

Janne Kuuppelomäki

## **Perustustöiden tarkastuslista**

Masku logistiikka

Opinnäytetyö

Syksy 2018

SeAMK Tekniikka

Rakennusalan työnjohdon tutkinto-ohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU  
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennusmestari (AMK)

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennustekniikka

Tekijä: Janne Kuuppelomäki

Työn nimi: Perustustöiden tarkastuslista

Ohjaaja: Ilkka Loukola

Vuosi: 2018 Sivumäärä: 30 Liitteiden lukumäärä: 2

---

Opinnäytetyön aiheena oli tarkastella perustustöiden työvaiheita ja laatia niiden perusteella tarkastuslista työmaan työnjohtajalle. Listan tarkoituksena on varmistaa, että kaikki asiat erityisesti työturvallisuudesta ja laadusta on huomioitu maanrakennusurakoitsijan ja runkourakoitsijan töiden välillä. Tarkastuslistan toiselle sivulle koottiin eri vaatimuksia.

Masku Mäntsälä -projekti on toiminut kohdetyömaana, josta on poimittu huomioita. Asioita on käsitelty yleisellä tasolla siinä laajuudessaan, kun on koettu tarpeelliseksi työvaiheiden ymmärtämisen kannalta.

Avainsanat: perustukset, tarkastus, listat

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of technology

Degree programme: Construction Site Management

Specialisation: Building Construction

Author: Janne Kuuppelomäki

Title of thesis: Foundations checklist

Supervisor: Ilkka Loukola

Year: 2018      Number of pages: 30      Number of appendices: 2

---

The subject of the thesis was to review the work phases of the foundation work and to make up a checklist for the site supervisor. The purpose of the checklist is to ensure that all matters especially safety and quality are taken into account between the excavating contractor and the frame contractor.

The Masku Mäntsälä project has served as the target construction site for which observations have been made. Issues have been dealt with on a general level to the extent that it has been felt necessary to understand the work phases.

Keywords: foundation, check, lists

# SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä .....	1
Thesis abstract .....	2
SISÄLTÖ .....	3
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo .....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO .....	7
1.1 Lehto Group Oy .....	7
1.2 Työn tavoite .....	7
1.3 Työkohde: Masku logistiikka .....	7
2 TIETOMALLINNUS.....	9
3 YLEISTÄ PERUSTUKSISTA .....	10
4 ALOITUSEDELLYTYKSET .....	11
4.1 Pohjatutkimus .....	11
4.2 Rakennuslupa .....	11
4.3 Pohjatyöt .....	12
4.4 Aloituspalaveri.....	12
5 PERUSTUSTYÖT .....	14
5.1 Muotti .....	14
5.2 Raudoitus ja peruspultit.....	15
5.3 Betonointi .....	18
5.4 Jätehuolto .....	19
6 LAATU JA TARKASTUSLISTA .....	21
6.1 Tarkistuslistan luonti .....	21
6.2 Alusta.....	21
6.3 Muotti ja mitat.....	22
6.4 Raudoitus.....	22
6.5 Betonointi .....	23

6.6 Tarkistuslistan tarkastelu.....	25
7 TYÖTURVALLISUUS .....	26
8 YHTEENVETO.....	27
LÄHTEET .....	28
LIITTEET .....	29

## Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Raudoitettu muotti.....	15
Kuva 2. Ensimmäisen pilarianturan valu .....	19
Kuvio 1. Julkisivukuvat pohjoiseen ja etelään .....	8
Kuvio 2. Julkisivukuvat itään ja länteen.....	8
Kuvio 3. Tietomallinnettu antura .....	9
Kuvio 4. Anturaleikkaus .....	17
Kuvio 5. Mittatarkkuus.....	24
Kuvio 6. Tarkastuslistan yläosa .....	25
Taulukko 1. Tiedot peruspulteista lohko A .....	17
Taulukko 2. Tiiveysvaatimuksia. ....	22
Taulukko 3. Betonipeite. ....	23
Taulukko 4. Raudoituksen toleranssit. ....	23
Taulukko 5. Pilarikengät ja vastaavat .....	24

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Aloittamisoikeus</b>	Lupaviranomainen myöntää ennen luvan lainvoimaisuutta harkinnan mukaan.
<b>C25/30</b>	Betonin lujuusluokka, jossa 25 tarkoittaa standardilieriöstä ja 30 standardikuutiosta määritettyä puristuslujuutta.
<b>KVV</b>	Kiinteistön vesi- ja viemärlaitteiston vastaava työnjohtaja.
<b>IV</b>	Ilmanvaihtolaitteiston vastaava työnjohtaja.
<b>Painokairaus</b>	Pohjatutkimusmenetelmä, jolla selvitetään maaperän kantavuus ja pohjaveden korkeus.
<b>Tietomalli</b>	Rakennuksesta luotu yksi virtuaalimalli, jossa on ominaisuuksien tiedot.
<b>Tärykairaus</b>	Pohjatutkimusmenetelmä, jolla selvitetään kalliopinnan korkeus-asema.
<b>Valusokkeli</b>	Paikalla valettu betonisokkeli.
<b>XC2</b>	Betonirakenteen rasitusluokka, määritelmänä kostea, harvoin kuiva.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Lehto Group Oy

Opinnäytetyön aiheen tarpeellisuus koettiin jo edellisessä projektissa Seinäjoella tämän työn tekijän ollessa työnjohtoharjoittelussa Lehto Group Oy:n tytäryhtiössä silloisessa Rakennusliike Lehto Oy:ssä, jonka nimi vaihtui 1.1.2018 Lehto Tilat Oy:ksi. Lehto Tilat toimii toimisto- ja teollisuustilojen sekä liikekeskusten rakentajana ympäri Suomen. Yritys tekee aina yhden sopimuksen kiinteällä hinnalla, jolloin asiakas toimii vain yhden sopimuskumppanin kanssa, mikä sujuvoittaa yhteistyötä. Sopimuksentekohetkellä sovittu muuttopäivä ja markkinoiden nopein hankkeiden läpimenoaika ovat merkittäviä kilpailuetuja.

## 1.2 Työn tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena on luoda laatuun liittyvä tarkastuslista työnjohtajan avuksi perustustyövaiheen alkamisajankohtaan. Nykyinen nopea rakentaminen ei jätä enää aikaa liian pitkien lomakkeiden täyttöön, jolloin yksinkertainen lista toimii paremmin.

Rakentamisen muuttuessa yhä enemmän valvotuksi työnjohtajien työtehtävät painottuvat yhä enemmän eri tarkastusten ja valvontojen tekemiseen. Tästä syystä on niihin liittyviä asiakirjoja yksinkertaistettava tai tehtävä ihan uudenlaiset selkeät listat.

