

Elina Sjöblom

Toimitilahallin rungon pystytys

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

11.11.2015

| | |
|---|---|
| Tekijä Otsikko | Elina Sjöblom Toimitilahallin rungon pystytys |
| Sivumäärä Aika | 30 sivua + 2 liitettä 15.11.2015 |
| Tutkinto | Rakennusmestari (AMK) |
| Koulutusohjelma | Rakennusalan työnjohto |
| Suuntautumisvaihtoehto | Talonrakennustekniikka |
| Ohjaajat | Lehtori Eric Pollock Vastaava työnjohtaja Seppo Grönlund |
| <p>Opinnäytetyössä käydään läpi toimitilahallin rungon pystytyksen eri vaiheet. Toimitilahallit rakennetaan kestäviksi ja laadukkaasti. Rakennettava toimitilahalli toteutetaan betonirunkoisena.</p> <p>Opinnäytetyö perustuu rakenteilla olevaan Kehä 4 Center 2 -työmaahan, johon rakennetaan vuoden 2015 aikana kaksi toimitilahallia. Raportissa käytetyt kuvat ovat toimitilahallin eri vaiheista.</p> <p>Tieto työssä perustuu Kehä 4 Center 2 -työmaan suunnitelmiin ja toteutukseen. Tietoa työssä on etsitty myös paljon aiheeseen liittyvästä kirjallisuudesta ja internetistä.</p> <p>Opinnäytetyön liitteenä on toimitilahallin rungon pystytyksen kokonaisvaltainen tarkastuslista, sekä toteutunut yleisaikataulu.</p> | |
| Avainsanat | paalutus, betonirunko, raudoitettu betonilattia |

| | |
|---|--|
| Author Title | Elina Sjöblom Construction of industrial property building frame |
| Number of Pages Date | 30 pages + 2 appendices 15 September 2015 |
| Degree | Master Builder |
| Degree Programme | Civil Engineering |
| Specialisation option | Construction and Site Management |
| Instructors | Eric Pollock, Lecturer Seppo Grönlund, Master Builder |
| <p>This thesis covers all phases of building the frame of an industrial property building. Industrial properties are built long-lasting and with good quality. The property is built using concrete frame structure.</p> <p>The thesis is based on the second construction site of Kehä 4 Center. Two industrial property buildings are being built on the site during 2015. The images in the thesis are from different phases of construction.</p> <p>The information in the thesis originates from Kehä 4 Center's second construction site plans and progress. Information in the thesis has also been collected from literature and Internet.</p> <p>Thesis appendix contains the complete checklist for the construction of the frame and realized time schedule.</p> | |
| Keywords | Pile foundation, concrete frame structure, reinforced concrete floor |

Sisällys

Lyhenteet

| | | |
|-------|-------------------------------|----|
| 1 | Johdanto | 1 |
| 2 | Perustukset | 2 |
| 2.1 | Raivaus ja pohjatyöt | 2 |
| 2.1.1 | Suunnitelmat ja materiaalit | 2 |
| 2.1.2 | Työvaiheet ja työturvallisuus | 3 |
| 2.2 | Paalutus | 4 |
| 2.2.1 | Suunnitelmat ja materiaalit | 4 |
| 2.2.2 | Työvaiheet ja työturvallisuus | 5 |
| 2.3 | Anturat | 7 |
| 2.3.1 | Suunnitelmat ja materiaalit | 7 |
| 2.3.2 | Työvaiheet ja työturvallisuus | 7 |
| 3 | Betonielementit | 10 |
| 3.1 | Pilarit | 11 |
| 3.1.1 | Suunnitelmat ja materiaalit | 11 |
| 3.1.2 | Työvaiheet ja työturvallisuus | 11 |
| 3.2 | Sokkelielementit | 13 |
| 3.2.1 | Suunnitelmat ja materiaalit | 13 |
| 3.2.2 | Työvaiheet ja työturvallisuus | 14 |
| 3.3 | Palkit | 15 |
| 3.3.1 | Suunnitelmat ja materiaalit | 15 |
| 3.3.2 | Työvaiheet ja työturvallisuus | 15 |
| 3.4 | TT-kattolaatat | 16 |
| 3.4.1 | Suunnitelmat ja materiaalit | 16 |
| 3.4.2 | Työvaiheet ja työturvallisuus | 16 |
| 4 | Seinäelementit | 19 |
| 4.1 | Suunnitelmat ja materiaalit | 19 |
| 4.2 | Työvaiheet ja työturvallisuus | 19 |
| 5 | Katto | 22 |

| | | |
|-----|---|----|
| 5.1 | Suunnitelmat ja materiaalit | 22 |
| 5.2 | Työvaiheet ja työturvallisuus | 22 |
| 6 | Lattia | 25 |
| 6.1 | Suunnitelmat ja materiaalit | 25 |
| 6.2 | Työvaiheet ja työturvallisuus | 25 |
| 7 | Yhteenveto | 28 |
| | Lähteet | 30 |
| | Liitteet | |
| | Liite 1. Työmaan kokonaisvaltainen tarkastuslista | |
| | Liite 2. Työmaan yleisaikataulu | |

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään Tucasa Oy:lle. Aiheena on toimitilahallien rungon pystytys. Tucasa Oy toimii toimitilahallien rakentamisessa pääurakoitsijana. Tucasalla on projektinjohtourakka. Sivu-urakoitsijoille kuulumattomat työt suorittaa pääurakoitsija.

Opinnäytetyön työmaakohteena toimii Kehä 4 center 2 -työmaa, johon rakennetaan vuoden 2015 aikana kaksi hallia. A-hallin huoneistoala on 1 354 m² ja B-hallin huoneistoala on 1 015 m². Toimitilahallit tehdään vuokrattaviksi tiloiksi.

Opinnäytetyössä käydään läpi tontin raivauksesta lattiapinnoitukseen jokainen vaihe kerrallaan. Toimitilahalli runkoratkaisuna on betonirunko. Betonielementteinä tehdään sokkelit, pilarit, palkit ja TT-kattolaatat. Seinät toteutetaan pelti-villa-peltielementeillä. Kattomateriaalina toimii bitumikermikate.

Työn tuotoksena on toimitilahallin rungon pystytyksen kokonaisvaltainen tarkistuslista, jossa käydään läpi hallin pystytys vaihe vaiheelta. Tarkastuslistaa tullaan käyttämään tulevaisissa hankkeissa laadunvalvonnan tukena. Työ soveltuu käytettäväksi seuraavissa samankaltaisissa hankkeissa (liite 1).

2 Perustukset

2.1 Raivaus ja pohjatyöt

2.1.1 Suunnitelmat ja materiaalit

Ennen rakentamisen aloitusta tontilla suoritetaan työmaan aloituskokous. Aloituskokouksessa on läsnä rakennuttaja, vastaava mestari, pääsuunnittelija, pääurakoitsija ja rakennustarkastaja. Rakennuslupahakemuksen yhteydessä suoritetaan naapurien kuulemiset.

Rakennettavalla tontilla tehdään pohjatutkimus, josta laaditaan perustamistapalausunto. Pohjatutkimuksella kartoitetaan rakennettavan alueen maa-aineskerrokset ja kantavan maakerroksen syvyys, sekä pohjaveden pinta. Pohjatutkimukset on ulotettava niin syväälle, että kaikki maapohjassa olevat kerrostumat, joilla voi olla vaikutusta rakenteisiin, paalujen asentamiseen ja kantavuuteen tai maapohjan muodonmuutosominaisuuksiin, saadaan selvitettyä. Pohjatutkimuksen perusteella selvitetään paalujen käyttöikään vaikuttavat tekijät. Pohjaveden ja maaperän perusteella määritellään teräsbetonipaalujen rasitusluokka. Perustamistapalausunto toimitetaan rakennusvalvontaan rakennuslupahakemuksen ja suunnitelmien yhteydessä [1, s. 23.]

Ennen kohteen raivauksen aloitusta on tarkistettava suunnitelma-asiakirjat ja niiden toteutuskelpoisuus. Viranomaisilmoitukset ja luvat on oltava myönnetty. Kohteen raivauksen aikataulu ja toteutustapa on suunniteltava huolellisesti. Raivauksen suunnitelmissa tulee huomioida ympäristön suojaus, raivaustyön laajuus, turvallisuus, alueen rajaus, ympäristön tiedottaminen, sekä hakkuujätteen poiskuljetus. Varmistetaan että olosuhteet ovat asiakirjojen mukaiset ja kohteessa olevat mahdolliset kaapelit, putket, johdot yms. rakenteet on kartoitettu [2, s. 72.]

