

KEHITTÄMISIDEOITA MAANMITTAUSALAN
LAITTEISIIN JA SOVELLUKSIIN

Kemppainen Iiro

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

| | | | |
|--------------------------------|---|-------|------|
| Tekijä | liro Kemppainen | Vuosi | 2018 |
| Ohjaaja(t) | Jaakko Lampinen | | |
| Toimeksiantaja | Maarakennus Kamara Oy | | |
| Työn nimi | Kehittämideoita maanmittausalan laitteisiin ja sovelluksiin | | |
| Sivu- ja liitesivumäärä | 28 + 2 | | |

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli pohtia, kuinka voisi kehittää maanmittausalan eri sovelluksia ja laitteita. Kehittämällä kaikkia osa-alueita nykyaikaisemmaksi on maanmittaajan helpompi, yksinkertaisempi ja nopeampi tehdä omat työnsä. Tavoitteena oli löytää mahdollisimman paljon heikkouksia sekä epäkohtia, mitkä ovat korjattavissa.

Opinnäytetyössäni kävin läpi takymetrin, satelliittipaikantimen, koneohjausjärjestelmän, 3D-Winin sekä käytössämme olevan laadunvalvontakansion. Työssäni perehdyin laajasti kaikkiin eri osa-alueisiin ja jokaiseen aiheeseen löytyi parannusehdotuksia.

Toteutin opinnäytetyöni itseopiskelemalla käytännössä, maanmittausalan ammattilaisten kanssa sekä olemalla paljon yhteydessä laitteita käyttäviin maarakennusalan ammattilaisiin meidän työmaalla. He osasivat kertoa suoraan oman näkemykseni lisäksi, kuinka käytettäviä laitteita tulisi kehittää.

Avainsanat maanmittaus, takymetri, satelliittipaikannin, koneohjausjärjestelmä, laadunvalvontakansio

Technology, Communication and Transport
Degree Programme in Land Surveying
Bachelor of Engineering

| | | | |
|--------------------------|---|------|------|
| Author | Iiro Kemppainen | Year | 2018 |
| Supervisor | Jaakko Lampinen | | |
| Commissioned by | Maarakennus Kamara Oy | | |
| Subject of thesis | Development Ideas for Devices and Applications in Land Surveying Technology | | |
| Number of pages | 28 + 2 | | |

The subject of this thesis was to develop ideas for the devices and the applications for land surveying technology. The land surveyors' work will be easier when the equipment is developed and modernized. The objective was to as many weaknesses and defects as possible that can be corrected.

The tacheometer, the satellite positioning system, the machine control system, 3D-Win and the quality control folder were studied in this thesis. The subject was studied extensively and improvement suggestions were found.

The thesis was done by studying in practice both independently and with professionals in land surveying. In addition, the earth construction professionals that use the equipment were contacted at the site.

Key words land surveying, tacheometer, satellite positioning device, machine control system, quality controlling folder

SISÄLLYS

| | |
|---|----|
| 1 JOHDANTO | 8 |
| 2 TAKYMETRI | 10 |
| 2.1 Yleistä | 10 |
| 2.2 Takymetrin kehittäminen | 11 |
| 2.2.1 Prisman havaitseminen | 11 |
| 2.2.2 Maastomallin muodostaminen | 12 |
| 3 SATELLIITTIPAIKANNUSJÄRJESTELMÄ | 13 |
| 3.1 Yleistä | 13 |
| 3.2 Satelliittipaikannusjärjestelmän kehittäminen | 14 |
| 3.2.1 Maastomallin muodostaminen | 14 |
| 3.2.2 Tiedonsiirto | 14 |
| 4 KONEOHJAUSJÄRJESTELMÄ | 16 |
| 4.1 Yleistä | 16 |
| 4.2 Koneohjausjärjestelmän kehittäminen | 17 |
| 4.2.1 C-mitta | 18 |
| 4.2.2 Janan muodostaminen | 19 |
| 5 3D-WIN | 20 |
| 5.1 Yleistä | 20 |
| 5.2 3D-Win sovelluksen kehittäminen | 21 |
| 5.2.1 Eromitat | 21 |
| 5.2.2 3D-system Forum | 22 |
| 6 LAADUNVALVONTAKANSIO | 24 |
| 6.1 Yleistä | 24 |
| 6.2 Laadunvalvontakansio käytännössä | 24 |
| 6.3 Laadunvalvontakansion kehittäminen | 25 |
| 6.3.1 Sähköinen laadunvalvontajärjestelmä | 26 |
| 7 JOHTOPÄÄTÖKSET | 27 |
| LÄHTEET | 28 |
| LIITTEET | 29 |

ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyön ohjaamiseen kovasti paneutuneita työnjohtajia Petri Falckia ja Marko Dahlgrenia sekä mittausmiestä Sakari Paakkolaa Maarakennus Kamarasta. Ilman heitä en olisi onnistunut tässä työssä. Kiitän myös Kimmo Kvistiä, joka oli Maarakennus Kamaralla kesällä 2017 työnjohtajana ja pohdimme yhdessä lähestulkoon päivittäin, millaiset opinnäytetyöt tulemme tekemään.

Lisäksi olin tekemisissä lukuisan määrän Maarakennus Kamaran eri työntekijöiden kanssa, joilla oli erilaisia näkemyksiä, kuinka haluaisivat asioiden kehittyvän ja menevän eteenpäin tulevaisuudessa.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

| | |
|------------|--|
| 3D-Win | 3D-system Oy:n tietokone-ohjelmisto. |
| ELY-keskus | Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. |
| GNSS | Lyhenne sanoista: Global Navigate Satellite System. Maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä, joka koostuu mm. GPS-, Glonass- ja Galileo-satelliiteista (Laurila 2012). |
| Gon | Gooni, kulman mittausyksikkö. Mittausasteikko 0-400gon (0,9 astetta= 1 gooni). |
| GPS | Lyhenne sanoista: Global Positioning System. Yhdysvaltain puolustusministeriön kehittämä satelliittipaikannusjärjestelmä. |
| Leica | Suomalainen mittauslaite sekä koneohjausjärjestelmä laitevalmistaja. |
| Mittalinja | Pituussuunnassa rakenteen keskellä kulkeva jana. |
| Novatron | Suomalainen mittauslaite sekä koneohjausjärjestelmälaitevalmistaja. |
| RTK | Real Time Kinematic. Satelliittimittausmetodi, jolla saavutetaan lähes reaaliaikaisesti senttimetriluokan mitaustarkkuus. (Laurila 2012.) |
| Takymetri | Kulmien ja etäisyyksien elektroninen mittauskoje. |

| | |
|------------------|---|
| WYSIWYG | Lyhenne sanoista: What You See Is What You Get. Viittaa ohjelmistoihin, joissa näkee lopputuloksen jo muokausvaiheessa. |
| Ympäristörakenne | Luvanvarainen rakenne jonka toimintaa valvoo ELY-keskus. |

1 JOHDANTO

Maanmittausalalla on nykypäivänä käytössä monenlaisia eri laitteita sekä sovelluksia. Niitä käyttämällä töiden teko on helpottunut ja nopeutunut huomattavasti viime vuosituhannesta, jolloin käytössä oli esimerkiksi teodoliitti. Maarakennus Kamaralla työskennellessäni olen oppinut käyttämään tässä opinnäytetyössäni käsiteltäviä laitteita sekä sovelluksia laajasti ja monipuolisesti. Tämä edesauttaa itsenäistä työskentelyä, kun tietää, kuinka kutakin laitetta käytetään oikeaoppisesti.