## 1.3 Työkohde: Masku logistiikka

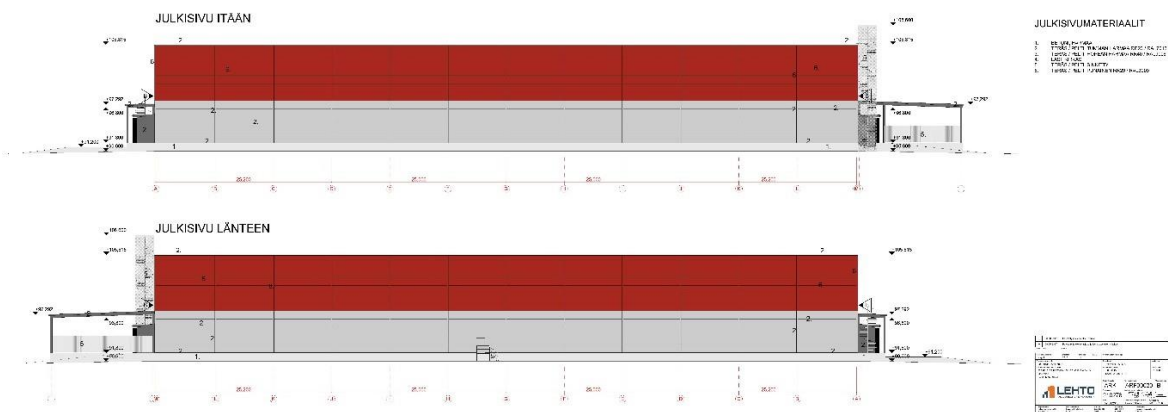
Masku Mäntsälä -projekti käsittää logistiikka- ja varastorakennuksen rakentamisen, tilaajana toimivan Masku Kalustetalo Oy:n hallinnoimalle tontille Mäntsälän Kapulin teollisuusalueelle. KVR-urakoitsijana toimii Lehto Tilat Oy toimien päätoteuttajana. Hankkeen rakennusten pinta-ala on yhteensä 19 834 brm<sup>2</sup>, josta korkean varaston osuus on 17 215 m<sup>2</sup>. Rakenteet koostuvat teräksisestä kehärakenteisesta rungosta, ulkoseinät pelti-villa-pelti seinäelementeistä, puura-



kenteisistä kattoelementeistä ja parven ontelolaatoista. Julkisivukuvista (Kuviot 1. ja 2.) hahmottaa hyvin rakennuksen suuren koon, pidemmän sivun mitan ollessa 172,82 metriä ja lyhyemmän 100,72 metriä.



Kuvio 1. Julkisivukuvat pohjoiseen ja etelään.

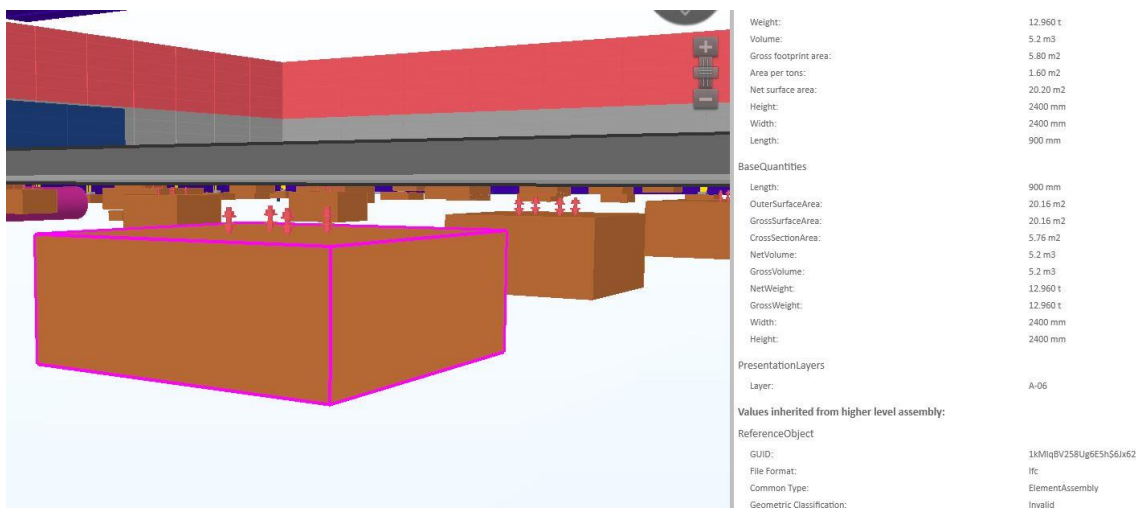


Kuvio 2. Julkisivukuvat itään ja länteen.

## 2 TIETOMALLINNUS

Tietomallinnus on korvaamassa perinteiset tasokuvat suunnitelmien esittämisessä. Mallinnuksen halutaan parantavan rakentamisen tehokkuutta ja turvallisuutta laadusta tinkimättä. Tietomallit helpottavat eri osapuolten ymmärtämistä ja hahmottamista suunnitteluratkaisuista ja rakennettavuudesta. (BuildingSmart, [viitattu 5.10.2018, 5.]

Mäntsälän kohde tietomallinnettiin, kuten uusimmissa rakennushankkeissa on jo tapana. Alla olevan kuvankaappauksen (Kuvio 3.) avulla monia määriä ja tietoja, kuten anturan pinta-ala, tilavuus, paino ja korkotiedot on nähtävissä ja hyödynnettävissä heti hankkeen alkuvaiheessa. Näistä on apua aikatauluja ja tehtäväsuunnitelmia laadittaessa. Tietomallia hyödynnettiin päivittäin eri asioiden tarkastamiseen ja työmaan henkilöstölle ohjeita annettaessa.



Kuvio 3. Tietomallinnettu antura.

### 3 YLEISTÄ PERUSTUKSISTA

Pilarianturat ovat yleisin perustamistapa rakennettaessa suurta hallia, oli sen runkomateriaalina puu, teräs tai betoni. Perustuksia suunniteltaessa tärkeimpänä tavoitteena on suunnitella sellainen perustus joka jakaa rakennuksen ja sen kuormat, kuten tuuli ja lumi, tasaisesti kantavaan maaperään, jolloin pintapaine saadaan tarpeeksi pieneksi. Pintapaineen ollessa pieni haitalliset painumat ovat vähäisiä. Muita tärkeitä asioita on estää kylmyyden, kosteuden ja haitallisten aineiden kuten radonin pääsy perustusrakenteiden kautta rakennuksen sisälle. Perustuksia suunnittelevan täytyy ottaa huomioon roudan syvyys talvella, joka riippuu taas rakennuksen sijainnista. Rakennuslupaa hakiessa on oltava perustusleikkauskuva, josta rakennusvalvonnan viranomainen toteaa, jotta rakenne on toimiva ja kestää koko rakennuksen suunnitellun käyttöikänsä. (Betoni, [viitattu 30.9.2018].)

Yleensä rakennettaessa tiiville sora- tai moreenimaalle painumat ovat vähäisiä ja syntyvät jokuksen kuukauden sisällä maaperän kuormituksen lisääntymisen jälkeen. Jos taas perustukset mitoitetaan hienorakeiseen maahan, on painumalaskelmat tehtävä tarkasti. Eloperäinen maaperä on aina poistettava perustuksien alta, koska muuten rakennus voi painua täysin hallitsemattomasti. (Jääskeläinen 2009, 40.)

Perustamistapalausunnossa pohjarakennesuunnittelija antaa suunnitteluratkaisuja rakennusluvan hakemista sekä muita suunnitelmia varten. Lausuntoa varten hankitaan kaikki mahdollinen aineisto, mikä on saatavilla, rakennettavasta tontista taikka lähiympäristön tonteista, jos on olettavaa, että niistä on hyötyä. Useimmiten on suoritettava jonkinasteinen pohjatutkimus, jotta saadaan riittävän tarkkaa tietoa maaperästä. Tutkimuksen laajuus ja käytettävät menetelmät riippuvat pitkälti rakennettavasta kohteesta. (RT RakMK-21228 2004, 3.)

## 4 ALOITUSEDELLYTYKSET

### 4.1 Pohjatutkimus

Rakennushankkeeseen ryhdyttäessä yksi ensimmäisistä tontilla näkyvistä tehtävistä, erityisesti perustuksia silmällä pitäen, on pohjatutkimus. Rakennushankkeen koosta ja vaativuudesta riippuen tehtävä tutkimus voi olla osaavan henkilön tekemä maastokatselmus taikka, joko kaavoituksessa tai mahdollisten viereisten tonttien rakentamisen yhteydessä tehty pohjatutkimus. Vaativissa kohteissa saatetaan suorittaa esimerkiksi koepaalutus. Joka tapauksessa on varmistuttava siitä, että hankkeen pohjarakennesuunnittelijalla on luotettavat ja riittävän kattavat tiedot toteuttaessaan pohjatutkimusta. Tässä vaiheessa rakennushanketta pieni rahallinen panostus laajempaan pohjatutkimukseen voi maksaa itsensä takaisin kymmenkertaisesti välttyttäessä ylätyksiltä rakennuspaikkaa auki kaivettaessa. (RT RakMK-21228 2004, 3.)

