



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

PERUSTUS- JA RUNKOVAIHEEN TYÖSUUNNITELMA

TEKIJÄ:

Miika Leskinen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Rakentamisen tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Miika Leskinen	
Työn nimi Perustus- ja runkovaiheen työsuunnitelma	
Päiväys 28 marraskuu 2021	Sivumäärä/Liitteet 40/0
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savon Rakentajat Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä perustus- ja runkovaiheesta työsuunnitelma. Työn toimeksiantajana toimi Savon Rakentajat Oy, ja opinnäytetyö perustui heidän rakenteilla olevaan kolmikerroksiseen liike/hallirakennukseen, jota tilaaja pystyisi kehittämään jatkossa esimerkiksi isompaan rakennushankkeeseen sopivammaksi.</p> <p>Opinnäytetyössä tarkasteltiin tutkimuksen tarkoitusta ja sen aikana ilmenneitä ongelmakohtia. Lisäksi tarkasteltiin omien muistiinpanojen sekä kuvien avulla runkovaiheen työjärjestystä sekä eri vaiheiden työturvallisuutta. Lopuksi tarkasteltiin paloluokitusta ja paloihin liittyviä riskejä.</p> <p>Työn tuloksena saatiin selville yleiskuva rakennushankkeen perustus- ja runkotyövaiheen toteutuksesta sekä siihen liittyvistä riskeistä. Lisäksi löydettiin ongelmakohtia, kuten aikataulut, säännösten kiristyminen sekä suunnitelmissa olevat puutteet. Puutteiden havainnoinnista on hyötyä tilaajalle, koska se mahdollistaa jatkossa ongelmien huomioinnin. Ongelmista huolimatta kohteessa rakennusvaiheet sujuivat hyvin ja ilman suurempia ongelmia. Opinnäytetyö toimii tilaajalle selvityksenä esimerkiksi seuraavaa samantyyppistä kohdetta suunniteltaessa, sekä sitä toteutettaessa.</p>	
Avainsanat Perustus, runkovaihe, työsuunnitelma	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Construction Management	
Author(s) Miika Leskinen	
Title of Thesis Creating a Usable Work Plan for the Foundation and Frame Phase	
Date 28 november 2021	Pages/Appendices 40/0
Client Organisation /Partners Savon Rakentajat Oy	
Abstract <p>The aim of this final project was to make foundation and frame phase from the perspective of a work plan. The work was commissioned by Savon Rakentajat Oy and it was based on a 3-storey hall building under construction. The purpose was to get a usable work plan for the foundation and frame phase, to be specified in the future. The work plan could also be used for larger constructions if necessary.</p> <p>The thesis was started by getting acquainted with the construction methods and materials related to the frame. With the help of the notes and pictures, the rules of procedure in relation to the frame stage and the occupational safety of the various stages were studied. In addition, fire classifications and the risks associated with them were discussed.</p> <p>As a result of the work, there was an overview of the implementation of the foundation and frame work phase of a construction project and the risks associated with it. The problem areas that arose during the work were reviewed. The work will help the client, for example, in the design and implementation of similar structures.</p>	
Keywords Foundation, frame work, work plan	

ESIPUHE

Tahdon kiittää Savon Rakentajia saadusta opinnäytetyöaiheesta, avusta ja mahdollisuudesta tehdä insinöörityöni heille. Savon Rakentajilta haluan antaa erityiskiitokset Onni Takalalle, Olli Vainikaiselle sekä Jari Jauhiaiselle työn tukemisesta.

Kiitokset myös Savonian-ammattikorkeakoululle ja ohjaavalle opettajalleni Aki Partaselle opinnäytetyöni ohjauksesta.

Kuopiossa 28.11.2021

Miika Leskinen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoite	7
1.2	Savon Rakentajat Oy.....	7
1.3	Tutkimuskysymys ja tutkimusongelmat	7
2	LAATU JA TYÖTURVALLISUUS	8
2.1	Laatu ja tuottavuus.....	8
2.2	Työturvallisuuden seuranta.....	8
2.3	Perehdytys työmaalla	9
3	RAKENNUSMITTAUS TYÖMAALLA	11
3.1	Mittamiehen rooli hankkeessa	11
3.2	Yleisin käytetty mittalaite.....	11
4	RUNKORAKENTEET JA ASENNUSJÄRJESTYS	12
4.1	Elementtien liitokset.....	12
4.2	Elementtien tarkastus.....	12
4.3	Asennusjärjestys.....	13
5	PERUSTUKSET	14
5.1	Aloitusedellytykset perustuksien tekemiselle	14
5.2	Huomioitavia asioita perustuksia tehtäessä	15
5.3	Perustuksien toteutus.....	16
6	ELEMENTTIPIILARIT	17
6.1	Pilareiden varastointi työmaalla.....	17
6.2	Nostoihin tarvittava kalusto	18
6.3	Pilareiden asennus	18
6.4	Pilareiden tuenta.....	21
7	ELEMENTTIPALKIT	22
7.1	Palkkien varastointi työmaalla	22
7.2	Huomioitavia asioita ennen asennustöiden aloitusta	23
7.3	Palkkien vääntörasitus ja kiepahtaminen	23
7.4	Palkkien asennus	24
7.5	Palkkien tuenta	26
8	SEINÄELEMENTIT.....	27

8.1	Seinäelementtien varastointi työmaalla.....	28
8.2	Huomioitavia asioita seinäelementtien asennuksissa.....	29
8.3	Seinäelementtien asennus	29
9	ONTELOLAATASTO	32
9.1	Ontelolaattojen palonkesto	32
9.2	Ontelolaatan aukon tuenta	32
9.3	Ontelolaataston asennuksen valmistelu	33
9.4	Onteloiden saapuminen työmaalle.....	33
9.5	Ontelolaattojen asennus.....	34
9.6	Ontelolaattojen saumaus ja jälkihoito.....	35
10	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	37
11	POHDINTA.....	38
	LÄHDELUETTELO.....	39

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoite

Opinnäytetyöni aihe on perustus- ja runkovaiheen työsuunnitelma. Toimeksiantajana opinnäytetyölteni toimii Savon Rakentajat Oy.

Kohde, joka toimii opinnäytetyöni taustalla, on kolme kerroksinen halli/liiketila rakennus. Rakennus sijaitsee osoitteessa Tehdaskatu 20, Kuopio. Tarkastelen kohdetta opinnäytetyötäni tehdessä, jonka seurauksena olen pystynyt taltioimaan kuvia sekä pystynyt tekemään muistiinpanoja eri rakennuksen runkotyövaiheista.

Opinnäytetyöni tavoitteena on laatia perustus- ja runkovaiheen työsuunnitelma, jonka ideana on saada tilaajalle pohja, mitä tarvittaessa seurata hankkeiden kasvaessa suuremmiksi. Aluksi kerron tutkimuksestani ja siihen liittyneistä ongelmakohdista, yleisesti rakennusmittauksesta sekä asennusjärjestyksestä. Sen jälkeen kohteessa olevien osa-alueiden tärkeimmät elementtien liitokset, työvaiheet sekä laatuun ja työturvallisuuteen vaikuttavat tekijät selvennän työssäni.

Tutkimusmenetelminä käytin haastatteluja ja omia muistiinpanoja sekä kokemuksia. Työstäni on apua juuri aloittaville ja kokeneemmille työnjohtajille. Työni avulla kaikki tärkeimmät työvaiheet ja niihin liittyvien liitosten tekeminen tulisi tehtyä turvallisesti ja oikein.

1.2 Savon Rakentajat Oy

Savon Rakentajat on kuopiolainen yritys, joka on perustettu vuonna 2010. Rakennusliike rakentaa pääasiassa uudiskohteita. Kaikille kohteille on aina pyritty saamaan uniikit muotokielet, huoneistopohjat sekä julkisivuratkaisut. Toimitusjohtaja Jari Jauhaisen sanoin: *"Haluamme tehdä visuaalisesti näyttäviä, materiaaleiltaan laadukkaita, moderneja koteja- kuitenkin tilojen toiminnallisuuden siitä kärsimättä"*.(Savon Rakentajat.)

1.3 Tutkimuskysymys ja tutkimusongelmat

Tutkimuskysymykseni on työssäni elementtien asennusvaiheen ongelmien selvittäminen ja niiden ennalta ehkäiseminen. Toinen työni aikana ilmennyt kysymys on miten runkovaiheen edistymistä voisi kehittää nopeammaksi.

Ongelmiksi yleensä runkotöissä on osoittautunut työturvallisuuden laiminlyönti ja suunnitelmien puutteellisuus tai jopa tietämättömyys mitä kuuluisi tehdä. Tämän vuoksi käsittelen tutkimuksessani aiheita monesta näkökulmasta saadakseni jokaiselle tarvitsemaansa tietoa perustus- ja runkotöistä.

2 LAATU JA TYÖTURVALLISUUS

2.1 Laatu ja tuottavuus

Rakentamisessa tavoitteena laatusuunnittelulle on varmistaa, että asiakkaalle tuotettu toiminta olisi tehokasta ja sopimusten mukaista. Hankkeelle laaditaan ennen projektin alkamista tehtäväkohtaiset laadunhallintasuunnitelmat sekä projektisuunnitelma. Laadun seurantaan tarvitaan muitakin väli-
neitä, kuten aikataulun, kustannusten, työturvallisuuden sekä teknisen laadun hallitsemista.

Laatuun panostettaessa tuottavuus kasvaa mikä taas lisää yrityksen mahdollisuuksia kasvaa isommaksi. Onnistunut laatusuunnittelu näkyykin töiden parempana etenemisenä, erinäisten kustannusten pienenemisenä, tiedonkulun ja vastuiden selkeytymisenä sekä virheiden määrät vähenevät huomattavasti.

2.2 Työturvallisuuden seuranta

Työturvallisuutta seurataan työmaalla erilaisten ns. mittareiden avulla. Yksi näistä ja ehkä yleisin on TR-mittari, joka tarkoittaa talonrakennusta. Se voidaan suorittaa esimerkiksi viikoittain kyseiselle mittaukselle laaditulle lomakepohjalle. TR-mittauksen päätavoite on seurata työmaan työturvallisuutta. Mittaus suoritetaan työmaakerroksen tapaisesti ja kierroksen aikana merkitään lomakkeelle turvallisuuteen liittyvät havainnot tukkimiehen kirjanpidolla. On tärkeää, että mittauksia suorittavat henkilöt pitävät samat arviointikriteerit, jolloin jokaisesta mittauksesta tulisi mahdollisimman luotettavia. (Työsuojelu 2020.)

Havainnot voivat olla positiivisia eli jokin on tehty oikein tai negatiivisia eli jokin asia on tehty väärin. Havainnoitavia asioita on mm. koneiden kunto, sähköistys, työskentely, putoamissuojautuminen, telineet, järjestys ja uusimpana pölyisyyden tarkastaminen (lisätty v.2010). Havaintojen perusteella lasketaan lopuksi siihen laaditulla kaavalla TR-prosentti, joka kertoo lopullisen tuloksen mittaukselle ja minkä avulla työmaan työturvallisuutta on nopea seurata. Nykypäivänä TR-mittauksen voi suorittaa myös paperiversion sijaan sähköisesti mobiili- ja tietokonesovelluksena. (Työsuojelu 2020.)

