

Sami Kummala

HALLIN POHJARAKENNUSTYÖT UUDELLE TYÖNJOHTAJALLE

HALLIN POHJARAKENNUSTYÖT UUDELLE TYÖNJOHTAJALLE

Sami Kummala
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Rakennustekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan koulutusohjelma, yhdyskuntarakentaminen

Tekijä: Sami Kummala
Opinnäytetyön nimi: Hallin pohjarakennustyöt uudelle työnjohtajalle
Työn ohjaaja: Jarmo Erho
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019 Sivumäärä: 34+6 liitettä

Hallin pohjarakennusurakka on kaikessa yksinkertaisuudessaan kolmivaiheinen työ, jossa ensin kaivetaan pohjamaat pois, minkä jälkeen täytetään paremmilla mailla ja samalla maat tiivistetään. Siitä huolimatta uudelle työnjohtajalle kaikissa vaiheissa on omat haasteensa, kuten täyttötöiden aikainen aikataulujen yhteensovittaminen muiden urakoitsijoiden kanssa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda opas hallien pohjarakennusurakoista uudelle työnjohtajalle. Tarkoituksena oli helpottaa uuden työnjohtajan arkea työmaan läpiviemisessä.

Työssä tarkasteltiin pohjarakentamisen tärkeimpiä työvaiheita esimerkkityömaan avulla. Esimerkkityömaana käytettiin kesällä 2018 toteutettua hallin pohjarakennusurakkaa, joka sijaitsi Oulun Ruskon kaupunginosassa tehdasalueella. Urakkaan kuuluivat tehdashallin laajennuksen pohjarakennustyöt.

Opinnäytetyössä laadittuun oppaaseen koottiin luetteloksi kaikki urakan läpiviemiseen tarvittavat asiat. Näin opas toimii muistilistana, josta uuden työnjohtajan on helppo tarkistaa, että on huomioinut tarvittavat asiat. Opas otetaan käyttöön kesällä 2019. Työn tilaajana toimii VRJ Pohjois-Suomi Oy, joka on osa VRJ Group Oy:tä.

Asiasanat: Pohjarakennustyöt, ohje työnjohtajalle, työn organisointi

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Construction Engineering, Civil Engineering

Author: Sami Kummala

Title of thesis: Hall's Foundation Groundwork for a New Foreman

Supervisor: Jarmo Erho

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019 Pages: 34+6
appendices

The purpose of this thesis was to create a guide for new foremen about foundation groundwork and to view the most important work phases through an example worksite. The guide is intended to help a new foreman to go through everyday tasks on a worksite. Guide is a list of all the things that a foreman has to remember to go through a worksite. The work was commissioned by VRJ-Pohjois-Suomi Ltd. which is a part of VRJ Group Ltd.

This thesis is made by using own experiences working as a foreman on a similar worksite in the summer of 2018. The site was located in factory grounds in the district of Rusko in Oulu. The contract included foundation groundworks of factory hall's expansion.

The result of this thesis is a guide of all the necessary things to remember in foundation groundwork site for a new foreman.

Keywords: Foundation groundwork, guide for foreman, works organization

ALKULAUSE

Kiitokset VRJ Pohjois-Suomi Oy:n henkilökunnalle, sekä erityisesti työpäällikkö Sami Orajärvelle ja vastaavana työnjohtajana toimineelle Perttu Hyttiselle. Kiitokset myös Oulun ammattikorkeakoulun lehtori Jarmo Erholle työnohjauksesta.

Oulussa 21.4.2019

Sami Kummala

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	8
2 POHJARAKENNUSURAKAT	9
2.1 Perustamisolosuhteet	9
2.1.1 Kallionvarainen perustaminen	10
2.1.2 Maanvarainen perustaminen	10
2.1.3 Paaluille perustaminen	10
2.2 Laatuvaatimukset	11
3 TEHDASHALLIN LAAJENNUKSEN POHJARAKENNUSTYÖT	12
3.1 Projektin tiedot	12
3.1.1 Rakennuttaja/tilaaja	13
3.1.2 Asiakirjat	13
3.1.3 Työmaa-alueen järjestelyt	14
3.1.4 Pohjaolosuhteet	14
3.1.5 Olemassa olevat rakenteet	15
3.2 Pohjarakennusurakan raja	15
3.2.1 Pohjarakennusurakan sisältö	16
3.2.2 Pohjarakennusurakkaan kuulumattomat lisätyöt	16
3.3 Pohjarakennusurakan toteutus	16
3.3.1 Pohjarakennusurakan maaleikkaus	17
3.3.2 Pohjarakennusurakan täyttötö	20
3.3.3 Pohjarakennusurakan ohessa tehdyt lisätyöt	22
3.3.4 Pohjarakennusurakan loppuarviointi	23
4 HAASTEET JA KEHITYSTARPEET	24
4.1 Työmaa-alue	24
4.2 Töiden yhteensovittaminen	24
4.3 Sääolot	25
5 OPAS UUELLE TYÖNJOHTAJALLE	26

5.1 Pohjarakennusurakan alkutoimet	26
5.2 Pohjarakennusurakan toteuttaminen	29
5.3 Pohjarakennusurakan lopputoimet	30
6 JOHTOPÄTÖKSET	32
LÄHTEET	33
LIITTEET	34

1 JOHDANTO

Talojen rakentamisessa pohjarakentaminen on keskeisessä osassa niin työ- määrän, kustannusten, turvallisuuden ja talon kestävyyskannalta. Kustannuksiltaan pohjatöihin menee merkittävä osa talon kokonaiskustannuksista ja ajallisesti pohjarakentaminen on pisin yksittäinen työvaihe talon rakentamisessa. Pohjarakentaminen on myös suoraan vaikuttamassa talon ikään ja kestävyyskannan.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kuvata suuren talohankkeen pohjarakennustöiden johtamista ja läpivientiä sekä laatia opas uudelle työnjohtajalle. Työhön kootaan ohjeita pohjarakennusurakoiden johtamiseen ja työmaan hallintaan. Työssä käytetään esimerkkitapauksena Oulun Ruskossa kesällä 2018 toteutettua hallin pohjarakennusurakkaa. Lisäksi työssä tehdään yleinen katsaus pohjarakennusurakoihin sekä niiden laatuvaatimuksiin ja suoritusaikoihin.

Työn tilaaja VRJ Pohjois-Suomi Oy, joka on pääasiassa Oulun alueella, mutta myös laajemmin Pohjois-Suomen alueella toimiva infra-alan yritys. VRJ Pohjois-Suomi Oy on osa VRJ Group Oy:tä, joka on perustettu vuonna 1980, jolloin yritys toimi nimellä Viherrengas Järvenpää. VRJ Group Oy:n toimialaan kuuluvat infrarakentaminen, viher- ja ympäristörakentaminen, linja- ja toimitilasaneeraukset, silta- ja betonirakentaminen, liikenneväylien ja piha-alueiden kunnossapito, auto- ja konepalvelut, asfaltointi ja maa-ainesmyynti. VRJ Group Oy työllistää noin 350 työntekijää koko Suomessa.