Opinnäytetyön aiheen päätimme keskustelussa työmaan johtohenkilöstön kanssa. Aihe tuli yhteisymmärryksessä kaikkien osapuolien kesken ja oma haluni kehittää itseäni maanmittaajana vaikutti tähän suuresti. Kun on perillä laitteista ja sovelluksista, mitä käyttää työssä, pystyy työskentelemään ammattitaitoisesti. Opinnäytetyöni tavoitteena onkin perehtyä laajasti kaikkiin mittausrakenteisiin ja –sovelluksiin, joita firmassamme käytetään. Toivon, että opinnäytetyötäni pystytään hyödyntämään laitteiden ja sovellusten kehittämisessä tulevaisuudessa.

Suoritin opinnäytetyöni suurimmaksi osaksi itseopiskelemalla työelämässä. Myös muilta maanmittaajilta saama tieto ohjasi minua oikeaan suuntaan työni edetessä. Opinnäytetyössäni pyrin selittämään asiat mahdollisimman yksinkertaisesti ja selvästi, jotta lukija saa tarkan kuvan siitä, mitä haen takaa.

Takymetri ja satelliittipaikannin ovat nykypäivänä mittaustyöntekijöiden laajassa käytössä maastotoissa. Takymetrillä saa paikannettua sijainnin millimetrin tarkkuudella tarvittavaan kohteeseen ja on välttämätön monissa eri rakennushankkeissa. Satelliittipaikanninta puolestaan käytetään kohteissa, joissa ei ole välttämätöntä päästä millimetrin tarkkuuteen vaan senttimetrit riittävät.

Koneohjausjärjestelmä on yleistynyt laajasti 2000-luvulla maanrakennusalalla. Tällöin mittaushenkilöltä jää vanhan ajan tikkujen pystyttäminen maastoon paljon

vähemmälle. GNSS-satelliittipaikannusjärjestelmän kautta toimiva koneohjaus näyttää reaaliajassa kaivinkonekuskille, missä hänen kauhansa sijaitsee.

3D-Win tietokoneohjelmistoon puolestaan olen perehtynyt jo koulussa, mutta tähänkin olen saanut erittäin paljon lisää oppia työelämässä. Käytimme työssä oloaikana päivittäin kyseistä ohjelmistoa mm. pisteiden editointiin, koneohjausmallien rakentamiseen ja kuvien tekemiseen.

Laadunvalvontakansioon työmaalla dokumentoidaan kaikki tarvittavat asiat, mitkä laadunvalvontataulukosta ilmenee. Kun kansio on toimiva, jota pidetään ajan tasalla, työmaa pysyy hyvin kontrollissa. Ilman kyseistä kansiota ei rakenneta mitään ympäristörakennetta.

2 TAKYMETRI

2.1 Yleistä

Takymetri on ensisijaisesti kulman- ja etäisyydenmittauskoje, mutta tietoteknisenä laitteena sillä voidaan tehdä erittäin monipuolisia mittauksia. Se on satelliittimittauksen kojeiden ohella tärkein mittaus- ja kartoitustekniikassa nykyisin käytettävistä kojeista. Takymetri on mittaajan yleistyökalu. (Laurila 2012, 237.)

Takymetri on kehittynyt teodoliitista, jota sen perusrakenne kaukoputkineen ja lukemakehineen edelleen vastaa. Perinteiseen, pelkkiä kulmia mittaavaan teodoliittiin on lisätty aluksi elektro-optinen etäisyysmittari, joka myöhemmin on sulautunut kojeen sisälle osaksi sen koneistoa. Takymetri mittauksen kulmayksikkönä käytetään uusastejaon mukaista kulmayksikköä (gon). Takymetrillä mitataan kartoitettavalle tai maastoon merkittävälle pisteelle vinoetäisyys sekä vaaka- ja pystykulmat kojeeseen nähden. Näistä mitatuista tiedoista kojeessa olevalla ohjelmistolla saadaan laskettua esimerkiksi vaakaetäisyys kojeesta mittauspisteeseen, korkeusero kojeen ja pisteen välillä sekä suorakulmaiset koordinaatit halutuissa koordinaatistoissa. (Koikkalainen 2012, 8.)