Työturvallisuutta seurataan myös päivittäin työmaan arjessa seuraamalla työskentelyä ja havainnoimalla ympäristöä sekä varmistamalla esimerkiksi tehtyjen suojaustoimenpiteiden toimivuus ja turvallisuus. Ennakoivaa työturvallisuussuunnittelua kuuluu tehdä myös töiden edetessä, jolloin voidaan välttyä monelta työtapaturmalta eli pitäisi olla aina askeleen edellä eikä keskittyä liikaa meneillä olevaan vaiheeseen.

Työturvallisuus onkin yksi tärkeimmistä vaiheista rakentamisen aikana. Sillä saadaan aikaan turvallinen työympäristö kaikille osapuolille ja varmistettua, että turhia tapaturmia ei sattuisi työpäivien aikana.

2.3 Perehdytys työmaalla

Työmaalla työskentely vaatii oikeanlaisen perehdytyksen suorittamista ennen kuin pääsee työskentelemään työmaalle itsenäisesti. Perehdytyksen alussa pitää tarkastaa työntekijän henkilökortti, työturvallisuuskortti sekä muut tarvittavat kortit että ne on suoritettu ja voimassa. Perehdytyksessä kirjataan työmaalle tuleva työntekijä järjestelmään ja käydään läpi yleiset työmaan tiedot, aluesuunnitelma ja muut tarvittavat piirustukset.

Perehdytyksen loppuksi suoritetaan työmaakerros, jossa työnjohtaja kiertää uuden työntekijän kanssa yhdessä työmaan läpi ja osoittaa mistä löytyy kaikki tarvittavat tilat, materiaalit sekä työskentelypaikka. Perehdytyksen avulla voidaan jo heti alussa ehkäistä tapaturmien määrää ja vaikuttaa laatuun.

Internetissä on olemassa myös ilmaisopohjia työmaan perehdytykseen liittyen, jos yrityksellä ei olisi olemassa vielä omaa verisoita lomakkeesta. Yksi on esimerkiksi LogiNets Oy:n sivuilta löytyvä Excel-ohjelmaan tehty perehdytyspohja. Lomakkeet voivat olla erilaisia mutta käsiteltävän sisällön täytyy täyttää sille vaaditut kriteerit.

Työmaan nimi / numero		Työntekijä / Yritys	
Työmaahan perehdytys			
Perehdytyksen sisältö	Läpikäyty	Lisätietoja	
Työmaaorganisaatio Johto Työsuojeluorganisaatio Rakennuttaja Urakoitsijat	<input type="checkbox"/>		
Turvallisuussäännöt Rakennuttajan ohjeistukset Erilliset turvallisuusohjeet Järjestyssäännöt	<input type="checkbox"/>		
Suunnitelmat Työmaasuunnitelma Turvallisuussuunnitelma Muut	<input type="checkbox"/>		
Työmaahan tutustuminen Työmaa-alue Riskialueet Työympäristö	<input type="checkbox"/>		
Suojaimien käyttö Tarvittavat suojaimet Käyttöohjeistukset	<input type="checkbox"/>		
Muut asiat Vaaroista ilmoittaminen Toiminta onnettomuustilanteissa Paloturvallisuus	<input type="checkbox"/>		
Päivämäärä	Perehdytyksestä vastaava	Perehdytettävä	
.....	
Tiesitkö, että perehdytyksen voi tehdä sähköisesti? Ei enää paperisia kopioitavia lomakepohjia sähköisesti.			
Sähköiset perehdytyslomakkeet skaalautuvat erilaisille päätelaitteille, ja ne voidaan myös allekirjoittaa sähköisesti.			
Lisätietoja sähköisestä perehdytyksestä: http://www.loginets.com/fi/tuotteet/kulunvalvonta/tyoturvallisuus-lisac			
Kysy lisää:			
Puhelin: 050 5527533			
Sähköposti: sales@loginets.com			
©LogiNets Oy. All rights reserved.			

3 RAKENNUSMITTAUS TYÖMAALLA

3.1 Mittamiehen rooli hankkeessa

Mittamies on tärkeässä roolissa työmaan näkökulmasta ajatellen. Mittamiestä tarvitaan monien eri mittojen ja korkojen tarkistamiseen sekä merkitsemiseen. Työmaa etenee paremmin, kun työmaalla on vain yksi mittamies, joka on paikalla tarvittaessa. On siis hyvä saada mittamies paikalle suunnitelusti. Tärkeää on siis ennakoida työvaiheita, että voidaan tilata mittamies paikalle silloin kuin sille tarve on suurin.

3.2 Yleisin käytetty mittalaite

Mittaukset tehdään nykypäivänä useimmiten takymetrin avulla, jolloin saadaan mittavia hyötyjä vanhoihin tapoihin nähden. Osa sen tuomista hyödyistä on ainakin seuraavat asiat: mittavastuu on yksissä käsissä, täsmällisyys helpottaa ja nopeuttaa rakentamista, vähennetään rakenteiden sovitusongelmia, kustannuksissa säästyy, kun asennustarkkuus on suurempi sekä virheitä vältetään tai ne ainakin havaitaan ajoissa. (M-Mies 2017.)



Perinteisiä mittausvirheitä



Mittojen karkailu

Usein mittaus tehdään suhteellisesti.

Jos elementit asennetaan toleranssiin vain toisiinsa nähden, siirtymät kertautuvat.

Takymetri mittaa absoluuttisen tarkasti, eikä virhettä synny.



Virhekertymät

Mittanauha näyttää vain yksittäisen välin.

Kun mitataan välejä ketjuttamalla, kertyvät virheet loppuun.

Takymetri mittaa koko työmaan laajuudessa, jolloin virheet tasaantuvat.



Korkovaihtelut

Korkojen hallinta on vaikeaa jopa tasolaserille.

Takymetrillä korkojen heittoa holvilla voidaan vähentää n. 10 mm.

Näin kerrostalon lattiatasauksissa säästyy n. 10 000 €.

KUVA 2. Mittausvirheet ja takymetri (M-Mies 2017.)

4 RUNKORAKENTEET JA ASENUSJÄRJESTYS

Rakennuksen runko pystytään toteuttamaan kokonaisuudessaan elementtitekniikalla. Suurin saatava hyöty perinteisiin paikallavalettaviin betonirakenteisiin verrattaessa on rungon pystytysnopeus. Elementit valmistetaan tehtaalla sisällä, joten vain rungon pystytys jää työmaalle.

Tämä tuo hyvänä etuna etenkin rakenteiden suojaamisen talvirakentamisen aikana. Jos kaikki runkorakenteet toteutetaan elementtitekniikalla, niin työjärjestys työmaalla pysyy selkeänä ja näin vältetään työryhmien päällekkäisyyksistä samassa paikassa. (Elementtisuunnittelu 2020.)

4.1 Elementtien liitokset

Voimat Betonielementtirungossa siirtyy elementeiltä toisille niiden välisten liitoksien avulla. Liitokset ovat jälkivalettavia saumoja, joissa on yleensä teräsosia varmistamassa, että liitokset toimivat oikein. (Elementtisuunnittelu 2021.)

Elementtien liitoksien tulee olla suunnitelmien mukaiset ja niiden täytyy täyttää niille asetetut vaatimukset. Liitoksien tekemiseen on hyvä varata aikaa tarpeeksi, että ne saataisiin tehtyä kunnolla. Ennen kuin liitokset valetaan, tulee ne tarvittaessa tukea, jotta ne olisivat turvalliset asennustöiden aikana.

Elementtirakentamiseen liittyvissä liitoksissa edelläkävijä on Peikko. Heiltä löytyy kaikkien liitostapojen keskeisimmät periaatteet ja menetelmät sekä materiaalit mitä voisi käyttää liitoksia tehtäessä. Yleisin Peikon käytetty tuote on HPM- harjateräspultit, joita kohteessanikin käytettiin pilarien ankkuroimiseen perustuksiin. Saadut hyödyt pulteista saadaan, kun ne siirtävät veto-, puristus ja leikkausrasitukset teräsbetonirakenteisiin. (Peikko, Tuotteet, 2021)

4.2 Elementtien tarkastus

Kun työmaalle saapuu elementtikuorma suorittaa elementtien tilaaja niille vastaanottotarkastuksen, missä voidaan todeta, onko toimituksen sisältö oikea, löytyykö tarvittavat tunnistetiedot valmistajasta, elementin painosta sekä onko elementit ehjiä. Näiden lisäksi voidaan tarkastaa mahdollisten nostopisteiden oikeellisuus.

Ontelolaatoista voidaan tarkastaa nostourien kunto, valutulpat sekä ettei punosliukumat ylitä hylkäysraja-arvoja. Jos virheitä tai puutteita havaittaisiin, ne kirjattaisiin rahtikirjaan. Rikkoutuneet elementit voidaan myös kuvata ja tiedot sen jälkeen lähettää elementtitehtaalle. (Elementtisuunnittelu 2010.)

4.3 Asennusjärjestys

Elementtien asennusjärjestys on hyvä suunnitella etukäteen ennen kuin runkoa aletaan kasaamaan perustusten päälle. Aikataulutus on merkityksellinen, kun aloitetaan tilaamaan elementtejä työmaalle, että ne saadaan järkevästi asennettua eikä pääsisi syntymään päällekkäisyyksiä. Ensimmäisten elementtien saavuttua työmaalle voidaan aloittaa asennus.

Ensimmäisenä aloitetaan pilareiden nostaminen peruspulttien päälle. Kaikki pilarit, jotka voi nostaa ensimmäiseen kerrokseen, kannattaa nostaa kerralla. Tämä edesauttaa seuraavaa vaihetta, joka on palkkien nostaminen pilareiden päälle niille osoitetuille paikoille. Kun kaikki palkit on saatu nostettua paikoilleen, siirrytään seinäelementtien nostamiseen. Ulkoseinäelementtien laittaminen kannattaa aloittaa toisesta talonpäästä ja mahdollisuuksien mukaan nostella paikoilleen järjestyksessä.

Tämän jälkeen, jos väliseiniä olisi tulossa elementeistä niin ne nosteltaisiin tässä vaiheessa paikoilleen. Seinien jälkeen siirrytään asentamaan ontelolaatastoa. Ontelolaataston paikalle asennus tapahtuu toisesta rakennuksen päästä alkaen ja kohteen koon mukaan nostetaan vuorotellen pilarien molemmille puolille, jolloin tasapaino pysyy holvilla. Laataston jälkeen voidaan asentaa portaat, jonka jälkeen kulku helpottuu holville. Portaat kun on saatu asennettua paikoilleen, ei tarvita telineitä vaan kulun voi toteuttaa jäävien portaiden kautta.