Maankaivusuunnitelma sisältää kaivannon syvyyden, pohjan tasaisuuden, kaivannon laajuuden, kallistukset ja kuivana pidon. Ennen maankaivutöitä tulee tarkistaa pohjavedenkorkeus.

Kohteen maaperä on savisilttiä. Savikerros ulottuu noin 16 metrin syvyyteen. Savikon päälle on tehty murskeesta painopenkka 0,8-1,5 metrin kerros. Pohjatutkimuksesta käy

ilmi, että kova maa alkaa 16 metrin syvyydestä, joten paaluperustus rakennuksille on ehdoton. Painopenkka kestää paalutuskoneen ja paalujen kuljetusajoneuvon painon.

2.1.2 Työvaiheet ja työturvallisuus

Raivausta aloittaessa tarkistetaan raivauskaluston kunto. Puunkaato tapahtuu metsäkoneella. Raivaustyötä tehdessä on noudatettava työturvallisuutta ja käytettävä tarvittavia henkilökohtaisia suojaimia, kuten heijastesuojavaatteita, turvajalkineita sekä kuulo- ja silmäsuojaimia. Raivaustyön ja puunkaadon suorittaa työn ammattilainen oikeaoppisella ja työturvallisella menetelmällä.

Raivauksessa on huomioitava, että hyötypuut kaadetaan mahdollisimman juuresta. Kannon korkeus saa olla noin 0,1 m. Hyötypuuhun ei saa tulla lohkeamia tai ruhjoutumia eikä runkoja saa liata kaadon yhteydessä. [2, s. 73.]

Kannot nostetaan ylös ja rikotaan. Kannot viedään niille suunnitellulle alueelle kuivumaan vuodeksi. Kannot kuivuvat vuoden, jonka jälkeen ne haketetaan ja toimitetaan voimalaitoksen polttoaineeksi. Risut, latvukset ja puut toimitetaan energiayhtiölle polttoaineeksi.

Raivauksen jälkeen tulee huolehtia siitä, että rakennettava alue sekä ympäristö on siivottu, hyötypuut ja raivausjätteet on kuljetettu pois. On huolehdittava, että alue on valmis seuraavaa työvaihetta varten (kuva 1).



Kuva 1. Työmaan pohjarakennusvaihe

2.2 Paalutus

Pohjatutkimuksien tuloksien perusteella rakennuksen paalutus oli ehdoton. Rakennettavan alueen pohjamateriaalina on savi. Savi ulottuu noin 16 metrin syvyyteen.

2.2.1 Suunnitelmat ja materiaalit

Lyöntipaalutuksen kannalta tarpeelliset tiedot on oltava työmaan käytettävissä kirjallisina ennen työn aloittamista: pohjatutkimusaineisto, suunnittelu- ja rakentamisasiakirjat, tieto vaadittavista työsuunnitelmista ja paalutusmenetelmän yksityiskohdista, kiintopisteiden sijainti, olosuhteet työmaalla (rajat, maanpinnan viettosuhteet, kulku alueelle ja työtä rajoittavat tekijät) ja mahdollisten johtojen ja kaapelien sijainnit. Ympäristöhaittojen kuten melun, tärinän ja haitta-aineiden raja-arvot on oltava tiedossa ennen paalutusta. [1, s. 22.]

Paalutus- ja perustussuunnitelmassa käy ilmi paalujen laatu, sijainnit, katkaisukorko, pohjatutkimuksissa ilmi käynyt kovan pohjan syvyys maanpinnasta ja paalujen numerointi. Päivitetyt paalutus- ja perustussuunnitelmat ja perustamistapalausunto toimitetaan paalutusurakoitsijalle ja paaluja merkitsevälle mittamiehelle.

Kohteen hallien paaluina käytetään teräsbetonisia tukipaaluja. Halli A:n pohjalle lyödään 300 x 300 mm:n teräsbetonipaaluja 47 kappaletta ja 250 x 250 mm:n teräsbetonipaaluja 24 kappaletta. Keskiarvo paalujen pituudelle on 16 metriä. Paaluissa käytetään jatkoksia. Halli B:n pohjaan lyödään 300 x 300 mm:n teräsbetonipaaluja 36 kappaletta ja 250 x 250 mm:n paaluja 18 kappaletta. Paalutusluokka on 2. Paalutusluokalla määritellään paalujen rakenne- ja laatuvaatimukset, työkohteenolosuhteet, paalujen valmistus ja asennus, paalutustyönjohtaja ja dokumentointi. Paalutustyössä noudatetaan RIL:n paalutustyöohjeita eli LPO-2011:n antamia ohjeita ja määräyksiä.

Paaluja valmistetaan elementtitehtaalla maksimissaan 15-metrisiksi tuotannollisista ja kuljetussyistä. Kohteen työmaalla keskimäärin paalun pituus on 16 metriä, eli paaluina käytetään 8-metrisiä, joihin tehdään jatkos.

Toimitilahallien keskipihalle sijoittuu sadevesikaivot. Pohjan pehmeystä johtuen sadevesikaivojen linja pitää paaluttaa. Kaivanto on niin laaja ja keskeisellä paikalla, että kaikki vesijohdot, viemäri linja ja kaukolämpö sijoitetaan samaan kaivantoon eri

syvyyksille. Kaivannon teko sijoitetaan vasta työmaan loppuvaiheelle. Linjan paalutus tapahtuu kuitenkin samaan aikaan kuin rakennusten paalutus, mutta paalut lyödään maan sisään valmiiksi odottamaan kaivuuta. Paalujen kohdat merkitään punaisilla huomiokepeillä, jotta niitä on helpompi kaivaa myöhemmin esiin. Linjan paaluja 250 x 250 mm lyödään 44 kappaletta.

Ennen paalutustyön aloitusta pidetään paalutustyön aloituskokous, johon osallistuvat vähintään paalutusurakoitsija ja vastaava työnjohtaja. Paalutuksen aloituskokouksessa varmistetaan kohteen valmius, sekä rakennusten nurkkapisteiden sijainnit. Kokouksessa varmistetaan, että suoritettavasta työstä on yhtenäinen käsitys ja suunnitelmat on käyty läpi.

2.2.2 Työvaiheet ja työturvallisuus

Paalutustyötä aloittaessa on varmistettava henkilöiden ja kaluston työturvallisuus. Henkilöstöllä tulee olla asianmukaiset työturvallisuutta noudattavat suojaimet, kuten kypärä, suoja- ja heijastevaatetus, turvajalkineet, sekä silmä- ja kuulosuojaimet. Paalutuskoneelle täytyy olla tehty vuosittaiset tarkistukset, ja paalutuskoneen pystytyspöytäkirja toimitetaan paalutusurakoitsijan puolesta. Paalujen paikat mittaa ja merkitsee selkeästi ammattilainen mittamies.

Paalut varastoidaan työmaalla paalutuskohteen viereen. Paalut asetetaan tasaiselle maalle tai alustalle riittävän tuen varaan, niin että paalujen kärjet ovat paalutuskohteesta pois päin. Tuet ovat yleensä 1/5 paalun pituudesta paalun päistä mitattuna. Paalujen kunto ja mitat tulee tarkistaa kuorman purussa ennen paalutuksen aloitusta.

Aluksi tehdään tarvittavat koepaalutukset, tarkistusmittaukset ja koekuormitukset. Koepaalutuksessa selvitetään kovan maan korkeus. Kohteessa molempien hallien kohdalle koepaaluja lyödään yhteensä 11 kappaletta. Paaluja lyödään muutama eri kohtiin, jolloin varmistetaan, minkä pituisia paaluja tullaan käyttämään.