Kesän aikana työmaalla toimin pelkästään mittamiehenä, mutta kuitenkin takymetriä tuli käytettyä vain kolmessa eri projektissa: autovaakojen katoksien perustusten rakentaminen, rikasteen kuljettimen alle ajotunnelin perustusten rakentaminen sekä varaston laajennuksen perustusten mittaus (Kuvio 1).

Takymetrin perusteet opin koulussa ja täten pystyin yksin työskentelemään sillä. Kuitenkaan vähäisen työkokemuksen myötä en ole vielä ammattilainen takymetrin käytössä ja minun tulee käyttää kyseistä laitetta vielä satoja tunteja, ennen kuin olen sinut sen kanssa.



Kuvio 1. Takymetri 2018

2.2 Takymetrin kehittäminen

Kesän aikana käytössäni oleva takymetri on Leica TCRP1205+. Olen ollut yhteydessä työkaveriini Sakari Paakkolaan, joka on myöskin mittaussmies Maarakennus Kamaralla, takymetrin kehitettävistä kohteista.

2.2.1 Prisman havaitseminen

Suurimmaksi haasteeksi takymetri mittauksissa meille osoittautuikin prisman etsiminen takymetrillä. Tarkkojen pulttiryhmiä merkkaukseen tapahtuu pienellä prismalla (Kuvio 2), jota takymetri ei havaitse helposti. Erittäin usein takymetri ottaa kiinni myös vaatteissa oleviin heijastimiin. Näemme asiassa oivan kehittämisen kohteen, joka nopeuttaisi huomattavasti takymetri mittauksia. Isomman prisman takymetri löytää hyvin, eikä sen kanssa ole ongelmia.



Kuvio 2. Leica 360° Mini Prisma (Surveyequipment)

2.2.2 Maastomallin muodostaminen

Takymetrissä olisi kehitettävää mielestäni myös pisteiden muodostamisesta maastomalliksi. Kun pisteet on kartoitettu, joutuu tiedoston käyttämään tietokoneella ja tällä tavoin muodostaa siitä mallin. Olisi paljon nopeampi työskennellä, kun heti kartoittamisen jälkeen pisteistä saisi muodostettu maastomallin takymetrillä.

3 SATELLIITTIPAIKANNUSJÄRJESTELMÄ

3.1 Yleistä

Satelliittijärjestelmiä on kolme: yhdysvaltalainen GPS, venäläinen GLONAS ja eurooppalainen Galileo. Näiden kaikkien satelliittijärjestelmien kokonaisuutta kutsutaan GNSS-järjestelmäksi. (Pelimanni 2014, 14.)

Useimmille ihmisille satelliittipaikannus tarkoittaa GPS-paikannusta. Amerikkalainen GPS-paikannusjärjestelmä (Global Positioning System) mahdollistaa maailmanlaajuisen, reaaliaikaisen paikantamisen milloin tahansa sääolosuhteista riippumatta. GPS-paikannuksen tekniikka on kohtuullisen edullista ja helppokäyttöistä. Ennen satelliittipaikannuksen kaltaista tekniikkaa aito globaali eli maailmanlaajuinen paikantaminen perustui tähtien suunnan ja havaintohetken ajan mittaukseen. (Laurila 2017, 280.)

Satelliittipaikannus perustuu maata kiertävien satelliittien lähettämän signaalin vastaanottamiseen sekä signaalin satelliitilta vastaanottimelle kuluvan ajan laskentaan. Signaalia vastaanottava satelliittipaikannin määrittää sijaintinsa vastaanotetun datan avulla. Vastaanotettavaan dataan kuuluu muun muassa satelliiteilta vastaanottimeen kulunut aika, satelliitin vastaanottimelle lähettämä kellokorjaustieto sekä tietoja ilmakehän vaikutuksesta signaalin kulkuun. (Hiltunen & Koponen 2016, 10.)