5 PERUSTUKSET

Perustukset ovat yksi tärkeimmistä rakentamisen työvaiheista. Perustusten alustäytöt on tehtävä huolella ja on huolehdittava, että mittamies tekee tarvittavat merkinnät tontille. Merkintöjen jälkeen saadaan muotit tehtyä anturoille oikeisiin paikkoihin ja oikeaan korkoon. Lisäksi muottien sisälle tarvitaan valukorkomerkki oikean valutason saavuttamiseksi. Isoissa hankkeissa anturoita on monesti monta eri kokoluokkaa minkä vuoksi joudutaan olemaan tarkkana niitä tehtäessä.

5.1 Aloitusedellytykset perustuksien tekemiselle

Ensiksi tarvitaan suunnitelmia, että työt saadaan aloitettua ja suoritettua halutulla tavalla. Suunnitelmat mitä tarvitaan ovat perustusten mittapiirustukset, leikkaus- ja detalji piirustukset, rakennustyöselostukset, muottisuunnitelma, raudoituspiirustukset, betonointisuunnitelma, aluesuunnitelma, yleisaikataulu, kustannusarvio ja materiaalivalmistajien ohjeet (Rakennustieto 2002.)

Perustuksia varten tarvitaan myös eri materiaaleja. Tarvitaan muottimateriaalit (laudat, soivot, levyt), joihin kuuluu tarvittavat varaukset, naulat tai ruuvit. Tarvittaessa voidaan myös käyttää muotin irrotusainetta helpottamaan purkutöitä. Raudoitusmateriaalit, joita ovat harjateräkset, teräsverkot, sidelangat, välikkeet sekä tuennat. Käytettävän betonin laadun kuuluu olla suunnitelmien mukaista eikä sitä saa muuttaa ilman suunnittelijan lupaa. Vettä käytetään työmaalla sementin kanssa suunnitelmien mukaisesti. Betonityöhön tarvittavat lapiot, pumppauskalusto ja mahdollisesti nostoastiat on hankittava ennen betonitöiden aloitusta. (Rakennustieto 2002.)

Suojausmateriaalien täytyy olla asianmukaiset ja niiden tulee täyttää niille asetetut vaatimukset. Materiaalit voivat olla seuraavanlaiset muovia jälkihoitoon, suojapeitteet sään varalle, mahdolliset tukirakenteet, huomionauhat ja huomioaidat tarvittaessa. Koneet ja kalusto tulee olla kunnossa ennen töiden aloitusta ja töiden edetessä ne pitää tarkistaa. Lisäksi tarvitaan mittauskojeet, vesiletkut, vatu-passit ja linjalangat. On huomioitava nosto- ja siirtokalusto ja tarvittavat työtasot, että ne ovat asianmukaiset ja tarkastettu. Kaikkien työmiesten työvälineet ja kalusto oltava kunnossa. Näihin kuuluu mm. sirkkelit, vibra, rautojen taivutuskalusto, sitomiskone, käsileikkurit, sidontakoukut ja hitsausvälineet. (Rakennustieto 2002.)

5.2 Huomioitavia asioita perustuksia tehtäessä

Tärkeää perustuksia tehtäessä on saada kaikki työvaiheet tehtyä turvallisesti ja laadukkaasti. Työturvallisuutta valvotaan jatkuvasti. Mitä isompi kohde on kyseessä, sitä suurempaa ja tarkempaa on rakennusvalvonta. Työturvallisuutta voidaan parantaa perustusten osalta pitämällä suojaetäisyydet oikeanlaisina, henkilösuojaimek ehjinä, varusteet ja työkalut kunnossa ja huollettuna.

Laatuun voidaan perustusvaiheessa vaikuttaa valvonnalla ja oikeanlaisilla työkaluilla. Rikkinäiset työkalut ja muut varusteet saavat helposti turhautumisen tunteita aikaan rakentajalla, jolloin alkaa helposti syntyä poikkeavuuksia suunnitelmiin tai aletaan tehdä oikoen työvaiheita. Tämä vaikuttaa laadun kärsimiseen ja sitä kautta pahimmassa tilanteessa koko työmaan aikatauluihin, jos asiaa ei korjata tarpeeksi ajoissa. Toimivat ja kunnossa olevat varusteet takaavat siltä osin onnistuneen suunnitelun ja toteutuksen kaikissa rakentamisenvaiheissa.

Perustuksia tehtäessä on huomioitava paloturvallisuus. Palotilanteita voi syntyä, kun tehdään työvaiheita, jossa syntyy kipinöitä tai lämpöä. Paloturvallisuutta voidaan parantaa pitämällä sammuttimia lähellä kyseisiä paikkoja. Sammuttimien täytyy olla oikein luokiteltuja ja tarkastuspäiväysten tulee olla voimassa. Lisäksi voidaan esim. hitsattaessa pitää sammutuspeitettä palavien materiaalien päällä, jotka voivat syttyä.

Perustusvaiheessa suurin paloturvallisuusriski syntyy yleensä muottityön jälkeen, jolloin aloitetaan raudoitustyö. Raudoituksia tehtäessä saatetaan monesti katkoa harjateräksiä katkaisulaikalla, jolloin syntyy kipinöitä huomattavasti ja mikä altistaa mahdolliset palavat materiaalit syttymiselle. Siksi tärkeää on suunnata kipinöiden lentosuunta niin että ne eivät voi sytyttää mitään ja tarvittaessa tehdä virallinen tulityöpaikka, jos muuten työ ei onnistu turvallisesti. Toinen vaihtoehto on suorittaa terästen katkaisu katkaisupihdeillä aina kun mahdollista ainakin pienempien harjaterästen osalta.

5.3 Perustuksien toteutus

Perustuksien tekeminen alkaa oikean tontin löydyttyä kaivamalla anturoille ja rakennuksen alle sekä ympärille tuleville putkistoille paikat. Kaivinkonekuski käyttää mittamiestä apunaan, joka merkitsee oikeat kaivuupaikat. Kaivinkonekuski voi nykypäivänä käyttää myös 2D tai 3D koneohjausjärjestelmää minkä avulla työn tekeminen helpottuu huomattavasti.

Kun anturoille on saatu oikeaan korkomaailmaan tehtyä paikka maahan, voidaan aloittaa muottien tekeminen rakennukselle. Muottien oikeakoko selviää perustuspiirustuksista. Muottien tekemiseen on monta tapaa, mutta yleisin on tehdä ne vanerin ja ns. kakkosnelosen avulla. Muotteihin saattaa jäädä rakoja, joten ne on helppo tilkitä esimerkiksi uretaanivaahdon avulla.

Rauditus aloitetaan, kun muotit ovat oikeassa paikassa, korossa ja ne on saatu rakennettua oikeanlaisiksi. Raudoitusten oikea laatu saadaan selville raudituspiirustuksista. Kyseisistä piirustuksista saadaan irti myös, miten raudoitukset tehdään muotteihin. Kun raudoitukset on saatu paikoilleen, tarkistetaan ne läpi raudoitustarkastuksen aikana vielä työnjohtajan toimesta, joka voi todeta niiden oikeellisuuden.

Valu voidaan suorittaa lohkotusti tai kaikki anturat kerralla riippuen työkohteesta ja aikataulusta. Valuun tarvitaan yleensä kaksi tekijää joista toinen ohjaa valuauton kärsää ja toinen liippaa sekä vibraa valua. Vibrauksen avulla saadaan poistettua ylimääräisiä ilmoja pois valun sisältä, minkä seurauksena siitä tulee kestävämpi kokonaisuus.

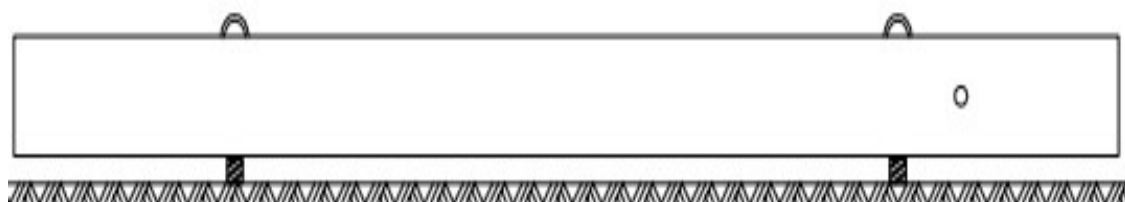
Jälkihoitoa joudutaan suorittamaan kylmemmillä keleillä. Hoitoa suoritetaan yleensä lämmittimien avulla, joilla saadaan pidettyä valun lämpötila parempana. Lämmittimet asetetaan puhaltamaan valun suuntaan ja niiden päälle laitetaan peite ilmavaralla. Näin saadaan lämpötila pysymään tasaisempana. Kuumalla kelillä jälkihoito tapahtuu kastelemalla tarvittaessa valua, jolla ehkäistään sen halkeilu.

6 ELEMENTTIPILARIT

Elementtipilarit voivat olla tehtaalta tullessaan poikkileikkaukseltaan pyöreitä tai suorakaiteen muotoisia. Suositeltavana minimipaksuutena pilareille pidetään yleensä määräysten mukaan 280 mm. Pienemmät poikkileikkaukset ovat myös mahdollisia toteuttaa, mutta niitä käytetään yleensä ainoastaan kevyesti kuormitetuissa rakennuksissa kuten pientaloissa. (Elementtisuunnittelu 2020.)

6.1 Pilareiden varastointi työmaalla

Pilarit varastoidaan työmaalla kuvien (3.) osoittamalla tavalla. Ennen kuin pilareita aletaan asettaa aluspuiden varaan, on huomioitava maan kantavuus, aluspuun sijoittelu ja koko. Oikea sijoitus sekä koko määräytyy elementtien painon mukaan, joka selviää elementtisuunnitelmasta. Mikäli tietoa painosta ei löytyisi, voidaan nyrkkisääntönä pitää aluspuun kokona 150x150. Tärkeää on, että elementtien alapinta ei pääse kosketukseen maanpinnan kanssa.



KUVA 3. Elementtipilarin varastointi (Elementtisuunnittelu 2020.)

6.2 Nostoihin tarvittava kalusto

Pilareiden nostoihin tarvitaan autonosturi tai torninosturi, nostotappi, sokka sekä nostoketjut. Tehdaskadulla sijaitsevassa kohteessa käytettiin autonosturia. Nostureita on monta eri kokoluokkaa, minkä vuoksi ne joudutaan mitoittamaan

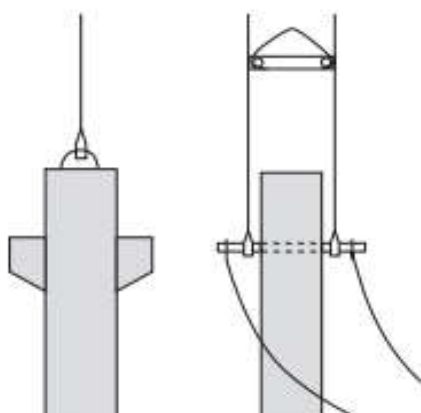
Autonosturi on sijoitettava niin että se on tiivistetyllä maaperällä, riittäväällä etäisyydellä tulevasta rakennuksesta ja niin että puomi ylettää haluttuihin paikkoihin. Joissakin kohteissa nostovara ei välttämättä riitä kokorakennukselle, minkä vuoksi joudutaan siirtämään nosturia erikohtaan, josta ylettää puomilla nostamaan elementtejä haluttuun paikkaan.