2 POHJARAKENNUSURAKAT

Pohjarakennusurakka sisältyy käytännössä kaikkeen rakentamiseen, oli sitten kyse talojen tai teiden rakentamisesta. Pohjarakentamista tarvitaan niin yksityisten ja yritysten rakennuttamien uusien talojen ja liiketilojen ja kuntien ja kaupunkien järjestämien palvelujen vaatimassa rakentamisessa kuin vanhojen pohjien korjaustöissä ja laajennushankkeissa. Hyvällä pohjarakentamisella varmistetaan rakenteiden turvallisuus ja pitkä ikä. (1, s. 4.)

2.1 Perustamisolosuhteet

Perustamistavat vaihtelevat rakennettavan paikan olosuhteiden mukaan. Rakennuskohde voi sijaita jo rakennetulla alueella tai luonnonvaraisessa maastossa. Rakennetussa ympäristössä voi olla maaperään ajettuja täyttömaita tai rakennekerroksia, olemassa olevia rakennuksia ja rakenteita. Perustamistavassa on otettava huomioon jo rakennettujen rakenteiden perustamistavat ja niiden mahdollinen häiriintyminen. (2, s. 26.)

Luonnonvaraiseen maastoon rakennettaessa olosuhteet vaihtelevat suuresti sijainnin mukaan kalliopohjista kantamattomiin savipohjiin. Maaperä määrää käytettävät perustamistavat ja työtekniikat. Rakennesuunnitelmissa on päätetty kohteeseen sopiva perustamistapa, joita voivat olla kallionvarainen, maanvarainen tai paaluperusteinen perustamistapa. Perustamistaso määrää kallionvaraisessa perustamisessa kallion louhinnan tason ja paaluperustuksessa paalujen katkaisutason. Maanvaraisessa perustamisessa kaivutaso määräytyy maaperän olosuhteiden mukaan ja perustamistason alapuolella mahdollisesti olevat heikosti kantavat maat korvataan massanvaihdolla. (2, s. 32.)

Pohjaveden korkeusasemalla on suuri merkitys pohjaolosuhteisiin. Rakennusaikana perustamistason yläpuolelle yltävä pohjavedentaso joudutaan alentamaan, jotta työskentelyolosuhteet rakenteiden toteuttamiseksi on mahdollista. (2, s. 25.)

Rakennetussa ympäristössä joudutaan mahdollisesti käyttämään kaivannon tuentoja ankkuroiduilla ponttiseinillä, etteivät jo olemassa olevat rakennukset

vaurioitu. Rakennetussa ympäristössä myös viemäreiden, vesijohtojen ja kaapeleiden toiminta on turvattava ja tarvittaessa niiden siirrot sovitaan laitteiden omistajien kanssa. (2, s. 26.)

2.1.1 Kallionvarainen perustaminen

Kallion varaan perustettaessa vaihtoehtoina on ehjän kallion päälle perustaminen, jossa ohut irtonainen aines poistetaan kallion päältä. Toisena vaihtoehtona rikkonaiselle tai rapautuneelle luonnontilaiselle kalliolle perustaminen, jolloin kallion pintaa verrataan tiiviiseen moreeniin tai soraan. Näiden lisäksi on mahdollista perustaa louhitulle kalliopinnalle, jolloin louhitaan ja puhdistetaan kallion pinta louhinnan jälkeen ehjään kallionpintaan asti, sekä paikalleen räjäytetyn kallion varaan perustaminen, jolloin kallio louhitaan ylisyvyyteen ja tiivistetään täryjyrällä ja pinta tiivistetään murskeella. (2, s. 13.)

Kallion louhinnassa on huolehdittava, etteivät irtonaiset kivet sinkoudu ympäristöön. Lisäksi on huomioitava melu ja värinä. (2, s.16.)

2.1.2 Maanvarainen perustaminen

Maanvaraan perustetaan karkearakeisilla maalajeilla ja moreenilla suoraan määrättyyn perustamistasoon, kun maiden kantavuus on riittävä. Jos kantavan kerroksen päällä heikosti kantava kerros ei ole liian paksu, se on mahdollisesti taloudellisesti järkevää korvata massanvaihdolla. Tällöin siis huonot maat poistetaan ja korvataan ne paremmin kantavilla mailla ja tiivistetään. (2, s.19.)

Painopenkalla esikuormittamalla voidaan kokoonpuristuvia maita tiivistää niiden lopullista painumista pienentäen. Painopenkka tehdään muutamaksi kuukaudeksi ennen perustustöitä. Painopenkkaa käytetään enemmän tie ja parkkialueiden perustamisessa. (2, s.19.)

2.1.3 Paaluille perustaminen

Paaluille perustetaan pehmeillä mailla, joissa antura tai laattaperustukset eivät ole mahdollisia ja pehmeät maat ovat niin paksuja, ettei massanvaihtoa kannata tehdä. Paaluina käytetään lyötäviä teräs- tai betonipaaluja, jotka lyödään kan-

tavaan pohjaan asti. Paaluina voidaan myös käyttää teräksisiä porapaaluja, jotka porataan maakerrosten läpi kallioon. (2, s. 21.)

2.2 Laatuvaatimukset

Kaikissa pohjarakennusurakan työsuoritteissa ja materiaaleissa noudatetaan Infra-RYL:n laatuvaatimuksia. Tämän lisäksi noudatetaan perustamistapaesityksessä olevia yksityiskohtaisia ja muita urakka-asiakirjoissa olevia laatuvaatimuksia. (3, s. 1.)

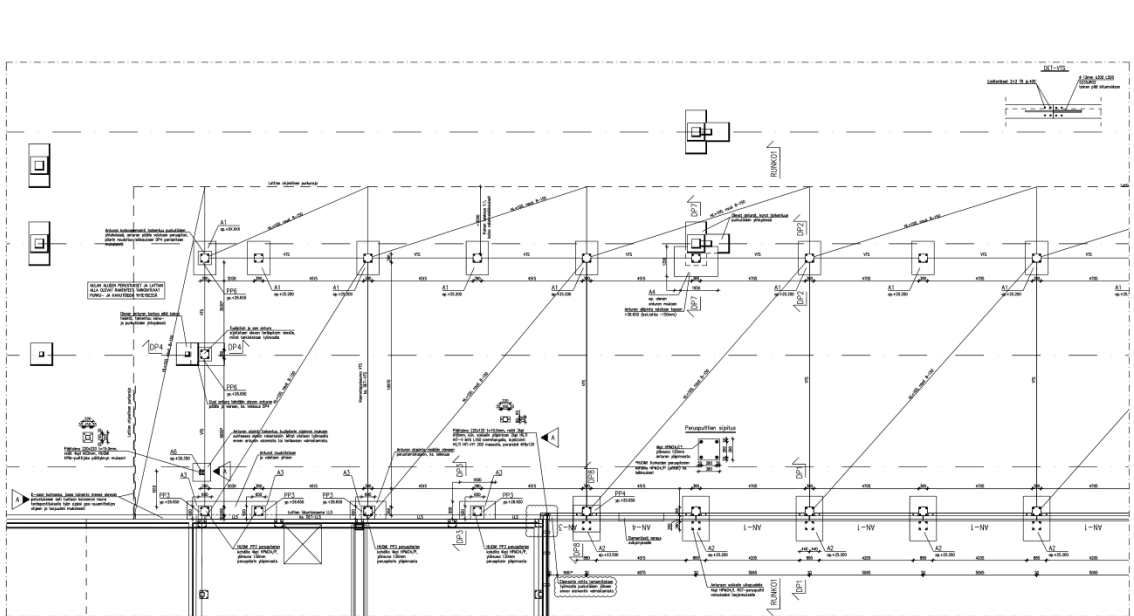
Kaikista laatuvaatimuksista täytyy löytyä dokumentaatiot laatukansiota varten. Jokaisesta työsuoritteesta ja käytetystä materiaalista siis tarvitaan todistus, että työsuorite on tehty vaaditulla tavalla ja että käytetty materiaali täyttää vaatimukset. (3, s. 1.)