Työn aikana tulee valvoa värinä- ja melutasoa. Työn aikana pidetään paalutuspöytäkirjaa, johon merkitään mm. kalustotiedot, paalujen mitat, toimintatapa, tarkka sijainti, kaltevuus, kärjen korkeustaso, katkaisutaso, käytetyt jatkokset ja erikoiskärjet ja tartunta-anturat sekä hylätyt paalut ja paalut, joille on hyväksytty

suunniteltua alempi kantavuus. Mikäli olosuhteissa tai paaluissa havaitaan poikkeamia, ilmoitetaan havainnoista välittömästi rakennesuunnittelijalle. [2, s. 97.]

Paalut nostetaan ja siirretään lukkiutuvilla nostolenkeillä paaluihin merkityltä kohdalta. Lyhyet paalut nostetaan pystyyn käyttämättä paalun käsittelylenkkiä. Nostojen aikana täytyy varoa vahingoittamasta paaluja. Jokainen paalu tarkistetaan ennen lyöntiä ja säädetään paalun lopullinen asema ja kaltevuus [2, s. 97.]

Kohteessa paalutuskoneena käytetään Junttan PM 20 LC:tä. Lyönnit tehdään ohjeiden mukaisesti. Iskutyyny vaihdetaan ohjeiden ja suunnitelmien mukaan, mutta ei kuitenkaan juuri ennen loppulyöntejä tai loppulyöntien aikana. Paalut jatketaan ja katkaistaan suunnitelmien mukaisesti. Paalun pään tulee jäädä anturan betonivaluun vähintään 50 mm. Loppulyöntejä ei keskeytetä ennen kuin paalun painuma täyttää lyöntiohjeen vaatimukset. [2, s.97.]

Paalutustyön jälkeen varmistetaan, että paalutustyö täyttää sopimusasiakirjoissa esitetyt laatuvaatimukset. Työstä laaditaan toteutumapiirustus rakennesuunnittelijan paalukarttapohjalle, johon kootaan paaluja ja paalutustyötä koskevat tiedot kuten paalujen sijainnit ja kaltevuudet, päiden korkeudet, jatkokset, erikoiskärjet. Rikkoutuneet paalut tai paalut joiden sijaintipoikkeamat ylittävät sallitut toleranssit, korvataan suunnittelijan määräämällä tavalla. Rakennesuunnittelijalta tarkastetaan myös lisäpaalujen tarve. Työn jälkeen tarkistetaan myös ympäristön vahingottomuus ja huolehditaan, että jätteet kuljetetaan pois alueelta. [2, s. 97.]



Kuva 2. Paalutusvaihe

2.3 Anturat

2.3.1 Suunnitelmat ja materiaalit

Anturoiden tekoa varten tulee olla perustussuunnitelma. Perustussuunnitelmassa on kaikki anturoihin liittyvät mitat ja siitä ilmenee paalujen oikeat paikat anturassa. Oikeanlaiset ja riittävät tartunnat tulee varmistaa. Anturoiden muottityötä suunnitellessa tulee päättää, tehdäänkö anturoiden muotit itse vai vuokrataanko muottikalusto. Muottisuunnitelma tulee olla valmis 2 viikkoa ennen työn aloitusta. Anturoihin tarvittavat materiaalit ovat työmaalla 3 päivää ennen työn alkamista.

Työmaasuunnitelmissa varataan materiaalien nostoille ja siirroille riittävä tila. Vuokrattava muottikalusto sisältää erikokoisia muotteja, sidepultteja, reikävannetta, reikävanteen kiristimet, siipimuttereita, nostotarraimet ja kuljetushäkit.

Kohteessa anturamuotit vuokrataan muottikalustoa vuokraavalta yritykseltä. Muottikalustoa vuokraava yritys toimittaa kaluston työmaalle ja antaa mukanaan mittakaavassa olevat asennusohjeet, joissa ilmenee jokaisen muotin paikka ja oikeanlainen asennusjärjestys. Vuokrattavan muottikaluston saapuessa työmaalle, se kuvataan ja dokumentoidaan, jotta kaluston alkuperäinen kunto voidaan todistaa palauttaessa.

Ennen anturoiden muottiasennusta tulee pohja tasata ja tiivistää oikeaan korkoon. Alustan tulee olla tasainen, puhdas sekä suunnitelmien mukainen. Muottien paikat mitataan ja merkitään tarkasti.

2.3.2 Työvaiheet ja työturvallisuus

Ennen muottien asennusta muotit tulee öljytä asianmukaisella muottiöljyllä, jotta muotin voi purkaa ja puhdistaa helposti betonoinnin jälkeen. Muottipinnan tulee olla kauttaaltaan öljytty, mutta öljyä ei saa olla kuitenkaan liikaa. Ympärillä olevia rakenteita tai tarvikkeita tulee varoa öljyämisen aikana.

Antura on kooltaan 650 x 600 mm pilareiden välissä. Pilareiden kohdalla antura on levennetty 1800 x 600mm. Antura raudoitetaan raudoituspöörustusten mukaisesti. Pilarien pulttien mittatarkkuus on erittäin tärkeä, jotta pilarit tulevat juuri oikealle paikalle ja

sopivat pultteihin. Pilarien pulttien sivusijainti voi olla ± 8 mm ja korkeusasema voi olla ± 15 mm.

Nosto-ovien kohdalle upotetaan pystyyn U-lenkit, jotka asennetaan vasta sitten, kun betoni on valettu ja lenkit pysyvät pystyssä. Pitkille sivuille asennetaan U-lenkit sivun suuntaisesti hieman viistoon. Lenkkien tarkoitus on tukea rakennuksen ulkoreunalle myöhemmin tulevaa betonilaattaa.

Anturoiden raudoitteista pilarien kohdille teetetään valmiit raudoitushäkit. Tulevien mastopilarien pulttikiinnitys asennetaan anturaraudoituksen yhteydessä (kuva 3). Raudoitustangot eivät saa olla ruostuneita, pintaruoste on sallittua. Raudoitteiden pinnalla ei kuitenkaan saa olla syöpymiä tai hilseilyä eikä ruostetta niin, että se heikentäisi teräksen lujuutta tai tartuntaa. Ennen muotin tuplaamista tulee varmistaa, että kaikki tarvittavat läpimenot, putkitukset ja kotelot ovat asennettu. Pilarien kierretapit suojataan teipillä.



Kuva 3. Pilarin pultit

Valmis raudoitus tarkistetaan ja dokumentoidaan kuvilla. Rakennesuunnittelija ja vastaava työnjohtaja hyväksyvät raudoituksen ennen valamista (taulukko 1).

Betonointi työaikana käytetään asianmukaisia henkilökohtaisia suojarusteita: heijastevaatetus, turvakumijalkineet, suojalasit, kypärä ja hanskat. Työssä käytettävien työvälineiden tulee olla tarkistettuja ja ehjiä. Betonoidessa varotaan raudoitteita ja varauksia tiivistyksen aikana. Betonoidessa tulee tiivistää suunnitelmien mukainen kerrospaksuus, mutta kuitenkin maksimissaan 0,3...0,5 m. Raudoitteiden betonipeitepaksuus on muottia vasten 35 mm ja maata vasten 50 mm. Betoni tulee tiivistää kauttaaltaan, myös varauksien alapuolelta. [1, s. 125]

Kohteessa anturoiden muotit puretaan seuraavana päivänä, kun betoni on saavuttanut riittävän lujuuden ja muottikierrosta johtuen (kuva 4).



Kuva 4. Muotin purku

Taulukko 1. Paikallaan valettujen perustusten mittatarkkuusvaatimukset [2, s. 335.]

| | |
|--|--------|
| Päämitat, pituus ja leveys (yleensä voidaan sallia suurempikin +toleranssi) | ±30 mm |
| Yläpinnan korkeusasema | ±20 mm |
| Sivusijainti | ±30 mm |

3 Betonielementit

Toimitilahallin runkoratkaisuksi valitaan betonirunko. Valintaan päädytään erinäisistä syistä. Betonirunko on pitkäikäinen, kestävä ja kustannustehokas. Pilari-palkkijärjestelmä sallii rakennuksen sisällä runsaasti muuntelumahdollisuuksia.

Elementtiasennukseen liittyy monia riskialttiita tekijöitä, esimerkiksi nostoihin liittyvät riskit ja putoamisriskit. Elementit nostetaan oikein ja oikeilla välineillä. Työmaalla on aina kirjallinen elementtiasennussuunnitelma, jota noudatetaan koko asennustyön ajan. Suunnitelmassa tulee olla tarkat kohdetiedot työmaasta. Suunnitelma sisältää asennettavat elementit ja asennusjärjestyksen, nostokaluston, tiedot elementtien kuljetuksesta, purusta ja varastoinnista, asennustoleranssit, asennuksen aikaisen tuennan ja lopulliset kiinnitykset. [4.]