6.3 Pilareiden asennus

Pilari-elementit voidaan nostaa pilarin yläpäästä löytyvän asennusreiän avulla. Asennusreiään pujotetaan nostotappi, jonka jälkeen nostotappiin sokka kiinnitetään ja pilari nostetaan paikalleen. Matalimmat pilarit pystytään nostamaan pilarien päähän valettujen nostolenkkien avulla tai pilarissa oleviin pultteihin kiinnitettävällä nostoapuvälineellä. Pilarit kiinnitetään paikalleen pulttiliitoksella ja tuetaan säädettävillä tai ei säädettävillä elementtitiuilla. Nostoapuvälineet irrotetaan henkilönostimesta, työtelineeltä, tikkailta tai nostoraksiin kiinnitettävää laukaisinnarua käyttämällä maasta käsin, jolloin ei tarvitse kiivetä telineelle. Nostoapuvälineet pystytään irrottamaan, kun kiinnitys on saatu valmiiksi ja elementtituet asetettua paikoillaan.

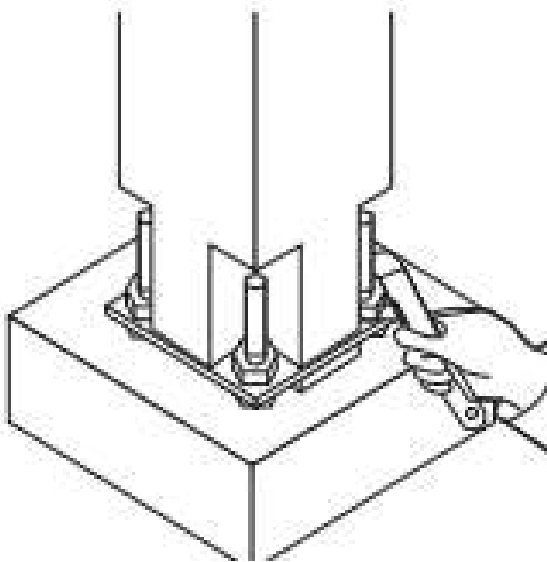


KUVA 4. Pilarin paikalle asentaminen (Leskinen 2021.)

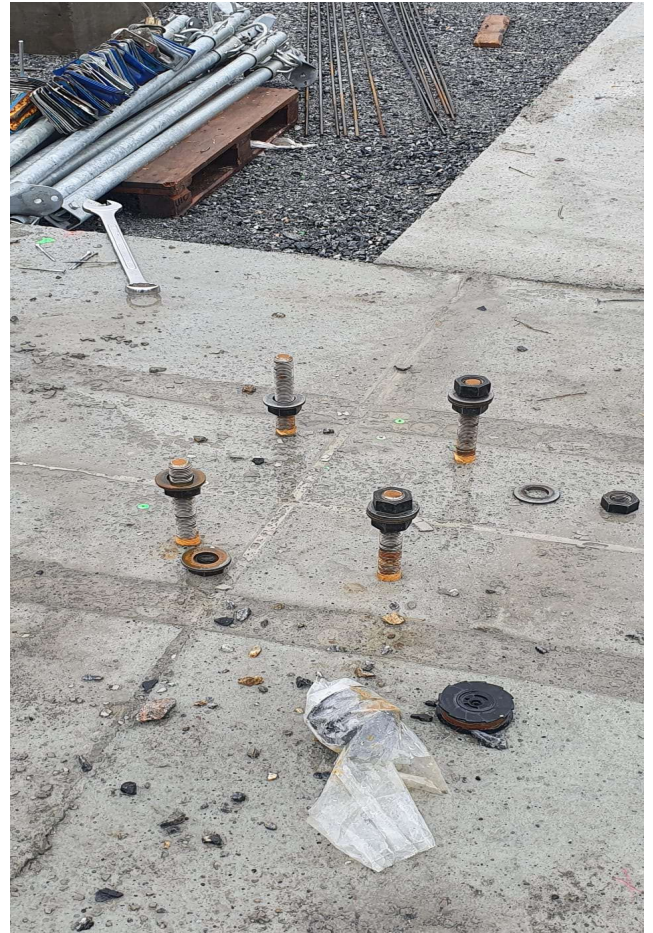


KUVA 5. Pilarin nostotavat (Elementtisuunnittelu 2020.)

Pilari-elementit asennetaan neljän pultin läpi alusmutterien ja -prikkojen varaisesti. Samalla voidaan säätää pilari pystysuoraan vatupassin avulla ja kiinnittää ne asennusmutterien ja prikkojen avulla.



KUVA 6. Peruspulttien kiristys (Elementtisuunnittelu 2021.)



KUVA 7. Peruspultit anturassa (Leskinen 2021.)

Pilareista on hyvä varmistaa, että neopreenikaistat kuvassa (8) ovat paikoillaan ja tarvittaessa laittaa ne paikoilleen ennen onteloiden asennuksen alkamista.



KUVA 8. Neopreenikaista (Leskinen 2021.)

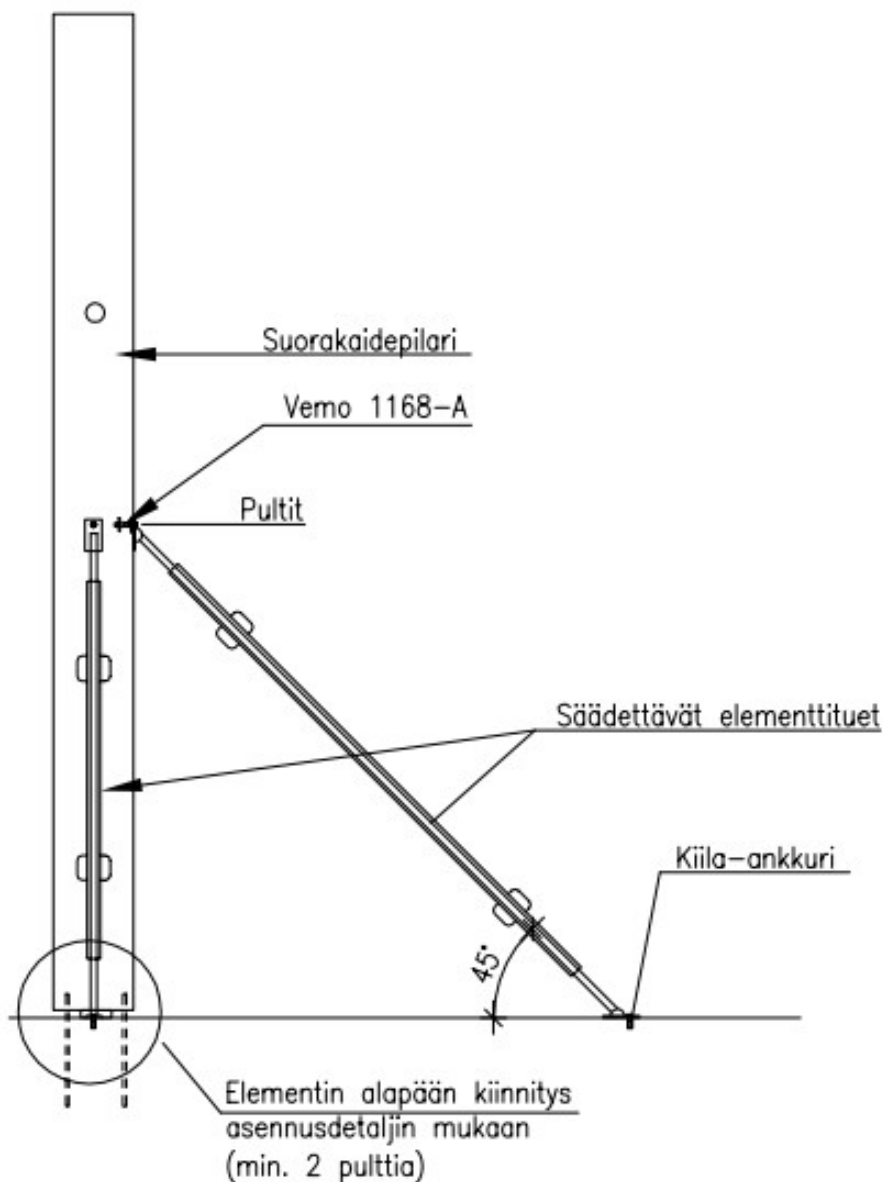
Pilarille tehdään muotti sen juureen. Valun tarkoitus on sitoa pilari ja sen tartunnat lopullisesti anturaan. Valu menee pilarin alle ja ympärille minkä vuoksi sen täytyy olla tarpeeksi löysää. Hyvä korkeus valettavalle laatikolle on, että peruspulttien kolot peittyvät kauttaaltaan. Valun seurauksena siitä tulee tukeva kokonaisuus. Sen jälkeen muotin voi purkaa ja pilareissa olleet tuennat ottaa pois mikäli ne tulisivat jonkin työvaiheen eteen. Kuvassa (9) esimerkki pilarimuotista.



KUVA 9. Pilarimuotti (Leskinen 2021.)

6.4 Pilareiden tuenta

Pilareita asentaessa tulee huomioida niiden oikeanmukainen tuenta. Tuenta suoritetaan yleensä elementtitukien avulla. Elementtitukia on olemassa säädettäviä ja ei säädettäviä malleja. Yleisin elementtituki mitä käytetään, on säädettävällä varrella. Tämä sen helppokäyttöisyyden ja nopean paikalle asentamisen vuoksi on hyvä ratkaisu tuentoja tehtäessä. Tuennat tehdään vähintään kahdesta suunnasta, jolloin elementti ei pääse kaatumaan mihinkään suuntaan. Tuennan voisi tehdä myös riittävän paksulla lankulla.



KUVA 10. Pilarin tuenta (Elementtisuunnittelu 2020.)

7 ELEMENTTIPALKIT

Elementtipalkit pystyvät olemaan tavallisia teräsbetonipalkkeja tai jännitettyjä jännebetonipalkkeja. Eroavaisuus syntyy jännevälän, kuormitusten sekä käyttötarkoituksen perusteella. Palkkeja on olemassa myös muodoltaan erilaisia (kuvassa 11) on esitetty tarkasteltavassa kohteessani käytetyt palkit. (Elementtisuunnittelu 2020.)



KUVA 11. Kohteessani käytetyt palkit (Elementtisuunnittelu 2020.)

7.1 Palkkien varastointi työmaalla

Palkkien varastointi suoritetaan työmaalla kuvan osoittamalla tavalla. Ennen kuin pilareita aletaan asetella aluspuiden varaan, on huomioitava maan kantavuus, aluspuun sijoittelu ja koko. Oikea sijoitus sekä koko määräytyy elementtien painon mukaan, joka selviää elementtisuunnitelmasta. Mikäli tietoa painosta ei löydy voidaan nyrkkisääntönä pitää aluspuun kokona 150x150. Tärkeää on, että elementtien alapinta ei pääse kosketukseen maanpinnan kanssa. (Elementtisuunnittelu 2020.)