Maskun hankkeessa tontti oli esirakennettu vuonna 2014, josta saatuihin tietoihin ja tulkintaan sekä tontilla tehtyihin paino- ja tärykairauksien tuloksiin nojaten on annettu perustamistapalausunto. Tästä lausunnosta selviää, ettei anturoiden routasuojasta tarvita, ja jos rakennuksen alapohja on vähintään 1000 mm ulkoaluetta ylempänä, louhekerros voi toimia kapillaarikatko-kerroksena. Muussa tapauksessa kapillaarikatko-kerroksen paksuus on oltava vähintään 300 mm. Raportissa suositeltu perustamistapa on maanvaraisin anturoin irtilouhinnalla tasatun, massanvaihdon parannetun ja tiivistetyllä louhe- ja mursketäytöllä rakennetun kerrosten varaan perustaminen. Tämä tapa toteutettiin ja kantokestävyyden mitoituksena voitiin käyttää 450 kN/m<sup>2</sup> tai jopa 850 kN/m<sup>2</sup> osassa rakennuksen pohjaa. (Lehto Tilat Oy 2018.)

### 4.2 Rakennuslupa

Rakennusluvan hyväksymiseen vaaditaan vastaava työnjohtaja ja erityisalan eli KVV- ja IV-työnjohtajat. Kohteen vaativuuden mukaan rakennusvalvontaviranomainen hyväksyttävä nimetyt henkilöt. Rakennuslupaa haettaessa on oltava valmiina pääpiirustukset, joista eniten perustuksiin liittyy perustusleikkauskuva. Erityisesti asemakaava-alueella kunnallistekniikkaan liittymi-

nen ja rakennuksen korkeusasema ovat tärkeitä tietoja rakennushankkeen etenemisen kannalta. Rakennusvalvontaviranomainen päättää, että kaikki rakennusluvan saamiseen tarvittavat edellytykset täyttyvät. (RT 11-10781 2002, 7.)

Rakennuslupa myönnettiin Mäntsälän rakennusvalvonnalta 17.4.2018, mutta ennen kuukauden valitusajan päättymistä päätös ei ollut lainvoimainen. Aloittamisoikeuden lupaviranomainen myönsi heti vakuutta vastaan ja 17.5.2018 asti vakuus antoi mahdollisuuden rakentaa niin kuin rakennuslupa olisi ollut lainvoimainen. Rakennustarkastajan, tilaajan edustajan ja pääsuunnittelijan kanssa pidettiin aloituskokous työmaalla vähän ennen valitusajan umpeutumista ja käytiin lupaehdot läpi ja kirjattiin vielä puuttuvat asiat ja suunnitelmat.

### **4.3 Pohjatyöt**

Kaivuutyöt tulisi suunnitella siten, että perustustyöt alkavat mahdollisimman pian pohjarakenteiden valmistuttua. Kaivuupohjan jäädessä liian pitkään säiden armoille voi joutua vaihtamaan liettyneitä murskekerroksia uusiin. Myöskään jäätyneen maaperän päälle ei saa missään nimessä lähteä valamaan perustuksia. (Jääskeläinen 2009, 178.)

Tilaajan hoitamalla vakuudella rakennusvalvontaan kaivinkonetyöt aloitettiin työmaalla jo huhtikuun alussa. Tontin ollessa esirakennettu pohjatöissä päästiin heti asentamaan salaojia ja viemäreitä usean kaivinkoneen voimin. Nämä toimet vaikuttivat merkittävästi rakennuksen valmistumisaikaan. Anturapohjia tehtiin välittömästi valmiiksi asti, kun putkiasennuksia oli tehty A-lohkolla.

### **4.4 Aloituspalaveri**

Ennen perustustöiden tai muiden työvaiheiden aloittamista pidetään aloituspalaveri työnjohdon ja työntekijöiden kesken riittävän ajoissa, ennen kuin työt on määrä aloittaa, jotta mahdollisiin ilmeneviin ongelmakohtiin voidaan vielä puuttua. Palaverin tarkoituksena on varmentaa, että jokainen tietää työn aikataulun, muotitusjärjestyksen, työmenetelmät ja laatu- ja työturvallisuustason. Myös materiaalit, kalusto ja muut työvaiheet, jotka ovat käynnissä työmaalla, on tärkeä

käsitellä. Palaverin pitäminen työmaalla työmaakopissa ja vierailu työmaalla on suotavaa, koska se aina havainnollistaa asioita parhaiten. Aloituspalaverista työnjohto laatii muistion, mistä ilmenee kaikki sovitut asiat. (Ratu 0397 2012, 6.)

Mäntsälässä aloituspalaveri pidettiin vastaavan työnjohtajan johtamana urakkaneuvottelun yhteydessä aliurakoitsijan kanssa. Siinä tärkeimpinä asioina oli vapaiden työmiesten määrä ja tuntihinta, koska anturamuottien rakentaminen oli saatava käyntiin mahdollisimman pian tiukasta aikataulusta johtuen. Samalla sovittiin myös, että työmiesten ollessa kokeneita voidaan mallityö jättää erikseen tekemättä, koska vastaava työnjohtaja on työmaalla päivittäin valvomassa laatua ja urakoitsija on tuttu muilta työmailta. Ensimmäisiä betonoituja pilarianturoita tarkasteltiin vastaavan työnjohtajan, työpäällikön, urakoitsijan ja tilaajan kanssa ja todettiin laatu erinomaiseksi. Seuraavia muotteja oli jo valuvalmiina, joten kaikista työvaiheista päästiin ottamaan valokuvia todisteeksi.

## 5 PERUSTUSTYÖT

Kohteen perustustyöt toteutettiin tuntityönä sovitulla tuntihinnalla. Parkners Oy:n kanssa käydyssä palaverissa arvioitiin työtunteja kertyvän noin 2900 tuntia ja todettiin, että 5-8 rakennusmiestä tarvitaan työn suorittamiseen aikataulussa. Rakennusmiesten työpäivän pituudeksi sovittiin 8-12 tuntia, jolla saatiin lisää joustavuutta rakentamiseen. Suunnitelmia tarkasteltaessa ilmeni useita hyviä työtapoja ja käytäntöjä, joita haluttiin noudatettavan. Samalla läpikäytiin laatuvaatimuksia ja työmaata koskevia sääntöjä ja järjestelyitä. Työt sovittiin aloitettavaksi 23.4.2018, kun tarvikkeet saatiin työmaalle. Rakennuksen ollessa jaettu kahteen lohkoon, A ja B, perustukset tehtiin myös lohkojaon mukaisesti. Teräsrungon asennusaikataulun mukaan lohko A:n asennus alkoi 11.6.2018 ja lohko B:n 16.7.2018, joten nämä antoivat tavoitteet perustöiden aikatauluun.