3 TEHDASHALLIN LAAJENNUKSEN POHJARAKENNUSTYÖT

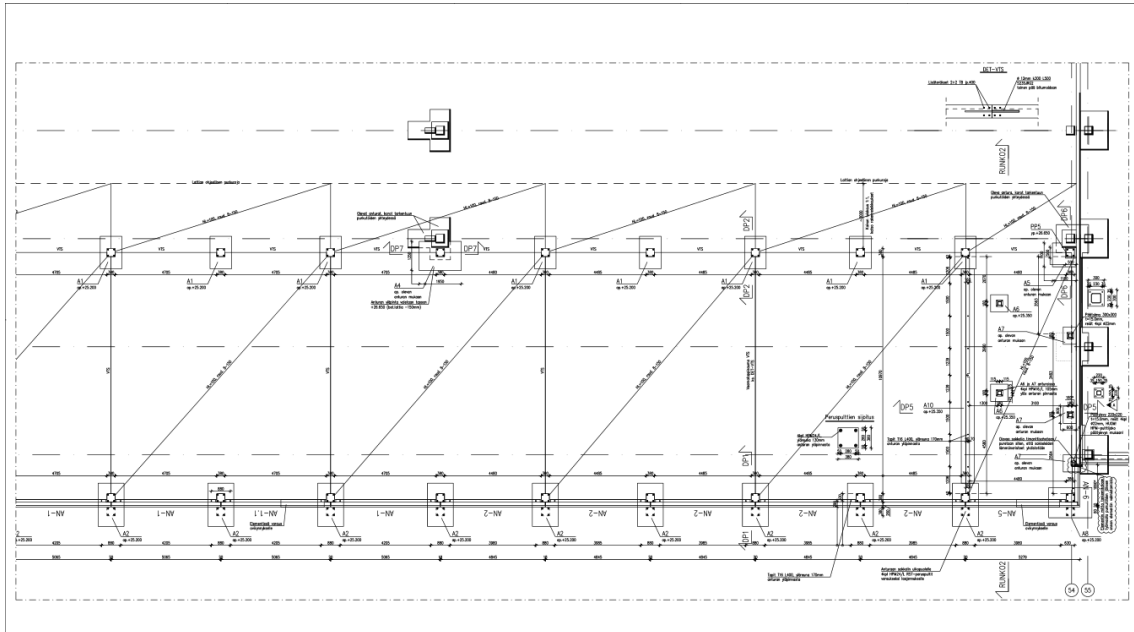
3.1 Projektin tiedot

Pohjarakennusurakka sijaitsee Oulun kaupungin Ruskon kaupunginosassa tehdasalueella. Urakkaan sisältyvät hallin laajennuksen alueelta poiskaivettavat maat, anturoiden alle tehtävät murskearinat sekä sisä- ja ulkotäytön hiekalla ja kapillaarisen katkon sepelillä. Laajennuksen ympäröivät hallit on rakennettu aiemmin, niistä osa puretaan laajennuksen tieltä pois.

Työalue oli varsin pieni eikä ylimääräistä tilaa ollut varsinkaan vanhojen hallien rajaamilla seinustoilla. Kuorma-autojen kulkureitit olivat myös ahtaat varsinkin kun käytössä olevat parkkipaikat olivat täynnä tehtaan työntekijöiden autoja. Kuvien 1 ja 2 pohjapiirroksista käy ilmi paikan ahtaus.



KUVA 1. Pohjapiirros osa A



KUVA 2. Pohjapiirros osa B

3.1.1 Rakennuttaja/tilaaja

Pohjarakennusurakan tilaajana toimii nimeltä mainitsematon yritys ja pääura-koitsija /rakennuttaja on IP-Heikkilä Oy. Pohjarakennusurakoitsijana toimii VRJ Pohjois-Suomi Oy.

3.1.2 Asiakirjat

Urakassa noudatetaan suunnitelma-asiakirjoja, työselostuksia ja Infra-RYL 2006 –säädöksiä. Urakkamuotona oli kokonaishintaurakka, jonka määrälaskennan toteuttivat tilaajan edustaja sekä VRJ:n tarjouslaskija. Seuraavassa on lueteltu urakkaan liittyvät asiakirjat:

- tarjous
- aikataulu
- aluesuunnitelma
- kaivantosuunnitelma
- laatusuunnitelma
- pohjatutkimus ja perustamistapaesitys
- rakennekuvat pohjakuvat

- turvallisuussuunnitelma.

3.1.3 Työmaa-alueen järjestelyt

Pääurakoitsija teki työmaalle aluesuunnitelman, jossa määritettiin taukotilojen sijainti. Suunnitelmasta löytyivät ensiapuvälineet, sammuttimet, jäteastiat, ves-sat ja työmaasähköt. Näiden lisäksi suunnitelmassa määrättiin maansiirtoauto-
jen kulkureitit työmaalle sekä työalueen rajat. Pääurakoitsija järjesti työmaan
taukotilat ja parkkipaikat työntekijöille. Työkaluille tuotiin oma kontti ja sille kat-
sottiin sopiva paikka yhdessä pääurakoitsijan kanssa. Aliurakoitsijana toiminut
Metsätyö Vikström kuljetti itse oman kaivinkoneensa työmaalle. Pääurakoitsija
aitasi työmaa-alueen ja huolehti kulkuluvat alueelle. Työmaan sisäiset aitaukset
esim. kaivantojen ympärille sovittiin pääurakoitsijan kanssa. Aluesuunnitelmasta
(kuva 3) ilmenevät autojen kulkureitit sekä taukotilojen ja työalueen sijainti.



KUVA 3. Pohjarakennusurakan aluesuunnitelma

3.1.4 Pohjaolosuhteet

Pohjatutkimukset ja perustamistapaesityksen oli tehnyt Geobotnia Oy. Pohjatut-
kimukseen sisältyi painokairaus viidessä pisteessä ja häiriintynyt näytteenotto

kahdesta pisteestä. Yhteensä näytteitä otettiin kahdeksasta pisteestä, joista kolmelle on tehty rakeisuuden määrittäminen ja loput on arvioitu silmämääräisesti. Kaikille näytteille on tehty vesipitoisuuden määrittäminen. (3, s. 2.)

Olemassa olevan rakennuksen lattiataso on vaaittu tutkimuksen yhteydessä. Tutkimuspisteiden sijainti on sidottu ETRS-GK26-koordinaattijärjestelmään ja N2000-korkeusjärjestelmään. (3, s. 2.)