KUVA 12. Palkin varastointi työmaalla (Elementtisuunnittelu 2020.)

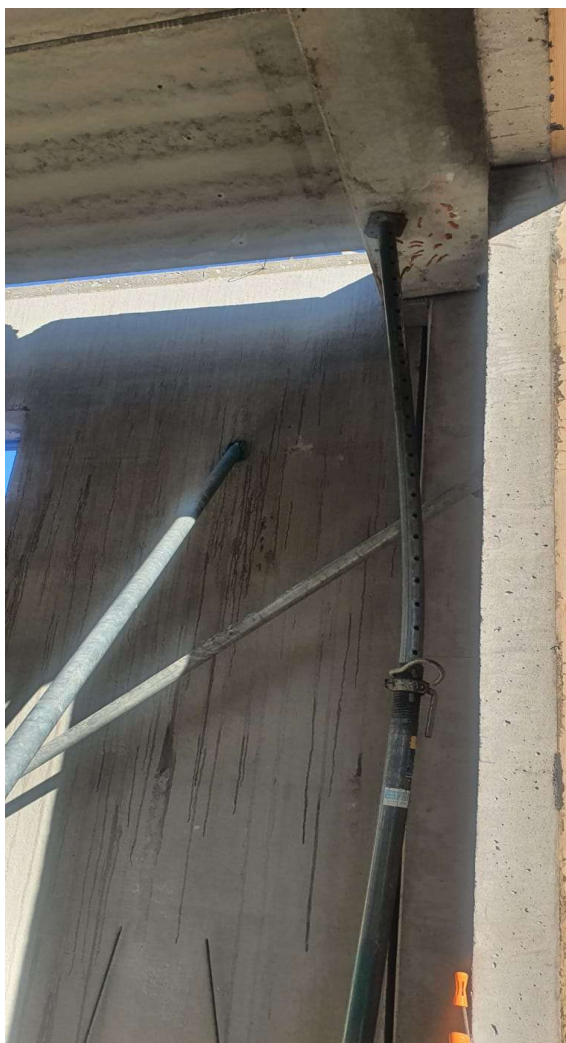
7.2 Huomioitavia asioita ennen asennustöiden aloitusta

Ennen kuin asennustyöt aloitetaan, on hyvä työnjohdon ja työntekijöiden käydä läpi elementtiasennussuunnitelmassa osoitettu palkkien asennus, materiaalit, kalusto sekä asentamiselle asetetut tavoitteet. Myös sää olosuhteet on hyvä ottaa huomioon ennen asennusten aloitusta. Kaikki edellä mainitut toimet ovat tärkeitä laadunvarmistuksen sekä työturvallisuuden kannalta. Työnjohto tarkastaa myös, että käytettävällä kalustolla on tarkastukset voimassa, kalusto on oikea sekä että ne ovat silmämääräisesti kunnossa. Asentajien on myös ennen jokaista nostoa todettava kaikkien elementtien kohdalla niiden kunto oikeanlaiseksi. (Elementtisuunnittelu 2020.)

Palkkeja asentaessa on tarkastettava aina niiden tukipinnat ja varmistettava että ne täyttävät niille asetetut vaatimukset. Tuenta on myös tehtävä oikein ja samalla varmistettava, että palkki on kiinnitetty ohjeiden mukaisesti ennen kuin nostoraksit poistetaan palkin lenkeistä.

7.3 Palkkien vääntörasitus ja kiepahtaminen

Teräksinen tai betoninen matalapalkki ei yleensä ota ollenkaan vastaan toispuoleista vääntörasitusta ennen kuin laatasto on saatu saumattua. Jos palkkia ei vääntötueta, palkin leuka voi päästä pettämään, palkki voi kallistua ja laatat voivat pudota pahimmassa tapauksessa pois. (Elementtisuunnittelu 2020.)



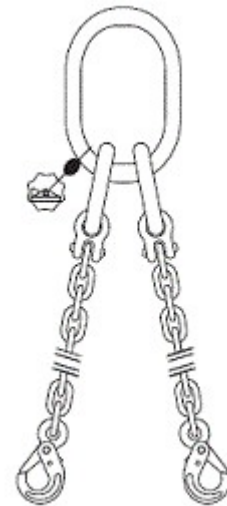
Esimerkkikuvassa ontelolaataston asennuksen yhteydessä palkki on päässyt liialliselle vääntörasitukselle. Palkki on päässyt hieman antamaan periksi, minkä seurauksena jopa holvituki on vääntynyt. Rakenteisiin kohdistuu suuria voimia minkä vuoksi korostuu työaikainen tuenta sekä jatkuva seuranta asennusten aikana.

Estääkseen uudestaan palkin vääntymisen asennuksen aikana joudutaan se suoristamaan oikealle kohdalleen, jonka jälkeen voidaan lisätä tuennamäärää tai tukien lujutta. Valvojan tulee varmistaa ennestään valetut paikat sekä asennettujen elementtien oikeanlainen asennustapa.

KUVA 13. Palkin kiepahtaminen (Leskinen 2021.)

7.4 Palkkien asennus

Palkkien nostaminen aloitetaan kiinnittämällä nostoraksit elementissä oleviin nostolenkkeihin. Palkit voidaan nostaa suoraan pilareiden päälle, kyljessä sijaitsevan ulokkeen tai päällä olevan piilokonsolin varaisesti. Pilarin ja palkin välissä käytetään neopreenikumikaistaa erottamaan elementit toisistaan ja antamaan samalla hieman liikkumavaraa toisiinsa nähden. (Elementtien asennus, palkit, 2020)

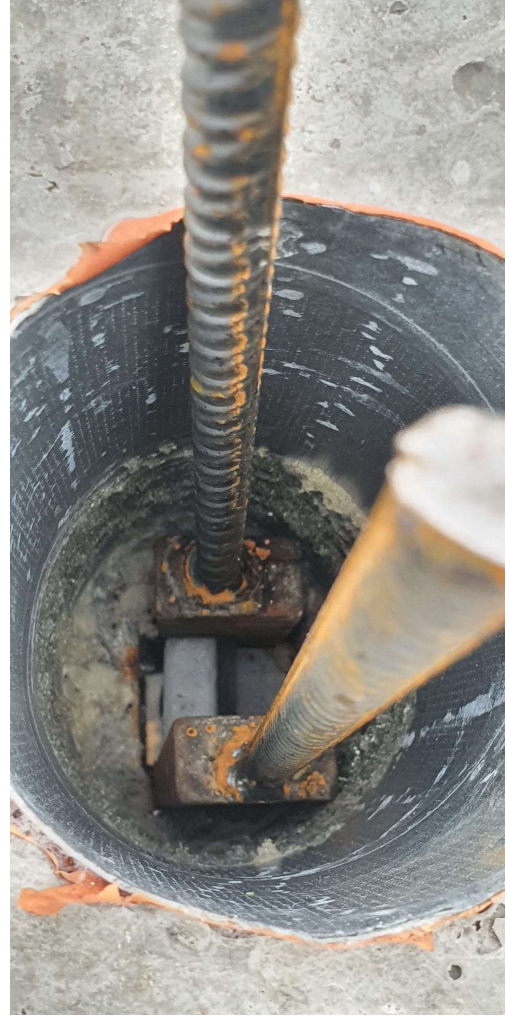


KUVA 14. Nostolenkki (Leskinen 2021.)

KUVA 15. Kettinkiraksi (Elementtisuunnittelu 2020.)

Palkit voidaan kiinnittää kiinni pilareihin konsoli-, pultti-, hitsaus- tai tappiliitoksella. Palkit saadaan pysymään paikoillaan sekä asennettua suoraan niiden mukana tulleiden kiilojen avulla. Kiilojen asennusta helpottaakseen hitsasimme niiden päihin kiinni harjateräkset.

Kohteessa saatiin hyötynä niiden avulla kiilat lyötyä paikoilleen helpommin. Toisena hyötynä kiilat pysyvät tukevammin kiinni valun jälkeen ja kolmantena hyötynä on niiden nopeampi tarkastaminen harjaterästen tullessa ulos syvennyksestä, jolloin on helppo todeta, että kaikki kiilat ovat paikoillaan.



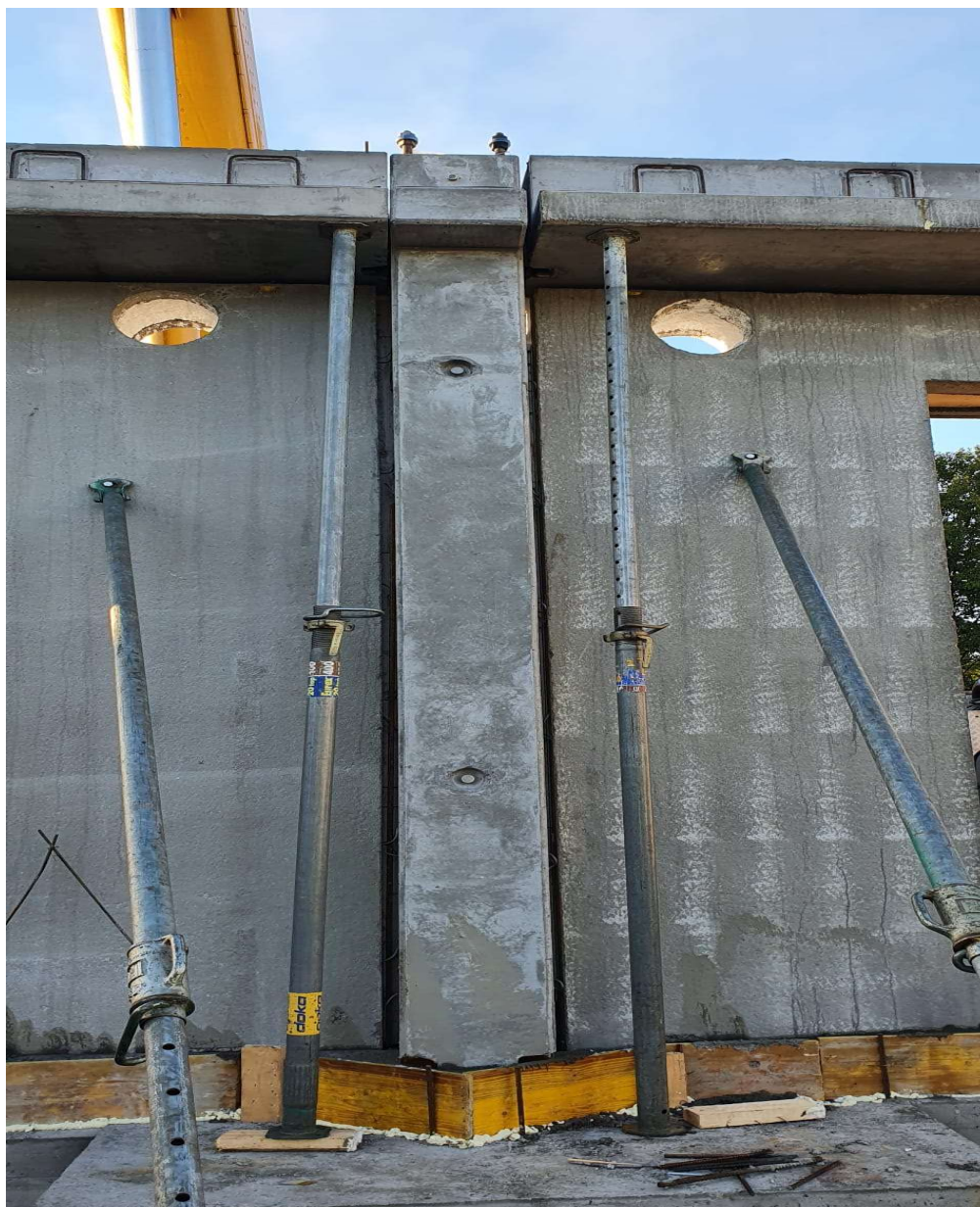
KUVA 16. Elementtipalkin kiinnityskiilat (Leskinen 2021.)