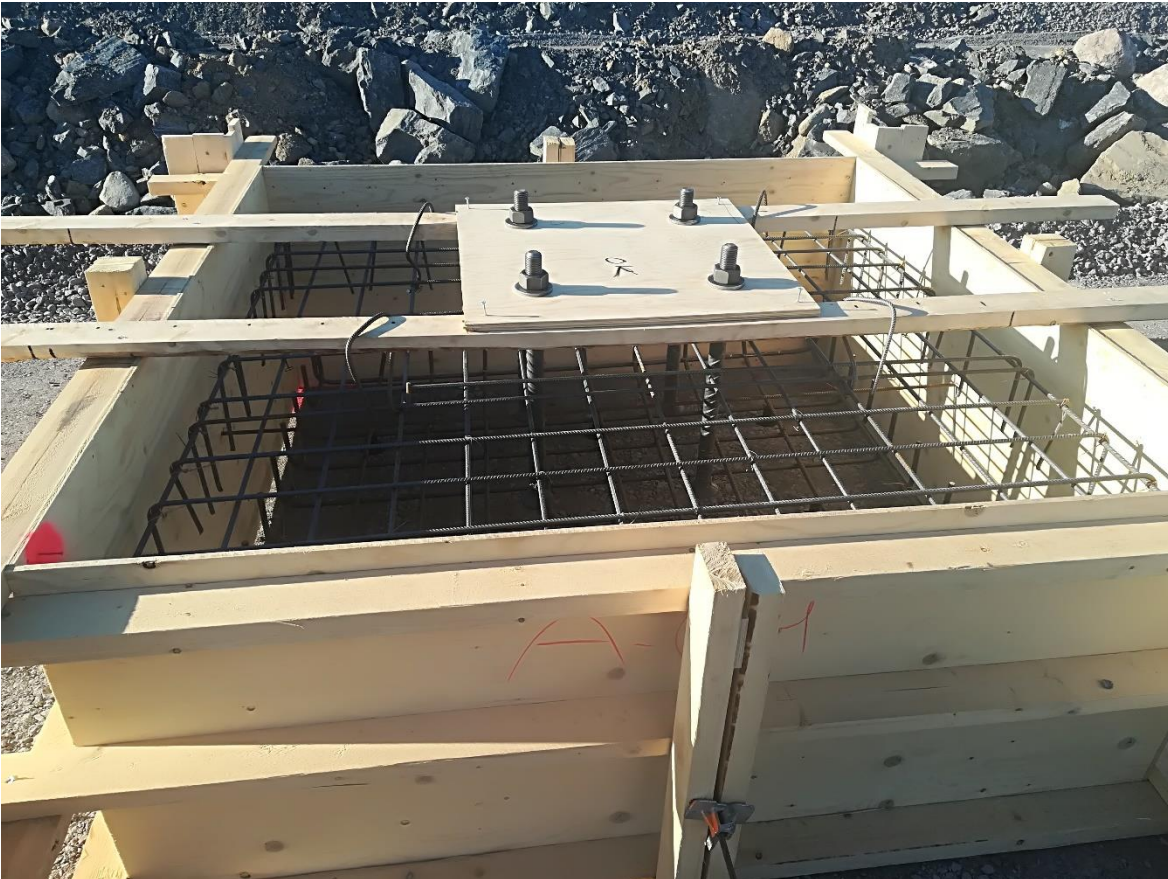
### 5.1 Muotti

Anturoiden muottien rakennustapoja ja materiaalia on monia, mutta jokaisessa rakennuskohhteessa on syytä miettiä muottikaluston toimivuutta aikataulullisesta ja laadullisesta näkökulmasta. Joissakin tapauksissa eri anturatyypeille kannattaa käyttää eri muottikalustoa yhdellä työmaalla, jos se on perusteltua taloudellisesti ja työturvallisuuden kannalta järkevää. (Valmissetoni, [viitattu 25.8.2018].)

Mitä suuremmasta muottityökohteesta on kyse, sitä tärkeämpää on laatia kohteesta muottityösuunnitelma ennen työhön ryhtymistä. Kirjallisissa suunnitelmissa kerrotaan ainakin muottien siirtoihin, nostoihin, tukemiseen ja säilytykseen liittyvät asiat. (RatuTT 05-00443 2004, 1.)

Muotit rakennettiin 12 mm havuvanerista ja 50 mm \* 100 mm sahatavarasta yhden sivun elementeiksi. Näistä oli helppo kasata tarvittaessa erikokoisia pilarianturamuotteja. Sahatavara varastoitiin maasta irti ja kevytpeitteellä suojattuna työkalukontin vieressä. Anturoita oli kahdeksaa eri kokoa ja lisäksi tuli 37 m nauha-anturaa. Suurinta pilarianturaa oli suunniteltu 12 kappaletta ja ne olivat kooltaan 3800 mm \* 3800 mm. Pienin muotti oli kokoa 1600 mm \* 1600 mm, joita oli 24 kappaletta, muut anturakoot olivat näiden välistä. Kaikki anturatyypit olivat 900 mm korkeita.

Kirvesmiehet rakensivat muotteja vajaan sadan betonikuution valukertaa varten valmiiksi kerrollaan (Kuva 1.). Muotit aseteltiin mittamiehen merkitsemiin paikkoihin ja öljyttiin muotti öljyllä, jotta muotin irrotus helpottuisi betonoinnin jälkeen. Purkutyön helpottamiseksi siivut yhdistettiin toisiinsa ruuveilla ja muottilukoilla. Muotit purettiin ja puhdistettiin aina seuraavana päivänä valun jälkeen. Kurottaja siirsi muotit eteenpäin anturalinjalla.



Kuva 1. Raudoitettu muotti.

## 5.2 Raudoitus ja peruspultit

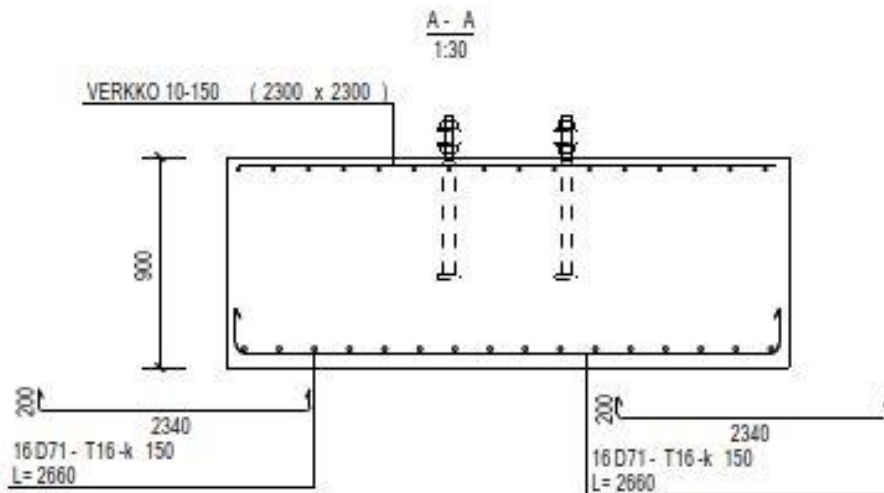
Raudoitus anturoissa on riippuvainen kuormituksesta, jonka avulla rakennesuunnittelija suunnittelee raudoituspiirustukset. Piirustuksista selviää teräksen tyyppi, raudoitteiden koko, määrä ja sijainti. Raudoitteet voidaan tehdä kolmella eri tavalla, ensimmäinen tapa on varmasti vanhin ja yleisin eli käyttää 6 m:n tai 12 m:n pituisia tankoja, jotka katkotaan, taivutetaan ja sidotaan toisiinsa sidelangalla työmaalla. Toinen tapa on tilata raudoitteet valmiiksi katkaistuna



ja taivutettuna raudoituspalvelua tarjoavasta yhtiöstä. Kolmantena vaihtoehtona on lisätä valmistusastetta niin, että teräkset ovat sidottuina tai hitsattuina toisiinsa, jolloin työmaalla ei tarvitse kuin nostaa valmis raudoite paikoilleen. Tehtaalle tehtävä raudoitteiden valmistus nopeuttaa työvaihetta, pienentää materiaalihukkaa sekä parantaa työmaan työturvallisuutta. (Palolahti 2011, 24.)