Käytämme kaivoksella päivittäin satelliittipaikanninta (Kuvio 3) kartoittaessamme maaston kohteita sekä merkatessa paikkoja. Tällä menetelmällä mittaaminen on paljon nopeampaa ja helpompaa kohteiden suurien etäisyyksien takia, kun ei tarvitse orientoida ja kantaa takymetriä vähän väliä. Kaivoksella rikastehiekka-altaan patojen korottamista on oltava tarkepisteet jokaisesta eri rakennekerroksesta laadunvalvonta kriteerien mukaisesti. Yleistäen tämä tarkoittaa mittalinjalla 20 metrin välein, sekä lisäksi jokaisesta taitekohdasta. Tällöin poikkileikkauksen piirtäminen 3D-Win:illä valmiista ympäristörakenteesta onnistuu kätevästi.



Kuvio 3. Satelliittipaikannin 2018

3.2 Satelliittipaikannusjärjestelmän kehittäminen

Kesän aikana käytössäni oli satelliittipaikannin Trimble R8. Tallentimena kyseisen laitteen tukea oli Trimble TSC3.

3.2.1 Maastomallin muodostaminen

Satelliittipaikantimessa kehittämisen kohde on pisteiden muodostamissa malliksi. Nykypäivänä, kun pisteet on kartoitettu ne tulee siirtää muistitikun kautta tietokoneeseen, jossa pystyy muodostamaan koneohjausmallin, jonka jälkeen sen mallin voi siirtää taas muistitikulla tallentimeen. Tämä homma nopeutuisi huomattavasti, jos pisteistä saisi muodostettu mallin suoraan tallentimella.

3.2.2 Tiedonsiirto

Toinen kehitettävä kohde on tiedonsiirrossa. Tallentimeen yhteen työhön pystyy kartoittamaan rajattomasti pisteitä, mutta kun siirret tietoa muistitikulle tietyn rajan

ylittyessä tallennin herjaa, että muisti ei riitä kun haluat tiedon ulos gt-formaatissa. Tässä tapauksessa tallentimessa tulisi olla joku raja, mikä ilmoittaa milloin enimmäistieto määrä on saavutettu, jonka jälkeen pisteet tulisi kartoittaa uuteen työhön.

Kuitenkin olen saanut näissä tapauksissa pisteet ulos tekstimuodossa. Tämä tapa kuitenkin vaatii sitten tiedostomuodon muutosta, jotta kartoitetut pisteet näkee 3D-Winillä.

4 KONEOHJAUSJÄRJESTELMÄ

4.1 Yleistä

Kaivinkoneissa on nykyaikana yleistynyt käyttöön koneohjausjärjestelmä (Kuvio 4). Maarakennus Kamara Oy:llä on käytössä Leican ja Novatronin koneohjausjärjestelmiä.

Kaivinkoneen mittausjärjestelmä opastaa koneen kuljettajaa saavuttamaan tavoitetason nopeasti ja helposti. Kun työ saadaan koneohjausjärjestelmän avulla tehtyä kerralla oikein, säästetään aikaa, materiaaleja ja polttoainetta. Tuottavuuden kasvu näkyy työn kannattavuuden paranemisena, mikä mahdollistaa tiukemman urakkahinnoittelun ja kilpailukyvyyn paranemisen. (Novatron 2018b.)

3D-koneohjausta hyödyntämällä voidaan työskennellä ilman maastoon merkintää. Työmaakorko on aina tiedossa työkoneen kauhan huulilevyssä, eikä sihtilappujen tai lasereiden pystytystä tarvita. Kolmiulotteiset työsuunnitelmat ovat näkyvissä koneohjausjärjestelmän näyttöruudulla, mikä auttaa kuljettajaa suoriutumaan vaativimmistakin työkohteista vaivattomasti. (Novatron 2018b.)

Ylle viitatut asiat helpottavat huomattavasti nykypäivänä mittamiehen työtä. Ennen vanhaan esimerkiksi uuden tien rakentamisessa mittamies merkkasi maastoon kepeillä tai vastaavilla tien kantit. Nykypäivänä sen pystyy hoitamaan tietokoneella keilausaineistoja käyttäen ja siirtämällä mallin kaivinkoneeseen.