7.5 Palkkien tuenta

Palkkien asennusaikainen tuenta voidaan suorittaa esimerkiksi holvitukien avulla. Tukia on olemassa erimittaisia, jolloin ne käyvät melkein kohteeseen kuin kohteeseen. Holvituet asetetaan palkkien alle tukemaan niitä, jolla saadaan estettyä ja varmistettua palkkien pysyminen paikoillaan asennettaessa ontelolaattoja.

Ulkoseinille riittävä tuenta saadaan, kun asetetaan holvituet vain toiselle puolelle palkkia koska toista puolta tukee seinäelementti. Tuet on asetettava ja mitoitettava niin että ne ei ole paikoilleen laitettaessa vinossa eikä pidennetty äärimittoihin. Vinossa sekä äärimitassaan ollessa tuki ei toimi niin kuin se on suunniteltu eikä näiden seurauksena ole niin turvallinen käyttöä.

Tuet voidaan poistaa turvallisesti vasta, kun valu on suoritettu ontelolaatastolle, joka sitoo kaiken lopuksi yhteen.



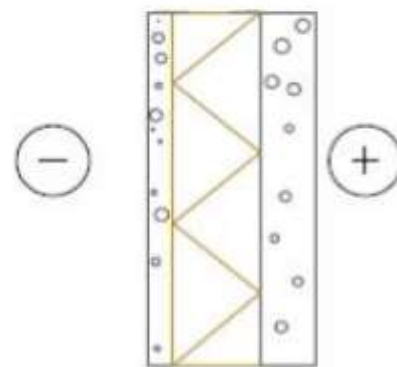
KUVA 17. Holvituet palkkien päissä (Leskinen 2021.)

8 SEINÄELEMENTIT

Seinäelementtejä käytetään aina ulkoseinien sisäkuoressa, väliseinäinä sekä kellarien maanpaineseininä. Pääasiassa seinät ovat puristamalla tehtyjä rakenteita. Maanpaineseiniltä lisäksi löytyy rasi- tuki- vaakakuormituksia. Elementtiseinät tehdään raudoitettuina tai raudoittamattomina. Jos seinä on raudoittamaton, sen reunaan sijoitetaan reunan suuntainen pielirauditus. Liikerakennuksissa jäykis- tävät betoniseinät yleensä joudutaan raudoittamaan. (Elementtisuunnittelu 2020.)

Kohteessani oli raudoitettuja seinäelementtejä sekä julki- sivuilla betonisetsandwitch- seinärakenteet. Betoni- sandwich- seinärakenne on esivalmistettu seinärakenne, jossa on betonistenkuorien välissä lämmöneriste. Seinära- kenteessa ei ole eristeen ja ulkokuoren välissä erillistä tuuletusväliä vaan se toteutetaan tarvittaessa lämmön eristeessä urituksella.

(Elementtisuunnittelu 2020.)



KUVA 18. Betonisandwich seinärakenteen pystyleik- kaus (Elementtisuunnittelu 2020.)



KUVA 19. Elementtiseinä (Elementtisuunnittelu 2020.)

8.1 Seinäelementtien varastointi työmaalla

Seinäelementit varastoidaan työmaalla elementtivakkeihin. Vakkiin pitää olla tukevalla maaperällä ja tarkastetut. Elementit lukitaan paikoilleen kiilojen avulla mikä estää niiden kaatumisen. Elementit ei saa koskea maahan. Vakissa täytyy olla puuta, kumia tai jotain muuta "pehmeää" minkä päälle elementit voidaan lopuksi laskea. Tällä vältytään elementteihin tulevilta kolhuilta tai nirhaumilta. Vakkiin ei saa myöskään laittaa kuin sille suunniteltu määrä elementtejä kerralla.



KUVA 20. Elementtivakki (Leskinen 2021.)

8.2 Huomioitavia asioita seinäelementtien asennuksissa

Ennen kuin asennus aloitetaan, on tärkeää työnjohtajan ja työntekijöiden käydä yhdessä läpi, miten asennukset suoritetaan elementtiasennusuunnitelman pohjalta ja kuinka toimia jokaisen noston aikana. Näin vältetään turhilta tapaturmilta ja saadaan nostot sekä niiden paikalle laitot tehtyä laadukkaasti ja sovitussa aikataulussa.

Varusteet sekä käytettävä kalusto on tarkastettava ennen nostojen alkamista. Niihin liittyvät pöytäkirjat, kuten nostokoneen pystytyspöytäkirja on oltava täytettynä. Nostoja ei saa suorittaa yksin vaan nostoihin erikoistunut työryhmä, joka on valittu ennen nostojen alkamista.

Mittamies käy ennen nostoja asettamassa tarvittaessa korkolappuja elementtien kohdalle. Niiden avulla voidaan säätää korko oikeaksi sekä saadaan anturalle ja elementille oikeanlainen väli aikaiseksi.

8.3 Seinäelementtien asennus

Seinäelementtien asennus voidaan aloittaa, kun työryhmä on perehdytetty tehtävään ja tarvittava kalusto on tarkastettu. Elementit on hyvä katsoa silmämääräisesti läpi ennen kuin niitä aletaan nostamaan paikoilleen.

Seinäelementeistä löytyy nostokoukut niiden yläpäästä, joihin niihin tarkoitetut saksiraksit kiinnitetään.

Elementti nostetaan paikoilleen minkä aikana ei saa liikkua nostettavan elementin alapuolella.

Kun elementti saadaan lähelle sille tarkoitettua paikkaa, siirtyy työryhmä ohjaamaan sitä narun ja käsien avulla paikoilleen.



KUVA 21. Sandwich-elementin nosto (Leskinen 2021.)

Yksi ryhmästä voi ottaa elementille tarkoitetut tuet lähelle ja niihin tarvittavat kiinnikkeet. Seinäelementti lasketaan niin että sen reunoissa olevista teräslenkeistä menee anturasta tulevat 12 mm harjateräkset läpi molemmilta elementin puolilta.

Elementti laitetaan pystysuoraan vatupassin avulla ja lukitaan paikoilleen tukien avulla. Nostokoukut saa poistaa vasta kun elementti on varmasti tuettu ja kiinnitetty oikein.



KUVA 22. 12 mm harjateräs seinäelementin ja pilarin välissä (Leskinen 2021.)



Seinäelementeissä on tehty niiden alapuolelle tartunnoille koloja, joiden kohdalle porataan 12 mm harjateräs tapit 45 asteen kulmassa anturaan kiinni. Valun jälkeen nämä sitovat elementin entistä lujempaan kiinni anturaan.

Kun kaikki pilarit ja seinäelementit on nostettu niille tarkoitetuille paikoille ja kaikki tuennat on saatu suoritettua, voidaan tehdä muotit pilarien ja seinien juureen molemmin puolin. Muottien tekeminen on mahdollista aloittaa myös, kun osa seinistä on jo saatu paikalleen.

Helppo tapa tehdä muotti koko rakennuksen kierrolle on tehdä se esimerkiksi kuvan osoittamalla tavalla vanerista ja ylimääräisistä harjateräksen pätkistä. Valun jälkeen muotti on nopea purkaa, kun tarvitsee nostaa vain harjateräkset pois niille tehdyistä hieman suuremmista rei'istä ja vääntää kevyesti vaneri irti valetusta betonista.

Muottien jälkeen voidaan suorittaa valu niiden juurelle. Valu kannattaa suorittaa keralla koko rakennuksen kierrolle, jos mahdollista. Valun lohkottaminen voi olla myös tarpeen tehdä suurissa kohteissa. Valun tarkoitus on lukita rakenteet yhteen ja tehdä siitä kestävä kokonaisuus.



KUVA 23. Elementtien juurivalujen muotti (Leskinen 2021.)

Seuraava tärkeä vaihe on pystysaumojen raudoittaminen ja betonointi. Harjateräksen tulee olla seinäelementin koko matkalla ja sen pitää olla noin 1 metrin liian pitkä, jolloin saadaan tarvittava tartunta seuraavalle kerrokselle. Teräkset tulee myös limittää seinän keskellä. Teräksen kokona käytimme tässä kohteessa 12 mm harjaterästä.

Raudoitusten jälkeen voidaan suorittaa pystybetonointi. Pystysaumojen betonointi on helpoin tehdä pystysaumapumppamalla. Sen avulla elementit liitetään pumppamalla yhteen liitoskohdista valumattomalla betonilla. Pystysaumapumppaus on äärimmäisen tärkeä työvaihe suorittaa laadukkaasti, että saumoista tulisi mahdollisimman tiiviit ja tasaiset.

KUVA 24. Pystysaumapumppamalla tehdyt pystysaumot ja juurivalut (Leskinen 2021.)

9 ONTELOLAATASTO

Ontelolaattaa pidetään yleisimpänä elementtilaattatyypinä. Niitä käytetään betonirunkoisissa rakennuksissa. Yleisimmät käyttökohteet niille ovat asuin-, liike- ja teollisuusrakennusten ala-, väli- ja yläpohjissa. Ontelolaattojen tuotestandardina pidetään SFS-EN 1168.

Ontelolaatat ovat aina esijännitetyjä laattaelementtejä. Niiden painoa on kevennetty laatan pituus-suunnassa kulkevilla onteloilla. Ontelolaattojen valmistamiseen käytetään yleisesti C40-C70 lujuista betonia. Laatat valetaan pitkien teräksisten valupetien päälle liukuvaluna. Valussa käytettävä massa tulee olla niin jäykkää, että valukoneen muotoilema ja tiivistämä laatta säilyttää alustalla muotonsa ilman erillisiä muotteja. (Elementtisuunnittelu 2020.)