Kohteen sokkeli-, pilari- ja palkkielementit painavat kappaleelta noin 4 tonnia. Elementit nostetaan ajoneuvonosturilla, jonka maksimi nostokyky on 50 tonnia. TT- laattojen nostoissa käytetään suurempaa ajoneuvonosturia, joka on nostokyvyltään 200 tonnia. TT- laatan paino on noin 25 tonnia. Ajoneuvonosturista tarkistetaan voimassa olevat katsastukset ennen käyttöönottoa. Nosturin kuljettajalla on oltava ajoneuvonosturiin oikeutettu käyttö lupa. Nosturinkuljettaja toimittaa pystytystarkastuspöytäkirjan.

Elementtien nostoja tehdään ainoastaan vapaan alueen yli, jolloin työntekijän kulku nostoalueella on estetty. Nosturinkuljettajalla ja elementtiasentajalla tulee olla radio- tai näköyhteys. Nostoja ohjataan käsimerkein, jotka kuljettajan ja merkinantajan on ymmärrettävä. [5, s. 7.]

Elementtien asennuksessa on huomioitava sääolosuhteet. Talvella turvallisuusriskejä ovat lumi, liukkaus, tuuli, sade ja hämäryys. Elementtien nostotyö keskeytetään aina, kun olosuhteet aiheuttavat poikkeuksellista vaaraa, esimerkiksi rankkasade, sateinen lumipyry tai tuulen nopeus on yli 15 m/s. [5, s. 9.]

Elementtiasennustyössä käytettävät henkilökohtaiset suojaruuvit ovat putoamissuojavarustus, kypärä, turvajalkineet, suojakäsineet, silmä- ja kuulosuojaimet ja suojavaatteet ja huomioliivi. Hitsaustyössä käytetään hitsausmaskia. [5, s. 3.]

3.1 Pilarit

3.1.1 Suunnitelmat ja materiaalit

Rakennettavassa toimitilalahallissa teräsbetonipilarit on suunniteltu mastojäykisteisiksi. Mastojäykisteiset pilarit antavat rakennukselle muunneltavuus mahdollisuuksia. Pilarielementit toimivat rakennuksen kantavan ja jäykistävänä osana, sekä kiinnitysalustana rakennuksen julkisivuelementeille. Kohteen pilarit ovat poikkileikkaukseltaan neliön malliset, kooltaan 480 x 480 mm. Yläpohja piirrokseen on numeroitu pilarit, palkit, TT-laatat ja teräsjatkokset.

Pilarien teräsjatkokset ovat T- ja U- mallisia, niiden tarkoitus toimii seinäelementtien ja räystäsrakenteiden alustana. Teräsjatkokset kiinnitetään TT-laatan asennuksen jälkeen hitsaamalla. Teräsjatkokset hitsataan teräsbetonipilareihin kiinni (kuva 6). T- ja U-teräksiin hitsataan tukilattateräs. Tukilattateräksen tarkoitus on ottaa vastaan ulkoseinän tuulikuormia. Tukilattateräs hitsataan TT-laatan kiinnityslevylappuihin.

3.1.2 Työvaiheet ja työturvallisuus

Pilarin korot tarkistetaan tasolaserilla. Pilarielementit nostetaan nostotapin avulla, joka pujotetaan pilarin yläpäässä olevaan asennusreikään. Nostotapin sokka ja priikka kiinnitetään ja pilari nostetaan pystyyn. Pilari kiinnitetään anturaan valettuun pulttiliitokseen. Nostovälineet irrotetaan nostorakseen kiinnitetyllä laukaisinnarua apuna käyttäen maasta käsin, jolloin vältetään telinetyöskentelyä. Pilarielementti asennetaan pultteihin alusmutterien ja -prikkojen varaan (kuva 5). Pilari säädetään pystysuoraan ja

kiinnitetään asennusmutterien ja -prikkojen avulla. Pilarin suoruus tarkistetaan luotilangalla tai teodoliitilla (taulukko 2). Nostoapuvälineet voi irrottaa, kun pilari on kiinnitetty turvallisesti. [4.]



Kuva 5. Pilarien pulttiliitos

Taulukko 2. Pilarien, mastojen ja pylväiden rakentamistoleranssit, mm [3.]

| Mittauksen kohde | Normaaliluokka |
|--------------------------|----------------|
| sivusijainti, vapaa väli | ± 15 |
| korkeusasema | ± 15 |
| poikkeama pystysuorasta | ± 10 |

3.2 Sokkelielementit

Sokkelielementtejä voidaan käyttää kaikessa rakentamisessa. Sokkelielementti on rakenteeltaan sandwich-elementtiä. Sokkelielementissä on lämmöneristyshalkaisu.

3.2.1 Suunnitelmat ja materiaalit

Ennen sokkelielementtien asennusta tulee olla asianmukaiset suunnitelmat. Sokkelien paikat on merkitty paalutus- ja perustuspiirustukseen. Sokkelielementeistä on myös elementtiluettelo, jossa on elementtien koot ja määrät. Jokaisesta elementistä on oma yksityiskohtaisempi detaljipiirustus. Sokkeli on K40-2 -betonia. Elementin teräkset ovat A500HW. Teräksien suojaetäisyys on 35 mm.

Kohteen toimitilahallin sokkelielementit ovat 380 mm paksuja ja ne ovat korkeintaan 1450mm, riippuen ovien ja ikkunoiden sijainnista. Sokkelissa on 200 mm EPS-ultraeriste kahden betonikuoren välissä. Sokkelielementin alareunassa on reikiä, joista poistuu

elementtiin muodostuva kosteus. Reiät tulee huomioida rakentamisessa, eikä niitä saa tukkia.

3.2.2 Työvaiheet ja työturvallisuus

Sokkelielementit asennetaan pilareiden jälkeen. Ennen sokkelielementin asennusta anturan päällinen pitää puhdistaa ja siistiä tasaiseksi. Anturan päälle tulevat korkopalat mitataan tasolaserilla oikeaan korkoon.

Sokkelielementit varastoidaan aluspuiden päälle sorakentälle. Sokkelielementeissä on valmiina nostolenkit. Nostokoukut kiinnitetään nostolenkkeihin, joista elementit nostetaan. Sokkelielementti nostetaan elementtiasennussuunnitelman mukaisessa järjestyksessä korkopalojen päälle. Lopuksi nostokoukut irrotetaan nostolenkeistä.

Sokkelin nostolenkit katkotaan kulmahiomakoneella. Jos nostolenkit sijaitsevat elementin ulkokuoressa, niiden pitää olla ruostumatonta terästä. Katkomisen jälkeen kolot eristetään uretaanivaahdolla.

Sokkelielementit kiinnitetään pilareihin pulttiprikkakiinnityksellä. Sokkelin alareuna kiinnitetään ruostumattomalla teräksellä pilariin. Sokkelielementit hitsataan kiinni pilarielementteihin. Hitsaajan tulee käyttää asianmukaisia suojavaarusteita: hitsausmaskia, suojäkäsineitä ja suojavaatetusta, muiden työturvallisuusvarusteiden lisäksi.

Pilari- ja sokkelielementtien asennuksen jälkeen pilarit ja sokkelit kiinnitetään anturaan betonimassalla. Anturan ulkoreunaan yläreunaan tehdään vanerista 250 mm korkea muotitus. Toinen puoli tukeutuu sokkeliin tai nosto-ovien kohdalla olevaan styrokseen. Muotti tuettiin kohteessa ulkopuolelta murskeella. Samalla muotitetaan styroksilla nosto-ovien kohdalle sisäpuolella pystystyroksi ja pilarikohdat. (Kuva 4.)



Kuva 4. Sokkelin ja pilarin kiinnitys

3.3 Palkit

3.3.1 Suunnitelmat ja materiaalit

Pilari- ja sokkelielementti asennuksen jälkeen asennetaan teräsbetoni palkkielementit. Palkit asennetaan rakennettavassa toimitilahallissa pitkille sivuille, jolloin seuraavassa vaiheessa TT-laatat asennetaan palkkien päälle.