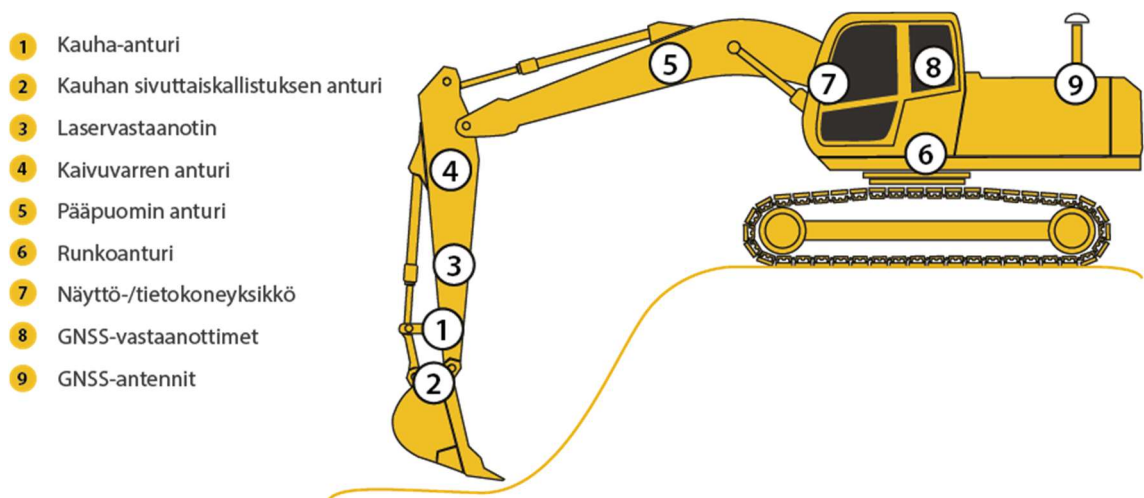
Kaivinkoneen 3D-koneohjaus perustuu RTK-GNSS -satelliittipaikannukseen. Tukiaseman tai verkkokorjauspalvelun tuottaman korjaussignaalin avulla työkoneen järjestelmällä saavutetaan senttimetriluokan tarkkuus. 3D-koneohjauksella työkoneesta itsestään tulee tarkka mittalaite. (Novatron 2018b.)

Nykypäivänä yleisimmin käytössä oleva koneohjauksen mittaustapa perustuu GNSS-RTK-mittaukseen. RTK-mittauksen periaatteena on paikanmäärittäminen kiinteän ja liikkuvan satelliittivastaanottimen välillä, jotka ovat yhteydessä

toisiinsa. Kiinteää satelliittivastaanotinta kutsutaan tukiasemaksi, joka on yleensä sijoitettu konttiin, jolloin sitä on tarvittaessa helppo siirrellä. (Kanniainen 2017,19.)

Yksi tukiasema voi tarjota korjausta usealle eri työkoneelle ja sen kantama vaihtelee yhdestä kilometristä kymmeneen kilometriin riippuen maastonmuodoista ja muista mahdollisista esteistä. RTK-menetelmää käyttäen koneohjausjärjestelmällä päästään paikannuksessa senttimetr tarkkuuteen. (Kanniainen 2017,19.)

Olemme tehneet oman muunnoksen Kevitsan kaivosalueelle käyttöön maastoon tunnettujen koordinaattipisteiden perusteella, joiden mukaan myöskin kaivinkoneiden kauhat sekä puskukoneiden puskulevyt on kalibroitu. Oma tukiasemamme lähettää ja vastaanottaa tietoa satelliittipaikantimista. Tukiaseman lähettämän korjaussignaalin avulla pääsemme vaadittavaan tarkkuuteen maanrakennustöissämme. Koneohjausjärjestelmän näyttöyksiköstä koneenkuljettaja näkee sijaintinsa ja vaadittavan rakenteen (Kuvio 5).