Pohjamaan pinnassa on noin 2 metrin paksuudelta täytemaata, joka koostuu hiekasta ja moreenista. Täytemaan seasta löytyi myös styroxia. Pohjamaa täytemaan alla on tiivistä routivaa hiekkamoreenia. Pohjavedenpinnasta ei saatu havaintoa kairausten yhteydessä. Tämän tutkimuksen yhteydessä ei havaittu merkkejä maaperän pilaantuneisuudesta. (3, s. 4.)

3.1.5 Olemassa olevat rakenteet

Työmaa-alue sijaitsee uuden hallirakennuksen tieltä purettavan rakennuksen seinustalla. Vanhan hallin lattia, pilarit ja seinät rajasivat kaivualuetta kolmella sivulla. Näiden lisäksi vanhat anturat kaivettiin esiin, koska osa uusista anturoista rakennettiin niihin kiinni. Laajennuksen ulkosivustalla purettiin asfalttia parkkipaikoilta. Lisäksi olemassa olevien hallien sähkönsyöttökaapelit sijaitsivat kaivannon reunustalla sekä vanhoja käytöstä poistettuja kaapeleita oli kaivualueella. Poistettavia viemäreitä ja kaivoja oli jonkin verran kaivualueella. Yllätyksenä löytyi myös noin 20 metriä pitkä ponttiseinä olemassa olevan hallin kellarin seinustalla.

3.2 Pohjarakennusurakan rajaus

Pääurakoitsija vastasi vanhojen rakennusten purkamisesta kaivutöiden mahdollistamiseksi ja heidän tarjouspyynnön perusteella tehtyyn tarjoukseen kuuluivat vain laajennettavan hallin pohjarakennustyöt. Olemassa olevien rakenteiden suunnitelmat eivät täysin pitäneet paikkaansa ja osassa paikoista olikin maininta, että selviää kaivutöiden yhteydessä. Määrälaskennassa otettiin huomioon suunnitelmien pienet epävarmuudet. (4, s. 1.)

3.2.1 Pohjarakennusurakan sisältö

Pohjarakennusurakkaan kuului asfalttien poisto ja poiskuljetus, maankaivu ja maiden poiskuljetus, anturoiden alle tehtävien murskearinoiden täyttö ja tiivistys, sisä- ja ulkopuolen hiekkatäyttö ja tiivistys sekä kapillaarisen katkon rakentaminen lattiataason alapintaan. Anturoiden arinat tehtiin Vitsakankaan 0-32 #:n murskeella. Kapillaarisepele hankittiin Siikajoen betonitukulta, sillä sen laatuvaatimuksena ollut kapillaarinen nousukorkeus oli vain 20 senttimetriä, eikä muualta saanut vaatimuksia täyttävää materiaalia. (4, s. 1.)

3.2.2 Pohjarakennusurakkaan kuulumattomat lisätyöt

Kaivun edetessä paljastui, että viereisen hallin kellarinseinä oli valettu ponttiseinä vasten ja ponttiseinä oli jätetty osaksi rakennetta. Lisätöinä ponttiseinä purettiin polttoleikkaamalla ja putkiurakoitsijaa autettiin hallin viemäröinnin teossa kaivamalla putkilinjat täyttötöiden yhteydessä. Pääurakoitsija tilasi lisäksi parkkipaikkojen hulevesiviemärintilinjoiden uusimisen, hallin muuntajan pohjarakennustyöt sekä hallin ulkotäytön kantavan kerroksen ja asfaltoinnit.

3.3 Pohjarakennusurakan toteutus

Ennen varsinaisen työn aloittamista työpäällikkö antoi kaikki työmaahan liittyvät asiakirjat työnjohtajalle. Työpäällikön kanssa käytiin läpi urakan yksityiskohdat, aikataulut, käytettävät resurssit, riskit ja turvallisuuteen liittyvät yksityiskohdat. Kohteeseen liittyviä mahdollisia riskejä olivat sääolojen muutokset, rakennetut kaapelit ja viemäröinnit, kaivinkoneen rikkoutuminen ja varakoneen hankinta, kaivantojen turvallisuus, aikataulutukset muiden urakoitsijoiden kanssa, sekä ajoreittien esteettömyyden säilyminen.

Työmaata varten hankittiin tarvittavat työkalut ja koneet. Suunnitelmat täydennettiin omilla suunnitelmilla ja varmistettiin, että suunnitelmista on voimassaolevat revisiot. Urakkakohteeseen tutustuttiin paikan päällä ja samalla hankittiin kaikkien urakoitsijoiden yhteystiedot.

3.3.1 Pohjarakennusurakan maaleikkaus

Ennen kaivun aloittamista mittamiehen kanssa merkattiin maalaamalla asfaltin pintaan raja, josta asfaltti poistetaan ja joka oli myös kaivannon ulkoreuna. Tämän jälkeen voitiin aloittaa asfaltin poistaminen kaivinkoneella. Asfalttia leikattiin leikkurilla ja palaset nostettiin kauhalla kuorma-autoihin, jotka kuljettivat asfaltit Vitsakankaan läjitysalueelle. Autot pitivät kirjaa kuljettamisestaan kuormista. Työnjohtaja laski neliöinä, minkä verran asfalttia on kokonaisuudessaan poistettu. Asfaltin poiston jälkeen alettiin leikata pohjamaita.

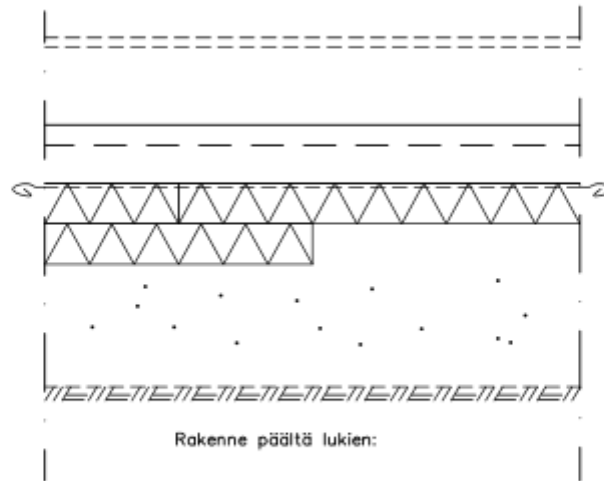
Pohjamaiden leikkuu tehtiin kahdessa osassa, jotta käynnissä olevat purkutyöt ehtivät valmistua tieltä pois. Leikkuu suoritettiin anturoiden alapinnan tasolle ja anturoiden alle kaivettiin murskearinoiden kuopat erikseen, jotta ylimääräisiä maita ei kaivettu turhaan pois. Kaivannon reunat luiskattiin kaivanto-ohjeen mukaisesti. Leikkauksen korkeustasot mitattiin tasolaserilla. Leikkuumaat nostettiin suoraan auton lavalle ja kuljetettiin Vitsakankaalle. Maamassoista pidettiin kirjaa samoin kuin asfaltin poistossa.