Palkkien paikat ja tunnuksot on merkitty yläpohjapiirustuksiin. Palkeista on laadittu detaljit, joissa selviää jokaisen palkin yksityiskohtaiset mitat ja muut tiedot. Palkkielementit tulevat pilarien päälle ja kiinnitetään prikkamutterikiinnityksellä.

3.3.2 Työvaiheet ja työturvallisuus

Palkkielementit varastoidaan aluspuiden päälle tasaiselle pohjalle. Palkkielementit asennetaan nostoraksia käyttäen. Nostoraksit ovat asennuksessa käytettävä nostoketjujen kokonaisuus. Nostoraksit kiinnitetään palkissa valmiina oleviin

nostolenkkeihin. Palkkiin asennetaan ohjausköydet, joilla palkin liikkeitä pystytään hallitsemaan. Palkit nostetaan pilarien päälle. Pilarin ja palkin välissä on neopreenikumikaista, joka antaa elementeille liikuntavaraa ja tasaa kuormituksia, sillä pilarin yläpää ei ole ikinä täysin suora. Palkit kiinnitetään paikalleen tappiliitoksella (taulukko 3). Kun palkki on saatu asennettua paikalleen, nostoraksit irrotetaan henkilönostimella. Palkin kuten muidenkin elementtien asennuksessa tulee huomioida sääolosuhteet. [4.]

Taulukko 3. Teräsbetonipalkkien ja pienten (pituus $\leq 10\text{m}$) jännebetonipalkkien rakentamistoleranssit, mm [3.]

| Mittauksen kohde | Normaaliluokka |
|--|----------------|
| Sivusijainti, vapaa väli, sauman leveys tuella | ± 20 |
| Korkeusasema tuella | ± 15 |
| Poikkeama pystysuorasta | ± 10 |

3.4 TT-kattolaatat

3.4.1 Suunnitelmat ja materiaalit

Kohteen toimitilahallin katossa käytetään TT-laattoja. TT-laatat nostetaan hallin palkkien päälle. TT-laatat ovat 23 950 mm pitkiä ja 3 590 mm leveitä. A-halliin TT-laattoja asennetaan 16 kappaletta ja B-halliin 12 kappaletta.

3.4.2 Työvaiheet ja työturvallisuus

TT-laatat tilataan ajoissa, jotta kaikki laatat ovat odottamassa kuljetusta työmaalle asennuspäivänä. Jos mahdollista laatat varastoidaan valmiiksi työmaalle. Rakennettavassa kohteessa laatat varastoidaan rakennuksen vieressä olevalle kentälle niille tarkoitettujen metallipukkien päälle.

TT- laattojen asennusta varten tilataan 200 tonnin nosturi, jonka puomi ylettyy 45 metriin ja maksimi kantokyky on 28 tonnia. TT- laatta kuljetetaan yksi kerrallaan varastointipaikalta nosturin viereen.

Nostokoukkujen ja vaijerien kunto pitää tarkistaa ennen nostoja ja koko noston ajan. TT- laatat nostetaan kiinnittämällä nostokoukut elementeissä valmiiksi oleviin kiinnityslenkkeihin. Nostokoukut ovat lukittavia. Elementtiin kiinnitetään ohjauköysi, jolla elementti ohjataan oikealle paikalle (kuva 5.). Kun TT-laatta on laskettu lähelle oikeaa paikkaa, niin molemmissa TT-laatan päissä on henkilönostimella asentajat, jotka varmistavat elementin oikean paikan ja sen, että tukipinnat täyttyvät (taulukko 4). Kun elementti on paikoillaan ja tuettu, irrotetaan nostolenkit. Nostovaijeria valitessa pitää huomioida vaijerin nostokesto ja huomioituna nostokulman mahdolliset muutokset. Mitä pystysuorempi vaijeri on sen parempi. [4.]

Jokaisessa TT-laatassa on valmiiksi tehdyt 1 x 2 metrin reiät savunpoistoluukuille, sekä IV-tuuletusreikiä. Asennuksen jälkeen reiät suojataan kestävästä materiaalista olevilla suojakansilla, jotka eivät ole liukkaita. Kansi ei saa päästä liukumaan paikaltaan ja se tulee merkitä huomiovärillä. TT-laattojen ollessa paikoillaan asennetaan reunoille suojakaiteet. Rakennettavan kohteen TT-laatat asennetaan 600 mm kallelleen vesikaton vedenpoiston johdosta. [5.]

Lopuksi TT-laatat hitsataan yhteen 100 x 100 mm:n hitsauslapuilla, jotka tekevät elementeistä yhtenäisen.



Kuva 5. TT-laattojen asennus

Taulukko 4. TT- laattojen rakentamistoleranssit, mm [3.]

| Mittauksen kohde | Normaaliluokka |
|--|----------------|
| sivusijainti | ± 25 |
| sauman leveys | ± 15 |
| sauman hammastus | 10 tai L/1000 |
| korkeusasema tuella | ± 15 |
| yläpinnan poikkeama vaakasuorasta tai nimelliskaltevuudesta 2m mittausmatkalla | ± 20 |



Kuva 6. Teräsjatkokset

4 Seinäelementit

4.1 Suunnitelmat ja materiaalit

Rakennettavien hallien seinäelementtirakenne on pelti-villa-pelti. Seinäelementin eristeenä toimii 230 mm:n mineraalivilla. Elementin paino on 24 kg/m². [6.]

Seinäelementtitoimittaja laatii piirustuksen julkisivukuvien pohjalta, johon hän merkitsee elementtien kollinumerot ja pakkausnumerot. Piirroksen tarkoitus on helpottaa kuorman purkua. Kollipiirros ja pakkausluettelo toimitetaan tilaajalle ennen kuorman toimitusta. Kun elementit tulevat työmaalle, kuorma puretaan kollipiirrosta apuna käyttäen, jotta elementit voi helposti purkaa rakennuksen ympärille lähelle asennuspaikkaa.

4.2 Työvaiheet ja työturvallisuus

Sokkelielementtien päällinen puhdistetaan. Sokkelin päälle asennetaan solumuovikaistale, jonka päälle asennetaan kuumasinkitty teräksinen U-sokkelikisko. U-sokkelikiskossa on reiitys, jonka tarkoituksena on että kosteus kulkeutuu pois. Kisko asennetaan siten, että vedenpoistoreiät tulevat rakenteen ulkopinnan puolelle. Sokkelikiskon suoruus tulee tarkistaa. Sokkelikiskon ja rungon väliin jätetään 7-9 mm:n rako, jotta elementin naarasponkki mahtuu tähän. Sokkelin viistosivulle tulee sokkelipelti, jota pitkin vesi kulkeutuu pois [7] (kuva 7).



Kuva 7. Seinän ja sokkelin liitos

Teräsbetonipilarin ja teräsjatkoksien ulkosivulle asennetaan ennen seinäelementtiä tiivistenauha, joka on 4 x10 mm. Tiivistenauha asennetaan pilarien pintaan detaljien ja suunnitelmien mukaisesti paneelin kiinnityslinjan sisäpuolelle. Tällöin kiinnikkeiden aiheuttamat reiät saadaan höyrytiiviksi ilman lisätyötä. [7.]

Seinäelementit varastoidaan työmaalle aluspuiden päälle. Elementit varastoidaan kaltevalle alustalle, jotta mahdollinen vesi kulkeutuu pois. Elementit suojataan sateelta, auringolta ja likaantumiselta pressuilla tai muovilla. Elementit ovat valmiiksi pakattu suojamuoviin ja peltien pinnoissa on suojamuovit. Jos elementit varastoidaan pidempi aikaisesti, ne tulee sijoittaa sisätiloihin. Jokaisessa elementtipussa on valmiina kertakäyttöiset nostoliinat, jotka nopeuttavat elementtien purkua. Nostoliinujen kestävyys tulee varmistaa. [7.]