Viimeisenä vaiheena raudoituksessa on raudoitustarkistus. Sen suorittaa tavallisissa kohteissa työnjohtaja. Aiheesta on laadittava erillinen lomake tai maininta betonointipöytäkirjaan.

Mäntsälään hankittiin raudoitteet valmiiksi taivutettuina teräksinä aikataulusyistä, että betonointi saatiin alkamaan mahdollisimman pian. Raudoitteet laitettiin raudoituskorokkeiden varaan 50 mm irti murskeesta, kuten määräykset sanovat. Betonipeitteen paksuus tuli myös 50 mm muotia vasten. Anturaleikkauksesta (Kuvio 4.) voi todeta, jotta neliskulmaisissa pilarianturoissa raudoitteet ovat useimmiten selkeät ja helpot toteuttaa, kuten tässäkin tapauksessa. Raudoitukset tarkastettiin työn edetessä ja valokuvia otettiin todisteeksi. Ensimmäisellä valukerralla ei ollut suunnitelmia sokkelitartuntateräksistä, mutta nämä injektointiin betoniin jälkikäteen. Nämä teräkset olivat valusokkelia varten. Vasta B-lohkolla saatiin tieto, että sokkeli toimitetaan betonielementteinä. Tämä muutos aiheutti sen, että noin puolet tartuntateräksistä jouduttiin injektoimaan oikeaan sijaintiin. Muuten raudoitustyöt menivät suunnitelmien mukaan.



Kuvio 4. Anturaleikkaus.

Taulukko 1. Tiedot peruspulteista lohko A.

PERUSPULTTILUETTELO				
Tunnus	Nimike	Kpl	Laatu	Koko
HPM/L 39	FOUNDATION BOLT	320	B500B	M 39 L= 700

PERUSPULTTIRYHMÄT			
Tunnus	Nimike	Kpl	Tyyppi
A101	PERUSPULTTIRYHMÄ	15	HPM/L 39
A102	PERUSPULTTIRYHMÄ	6	HPM/L 39
A103	PERUSPULTTIRYHMÄ	59	HPM/L 39

PERUSPULTTIEN SALLITUT SIJAINNITOLERANSSIT:

- PULTIT RYHMÄSSÄ: +/- 2 mm
- PULTTIRYHMÄT: VAAKASUUNNASSA +/- 4 mm
- KORKEUSSUUNNASSA +/- 10 mm

Peruspultit tulivat teräsrunkotoimittaja Ruukki Oy:n kautta, joten heidän antamissa peruspultti-kaaviokuvissa (Taulukko 1.) kerrottiin tarkat mitat ja sijaintitoleranssit peruspulteille. Näistä kuvista saatujen tietojen perusteella työmaan mittamies tarkisti pulttien sijainnit edellisenä päivänä ennen betonointia ja sen jälkeen välittömästi. Betonimassan ollessa vielä plastista pystyttiin tar-

vittaessa liikuttamaan peruspultteja alkuperäisiin sijainteihin. Tämä oli erittäin tärkeä ja huolellisuutta vaativa työtehtävä, koska peruspulttien oikealla paikalla pysyminen vaikuttaa ratkaisevasti teräsrungon asennuksen onnistumiseen. Peruspultteja tuli yhteensä 544 kappaletta ja jokainen suojattiin teipillä betoniroiskeilta, jotta kierreosuus pysyisi puhtaana asennukseen asti.

### **5.3 Betonointi**

Perustuksia valettaessa käytetään useimmiten lujuusluokaltaan C25/30 olevaa betonia, mutta rakennesuunnittelija määrittelee aina betonilta vaadittavat ominaisuudet jokaiseen kohteeseen erikseen. Työn sujuvuuden ja kustannuksien kannalta on syytä huolehtia, että betoniauto ja mahdollinen pumppuauto pääsevät esteettä niille varatuille kantaville paikoille, ja että betonointiin tarvittavat työkalut ja koneet ovat kunnossa. Betoni valetaan aina sulaan ja puhtaaseen muottiin, eikä betonia saa pudottaa yli 1 metrin korkeudelta muottiin. (Ratu 1198 2002, 9.)

Suunnitelmien mukaan kaikki pilarianturat valettiin C25/30-lujuusluokan betonilla, joka täyttää rasitusluokka XC2:n vaatimukset. Suunniteltuna käyttöikä perustuksien osuudelta pidettiin 50 vuotta. Ennen betonointitöiden aloitusta muottien ympäristö siivottiin, jottei vaaratilanteita synnyisi kaatumisesta. Sääolosuhteet eivät olleet harmina anturavalujen betonointitöissä niiden ajoittuessa 11.5.- 18.6.2018 väliselle ajalle. Pumppuauton käyttö oli perusteltua anturoiden etäisyyksien ja suuren valumäärän takia. Kantava alue pumppuauton tukijaloille löydettiin aina helposti, koska tontti oli kokonaan louhetta. Betoniletkulla kierrettiin muottia ympäri, jolloin betonointipaksuus pysyi sallitussa 200-300 mm paksuudessa ja valupaine muottiin pysyi hallinnassa. Neljän rakennusmiehen ryhmällä saatiin betonin levitys, tärytys ja tasoitus hoidettua sujuvasti, joten yli 700 kuution anturavalut onnistuivat kokonaisuudessaan erinomaisesti (Kuva 2.). Jälkihoitoa valuille ei tarvinnut suorittaa, johtuen hyvistä sääoloista ja vuodenajasta. Betonointipöytäkirjaan merkittiin aina sääolosuhteet ja alueet, jotka betonoitiin. Liitteeksi lisättävästä betonin kuormakirjasta selviää myöhemminkin tarkemmat tiedot betonista.



Kuva 2. Ensimmäisen pilarianturan valu.

#### 5.4 Jätehuolto

Rakennustyömaan pääurakoitsijan velvollisuuksiin kuuluu huolehtia, jotta jätehuolto toimii ja sen säädöksiä noudatetaan. Työntekijät ovat isossa roolissa jätteiden synnyssä ja lajittelussa, joten perehdytykseen, ohjekyltteihin ja koulutukseen kannattaa panostaa. Kuvat havainnollistavat ja vieraskieliset ohjeet helpottavat asioiden ymmärtämistä kaikkien rakentajien kesken. Siisti työmaa on myös tärkeä osa työturvallisuutta. Hyvän jätehuoltosuunnitelman laatiminen ja sen toteuttaminen vähentää kustannuksia, koska sen avulla saadaan yleensä kalliin sekajätteen määrä vähenemään ja myös kustannukset.

Jätteen syntyä voidaan välttää esimerkiksi seuraavin tavoin:

- oikean kokoiset tavaraerät
- oikean mittaiset tuotteet
- toimitukset tarpeen mukaan
- suojaamalla tavarat pilaantumiselta
- uudelleenkäyttämällä mahdollisuuksien mukaan.

(Ympäristöosaava, [viitattu 1.10.2018].)

Maskun työmaalla jätehuollosta huolehdittiin perinteiseen tapaan vaihtolavoilla. Perustyövaiheessa lavoihin laitettiin kyltit puu, sekajäte ja rauta. Näitä lavoja vaihdettiin tyhjiin aina niiden täytyttyä. Lavat sijoitettiin alkuvaiheessa muottien rakennusmestan viereen, koska siinä syntyi eniten jätettä. Muotti öljyn käyttö ja fiksu muotin purkutapa olivat avainasemassa, jotta muotteja saatiin käytettyä jopa kaikki kahdeksan valukertaa, ennen kuin ne päätyivät jätelavalle. Puutavarannan pituutta ja muottien kokoja verrattiin, että osattiin tilata sopivan mittaista puutavaraa, josta jäisi mahdollisimman vähän hukkaa. Osa puutavarasta pystyttiin säästämään myöhempää käyttöä varten esimerkiksi alus- tai kaidepuiksi.