9.1 Ontelolaattojen palonkesto

Ontelolaatat saavuttavat REI60 palonkeston ilman erillisiä toimenpiteitä. Ne voidaan myös suunnitella REI90 tai REI120 palonkestoajaksi. Kyseiset laatat ovat ”palolaattoja” joiden kantokyky tarkastetaan valmistajien ohjeista. Ontelolaatat on mahdollista asentaa myös pysty- tai vaaka-asentoon paloseiniksi. Pystyasennossa voidaan saavuttaa REI120- palonkestoajaksi ilman lisäeristystä. Jos haluttaisiin päästä pidempiin palonkestoajoihin kuten REI180 tai REI240 voidaan asentaa onteloihin lisäksi niiden alapuolelle paloeristys. (Elementtisuunnittelu 2020.)

9.2 Ontelolaatan aukon tuenta

Ontelolaatastoon voidaan joutua tekemään aukkoja tekniikalle. Aukot voidaan tukea esimerkiksi niihin kehitetyillä petra-palkeilla. Petran hyötyjä ovat suurien aukkojen tukeminen helposti laatastoissa. Se on myös käyttövalmis, eikä se tarvitse asennusaikaista tuentaa sekä kaikki aukkoja ympäröivät ontelot voidaan asentaa yhdellä kerralla. (RTtuotetieto 2015.)

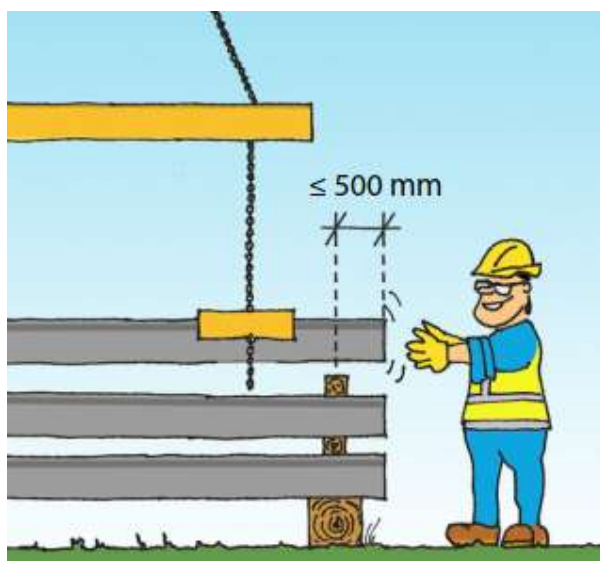


KUVA 25. Petra laattakannake. (Peikko 2015.)

9.3 Ontelolaataston asennuksen valmistelu

Ennen asennusten alkamista on asennussuunnitelma oltava tehtynä. Työnjohtaja sopii oikeanlaisen toimitusjärjestyksen ontelolaatoille toimittajan kanssa. Nostokalusto on valittava ontelolaattojen painon sekä työmaan olosuhteiden mukaisesti. On tarkastettava asennustiimin oikeanlainen varustus ennen kuin työt voidaan aloittaa. Valmistellaan tasainen, tukeva ja riittävän leveä tie nosturille ja sen tukijalkojen alle. Huolehditaan putoamissuojauksesta jokaisessa tilanteessa myös rekan kuorman päällä. Tarkistetaan asennuskaluston oikeellisuus, tarkastukset ja toimivuus enne töiden aloitusta. Jos välivarastoinnille olisi tarvetta varastoidaan laatat tukevalle pohjalle aluspuiden varaan. Ontelolaattojen asennukseen on olemassa hyvä ohje vaihe vaiheelta elementtisuunnittelun sivuilla. https://www.elementtisuunnittelu.fi/Download/23858/Ontelolaatan_asennus_2021.pdf

(Elementtisuunnittelu 2021.)



KUVA 26. Ontelolaattojen varastointi (Ontelolaatan 2021.)

9.4 Onteloiden saapuminen työmaalle

Onteloiden saavuttua työmaalle on niiden vastaanottajan tärkeää tarkastaa ne silmämääräisesti ja katsoa että kaikissa onteloissa on kiinni tulpat. On hyvä tarkastaa myös niiden oikea koko, sillä joskus käy niin että tulee väärän kokoisia onteloita työmaalle. On siis tärkeää tarkastaa, että täsmääkö suunnitelmat ja tulleet ontelot yhteen. Rekka on asemoitava niin, että nosturi pystyy nostamaan ontelot pois kyydistä ilman ongelmia ja turvallisesti.

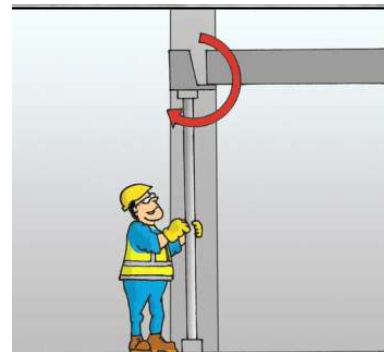


KUVA 27. Ontelokuorma (Leskinen 2021.)

9.5 Ontelolaattojen asennus

Asennustyöhön ryhdyttäessä aloitetaan merkkaamaan laattojen paikat ja korkopalojen tai neopreenikaistan laittaminen paikalleen. Tarkistetaan samalla tukipintojen pituudet. Tehdään työaikaiset tuennat suunnitelmien mukaisesti ja estetään palkkien kiepahtaminen tukemalla ne läheltä palkin päätä suunnitelmien mukaisesti.

Onteloiden nostaminen voidaan aloittaa. Asetetaan nostosaksen vaarna laatan uraan huolellisesti ja samalla varmistetaan, että ura on ehjä. Lukitse varmuusketju heti kun laatta irtoaa maasta. KUVA 28. palkin kiepahdus (Ohje 2021.)

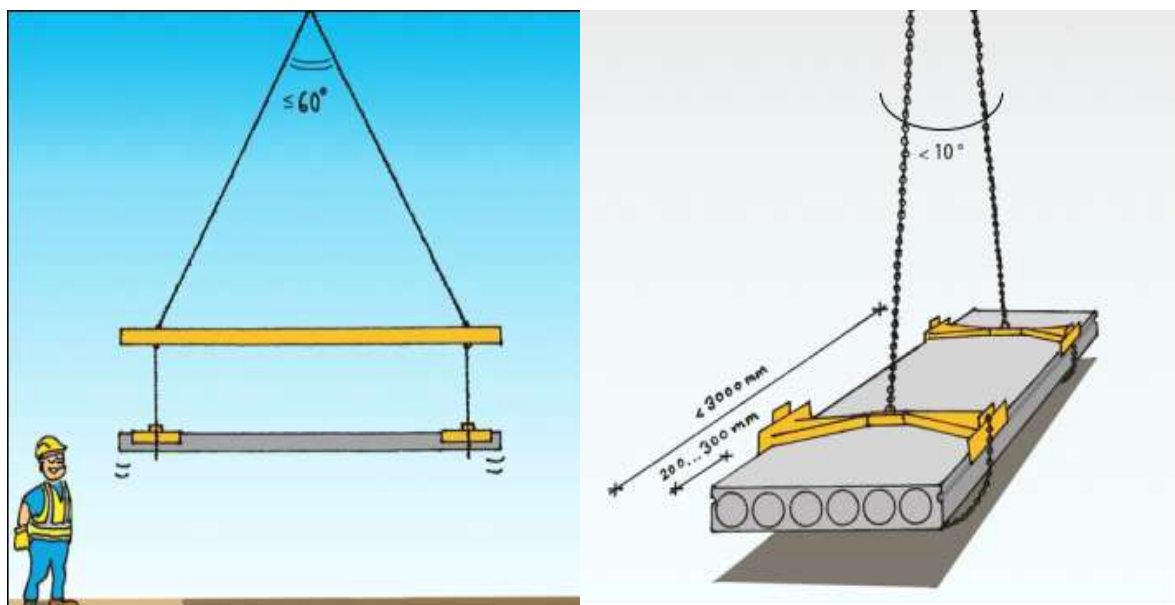


Ontelolaatat asennetaan nostopuomin ja ontelosaksien avulla. On tärkeää asennuksen aikana säilyttää näköyhteys nosturin kuskiin mutta myös radioyhteyden säilyttäminen on tärkeää. Laatta saattaa heilahdella tuulessa tai jonkin muun seurauksena minkä vuoksi täytyy olla tarkkana missä laatta liikkuu, ettei se osuisi keneenkään vahingossa.

Nostokohdat valitaan valmistajan ohjeiden mukaisesti. Nostoketjuissa saa haarakulma olla enintään 60 astetta. Jos laatta olisi alle 3 metrin sen voi nostaa ilman puomia, jos käytössä on pitkät nostoraksit.



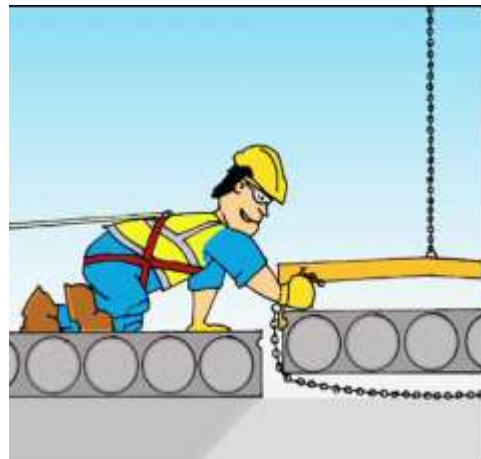
KUVA 29. Vaarnan kiinnitys (Ohje 2021.)



KUVA 30. Haarakulman maksimi aste ja kolmemetrinen ontelon nostaminen (Ohje 2021.)

Laattaa voi kiinnittää köyden helpottamaan sen ohjausta. Kun laatta on n.100 mm korkeudella tuesta saa varmuusketjun vasta irrottaa laatan ympäriltä. Laattaa on helppo ohjata oikeaan kohtaan asennuskangen avulla. Syntyneet kaarevuuserot voidaan tasata onteloiden alapuolelta suunnitelmien mukaisilla tuilla, kiristyspulteilla tai asennuspaloilla.

Onteloiden asennuksen jälkeen on äärimmäisen tärkeää asentaa kaiteita sitä mukaa kun putoaminen on mahdollista. Yksi tapa on asentaa kaiteet jo ennen nostoa onteloon kiinni ja nostaa valmispaketti holville.



KUVA 31. Varmuusketjun irrotus (Ohje 2021.)



KUVA 32. Tuenta alapuolelta (Ohje 2021.)



KUVA 33. Kaiteiden asennus (Ohje 2021.)

9.6 Ontelolaattojen saumaus ja jälkihoito

Ennen saumausta on tehtävä ontelokentän puhdistus kaikesta liasta, roskasta ja jopa lumesta. Siivouksen jälkeen tarkastetaan tulppauksien kunto sekä tarvittaviin saumoihin asennetaan muotit. Muotien jälkeen voidaan asentaa onteloiden saumoihin raudoitukset ja tarvittaessa sähköputkitukset suunnitelmien mukaisesti. Saumat ontelokentästä voidaan valaa näiden toimien jälkeen. On tärkeää tiivistää se huolellisesti valun yhteydessä.



KUVA 34. Raudoitus (Ohje 2021.)