Seinäelementtejä nostaessa käytetään aina henkilökohtaisia suojarusteita. Työkäsineet ovat ehdottomat seinäelementtejä käsitellessä. Elementin teräviä reunoja ja kulmia pitää varoa. Seinäelementit nostetaan elementtitoimittajan toimittamilla nostotarraimilla. Nostotarraimet kiinnitetään seinäelementin päälionsaan. Nostotarraimiin kiinnitetään ohjausköysi, jolla elementtiä ohjataan. Elementit asennetaan

asennussuunnitelman mukaisesti. Seinäelementtien nostoissa tulee huomioida, että elementti on kevyt, jolloin tuuli tarttuu siihen helposti. Elementin nostonaikana ei saa mennä elementin alle.

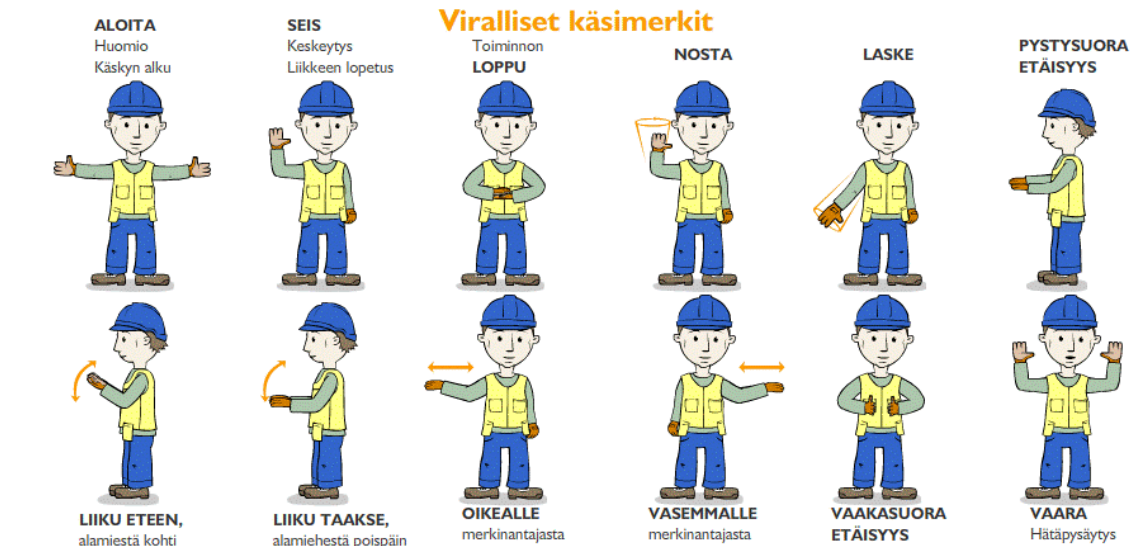
Elementtien asennus aloitetaan alhaalta ylöspäin, niin että elementin urosponkki on ylöspäin. Alimmaisen elementin asennuksen jälkeen tarkistetaan elementin suoruus. Elementit kiinnitetään asennusruuveilla. Betonipilariin porataan ensin apureikä, jonka jälkeen seinäelementti kiinnitetään siihen kierteistetyllä kiinnikeruuvilla. Teräsosaan kiinnittäessä käytetään itseporautuvia ruuveja. Kiinnityksen minimireunaetäisyys paneelin päästä on oltava vähintään 30 mm. Kiinnityksessä vältetään kiinnikkeiden ylikiristystä. Ylikiristys näkyy paneelin pinnan lommoutumisena kiinnikkeen alla. Se myös heikentää kiinnityksen kuormituskestävyyttä. [7.]

Jos asennus jää kesken, täytyy asennettujen sekä pakkauksessa olevien elementtien villapinnat suojata säältä.

Seinäelementtejä voi joutua mahdollisesti leikkaamaan. Suojalasiin ja hengityssuojaimia käytetään seinäelementtejä leikatessa.

Elementit yhdistetään kulmissa niin, että toisesta kulmaan asennettavasta elementistä leikataan pintapeltiä pois päittäin olevan paneelin paksuuden verran. Tämä estää kylmäsilan muodostumisen. Kaikki elementtien saumat eristetään villalla, jonka jälkeen niihin asennetaan saumateippi. Elementtien saumat ja kulmat listoitetaan julkisivuväriin sopivilla peltilistoilla. [7.]

Rakennettavaan halliin asennetaan myöhemmässä vaiheessa 100 mm paksut väliseinät. Väliseinät ovat rakenteeltaan pelti-villa-pelti. Väliseinien määrä ja paikka riippuu vuokrattavan tilan koosta.



Kuva 8. Kommunikointi nostoissa [8]

5 Katto

5.1 Suunnitelmat ja materiaalit

Toimitilahallin kattomateriaalina on kuuma bitumikermikate. Katon rakennekuvat löytyvät yläpohjakuvista. 900 mm:ä korkean kantavan TT-laatan päälle asennetaan höyrynsulku. Höyrynsulun päälle asennetaan 400mm lämmöneristettä ja 30 mm uritettu lämmöneriste. Uritettua lämmöneristettä asentaessa tulee huomioida, että urat tulevat kohdakkain, jotta tuuletus toimii.

Katto on kallellaan 600 mm, eli 2,5 %. Kattovedet johdetaan katon yhdelle sivulle ulkopuolisiin ränneihin. Tällä vältetään sisäpuolisten kattovesien johdatuksen ongelmat.

5.2 Työvaiheet ja työturvallisuus

Rakennettavassa hallissa kulku katolle tapahtuu vuokrattujen porrastelineiden kautta. Telineet kokoavat ja asentavat tukevasti rakennukseen kiinni telineammattilaiset. Teline tarkastetaan ja merkitään telinekortilla. [3, s. 254.]

Kattotyöntekijöillä pitää olla voimassa olevat tulityökortit sekä tulityöluvat. Työntekijöillä on oltava asianmukaiset henkilökohtaiset suojavarusteet, eli kypärä, heijastava palamaton suojavaatetus, turvakengät, kuulosuojaimet, tummennetut silmäsuojaimet, raitisilmanaamari sekä polvisuojat. Ennen työn aloitusta varmistetaan, että alkusammutuskalusto on lähettyvillä, esimerkiksi neste- tai vaahtosammutin. Nestekaasupullot varastoidaan pystyasennossa niille tarkoitetuilla paikoilla.

Ennen työn aloitusta pitää varmistaa että pinta on puhdas ja tasainen. TT-laattojen saumoihin asennetaan peltilistat koko matkalle. Samoin TT-laattojen ja seinäelementin reunoihin laitetaan kulmapellit. Listojen asennuksen jälkeen peltilistojen päälle asennetaan bitumikermikaistat. Kaistat tekevät saumoista tiiviit. Kermit kiinnitetään alustaan suunnitelmien ja valmistajan ohjeiden mukaisesti (kuva 10).

Läpiviennit eli IV-tuuletusputket ja savunpoistoluukkujen reunat tiivistetään myös bitumikermikaistalla. IV-läpiviennille rakennetaan vanerista kotelot, joille tehdään väliaikaiset kannet bitumikermistä (kuva 9).

Ennen lämmöneristeen asennusta laatan päälle asennetaan höyrünsulku. Katolle asennetaan 400 mm:n lämmöneriste. Eriste asennetaan tiiviiksi. Eristeen päälle laitetaan vielä uritettu eriste, jotta katon tuuletus toimii. Villa kiinnitetään mekaanisilla kiinnikkeillä, jotta ilmavirtaus ei nostata eristettä (kuva 11).

Eristeiden jälkeen asennetaan ensin pohjakermi. Kermejä limitetään tuotekohtaisten ohjeiden mukaan. Vierekkäisten kermien jatkoskohdat porrastetaan. Lopuksi asennetaan pintakermi. Työn aikana ja sen valmistuttua tulee varoa rikkomasta pintaa. Vedeneristystyötä ei saa tehdä lumi- tai vesisateessa. [3, s. 255.]

Katolla työskennellessä on putoamisriski, joten työskennellessä käytetään tarkastettuja ja hyväksytyjä valjaita, jos kaiteita ei ole vielä asennettu. Katolle asennetaan kaiteet TT-laattojen asennuksen yhteydessä.