Betoniautoille oli osoitettu yksi pesupaikka, millä parannetaan työmaan siisteyttä. Jätehuolto perustusvaiheessa on yksinkertainen hoitaa, koska käytettävät materiaalit on helppo lajitella ja niitä on vähän.

## **6 LAATU JA TARKASTUSLISTA**

### **6.1 Tarkistuslistan luonti**

Työssä tehtävän tarkistuslistan haluttiin noudattavan yleistä perustustöiden työjärjestystä. Tämän takia tarkistuslistan otsikot ja alaotsikot tehtiin noudattamaan samaa järjestystä. Seuraavissa luvuissa on kerrottu laadun kannalta huomioitavat seikat ja kyseiset tarkistuslistan kohdat. Tarkastuslista luotiin yrityksen omaan excel- pohjaan, jolloin ylä- ja alatunnisteen asettelut olivat yrityskuvan mukaiset. Listaan jätettiin tyhjiä rivejä jokaisen otsikon alle, johon voidaan lisätä joitain työkohteen erityispiirteitä. Toiselle sivulle koottiin alta löytyvät taulukot ja muita suosituksia taikka ohjeita.

### **6.2 Alusta**

Anturoiden alustan laatuvaatimukseen tärkeimpiin kohtiin kuuluu, että maakerrokset ovat suunnitelmien mukaiset ja hyvin tiivistetyt sekä hyväksytysti tiiveysmitattu. Kaivannon reunat on tehty siten, että sortumavaara on estetty ja kapillaarinen vedennousu on katkaistu. Mittapisteiden kautta alustan suoruus ja oikea korko on varmistettu. (Ratu 1198 2002, 6.)

## Taulukko 2. Tiiveysvaatimuksia. (MaaRYL 2010).

**Taulukko 2231:T1.** Maapenkereen tiiviys- ja kantavuusvaatimukset.

		Laatuluokka		
		1 Rakennuksen alla	2 Liikennealueella	3 Viheralue
Pienin sallittu yksittäinen tiiviyssaste	%	≥ 95	≥ 90	≥ 87
Pienin sallittu yksittäinen kantavuusarvo	MN/m <sup>2</sup>	$E_1 \geq 50$	$E_1 \geq 40$	–
Tiiviyssuhde (kevyt pudotuspainolaite d 300 mm)	$E_{max}/E_1$	1,7	2,0	2,1

**Taulukko 2231:T2.** Tiiviyssasteen ja kevyen pudotuspainolaitteen  $E_{max}/E_1$  arvojen ohjeellinen vastaavuus pohjalevyn halkaisijan mukaan. (Taulukon arvot koskevat Loadman-laitetta. Lähde: AL-Engineering Oy 2009.)

Tiiviyssaste, %	Kevyen pudotuspainolaitteen $E_{max}/E_1$ arvo, kun pohjalevyn halkaisija on		
	300 mm	200 mm	132 mm
95	1,7	2,1	2,5
92	1,9	2,3	2,8
90	2,0	2,4	2,9
87	2,1	2,5	3,0
		Kerros-paksuus <sup>1)</sup>	
	350...400 mm	300...350 mm	200...300 mm

<sup>1)</sup> Vaikutussyvyys noin 1,5 x D, mutta kuormitus pienempi kuin esimerkiksi LKK:ssa.

Pilarianturoiden alustan tiiveysvaatimuksena tulee käyttää laatuluokkaa 1, koska ne sijaitsevat rakennuksen alla, kuten (Taulukko 2) kertoo.

### 6.3 Muotti ja mitat

Muottien on kestettävä niihin aiheutuvat kuormitukset ja pysyttävä mittatoleransseissa. Suorakulmaisuus ja muut mitat tarkastetaan aina muottityön edetessä. Puhdistettu ja sula muotti on edellytys laadullisesti hyvän perustuksen tekoon. Muotin irrotusaineen tarve ja muottien purku ajankohta on aina mietittävä tapauskohtaisesti. (Ratu 1198 2002, 7.)

### 6.4 Raudoitus

Raudoitteiden on oltava puhtaita ja ainoastaan pintaruoste on sallittua. Suunnitelmien mukaisuus on tarkastettava raudoitustyön edetessä. Tukevasti asennettu mittatarkka raudoite varmistaa betonipeitteen suunnitelmien mukaisuuden ja toleranssivaatimukset. Sidontalankojen kääntäminen sisäänpäin raudoitteessa on suotavaa. (Ratu 1198 2002, 8.)

Betonipeitteen vähimmäisarvot rasiusluokkien mukaan (Taulukko 3.) on tarpeellista työmailla tietää, jotta jos on tapahtunut suunnitteluvirhe raudoituskuviin. Tällöin on syytä olla yhteydessä suunnittelijaan, jos betonipeitteen arvo on poikkeava taulukon arvoihin nähden. Raudoitteet on syytä taivuttaa yleensä noin yhden senttimetrin tarkkuudella (Taulukko 4.), koska muuten ei saavuteta betonipeitteen vaadittua paksuutta tai voidaan jopa joutua muokkaamaan muottia.

Taulukko 3. Betonipeite. (Betoninormit 2016, BY65).

rasitusluokka	50 vuoden käyttöiällä		100 vuoden käyttöiällä	
	betoniteräs	jänneteräs	betoniteräs	jänneteräs
X0	10 mm	10 mm	10 mm	10 mm
XC1	10 mm	20 mm	10 mm	20 mm
XC2	20 mm	30 mm	25 mm	35 mm
XC3, XC4	25 mm	35 mm	30 mm	40 mm
XS1, XD1	30 mm	40 mm	35 mm	45 mm
XS2, XD2	35 mm	45 mm	40 mm	50 mm
XS3, XD3	40 mm	50 mm	45 mm	55 mm

Taulukko 4. Raudoituksen toleranssit (Betonirakentamisen laatuohjeet 2013).

Raudoituksen mittatoleranssit (by 47, luku 4.2.4.6) raudoitteen mitat	mittatarkkuusvaatimus	
	normaaliluokka	erikoisluokka
L < 500 mm	± 10 mm	± 5 mm
L = 500...1000 mm	± 15 mm	± 10 mm
L = 1000...2000 mm	± 20 mm	± 15 mm
L > 2000 mm	± 30 mm	± 20 mm
Ankkurointi-, jatkos-, tartuntapituudet		
ø ≤ 16 mm	- 20 mm	- 20 mm
ø > 16 mm	- 40 mm	- 40 mm

## 6.5 Betonointi

Betonointityötä tehdessä on tarkkailtava betonoitavan kerroksen paksuutta, betonointinopeutta ja että pudotuskorkeus ei ylitä 1.0 m kiviaineksen erottumisen takia. 200-300 mm vahvuinen kerros voidaan betonoida kerralla, jotta tiivistys onnistuu hyvin. Suunnitelmien mukaan on otettava tarvittaessa työmaalta koekuutiokappaleet. Betonin jälkihoito tulee suunnitella etukäteen, jotta voidaan varmistua, ettei betoni pääse kuivumaan liian nopeasti tai jäätymään talvella. (Ratu 1198 2002, 9.)



## Paikallavalettujen perustusten mittatarkkuusvaatimukset (by 47 Betonirakentamisen laatuohjeet 2013, luku 4.2.4.1)

---

Päämitat, pituus ja leveys (L, b)	± 30 mm <sup>1)</sup>
Yläpinnan korkeusasema (K)	± 20 mm
Sivusijainti (s)	± 30 mm

1) Yleensä voidaan sallia suurempikin + toleranssi.

Kuvio 5. Mittatarkkuus  
(Betonirakentamisen laatuohjeet 2013).