Leikkuun aikana ajossa oli kolme kuorma-autoa. Auton ajoaika oli noin 45 minuuttia, niin saatiin optimoitua kaivinkoneen työtahti autojen kanssa yhteen siten, etteivät odotusajat veny pitkiksi. Kaivannon kasvaessa huolehdittiin myös siitä, että autojen lastaaminen onnistuu kaivannon loppuun asti tekemällä ajo-
luiska murskeesta kaivannon pohjalle. Leikkuun pohjalta otettiin tarkepisteet tasolaserilla ja ne kirjattiin muistiin. Lopuksi tehtiin murskearinoiden kuopat ja aloitettiin murskeen ajaminen täyttötöitä varten paluukuormana Vitsakankaalta, jossa toimivat VRJ:n louhos ja kiviainesvarastot. Kuvasta 4 näkee kaivannon kokonaisuutta ja leikkuusyvyyttä sekä kuvasta 5 suunnitelman rakennekerrokset. (5, s. 1.)



KUVA 4. Hallin laajennuksen maaleikkaus käynnissä

Rakennetyypin kuvaus (piirros ja selostus) Mittakaava 1:10



Rakenne päältä lukien:

ASENNUSLATTIA ARK SUUNNITELMAN MUKAAN

100 mm

TERÄSBETONILAATTA, BY45, Luokka A-4-30
RAUDOITUS VERKKO 8-150 B500K
LAATTA JAETAAN VALURUUTUIHIN RAK. SUUNN. MUKAISESTI, SAUMAT
VAARNATAPPILIITOKSELLA ERILLISEN DETALJIN MUKAISESTI
VALURUUTUJEN YMPÄRI RENGASTERÄKSET 2 T10 j.p.500
BETONIMASSA MAHD. VÄHÄN KUTISTUVALLA MASSALLA,
MAX RAEKOKO #16

VALUSUOJA, MUOVIKUITUINEN SUODATINKANGAS

70+70 mm

LÄMMÖNERISTE EPS SUPER 200 LATTIA ($\lambda = 0,033$),
PITK. AIKAINEN PURISTUSLUJUUS $>60\text{kPa}$
70+70mm REUNA- JA 70mm KESKIALUEELLA
ERISTELEVYJEN SAUMAT ASENNETAAN ERI KOHDIN SITEN
ETTEI SYNNY RISTIKUVIOTA, ERISTEKERROSTEN SAUMAT
LIMITETÄÄN $>200\text{mm}$

$>300\text{ mm}$

TIIVISTETTY KAPILLAARISEN NOUSUN ESTÄVÄ KERROS
KARKEA HIEKKA, KAPILLAARISUUS $< 150\text{mm}$
TIIVEYS $>95\%$

PERUSMAA/TIIVISTETTY TÄYTTÖ

HUOM

LATTIALAATAN REUNOILLA, LATTIAN LÄPIVIENTIEN (ESIM. PILAREIDEN)
JA LIIKUNTA-SAUMOJEN KOHDILLA LIITOKSISSA AINA TIIVISTYSKAISTAT
TL2 KERMIKAISTAT, KS. RAKENNELEIKKAUKSET

TILOISSA SYNTYY PROSESSILÄMPÖÄ
u-arvo 0,20 W/m²K (1m reuna-alue)
u-arvo 0,19 W/m²K (keskialue)

KUVA 5. Hallin lattian rakennekerrosten rakennekuva

3.3.2 Pohjarakennusurakan täyttötöyt

Murskearinat tehtiin 40 cm syviin kuoppiin 0-32 #:n murskeesta. Murske tiivistettiin tärylevyllä noin neljä kertaa kahteen eri suuntaan eli kahdeksan kertaa kaiken kaikkiaan. Näin saavutettiin arinoille asetettu tiiveys ja kantavuusvaatimus, joka tarkastettiin mittamiehen tekemällä Loadman-kokeella yhdeksästä arinasta. Myös murskearinan pohja ja yläpinta mitattiin tasolaserilla ja merkittiin ylös laaduntarkkailua varten. Kun kokeesta saatiin hyväksytyt tulokset, loput murskearinat voitiin tehdä työtapatarkkailumenetelmällä, eli niiden kerrospaksuus ja tiivisytkerrat samalla periaatteella kuin hyväksytyjen arinoiden kohdalla.

Kun anturat oli valettu pääurakoitsijan toimesta, voitiin aloittaa sisäpuolen hiekkatäyttö anturapintaan asti. Elementtiasentajat asensivat pilarit, sokkelielementit ja anturoiden ja elementtien välit valettiin umpeen. Tämän jälkeen jatkettiin hiekkatäyttöä ylöspäin noin puolen metrin kerroksissa aina tiivistäen tärylevyllä noin kuusi kertaa kahteen suuntaan per kerros. Hiekkaa ajettiin kasettiautolla, joka kippasi kuorman aina kaivinkoneen viereen, jotta välttyttiin turhalta siirtämiseltä. Hiekan levityksessä kaivinkone käytti leveintä kauhaa, jotta levitystehokkuus oli mahdollisimman hyvä. Hiekkakerroksen pinnalta otettiin tarkepisteet ylös laatudokumentteja varten. Kuvassa 6 näkyy sisäpuolen hiekkatäyttöä.



KUVA 6. Hiekkatäyttö

Hiekan tiiveydet mitattiin muutamasta paikasta Troxler-tiiveysmittauksella, jonka jälkeen jatkettiin työtapatarkkailumenetelmällä. Täyttötöiden yhteydessä tehtiin viemäriinjoille urat ja putkimiehet asensivat putket uriin.

Kapillaarisepeli levitettiin ja tiivistettiin viimeisenä kerroksena pintaan. Kerroksen pinta tuli olla sentin tarkkuudella koko alueella, että lattiavalun paksuus säilyi koko lattian osalta tasaisena. Taulukossa 1 näkyvät kerrosten tiiveysvaatimukset. (5, s. 4.)

TAULUKKO 1. Tiiveysvaatimukset

Kerros	Tiiveysaste D_v, %
Perustusten alustäyttö	≥ 95
Seinän vierustäyttö	≥ 90
Putkikaivantojen täyttö liikennealueella	≥ 90

3.3.3 Pohjarakennusurakan ohessa tehdyt lisätyöt

Lisätyönä kohteessa tehtiin yllätyksenä löytyneen ponttiseinän purkaminen polttoleikkaamalla. Ponttiseinä purettiin noin 2 metrin korkuisissa osissa, jotta leikkaajalle ei tarvittu telineitä ja samalla osat säilyivät järkevän kokoisina siirtämistä varten.

Hallin ulkopuolen täyttöön tehtiin kantava kerros 0-63 #:n murskeesta ja profiointikerros 0-16 #:n sepelistä asfaltointia varten.

Erikseen tilattuna lisätyönä tehtiin parkkipaikkojen hulevesiviemärilinjojen uusiminen, johon kuului noin 120 metriä viemäriputkea ja 5 kaivoa. Tämän lisäksi tehtiin vielä toinen hulevesiviemärilinja, johon kuului noin 40 metriä putkea ja yksi kaivo sekä 3 rännikaivoa.

Hallia varten rakennettiin hallin viereen vielä erillinen muuntajarakennus, jolle rakennettiin pohjat murskeesta samalla tavalla kuten hallin anturoiden murskearinat sillä erotuksella, että arina tehtiin koko rakennuksen kokoisena. Kuvassa 7 on ponttiseinän polttoleikkuu käynnissä. (5, s. 8.)