Kuva 9. IV-läpivientien kotelot



Kuva 10. Pelti- ja listojen asennus saumoihin



Kuva 11. Kattorakenne

6 Lattia

6.1 Suunnitelmat ja materiaalit

Lattiatyössä noudatetaan työsuunnitelmia ja sopimusasiakirjoja. Rakennesuunnittelija laatii lattiapiirustuksen. Rakennettavassa toimitilahallissa on 300 mm raudoitettu betonilattia. Lattiaverkko tehdään 10-20 mm:n harjateräksestä. Maapohjan heikon kantavuuden vuoksi teräskuitubetonin käyttö ei ole kohteessa mahdollista. Betonina käytetään K30-2. Pumppuauto ja betoni tilataan viikkoa ennen työvaihetta, jotta työ sujuu mutkattomasti. Betonilattian alle asennetaan 100 mm EPS-eristettä. Viemärin hajotukset tehdään eristekerroksessa. Lopuksi betonilattia pinnoitetaan 2 mm epoksinnoitteella. Epoksinnoitteella on hyvä mekaanisen rasituksen kestävyys, sekä kohtuullinen kemiallisen rasituksen kestävyys. Pinta on helppo puhdistaa. Epoksin levitys tapahtuu valmistajan ohjeiden mukaisesti.

Rakennettavan kohteen B-hallissa on yksi liikuntasauama ja A-hallissa kaksi liikuntasauamaa. Liikuntasauamat tulee huomioida lattianteon jokaisessa vaiheessa. Liikuntasauaman tarkoitus on estää lattian halkeilu.

6.2 Työvaiheet ja työturvallisuus

Hallin viemäriputket tulevat anturan alta rakennuksen sisälle murskekerroksessa. Viemäriputkien kaato tulee olla vähintään 1 cm metrin matkalla. Pääviemäriputkien alle asennetaan painekyllästetty lankku, johon putki kiinnitetään reikänauhalla. Lattiaraudoituksen yhteydessä reikänauha kiinnitetään raudoitukseen. Lankun tarkoitus on estää viemäriputkea painumasta (kuva12). Hiekanerotuskaivot asennetaan oikeaan korkoon. Viemärikaivojen asennuksen jälkeen levitetään hiekkaa, jonka jälkeen tulee 300 mm sepelikerros, joka tiivistetään tärylätkällä.



Kuva 12. Viemäriputkien asennus

Tiivistetylle ja tasaiselle sepeli pohjalle asennetaan 100mm EPS-lattiaeristekerros. Styroksilevyt asennetaan limittäin ja saumat viimeistellään uretaanilla. Styroksi laittaessa huomioidaan kaukolämmön varausreiät ja muut läpiviennit. Hallin seinustoille kiinnitetään irrotuskaista, jonka tarkoitus on irrottaa betonilattia seinästä. Styroksin asennuksen jälkeen siivotaan alusta puhtaaksi raudoitusta varten.

Lattia raudoitetaan rakennesuunnittelijan laatimien suunnitelmien mukaisesti. Liikuntasaumot huomioidaan raudoituksessa. Liikuntasuma tehdään peltisellä kulmalistalla. Kaivojen ympärille tehdään lisäraudoitteet. Rakennesuunnittelija ja vastaava työnjohtaja tarkastaa valmiin raudoitteen (kuva 13).

Ennen lattian betonointia suojataan nosto-ovien ja ikkunoiden aukot, jotta sääolosuhteet eivät estä tai keskeytä työtä. Seinien alaosat suojataan mahdollisilta roiskeilta. Lattian valmiskorko merkitään pilareihin ennen työtä. Korkoa tarkistetaan koko ajan työn edetessä. Riittävä valaistus on varmistettava työmaan valoilla. Betonoidessa tehdään suunnitelmienmukaiset kaadot hiekanerotus- ja lattiakaivoille. Betoni tuodaan työmaalle betoniautolla ja pumpataan betonipumpulla. Betoni tiivistetään kauttaaltaan sauvatäryttimellä. Pinnan kaatojen pitää olla oikein, eikä pinnassa saa esiintyä ylimääräisiä kuoppia tai painaumuksia jonne vesi kerääntyy.

Betonin ollessa sitoutunut se hierretään. Hiertämisen tarkoitus on avata betonin huokoiset. Betonipintaa jälkihoidetaan, jottei pinta kuivu liian nopeasti. Pinta kastellaan seuraavina päivinä.



Kuva 13. Lattiarauditus

Betoni pinnoitetaan Epoksinpinnoitteella vasta, kun lattia on kuivunut. Lattiasta hiotaan ensin liimapinta pois. Epoksi asennetaan vasta sitten, kun ikkunat ja ovet on asennettu, jotta lämpö pysyy rakennuksessa ja sää ei pilaa pintaa. Lämpötila rakennuksessa tulee olla yli +15 astetta. Epoksi saavuttaa lopullisen lujuuden 7 vuorokaudessa. Epoksin levityksessä tulee käyttää muiden henkilösuojaimien lisäksi hengityssuojaimia. Kun epoksi on kovettunut lopullisesti, lattian reunat kitataan tiiviiksi.

Rakennettavaan toimitilahallin ulkopuolelle pitkille sivuille tehdään betonilaatat. Betonilaatalla estetään maapohjaa painumasta nosto-ovien kohdalta. Betonilaatan rauditus suunnitellaan siten, että se joustaa vähän, jos maa painuu ympäriltä (kuva 14).



Kuva 14. Ulkopuolisen betonilaatan rauditus



Kuva 15. Valmiit hallit

7 Yhteenveto

Rakennettavat toimitilahallit suunnitellaan ja toteutetaan muuntautumiskykyisiksi ja tilankäytöllisyydeltä tehokkaaksi. Rakennusaika halleilla on reilu puoli vuotta (Liite 2).

Rakennettavan tontin maaperän heikko kantavuus tuo rakennukselle massiiviset perustukset. Tästä johtuen rakennukset ja pihan sadevesikaivot paalutetaan teräsbetonipaaluilla.

Betonirunko on pitkäikäinen ja paloturvallinen. Mastojäkisteiset teräsbetonipilarit antavat hallille muuntautumismahdollisuuksia. Nosto-ovet voi sijoittaa pilarien joka väliin ja ikkunat hallien pätyihin. Tiloja voidaan jakaa tarpeen mukaan väliseinillä.

Lattiana toimii 300 mm:n raudoitettu betonilattia, joka pinnoitetaan epoksilla. Epoksi soveltuu erinomaisesti toimitilahallin lattiamateriaaliksi. Epoksilla on hyvä kulutuskestävyys.

Rakennettavan toimitilahallin kattorakenteessa vedet johdetaan yhdelle sivulle ulkopuolisiin ränneihin. Kattomateriaali on bitumihuopakate. Katto on kallistettu 600 mm, jolloin kattovedet valuvat yhdelle sivulle ulkopuoliseen rännivesijärjestelmään.

Rakennuksen valmistuttua suoritetaan käyttöönotto- ja loppukatselmus, jossa varmistetaan että rakennus on rakennettu luvan ja suunnitelmien mukaisesti.

Lähteet

- 1 RIL, Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry, Hakapaino Oy 2005
- 2 Rakennustöiden laatu. 2013. Helsinki: Rakennustieto oy.
- 3 Betonielementtien toleranssit 2011, Betoniteollisuus ry
- 4 Elementtisuunnittelu. verkkodokumentti.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus/asennusohjeet/elementtien-asennus>. luettu 16.10.2015
- 5 Mäki, Tarja; Koskenvesa, Anssi. 2008. Betonielementtien turvallinen asennus, asentaja opas, Porvoo: Suomen betonitieto Oy
- 6 Sandwich paneelit. verkkodokumentti. Ruukki.
<http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Rakentamisen%20ratkaisut/sandwich-paneelit/Tarvikeluettelo/SPA%20tarviketuoteseloste.pdf>. luettu 23.10.2015
- 7 Sandwich panel SPA. verkkodokumentti. Ruukki.
<http://www.ruukki.fi/~media/Finland/Files/Rakentamisen%20ratkaisut/sandwich-paneelit/Huolto-ja-asennusohjeet/SPA%20Asennus-%20ja%20huolto-ohje.ashx>. luettu 23.10.2015
- 8 Viralliset käsimerkit. verkkodokumentti. Nostokonepalvelu.
https://www.google.fi/search?q=kommunikointi+elementti+nostoissa&rlz=1C1SKPL_enF1439F1463&espv=2&biw=1366&bih=667&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMI54bC5tbgyAIVKNVyCh0D1Qh5#tbn=isch&q=elementtiasennuksen+k%C3%A4simerkit&imgsrc=N2Fjh-cmwOxgLM%3A.
luettu 2.10.2015