Kuvio 4. Koneohjausjärjestelmän komponentit (Novatron 2018a)

4.2 Koneohjausjärjestelmän kehittäminen

Kaivinkoneiden koneohjaus on kehittynyt ajan saatossa toimivaksi, mutta siinä on koko ajan kehitettävää, kun maailma menee eteenpäin. Toimin koko kesän

ajan töissä kaivoksella ja olen päivittäin tekemisissä noin kymmenen kaivinkoneenkuljettajan kanssa, jotka ovat erittäin ammattitaitoisia monien vuosikymmenien kokemuksella ja täten tietävät, mitä asioita tulisi kehittää. Meillä on myöskin töissä nuoria koneenkuljettajia, joista osa on vielä ammattikoulussa ja heitä opastamalla käyttämään mittauslaitteita olen oppinut koko ajan paremmin itsekin, miten nämä kyseiset laitteet toimivat.



Kuvio 5. Koneohjauksen näyttö 2018

4.2.1 C-mitta

Haluaisin saada kaivinkoneisiin tulevaisuudessa toimintamalleja 3D-Win sovelluksesta. Siinä on esimerkiksi toiminto C-mitta, joka tarkoittaa että kartoitetut pisteet, jotka on siirretty tietokoneelle tallentimelta näyttää lyhimmän etäisyyden malliin. Tämä toiminto tulisi saada myöskin kaivinkoneisiin, koska tällä hetkellä, kun he tekevät esimerkiksi vinoja luiskia heidän kerrospaksuus ei näy oikein vaan heillä näkyy korkeusero malliin suoraan pystysuunnassa. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että heidän tulee osata laskea itse korkeusero

malliin, eikä vaan sokeasti tehdä näytön mukaan, koska se ei näytä sitä kerrospaksuutta, joka meille on määrätty laadunvalvontataulukossa. Tällä kyseisellä parannuksella saisimme huomattavan suuren hyödyn työn nopeuteen sekä työn laatuun.

4.2.2 Janan muodostaminen

Toinen parannettava kohta löytyy pisteiden kartoittamisen jälkeen janan tekeminen. Tällä hetkellä, kun kaivinkone on kartoittanut pisteet minun tulee siirtää muistitikun kautta pisteet tietokoneelle tai soittaa Novatronin huoltoon, josta he voivat siirtää etänä sähköpostiin tiedot. Sen jälkeen voin yhdistää pisteet viivaksi ja siirtää taas uuden tiedoston kaivinkoneeseen. Tämän toiminnon haluaisin olevan jo valmiiksi kaivinkoneessa eli, kun he kartoittavat pisteet, kaivinkonekuski voisi sen jälkeen kaivinkoneen näytöltä yhdistää kyseiset pisteet ja muodostaa janan. Tämä parannus nopeuttaisi työntekoa huomattavasti ns. pikku hommissa ja etenkin putkitöissä.

5 3D-WIN

5.1 Yleistä

3D-Win on kotimainen maastomittaustiedon tuottamiseen ja käsittelyyn tarkoitettu Windows-ohjelmisto. Ohjelmisto voidaan asentaa yksittäisiin tietokoneisiin tai mihin tahansa Windows-verkkoon. (3D-Win 2018.)

Ohjelmistosta on käytössä useita satoja lisenssejä valtion laitoksissa, kunnissa ja yksityisillä konsulteilla useissa eri maissa. Tällä hetkellä on saatavilla versiot suomen, ruotsin, englannin kielillä. (3D-Win 2018.)

Ohjelmistolla voidaan käsitellä yhtäaikaisesti useita päällekkäisiä vektori- ja rasterikuvaelementtejä, joita kutakin hallitaan erikseen. Tiedostojen kuvautuminen ruudulla määräytyy käyttäjän oman koodauksen tai symboliikan mukaan, joko aitona WYSIWYG-kuvana tai tarpeen mukaan eri kohteita yksinkertaistaen tai korostaen. (3D-Win 2018.)