Ylimääräisten betonien poistaminen ylä- ja alapuolelta petkeleen avulla suoritetaan valun yhteydessä tai sen jälkeen. Laataston suo-
jaus ja jälkihoito suoritetaan sääolosuhteiden mukaisesti. Sauma-
valujen jälkeen voidaan tarkastaa ja avata onteloiden vesireiät ja
tarvittaessa tehdä niitä lisää. Nostokantaat saa piikata pois vasta
kun valu on kovettunut tarpeeksi.



KUVA 35. Valaminen (Ohje 2021.)

10 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyöni tavoitteena oli tehdä perustus- ja runkovaiheesta työsuunnitelma. Haastatteluiden perusteella, jotka tein vastaavan työnjohtajan kanssa voidaan todeta, että rakennus projektin kannalta tärkeää perustus- ja runkovaiheessa on ennakoita tulevia tilanteita etukäteen riittävän ajoissa, pyrkiä havaitsemaan puutteet suunnitelmissa sekä huomioida työvaiheiden aikana asennustöitä.

Havaitsin seuraavanlaisia elementtien asennukseen liittyviä ongelmia. Omasta mielestäni suurin ongelma-kohta on aikataulu ja sen luoma kiire. Projektien aikatauluilla on ollut tapana kiristyä vuosivuodelta, jonka varjopuolena työturvallisuus sekä muut säännökset ovat kiristyneet yhtä aikaa. Edellä mainittujen asioiden johdosta rakennus projekteissa on mahdollisuus saada aikaan virheitä. Virheiden määrä kasvattaa vaikutusta yleisen aikataulun kiristymiseen ja pahimmassa tapauksessa sen venymiseen yli asetettujen rajojen.

Mielestäni säännösten kiristyminen on hyvä asia ja töiden suorittaminen turvallisesti tärkeää, mutta laadukas rakentaminen voi jonkin virheen seurauksena kärsiä joissakin työvaiheissa aikataulujen ollessa jännitettynä ääri rajoille. Tämä johtuu siitä, että aika ei vain riitä aina niiden korjaamiseen saman aikataulun nimissä, vaan joudutaan ottamaan aikaa ja resursseja sen korjaamiseen muista työvaiheista. Ongelman saisi kehitettyä oikeaan suuntaan lisäämällä resursseja kriittisiin työvaiheisiin, varautumalla aikataulussa vaikeisiin työvaiheisiin sekä ennalta arvaamattomiin ongelmiin.

Toinen ongelma-kohta minkä huomasimme vastaavan työnjohtajan kanssa, on mahdollinen rakennussuunnitelmien puute tai niistä puuttuneet oleelliset rakentamiseen vaikuttavat merkinnät. Kun kaikkia tarvittavia suunnitelmia ei ole saatavilla tai ne ovat vajavaiset, joudutaan itse miettimään miten jokin työvaihe tulisi tehdä. Se voi johtaa pahimmassa tapauksessa aikataulun ja laadukkaan rakentamisen kärsimiseen.

Rakennuttajan on myös ymmärrettävä, että mahdollisten suunnitelmien muokkaaminen voi viedä aikaa pahimmassa tapauksessa viikkoja. Riippuen aina miten paljon lisäyksiä ja muutoksia piirustus- tai malli tarvitsee. Siksi tulisi tarkastaa ennen töiden aloitusta kaikki suunnitelmat ja niihin liittyvät piirustukset. Tarkastuksen aikana voi kirjata ilmenneet kysymykset ylös suunnitelmista sekä kysyä ne rakennesuunnittelijalta ennen kuin työt alkavat. Näiden aikana saattaa jo huomata myös puutteita suunnitelmissa ja niihin pystytään vaikuttamaan ajoissa, jolloin se ei vaikuta työn edistymiseen töiden jo ollessa käynnissä.

11 POHDINTA

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Savon Rakentajat Oy:lle tietoperustaa laajentava kokonaisuus perustus- ja runkovaiheen työvaiheista. Työn sisältö on luotu haastatteluiden, kirjallisuustutkimusten ja omien kokemusten pohjalta. Savon Rakentajat yrityksenä saa työni ansiosta tiiviin paketin tärkeistä työvaiheista ja niihin liittyvistä riskeistä sekä niiden mahdollisista ennaltaehkäisyistä. Heillä on mahdollisuus jatkossa katsoa työtäni apuna rakentamisen arkea.

Suurimmat puutteet, joita havaitsin, olivat osasta piirustuksista puuttuneet merkinnät. Niistä korjattuversio saatiin kuitenkin onneksi pienellä viiveellä rakennesuunnittelijalta kuntoon. Puutteita oli välillä myös työturvallisuudessa, mutta nekin korjautuivat huomautuksilla ja riittävällä valvonnalla. Töiden alettua aikataulu osoittautui suhteellisen tiukaksi ja huomasimme, että ennalta tehtävät suunnitelut työvaiheista sekä tilausten tekeminen ajoissa olivat tärkeitä vaiheita menestyksen kannalta.

Koen tärkeimmäksi osoittautuneen opin olevan tutkimusta tehdessäni yhteistyön ja miten se voi vaikuttaa koko työn lopputulokseen. Ongelmista selviytyminen edellyttää hyvää tiimihenkeä ja ongelmatilanteisiin puuttumista heti sellaisen nähdessään. Niiden vaikutus koko hankkeen alkuvaiheessa on suuri, sillä sen avulla voidaan vaikuttaa projektin onnistumiseen ja menestymisen edellytyksiin positiivisesti.

Muita hyviä oppeja mitä sain tutkimukseni aikana ovat, miten runkovaiheen eteneminen tapahtuu ja kuinka erinäiset työvaiheet saadaan toteutettua turvallisesti. Koen, että opinnäytetyöni kokonaisuuden hallitsemisesta on suuri hyöty tulevaisuudessa varsinkin jatkaessani työnjohtajana. Tämän työn ansiosta saatua kokemusta on helppo soveltaa ja jatkokehittää työelämään mentäessä. Töiden tekeminen ja työvaiheiden näkeminen omin silmin auttoi osakseen tutkimukseni tekemistä ja asioiden ymmärtämistä.

Havaintona riittävään suunnittelun ohjaukseen on tärkeää kiinnittää tarpeeksi huomiota ajoissa. Suunnittelun ohjaus on yksi oleellisimmista osista rakennushankkeen johtamista. Suunnittelun johtamisen avulla pyritään varmistamaan suunnittelulle asetettujen tavoitteiden toteutuminen niin, että tilaajan asettamat tavoitteet ja määräykset rakentamiselle toteutuvat suunnitellusti. Projektin alkuvaiheessa sille asetettuja tavoitteita seurataan, täsmennetään sekä tarpeenmukaisesti päivitetään koko projektin ajan. On kuitenkin muistettava, että jokainen hanke on omanlaisensa. Sen vuoksi suunnittelun ohjausta joudutaan soveltamaan hanke kohtaisesti.

Jatkokehittämiskohteena työlleni voitaisiin tutkia ja tehdä tehtäväkohtaiset suunnitelmat kriittisistä työvaiheista ja niihin tarvittavista materiaaleista sekä kalustosta. Toisena tarkentamisen kohteena voitaisiin tehdä perusteellinen selvitys riskitekijöistä ja kuinka varautua niihin ajoissa.

LÄHDELUETTELO

- Elementtien asennus, palkit.* (1. 10 2020). Noudettu osoitteesta Elementtisuunnittelu:
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/asennus/asennusohjeet/elementtien-asennus>
- Elementtisuunnittelu. (2010). *Betonielementtien turvallinen asennus.* Noudettu osoitteesta Tarkastukset:
<https://www.elementtisuunnittelu.fi>
- Elementtisuunnittelu. (30. 9 2020). *Ontelolaatat.* Noudettu osoitteesta Elementtisuunnittelu:
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>
- Elementtisuunnittelu. (30. 9 2020). *Ontelolaatat, Palonkesto.* Noudettu osoitteesta Elementtisuunnittelu,
 Ontelolaatat: <https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>
- Elementtisuunnittelu. (1. 10 2020). *Runkorakenteet.* Noudettu osoitteesta Elementit:
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet>
- Elementtisuunnittelu. (1. 10 2020). *Runkorakenteet, palkit.* Noudettu osoitteesta Elementtisuunnittelu:
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/palkit>
- Elementtisuunnittelu. (1. 10 2020). *Runkorakenteet, pilarit.* Noudettu osoitteesta Elementtisuunnittelu:
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/pilarit>
- Elementtisuunnittelu. (26. 4 2021). *Asennusohje.* Noudettu osoitteesta Asennusohje ontelolaatatolle:
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/ajankohtaista?year=2021>
- Elementtisuunnittelu. (1. 11 2021). *Liitokset.* Noudettu osoitteesta Julkisivut:
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/julkisivut/liitokset-ja-saumat>
- Elementtisuunnittelu, Julkisivu.* (1. 10 2020). Noudettu osoitteesta Elementtisuunnittelu, sandwich- seinäelementti:
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/julkisivut>
- Elementtisuunnittelu, seinäelementit.* (1. 10 2020). Noudettu osoitteesta Elementtisuunnittelu, seinät:
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/runkorakenteet/seinat>
- Elementtisuunnittelu, Vääntörasitus.* (1. 10 2020). Noudettu osoitteesta Elementtisuunnittelu, palkit:
<https://www.elementtisuunnittelu.fi/asennus/nosto-ohjeet>
- loginets. (2019). *Perehdytyslomake.* Noudettu osoitteesta Loginets, työmaaperehdytys:
<https://loginets.com/fi/perehdytyslomake-2/>
- M-Mies.* (13. 1 2017). Noudettu osoitteesta Rakennusmittaus: <https://mmies.fi/rakennusmittaus/>
- Peikko. (2015). *Peikko.* Noudettu osoitteesta PETRA- laattakannake: <https://www.peikko.fi/tuotteet/tuote/petra-laattakannake/>
- Peikko. (2021). *Tuotteet.* Noudettu osoitteesta Harjateräspultit: <https://www.peikko.fi/tuotteet/tuote/hpm-harjateraspultit/>
- Rakennustieto. (1. 3 2002). *Perustukset. Materiaalit ja kalusto.* Noudettu osoitteesta RT tietoväylä, Ratu S-1198:
<https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/17816#page=1>

Rakennustieto. (1. 3 2002). *Perustukset. Suunnitelmat*. Noudettu osoitteesta RT tietoväylä, Ratu S-1198:

<https://kortistot.rakennustieto.fi/resource/juha/content/17816#page=1>

RTtuotetieto. (1. 6 2015). *RTtuotetieto, Petra laattakannake*. Noudettu osoitteesta peikko group:

https://www.rttuotetieto.fi/pub/media/resources/32694_32694_Tekninen_kayttoohje_PETRA_laattakannake.pdf

Savon Rakentajat. (ei pvm). Haettu 28. 9 2021 osoitteesta Savon Rakentajat:

<https://www.savonrakentajat.fi/savon-rakentajat/>

Työsuojelu.fi. (22. 6 2020). Noudettu osoitteesta TR- mittari: <https://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelutyopaikalla/tyoolosuohdemittarit/tr-mittari->