Betonirakentamisen laatuohjeissa annettiin toleranssit, (Kuvio 5.) millä tarkkuuksilla betonoidut perustukset kuuluisi tehdä. Pääsääntöisesti näissä toleransseissa pysyminen sujuu ongelmitta rakentajien keskuudessa, kun alusta on tehty hyvin ja ajatus on mukana työnteossa.

Taulukko 5. Pilarikengät ja vastaavat.  
(Betonirakentamisen laatuohjeet 2013).

### 4.2.4.7 Kiinnityslevyt, pilarikengät, reiät ja vastaavat

Mittauksen kohde	Toleranssit [mm]
Kiinnityslevyt ja vastaavat	
– sivusijainti vaakatasossa (t)	±15
– sijainti kohtisuorassa tasoa vastaan (s)	±5
Pilarikengät ja vastaavat	
– sivusijainti vaakatasossa (t)	±10
– korkeusasema (K)	±5
– kierretartuntojen keskinäinen väli (v) <sup>1)</sup>	±2
– kiertymä (r)	±5
Harjatankotartunnat (t) <sup>2)</sup>	±10
Reiät (t)	±20

<sup>1)</sup> Ellei suunnitelmissa tai käyttöselosteissa ole määrätty toisin.

<sup>2)</sup> Silloin kun tartuntojen sijainnilla on merkitystä esimerkiksi yläpuolisen rakenteen paikan kannalta.

Taulukon toleranssivaatimus eroaa jonkin verran Ruukin tälle kohteelle antamista vaatimuksista. Kohteen vaatimuksissa korkeusasemalle annettiin +/- 10 mm toleranssi, mutta vaakasuunnassa tarkkuus oli tiukempi +/- 4 mm. Tässäkin tapauksessa on syytä noudattaa aina suunnittelijoiden ohjeita tai kysyä, jos epäilee, ettei tiettyihin tarkkuusvaatimuksiin pääse työmaaolosuhteissa.

## 6.6 Tarkistuslistan tarkastelu

Tarkistuslistan alkuun tulivat merkinnät rakennuskohteesta, vastaavasta työnjohtajasta ja urakoitsijoista. Lisätiedot riville on mahdollisuus lisätä esimerkiksi tiedot aliurakoitsijasta tai tarkemmin työkohteesta.

LEHTO		Perustustöiden tarkastuslista		pvm 1.9.2018	
TALOUSOHJATTUA RAKENTAMISTA					
<b>Työmaa</b>	<i>Masku Mäntsälä</i>				
<b>Vastaava työnjohtaja</b>	<i>Joona Uljas</i>				
<b>Urakoitsija</b>	<i>Parkners</i>				
<b>Lisätiedot</b>	<i>Pilarianturat</i>				
<b>Dokumentit</b>		<b>Tiedot</b>		<b>OK</b>	<b>PVM</b>

Kuvio 6. Tarkistuslistan yläosa.

Tarkistuslistan yläosan (Kuvio 6.) jälkeen tulivat osuudet dokumenteista ja alustan vaatimuksista. Otsikoiden oikealle puolelle tehtiin sarake, johon lisätään tarkemmat tiedot otsikon aiheesta. Niihin täytettiin kursivoidulla tekstillä esimerkinomaisesti tekstit havainnollistamaan tarkistuslistan toimintaa. Tarkistuslistaan lisättiin myös kohta, jossa kerrotaan urakoitsijan velvoitteista koskien muottien purkamista ja siivoamista.

## 7 TYÖTURVALLISUUS

Valtioneuvoston asetuksen rakennustyön turvallisuudesta (A 205/2009, luvun 1, § 3) mukaan ”Päätoteuttajan on huolehdittava perehdyttämällä ja opastamalla siitä, että kaikilla yhteisen rakennustyömaan työntekijöillä on riittävät tiedot turvallisesta työskentelystä ja että he tuntevat kyseessä olevan rakennustyömaan vaara- ja haittatekijät sekä niiden poistamiseen tarvittavat toimenpiteet.”

Valtioneuvoston asetus velvoittaa perehdyttämään työntekijät, joten myös tällä työmaalla uudet työntekijät perehdytetään niiden saapuessa työmaalle. Siinä käydään läpi tärkeimpiä asioita työmaahan ja sen turvallisuuteen liittyen, kuten aluesuunnitelma, ensiapupisteet ja henkilösuojainten käyttö. Työntekijöiltä vaaditaan voimassa oleva työturvallisuuskortti ja kuvallinen henkilökortti, jossa on veronumero, tutummin valttikortti. Lisäksi työntekijän on aina käytettävä kypärää, suojalaseja, turvakenkiä ja huomioväristä vaateetusta. Useimmiten työmaan työnjohtaja suorittaa viikoittain TR-mittauksen, jolla valvotaan työturvallisuuden tasoa vertailukelpoisella menetelmällä.

Tehtäväsuunnitelmaa laatiessa sekä päivittäin on syytä miettiä, miten esimerkiksi eri työmenetelmät, materiaalivalinnat, aikataulut ja vaihtuvat sääolosuhteet vaikuttavat työn laatuun ja työturvallisuuteen. Perustustöissä yleisempiä työturvallisuusriskejä ovat suojaamattomat tartuntateräksiset ja huonot kulkureitit, joissa saattaa olla harjateräksen pätkiä tai muuta mikä aiheuttaa suuren kompastumisen vaaran. Riskit kasvavat talvirakentamisen aikana huomattavasti, joten tähän on syytä valmistautua syksyllä suunnittelemalla tarkemmin, miten toimitaan, jos lumipeite yllättää jonain työaamuna. Työnjohtajilla on suuri vastuu siinä, jotta työturvallisuusriskit on huomioitu ja ne poistetaan parhaalla mahdollisella tavalla, jottei vahinkoja pääsisi sattumaan missään vaiheessa rakentamista.

## 8 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tärkeimpänä tarkoituksena oli kertoa perustustöiden työvaiheista ja laatia niihin liittyvä laatuasioihin keskittyvä tarkastuslista. Tällä pyritään siihen, että työvaihe tulisi suoritettua kustannustehokkaasti ja laadulliset kohdat olisivat huomioituna jo työvaiheen alussa. Työvaiheista koitettiin kertoa vain pääpiirteittäin, jotta voitiin joka osa-alueella noudattaa samaa linjaa, muuten työ olisi muuttunut liian laajaksi kokonaisuudeksi. Myös tämän työmaan erityispiirteet ja havainnot nousivat käsiteltäviksi aiheiksi. Pilarianturat saatiin valmiiksi kustannussuunnitelmassa varatulla rahasummalla ja reilun viikon etuajassa laaditusta aikataulusta. Työtapaturmilta vältyttiin ja laadulliset vaatimukset saavutettiin erinomaisesti.

Tiukat rakennusten rakentamisajat haastavat suunnittelijat käyttämään vakioituja ratkaisuja, joilla saadaan suunnitelmat tehtyä nopeasti ja työt voidaan tehdä aikataulun mukaan. Toimivien suunnitelmien saamisella työmaan käyttöön on ratkaiseva merkitys onnistumisen kannalta. Betonoitavia rakenteita ei myöskään voi tehdä kahteen kertaan, ainakaan siten, jotta aikataulussa ja budjetissa pysyttäisiin. Oikeiden asioiden tarkastaminen työnjohtajilta voi unohtua kiireessä ilman hyvää listaa.

Kohteeseen luotuun tarkastuslistaan on jatkossa hyvä lisätä tai muuttaa kohtia käytännön kokemuksen mukaan. Mahdollisesti listaan voisi luoda alusvetovalikon, josta pääsisi valitsemaan eri perustustavan ja lista muuttuisi sen mukaan erilaiseksi. Myöskin vaatimus- ja ohjesivua pystyy vielä muotoilemaan paremmaksi. Tulevaisuudessa monet eri asiakirjat ja työnjohtajien työkalut on toimittava tabletilla, koska sitä käytetään yhä enemmän työmailla.