Toimitilahallin kokonaisvaltainen tarkistuslista

Toimitilahallin tarkistuslista

Tarkastaja(t):

Työmaan nimi:

Halli:

Työmaan osoite:

| |
|--|
| |
| |
| |
| |

| Osa-alue | Tarkistus pvm | Korjattavaa | OK+pvm |
|--|---------------|-------------|--------|
| Raivaus | | | |
| Työmaa aidattu | | | |
| Putket, johdot yms. Kartoitettu | | | |
| Hakkuujätteet poiskuljetettu | | | |
| | | | |
| Perustukset | | | |
| Pohjatyöt | | | |
| Tontin nurkkapisteet merkattu | | | |
| Rakennuksen nurkkapisteet merkattu | | | |
| Pohjan täyttö: 0,8-1,5m | | | |
| Pohja tärytetty 500mm välein | | | |
| | | | |
| Paalutus | | | |
| Ympäristö kartoitus/tiedotus; melu ja värinä | | | |
| Rakennuksen nurkkapisteet merkattu | | | |
| Aloituskokous pidetty | | | |
| Paalujen paikat merkattu | | | |
| Paalutuskoneen pystytyspöytäkirja vastaanotettu | | | |
| Paalujen purkupaikka suunniteltu | | | |
| Paalukuorma tarkistettu | | | |
| Koepaalutus suoritettu | | | |
| Suunnitelmapoikkeamat korjattu | | | |
| Paalujen teräkset piikataan esiin 400 mm. | | | |
| Paalutuspöytäkirja toimitettu | | | |
| Rakennesuunnittelija tarkistanut paalutuspöytäkirjan ja toimittanut rakennusvalvontaan | | | |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Anturat | | | |
| Pohja tasattu ja tärytetty | | | |
| Nurkkapisteiden tarkistus | | | |
| Pohja korossa x | | | |
| Vuokrattumuottikalusto kuvattu ennen käyttöä | | | |
| Muottikalusto siirretty lähelle aloituskohtaa, nostoon soveltuvilla kuljetushäkeillä ja nostolenkeillä. | | | |
| Muotit öljytty | | | |
| Muottien kasaus | | | |
| Sidetankojen suojaus | | | |
| Muottien tarkistusmittaus | | | |
| Muottien raudoitus | | | |
| Raudoitus irti muotista 35mm | | | |
| Raudoitus irti maasta 50 mm | | | |
| Pilarien kiinnityspulttien paikat | | | |
| Pulttien kierteet teipattu | | | |
| Mahdolliset muutokset päivitetty suunnitelmiin ja hyväksytty rakennesuunnittelijalla | | | |
| Raudoituksen tarkistus ja dokumentointi | | | |
| Raudoituksen tarkistus vastaavan työnjohtajan ja rakennesuunnittelijan toimesta | | | |
| Betonipumpun ja betonin tilaus | | | |
| Valukorko merkattu muottiin | | | |
| Käytetty suunnitelmien mukaista betonia | | | |
| Valujärjestys oikea | | | |
| Betoni vibrattu | | | |
| Betonipinta liipattu | | | |
| Muotit purettu | | | |
| Muotit, sidetangot ja muottilukot putsattu palautuskuntoon | | | |
| Työssä mahdollisesti vaurioitunut muottikalusto kuvataan ja ilmoitetaan. | | | |
| | | | |
| Betonielementtiasennus | | | |
| Elementtiasennussuunnitelma laadittu ja rakennesuunnittelija hyväksynyt | | | |
| | | | |
| Pilari-elementit varastoitu oikein | | | |
| Nosturin pystytyspöytäkirja tarkistettu ja vastaan ostettu | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| Pilarien pulttien korkojen mittaus:±15mm | | | |
| Pilarien suoruuden tarkistus: ±10mm | | | |
| Anturan pinta tasainen ja puhdas | | | |
| Sokkelielementit varastoitu oikein | | | |
| Sokkelin korkojen mittaus ja korkopalojen asennus | | | |
| Sokkelin suoruuden tarkistus | | | |
| Sokkelin kosteus pääsee poistumaan rei`istä | | | |
| Sokkelin nostolenkit katkottu ja kolot täytetty | | | |
| Sokkelit kiinnitetty pilariin suunnitelmien mukaisesti | | | |
| Pilarin ja sokkelin juotosmuotitus | | | |
| Pilarin pulttien juotosvalut | | | |
| Pilarin ja palkin välissä neopreemikumikaista | | | |
| TT-laatta varastoitu metallipukkien päälle tai tilattu asennuspäiväksi | | | |
| TT-laatat asennettu suunnitelman mukaisesti | | | |
| TT-laatan läpiviennit peitetty kansilla | | | |
| Teräsjatkokset hitsattu ja tarkistettu | | | |
| Kulikutelineet katolle asennettu ja tarkistettu | | | |
| Suojakaiteet asennettu katolle | | | |
| TT-laatat hitsattu yhteen hitsauslapuilla 100mmx100mm | | | |
| Teräsosat hitsattu pilariin | | | |
| | | | |
| Seinä elementit | | | |
| Seinäelementtien kollinumerointi ja pakkauslista toimitettu | | | |
| Seinäelementit varastoitu ja sääsuojattu | | | |
| Elementit nostettu lähelle asennuspaikkaa | | | |
| Sokkelin päällinen putsattu | | | |
| Solumuovikaistale sokkelin päälle asennettu | | | |
| U-sokkelikisko asennettu | | | |
| Sokkelipelti asennettu | | | |
| Alusvilla asennettu U-sokkelikiskoon | | | |
| U-sokkelikiskon vedenpoistoreiät on ovat rakenteen ulkopinnan puolella | | | |
| Tiivistenauha asennettu pilaria pitkin | | | |
| Seinäelementit nostettu asiankuuluvilla nostotarraimilla | | | |
| Seinäelementit asennettu asianmukaisilla kiinnitysruuveilla pilariin | | | |
| Seinäelementin kiinnikkeen minimi reunaetäisyys 30mm | | | |

| | | | |
|--|--|--|--|
| Seinäelementtien saumat tiivistetty villalla ja teipattu | | | |
| Julkisivun kulmat leikattu yhtenäisiksi | | | |
| Seinäelementin saumat ja kulmat listoitettu | | | |
| Katto | | | |
| Tulityöluvat myönnetty | | | |
| Alkusammutuskalusto katolla | | | |
| Nestekaasupullot varastoitu oikein | | | |
| Läpivientien kotelot tehty | | | |
| TT-laattojen saumoihin asennettu peltilistat | | | |
| TT-laattojen ja seinän reunoille asennettu kulmapellit | | | |
| Kermikaistat asennettu reunoille ja läpivientien ympärille | | | |
| Höyrynsulku asennettu yhtenäiseksi | | | |
| 400mm lämmöneriste asennettu | | | |
| 30mm uritettu lämmöneriste asennettu/urat yhtenäiset | | | |
| Pohjakermi asennettu ja limitetty | | | |
| Pintakermi asennettu ja limitetty | | | |
| Lattia | | | |
| Viemäriputket asennettu/kaadot tehty | | | |
| Hiekkanerotuskaivot asennettu/oikeassa korossa | | | |
| Pohja tiivistetty | | | |
| 100mm eriste asennettu | | | |
| Viemärihajoitukset tehty | | | |
| Liikuntasaumat tehty | | | |
| Irrotuskaista asennettu reunoille | | | |
| Lattiaraudoitus hyväksytty | | | |
| Ikkuna ja ovi aukot suojattu | | | |
| Valaistus | | | |
| Betoni tärytetty | | | |
| Betoni liipattu | | | |
| Lattia betonoitu ja hierretty | | | |
| Kaadot tehty kaivoille | | | |
| Lattia jälkihoito | | | |
| Lattia hiottu | | | |
| Lattia imuroitu | | | |
| Lattiasta hiottu liimapinta pois | | | |
| Ikkunat ja ovet asennettu | | | |
| Epoksi levitetty | | | |
| Liikuntasaumat ja reunat kitattu | | | |

Rakennettavan toimitilahallin yleisaikataulu