KUVA 7. Ponttiseinän leikkausta

3.3.4 Pohjarakennusurakan loppuarviointi

Loppuarvioinnissa ensiksi tehtiin itselleluovutus, missä tarkistettiin, että kaikki työt oli tullut tehtyä urakka-asiakirjojen ja laatuvaatimusten vaatimalla tavalla ja korjattiin havaitut puutteet. Samalla varmistettiin, että kaikki työvaiheet työ- ja laatusuunnitelmineen ja laatudokumentit löytyivät laatukansiosta.

Kun kaikki oli tarkastettu ja laatukansio täytetty, luovutettiin kohde ja laatukansio tilaajalle tarkastettavaksi.

Loppuarviontina tehtiin vielä oman urakan arviointi. Siinä käytiin läpi, miten urakka onnistui taloudellisesti sekä miten oma työskentely vaikutti urakan onnistumiseen.

4 HAASTEET JA KEHITYSTARPEET

4.1 Työmaa-alue

Haasteita työmaa-alueessa aiheuttivat kaivannon reunoilla olevat rakenteet. Puretun hallin lattian leikkuurajan vieressä kaivettaessa lattian alta valui maita kaivantoon. Myös uusien anturoiden arinoiden tiivistyksen yhteydessä lattian alta valui maita pois. Vanhoja anturoita esiin kaivettaessa varottiin kolhimasta niitä kaivinkoneen kauhalla ja samoin olemassa olevan hallin seinän vieressä varottiin kolhimasta sitä ja sen perustuksia. Sähkönsyöttökaapelia varottiin kaivettaessa, koska se sijoittui aivan kaivannon reunalle. Toinen sähkökaapeli oli keskemällä kaivantoa, josta ei ollut varmuutta, oliko se vielä käytössä.

4.2 Töiden yhteensovittaminen

Aikataulut on määritelty jo pääurakoitsijan laatimassa perusaikataulussa, joten suuret muutokset niihin voivat olla haasteellisia. Maanleikkuutyöt tehtiin kahdessa osassa, jotta vielä kesken olevat purkutyöt ehtivät valmistua alta pois. Kun puolet leikkuusta oli tehty, tehtiin arinat anturoita varten, että talonrakentajat pääsivät tekemään anturoita mahdollisimman nopeasti. Samaan aikaan tehtiin toisen puolikkaan leikkuutöitä.

Elementtiasentajat laittoivat nosturilla pilarit ja sokkelit paikoilleen. Nosturin paikka hankaloitti kuorma-autojen kulkureittiä. Heidän kanssa sovittiin tiettyjen sokkeleiden myöhemmästä asentamisesta ja elementtien varastointipaikasta, jotta täyttötyöt pystyttiin suorittamaan koneella ja autojen kulkureitit säilyivät avoimina. Odottelua tuli väkisinkin, kun talonrakentajien oli valettava umpeen pilarien ja sokkeleiden välit ennen kuin täyttötöitä voitiin tehdä niitä vasten. Myös viemäriputkien asennusajat sovittiin hyvin etukäteen, ettei niiden asennusten vuoksi tarvinnut odotella täytön etenemistä. Ilmanvaihtokonehuoneen täyttöön jouduttiin hankkimaan pienempi kaivinkone, koska siihen asennettiin katto heti seinän asennuksen yhteydessä, joten käytössä oleva kaivinkone ei mahtunut enää sisään.

4.3 Sääolot

Työmaan aikana sää ei muodostunut ongelmaksi, sillä lähes koko ajan keli oli poutainen. Ainoina toimenpiteinä jouduttiin kastelemaan tiivistettäviä maita, vanhan lattian alusmaita ja autojen kulkureittejä pölyn sitomiseksi ja maiden valumisen vähentämiseksi. Ongelmaksi olisivat voineet muodostua kovat saateet, jotka olisivat aiheuttaneet tulvimista kaivannossa ja vesien pois pumppaamista sekä autojen kulkureittien kulumista eli niitä olisi joutunut korjaamaan useammin työmaan aikana. Vuodenaika vaikutti myös suurelta osin sääolojen vaikutukseen eli esimerkiksi talviaikaan työskennellessä lumi ja maiden jäätyminen aiheuttavat omat haasteensa.

Poikkeukselliset sääolosuhteet voivat aiheuttaa tarvetta aikataulujärjestelyihin myös hankkeen muissa työvaiheissa.

5 OPAS UUDELLE TYÖNJOHTAJALLE

Opinnäytetyössä laadittavan ohjeen tarkoituksena on helpottaa uuden työnjohtajan työtä talojen ja hallien pohjarakennusurakoissa. Muistilistasta on helppo tarkastaa, että kaikki asiat ovat varmasti tulleet huomioitua työn kaikissa vaiheissa. Lista on koottu kesällä 2018 toteutetun hallin pohjarakennusurakan aikana tehtyjä havaintoja, muistiinpanoja sekä työpäällikön antamia vinkkejä hyödyntäen.

5.1 Pohjarakennusurakan alkutoimet

Ennen töiden aloittamista urakka tulee suunnitella huolellisesti, sillä se toimii koko työskentelyn pohjana ja on erittäin tärkeää hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi. Aluksi suunnitellaan työn toteutusjärjestys, hankitaan työntekijät, tarvittavat koneet ja työkalut sekä tilataan mahdolliset pitkän toimitusajan materiaalit hyvissä ajoin etukäteen. Myös muiden materiaalien saatavuus varmistetaan. Resurssit varataan sen mukaisesti, että aikataulussa voidaan pysyä. Lisäksi tehdään oma laatusuunnitelma, jonka mukaan työvaiheet tehdään ja dokumentoidaan laatukansioon. Seuraavassa on työnjohtajalle muistilista alkutoimiin ennen työmaan aloittamista:

1. Tutustu huolellisesti seuraaviin urakan asiakirjoihin:
 - urakan sisältö
 - yhteystiedot kaikista toimijoista
 - hyväksytyt suunnitelmat (Varmista, että käytössäsi on viimeisin revisio)
 - urakassa liikuteltavat massamäärät
 - ajomatkat läjityspaikalle ja täyttömateriaalin hankintapaikalle
 - suunniteltu työjärjestys
 - aikatauluvaatimukset
 - riskianalyysi.
2. Ota yhteys tilaajan/pääurakoitsijan yhteyshenkilöihin ja tutustu kohteeseen seuraavasti:
 - yhteyshenkilöihin tutustuminen
 - urakka-alueeseen tutustuminen
 - kaluston kuljetus ja ajoreitit
 - työvaiheiden koordinointi kaikkien toimijoiden osalta.
3. Hanki tarvittavat luvat työtä varten:
 - ilmoitukset viranomaisille työn aloittamisesta
 - mahdolliset kaivuluvat
 - paalutustyön melu ja värinäilmoitukset, luvat työajoista.
4. Huolehdi tarvittavat materiaalit ja niiden säilytys:
 - tilaa tarvittavat materiaalit etukäteen ja sovi aikataulut toimittajien kanssa
 - varmista materiaaleille säilytystila urakka-alueelta.
5. Hanki työkoneet, työkalut ja henkilöstö:
 - tarvittavat työkoneet
 - työkalut
 - henkilöresurssit.
6. Tee sopimukset mahdollisten aliurakoitsijoiden kanssa:
 - sopimukset mahdollisten aliurakoitsijoiden kanssa
 - sopimukset aikatauluista.
7. Selvitä maakaapeleiden ja muiden laitteiden sijainnit:

