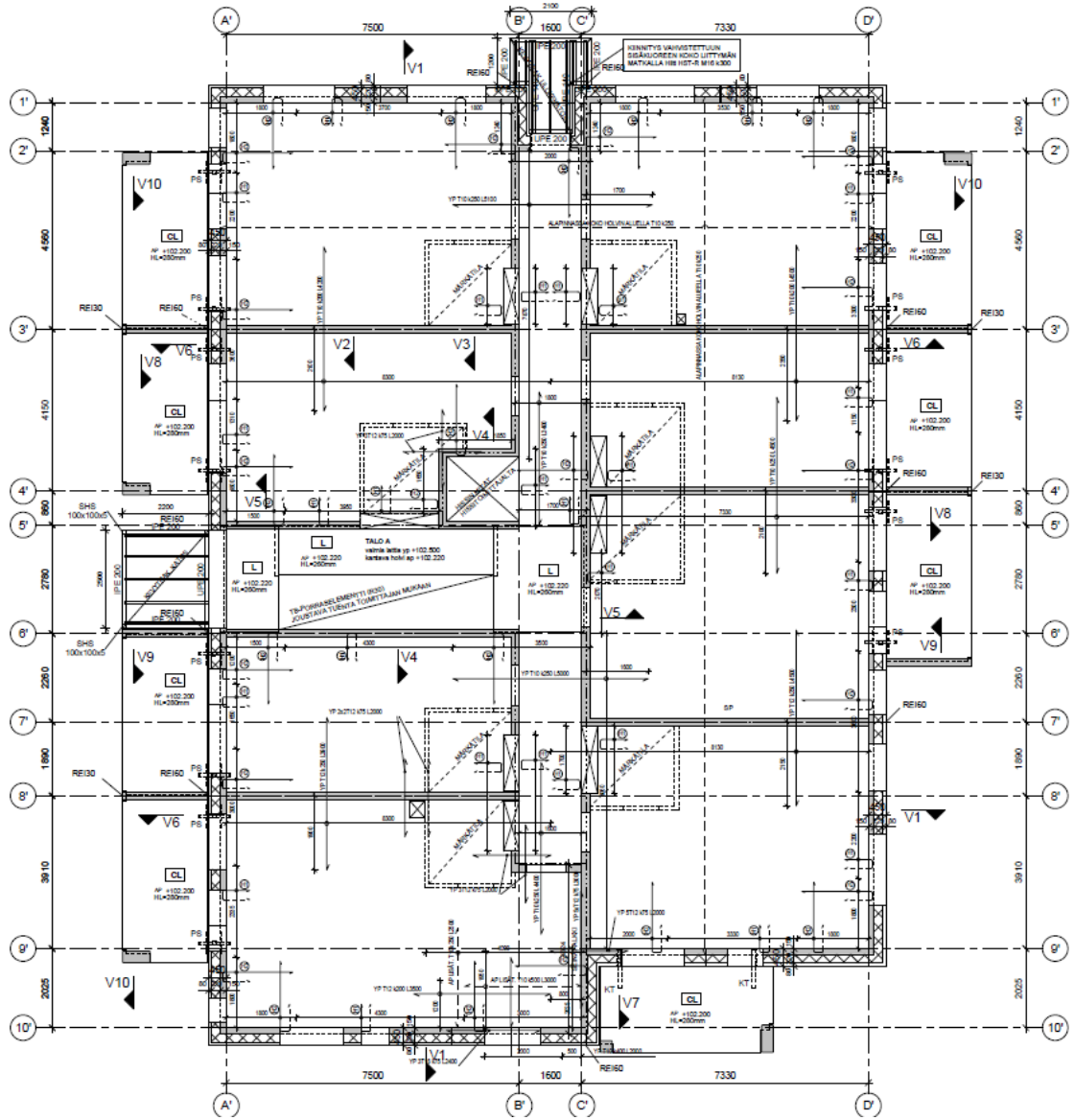
Kiitämme tilauksestanne ja vahvistamme otsikkokohteen betonielementtien toimituksen tarjouspyyntökuvien mukaan seuraavasti:

HINTA 9 500,00 € ALV 0%

Toimitusehdot Elementit vapaasti autossa työmaalla RYHT2000 toimitusehtojen mukaisesti. Tilaaja toimittaa elementtien tuotantopiirustukset 8 vkoa ennen toimitusta ellei muuta sovittu. Tarjouspyyntökuvien mukainen varustelu, reiät ja varaukset sisältyvät hintaan, muutokset yksikköhintaluettelon mukaan.

Lisätieto - Sisältää autohallin XS-elementtejä A-talo 4 kpl, 33,66m2 ja B-talo 6 kpl, 48,65m2.

Toimitusaika Aikasintaan viikkoa 25 / 2018.



Talojen paikallavaluseinät

Litteramuokaus - 3072, VIRI Riipuksenkatu

Numero 3200 Nimi Paikallavaluseinät

Kustannukset

| Selite | Tavoite | Toteutunut | Hyväksymätön | Toteutunut + Hyväksymätön | Ennuste | Yksikkö | Ero (Tavoite, Ennuste) |
|--------------|------------|------------|--------------|---------------------------|------------|---------|------------------------|
| > Määrä | 2 040,00 | 1,00 | | | 1,00 | m2 | 2 039,00 |
| Yhteensä | 240 000,00 | 183 877,15 | | 183 877,15 | 185 111,91 | | 54 888,09 |
| Yksikköhinta | 117,65 | 183 877,15 | | | 185 111,91 | | -184 994,26 |

Autohallien paikallavaluseinät

Litteramuokaus - 3072, VIRI Riipuksenkatu

Numero 2930 Nimi P - paikallavalurakenteet

Kustannukset

| Selite | Tavoite | Toteutunut | Hyväksymätön | Toteutunut + Hyväksymätön | Ennuste | Yksikkö | Ero (Tavoite, Ennuste) |
|--------------|------------|------------|--------------|---------------------------|------------|---------|------------------------|
| > Määrä | 1,00 | 1,00 | | | 1,00 | erä | |
| Yhteensä | 293 822,96 | 318 015,39 | | 318 015,39 | 318 015,39 | | -24 192,43 |
| Yksikköhinta | 293 822,96 | 318 015,39 | | | 318 015,39 | | -24 192,43 |