## LÄHTEET

A 26.3.2009/205. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta.

Betoni. Ei päiväystä. Perustukset. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.9.2018] Saatavana: <https://betoni.com/koti-betonista/rakennustapavaihtoehdot/perustukset/>

BuildingSmart. 2012. Yleiset tietomallivaatimukset 2012. [Verkkosivu]. [Viitattu 5.10.2018] Saatavana: [https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012\\_osa\\_1\\_yleinen\\_osuus.pdf](https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2016/11/ytv2012_osa_1_yleinen_osuus.pdf)

Jääskeläinen, R. 2009. Pohjarakennuksen perusteet. Jyväskylä: Tammertekniikka.

Lehto Tilat Oy. 2018. Perustamistapalausunto. Vain yrityksen sisäiseen käyttöön.

MaaRYL. 2010. Talonrakennuksen maatyöt. Helsinki: Rakennustieto Oy

Suomen betoniyhdistys. 2016. Betoninormit 2016. BY65. Vaasa: Suomen betoniyhdistys ry.

Suomen betoniyhdistys. 2013. Betonirakentamisen laatuohjeet 2013. BY47. Vantaa: Suomen betoniyhdistys ry.

Palolahti. T. 2011. Pienrakentajan betoniopas. Tampere: Suomen Rakennusmedia OY.

Ratu 0397. 2012. Lautamuottityö. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu S-1198. 2002. Perustukset. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Ratu TT 05-04443. 2004. Muottityösuunnitelma. Helsinki: Rakennustieto Oy

RT 11-10781. 2002. Luvan hakeminen rakentamiseen. Helsinki: Rakennustieto Oy

Valmisbetoni. Ei päiväystä. Muotit. [Verkkosivu]. [Viitattu 25.8.2018] Saatavana: <http://www.valmisbetoni.fi/toteutus/muotit/Muottikaluston%20valinta>

Ympäristöosaava. Ei päiväystä. Jätehuolto. [Verkkosivu]. [Viitattu 1.10.2018] Saatavana: <https://www.ymparistoosaava.fi/rakennusala/index.php?k=22807>

## **LIITTEET**

Liite 1. Tarkastuslista

Liite 2. Jana-aikataulu

**Työmaa** *Masku Mäntsälä*
**Vastaava työnjohtaja** *Joona Uljas*
**Urakoitsija** *Parkners*
**Lisätiedot** *Pilarianturat*

Dokumentit	Tiedot	OK	PVM
<b>Alusta</b>	Piirustukset	ARK	
	Piirustukset	RAK	
	Suunnitelmat	Muotti	
	Urakkasopimus	Laadittu	
<b>Muotti</b>	Korko	Mittamies	
	Tiiveys	Loadman	
	Putket	Salaojat	
<b>Raudoitus</b>	Materiaali	Sahatavara ja lukot	
	Sijainti	Mittamiehen nurkkapisteet	
	Mittatarkkuus	Mitattu	
<b>Betonointi</b>	Suojaetäisyydet	Raudoitustarkastus	
	Välit/ Välikkeet	Raudoitustarkastus	
	Tartunnat	Valmiina	
	Peruspultit	Mittamiehen tarkistama sijainti	
<b>Lopputila</b>	Korko	Tarkastettu korkopisteestä	
	Mittatarkkuus	Mitattu työn edetessä	
	Jälkihoito	Suunniteltu	
	Jäätymislujuus		
	Muotit purettu		
	Luovutustarkastus		

**Taulukko 2231:T1. Maapenkereen tiiviys- ja kantavuusvaatimukset.**

		Laatuluokka		
		1 Rakennuksen alla	2 Liikennealueella	3 Viheralue
Pienin sallittu yksittäinen tiiviysaste	%	≥ 95	≥ 90	≥ 87
Pienin sallittu yksittäinen kantavuusarvo	MN/m <sup>2</sup>	E <sub>1</sub> ≥ 50	E <sub>1</sub> ≥ 40	–
Tiivyyssuhde (kevyt pudotuspainolaite d 300 mm)	E <sub>max</sub> /E <sub>1</sub>	1,7	2,0	2,1

**Taulukko 2231:T2. Tiiviyssuhteiden ja kevyen pudotuspainolaitteen E<sub>max</sub>/E<sub>1</sub> arvojen ohjeellinen vastaavuus pohjalevyn halkaisijan mukaan. (Taulukon arvot koskevat Loadman-laitetta. Lähde: AL-Engineering Oy 2009.)**

Tiiviyssuhde, %	Kevyen pudotuspainolaitteen E <sub>max</sub> /E <sub>1</sub> arvo, kun pohjalevyn halkaisija on		
	300 mm	200 mm	132 mm
95	1,7	2,1	2,5
92	1,9	2,3	2,8
90	2,0	2,4	2,9
87	2,1	2,5	3,0
	<b>Kerrospaksuus<sup>1)</sup></b>		
	350...400 mm	300...350 mm	200...300 mm

<sup>1)</sup> Vaikutussyvyys noin 1,5 x D, mutta kuormitus pienempi kuin esimerkiksi LKK:ssa.

	betoniteräs	jänneteräs	betoniteräs	jänneteräs
X0	10 mm	10 mm	10 mm	10 mm
XC1	10 mm	20 mm	10 mm	20 mm
XC2	20 mm	30 mm	25 mm	35 mm
XC3, XC4	25 mm	35 mm	30 mm	40 mm
XS1, XD1	30 mm	40 mm	35 mm	45 mm
XS2, XD2	35 mm	45 mm	40 mm	50 mm
XS3, XD3	40 mm	50 mm	45 mm	55 mm

4.2.4.7 Kiinnityslevyt, pilarikengät, reiät ja vastaavat

**Paikallavalettujen perustusten mittatarkkuusvaatimukset (by 47 Betonirakentamisen laatuohjeet 2013, luku 4.2.4.1)**

Päämitat, pituus ja leveys (L, b)	± 30 mm <sup>1)</sup>
Yläpinnan korkeusasema (K)	± 20 mm
Sivusijainti (s)	± 30 mm
1) Yleensä voidaan sallia suurempikin + toleranssi.	

Mittauksen kohde	Toleranssit [mm]
Kiinnityslevyt ja vastaavat	
– sivusijainti vaakatasossa (t)	±15
– sijainti kohtisuorassa tasoa vastaan (s)	±5
Pilarikengät ja vastaavat	
– sivusijainti vaakatasossa (t)	±10
– korkeusasema (K)	±5
– kierretartuntojen keskinäinen väli (v) <sup>1)</sup>	±2
– kiertymä (r)	±5
Harjatankotartunnat (t) <sup>2)</sup>	±10
Reiät (t)	±20

<sup>1)</sup> Ellei suunnitelmissa tai käyttöselosteissa ole määrätty toisin.

<sup>2)</sup> Silloin kun tartuntojen sijainnilla on merkitystä esimerkiksi yläpuolisen rakenteen paikan kannalta.

**Raudoituksen mittatoleranssit (by 47, luku 4.2.4.6) raudoitteen mitat**

	mittatarkkuusvaatimus	
	normaaliluokka	erikoiluokka
L < 500 mm	± 10 mm	± 5 mm
L = 500...1000 mm	± 15 mm	± 10 mm
L = 1000...2000 mm	± 20 mm	± 15 mm
L > 2000 mm	± 30 mm	± 20 mm
Ankkurointi-, jatkos-, tartuntapituudet		
ø ≤ 16 mm	- 20 mm	- 20 mm
ø > 16 mm	- 40 mm	- 40 mm