- tilaa kaapelikartat
 - tilaa kaapelinäytöt.
8. Laadi mahdollinen liikenteenohjaussuunnitelma:
- tee liikenteenohjaussuunnitelma, jos tarpeellinen.
9. Tee omat suunnitelmat:
- laadunvalvonta
 - työturvallisuus
 - kaivanto
 - alue.
10. Hanki työmaakopit ja työkalukontit:
- kopit ja kontit
 - tarvittavat kalusteet
 - ensiapuvälineet
 - henkilökohtaiset suojavälineet
 - wc.
11. Perusta työmaa:
- sijoita kopit ja kontit aluesuunnitelman mukaisille paikoille
 - vesi ja sähkö
 - tuo kaikki tarvittavat koneet ja työkalut.
12. Tee työntekijöiden perehdytykset ja tarkista kortit ja varusteet:
- veronumerolliset henkilökortit
 - työturvakortit
 - vaadittavat muut kortit (tulityö, tieturva 1,ym.)
 - työvaatteet ja suojaimet
 - työmaakierros
 - perehdytyslomakkeet laatukansioon.
13. Tee työkoneiden tarkastukset:
- täytä tarkastuslomakkeet ja liitä laatukansioon.

5.2 Pohjarakennusurakan toteuttaminen

Työturvallisuus on kaikkein tärkein seurattava asia työmaan aikana. Lisäksi kannattaa pitää myös tarkkaa päiväkirjaa tehdyistä töistä, käytetyistä resursseista ja kaikista työmaahan liittyvistä muutoksista ja työmaakokouksissa päätehtävistä asioista. Seuraavaan on listattu kaikki työmaan toteutuksen aikana muistettavat asiat:

1. Tee MVR-mittaukset:
 - viikottainen MVR-mittaus.
2. Huomioi työturvallisuusriskit:
 - huomauta kaikista puutteista
 - varoita riskialttiista työvaiheista
 - tarvittaessa poista jatkuvasti rikkeitä aiheuttavat työntekijät.
3. Tee huolellinen laadunvarmistus:
 - tarkemittaukset leikkauspohjasta, anturoiden pohjista ja rakennekerrosten pinnoista
 - kantavuusmittaukset anturoiden arinoista
 - tiiveysmittaukset sisätäytön hiekasta.
4. Täytä päivittäin työmaapäiväkirja, joka sisältää seuraavat asiat:
 - työsuoritteet ja työmäärät
 - kalusto
 - sääolot
 - poikkeamat
 - työmaakokoukset.
5. Pidä laatukansio ajantasalla:
 - laatusuunnitelmat
 - perehdyttämislomakkeet
 - vastaanottotarkastuslomakkeet työkoneille
 - mittauspöytäkirjat tarkkeista ja laadusta
 - CE-todistukset rakennusmateriaaleista ja rakeisuuskäyrät
 - tiiveys- ja kantavuusmittaukset
 - työmaapäiväkirjat

- MVR-mittaukset
 - päällysteiden kelpoisuustodistukset
 - lisä- muutostöiden dokumentit
 - viemäriinjojen laatudokumentit ja kaivokortit.
6. Tarkasta työmaan opasteet ja suojaukset:
- suojausten päivittäinen tarkastus
 - liikenteenohjauksen tarkastus.
7. Tiedota lähiasukkaille työmaan vaikutuksista:
- työmaan aiheuttamat haitat
 - liikennejärjestelyt
 - vesihuollon ja sähköverkon katkokset
 - melu
 - tärinä.
8. Muista valokuvata säännöllisesti:
- läheisyydessä olevat rakenteet
 - vesihuollon ja sähköverkon linjat
 - liikennejärjestelyt
 - työvaiheet.
9. Huolehdi työmaan siisteydestä ja järjestyksestä:
- työmaa yleisesti
 - jätelavat
 - kopit, kontit ja saniteettitilat
 - pölynsidonta
 - liukkaudentorjunta.

5.3 Pohjarakennusurakan lopputoimet

Kun työmaa on valmistunut, tilaajan kanssa käydään läpi, että kaikki työt, lisä- ja korjaustyöt on tehty ennen kuin työkoneet viedään pois työmaalta. Tämän jälkeen tehdään tarkka itselle luovutus, jolloin käydään tarkasti läpi kaikki rakenteet ja rakennetut laitteet. Lopputoimien muistilista on siis seuraava:

1. Tee itselle luovutus.

2. Viimeistele laatukansio.
3. Tee loppukatselmus ja palauta laatukansio.

6 JOHTOPÄTÖKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli käydä läpi ison talonrakennushankkeen pohjarakennusurakka ja laatia opas uudelle työnjohtajalle vastaaviin urakoihin.

Työ on toteutettu omien kokemusten pohjalta hallin pohjarakennusurakan työnjohtamisesta kesällä 2018, minkä vuoksi ulkopuolisten lähteiden käyttö on vähäistä. Materiaalia kerättiin koko työmaan kaikissa vaiheissa ja kaikkia työmaahan liittyviä asiakirjoja on käytetty tämän opinnäytetyön teossa, joista tärkeimmät liitettiin osaksi työtä.

Työssä laadittiin pohjarakennusurakkaa varten kattava muistilista, josta löytyvät kaikki tärkeimmät vaiheet ja muistettavat asiat ja joka toimii käteväenä apuna uudelle työnjohtajalle vastaavissa kohteissa. Listasta on helppo tarkistaa kaikissa urakan vaiheissa, että kaikki tarvittavat toimenpiteet ja asiakirjat on tullut tehtyä. Lista toimii hyvänä tukena työpäälliköiden ja vanhempien kollegoiden antamille vinkeille ja on huomattavasti selkeämpi ja kattavampi kuin suullisesti annettava ohjeistus.

LÄHTEET

1. Erho, Jarmo 2018. Infrarakennushankkeen rakennuttaminen. Infrarakentaminen yhteiskunnassa. Kurssimateriaali. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu.
2. Röpelin, Jyrki 2012. Pohjarakennuksen perusteet. Kurssimateriaali. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu. Saatavissa:
<http://www.oamk.fi/~jyrkir/l%25uenn0t0809%25/pohjarakennus/POHPEALKU.doc>. Hakupäivä 12.3.2019.
3. Sutela, Pauliina-Nuutilainen, Olli 2017. E2E Radio Cloud Phase 2. Pohjatutkimus ja perustamistapaesitys 9.10.2017. Urakka-asiakirja. Oulu: Geobotnia Oy.
4. Tehdashallin laajennuksen pohjarakennustyöt tarjous. 11.4.2018. Laatija VRJ Pohjois-Suomi Oy. Tilaaja IP-Heikkilä Oy.
5. Hyttinen, Perttu 2018. Työmaapäiväkirja 22.8.2018. Urakka-asiakirja. Oulu: Vrij-Pohjois-Suomi Oy.

LIITTEET

Liite 1 Työmaan perehdyttämislomake

Liite 2 Työmaan turvallisuusmittari (MVR-mittari)

Liite 3 Kaivantosunnitelma

Liite 4 Työmaapäiväkirja

Liite 5 0-32#:n murskeen kelpoisuustodistus

Liite 6 Pudotuspainolaitteen mittaustulos

MVR - mittari

Päivämäärä: _____

Yritys: VRJ Pohjois-Suomi Oy

Työmaa: _____

Mittaaja: _____

MITTAUSKOHDE	OIKEIN	YHT.	VÄÄRIN	YHT.
TYÖSKENTELY JA KONEENKÄYTTÖ ▪ suojainten käyttö ja riskinotto				
KALUSTO ▪ työkoneet ja nostokalusto ▪ pienkalusto ▪ sähköistys ▪ valaistus				
SUOJAUKSET JA VAROALUEET ▪ putoamissuojaus ▪ sortumavaara ▪ koneiden varoalueet				
AJO- KULKUVÄYLÄT ▪ ulkopuolinen liikenne ja jalankulku ▪ työmaatiet ▪ kulkutiet				
JÄRJESTYS JA VARASTOINTI ▪ yleisjärjestys ▪ jätteastiat ▪ vaarallisten aineiden varastointi				
	OIKEIN YHTEENSÄ :		VÄÄRIN YHTEENSÄ :	

MVR TASO	$\frac{\text{(oikein kpl)}}{\text{(oikien kpl + väärin kpl)}} \times 100$	$\text{—————} \times 100 =$	%
-----------------	---	-----------------------------	---

KORJATTAVAA	VASTUUHENKILÖ	KORJATTU PVM

 TYÖANTAJAN EDUSTAJA


 TYÖNTEKIJÖIDEN EDUSTAJA





Työmaapäiväkirja
VRJ Pohjois-Suomi Oy

Projekti / urakka / työnnumero 1106					
Nokia Rusko, Oulu, E2E Radio Cloud Phase 2 Maanrakennustyöt					
Vastaava työnjohtaja Perttu Hyttinen					
Päivä	Työvuoro	Torstai	23.8.2018	Vko 34	Sivu n:o 49
Sää ja olosuhteet	Lämpötila _____ klo 7:00 _____				
	kirkasta	pilvistä	tuulista	lumisadetta	
	puolipilvistä	tyyntä	vesisadetta	räntäsade	
Työvoima	Henkilöstö		Koneet		
	Tekniset henkilöt Mittamiehet Ammattimiehet Apumiehet Aliurakoitsijat		KKHP KKHT K-auto Kasettiauto Pyöräkuormaaja Tärylevy		Täryjyvä
Töiden kulku - aloitukset - lopetukset - lisä- ja muutostyöt - lehdyt työmäärät - keskeytykset - häiriöt					
Polkkeamat suunnitelmista					
Lisä- ja muutostyö tarjoukset					
Valvojan ohjeet ja määräykset					
Huomautukset - urakoitsijalle - allurakoitsijalle					
Tarkastukset Katselmukset Kokoukset	Työmaakokous nro 6.				
Allekirjoitukset - nimen selvennykset	Urakoitsijan edustaja		Rakennuttajan edustaja		
	Perttu Hyttinen		Aaro Kemppainen		

 0416															
VRJ Pohjois-Suomi Oy Pikkukiventie 6, 90620 OULU 14 CPD-7276-01															
EN 13242 Maa- ja vesirakentamisessa ja tierakenteissa käytettävät sitomattomat ja hydraulisesti sidotut kiviainekset Vasikkasuo KaM 0/32 Kiviaines kantaviin kerrokseen															
Raekoko rakeisuusluokka	0/32 G _A 85														
Tyyppirakeisuus ja tyyppirakeisuuden poikkeamaluokka	GT _A 20 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Seula</th> <th>Läpäisy</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16 mm</td> <td>64 %</td> </tr> <tr> <td>8 mm</td> <td>41 %</td> </tr> <tr> <td>4 mm</td> <td>26%</td> </tr> <tr> <td>2 mm</td> <td>19 %</td> </tr> <tr> <td>1 mm</td> <td>14 %</td> </tr> <tr> <td>0,5 mm</td> <td>11 %</td> </tr> </tbody> </table>	Seula	Läpäisy	16 mm	64 %	8 mm	41 %	4 mm	26%	2 mm	19 %	1 mm	14 %	0,5 mm	11 %
Seula	Läpäisy														
16 mm	64 %														
8 mm	41 %														
4 mm	26%														
2 mm	19 %														
1 mm	14 %														
0,5 mm	11 %														
Raemuoto	FI ₃₅														
Hienoaineksen määrä	f ₇														
Kiintotiheys	2,76 Mg/m ³														
Vedenimeytyminen	0,7 %														
Murtopintaisten rakeiden osuus	C _{100/0}														
Iskunkestävyys	LA ₂₅														
Kokonaisrikki	NPD														
Koostumus	Kiilleliuske														
Jäädytys-sulatuskestävyys	< 1%														

	Pikkukiventie 6 90620, Oulu	etunimi.sukunimi@vrj.fi
---	--------------------------------	--

LOADMAN PUDOTUSPAINOLAITTEEN MITTAUSTULOSTEN YHTEENVETO

Työkohde	Nokian tehtaan C-osa perustukset Anturoiden pohjat	Tallennro kohteella
----------	---	------------------------

Tutkittava rakenne	Murskearina 1	Tutk. pvm.	27.6.2018
		Mittauksen suorittaja	Marko Sarajärvi
Rakennemateriaali	KaM 0-32		Maanmittausinsinööri
Laatuvaatimukset	Tiiveys E2/E1 <2,2	Kantavuus E	Mpa
Mittauspaikka	PL arina	Pohjamaa/alusrakenne	Täyttö
	Pohjalevy 132 mm <input checked="" type="checkbox"/> 300 mm <input type="checkbox"/>		
Mittaus nro	E Mpa	E2/E1	Mittauspaikan tiivistysmenetelmä
1	63	0,00	Tärylevy ajokerrat 8
2	95	1,52	
3	102	1,64	
4	103	1,66	
5	105	1,68	
6			
7			
8			
MITTAUKSEN TULOS			
		E-moduli	101 MPa
		Tiiveys E2/E1	1,61
Huomautukset/loppupäätelmä: Tiiveysaste määrittely yli 97%			
Al-engineering vertailutaulukosta määritetty laskennallinen vertailu arvo Proctor/troxler tuloksille			

Tutkittava rakenne	Murskearina 2	Tutk. pvm.	27.6.2018
		Mittauksen suorittaja	Marko Sarajärvi
Rakennemateriaali	KaM 0-32		Maanmittausinsinööri
Laatuvaatimukset	Tiiveys E2/E1 <2,2	Kantavuus E	Mpa
Mittauspaikka	PL arina	Pohjamaa/alusrakenne	Täyttö
	Pohjalevy 132 mm <input checked="" type="checkbox"/> 300 mm <input type="checkbox"/>		
Mittaus nro	E Mpa	E2/E1	Mittauspaikan tiivistysmenetelmä
1	61	0,00	Tärylevy ajokerrat 8
2	98	1,61	
3	104	1,69	
4	118	1,92	
5	119	1,95	
6	123	2,01	
7			
8			
MITTAUKSEN TULOS			
		E-moduli	112 MPa
		Tiiveys E2/E1	1,84
Huomautukset/loppupäätelmä: Tiiveysaste määrittely yli 97%			
Al-engineering vertailutaulukosta määritetty laskennallinen vertailu arvo Proctor/troxler tuloksille			