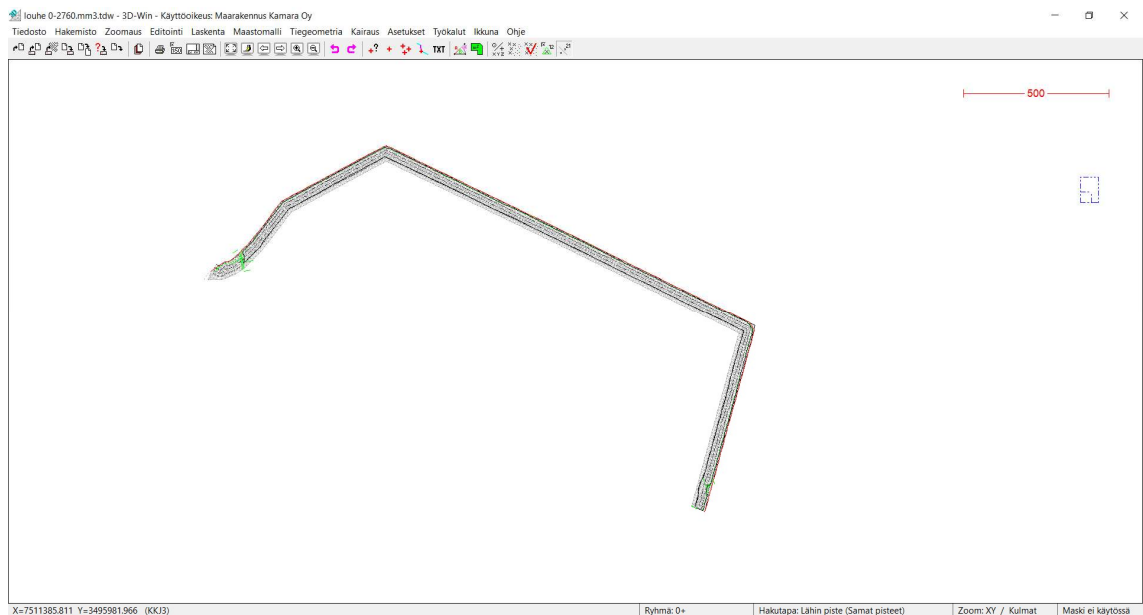
Windows-ohjelmisto mitatun tiedon kehittämisen jatkokäsittelyyn

- mittalaitteiden tiedonsiirtoon
- formaatinmuunnoksiin
- mittausaineistojen esikäsittelyyn, editointiin ja siirtoon kartta/suunnittelujärjestelmiin
- kartta/suunnitteluaineistojen katseluun, hyödyntämiseen ja tulostamiseen
- geodeettiseen laskentaan, koordinaatistojen muunnoksiin, tarkemittaukseen
- tietokantojen lukuun, ylläpitoon ja päivittämiseen
- karttatulosteiden valmistamiseen
- ominaisuustiedon keräämiseen ja hallintaan (3D-system Oy 2018c).

Maanmittausalalla on useita eri sovelluksia, joita kukin käyttää oman tarpeensa ja omien mieltymyksien mukaan. Maarakennus Kamaralla, joka toimii minulla toimeksiantaja tässä opinnäytetyössä, 3D-Win-ohjelma on erittäin kovassa käytössä. Sillä piirretään kaikki mallit mitä kaivoksella tarvitaan, jossa sitten näemme millaisia niistä tulevaisuudessa tulee. Kun tämän tiedon siirtää

kaivinkoneen näytölle konekuskilla on senttimetrin tarkkuudessa siellä tiedot, miten hänen pitää jokainen kohta tehdä.

Käytössäni loppuvuoden 2017 minulla oli versio 6.3.2.3 64-bit, joka on tehty 8.6.2017 (Kuvio 6). Yleisesti ottaen olen erittäin tyytyväinen tähän tämän hetken uusimpaan versioon. Aiemmassa versiossa, jota käytin töissä sekä koulussa puuttui kumoa painike, joka helpottaa elämää paljon. Kyseisistä versioista puuttui kumoa-näppäin, joten virheen sattuessa joutui aina palaamaan siihen kohtaan, missä olikaan viimeksi tallentanut työn.



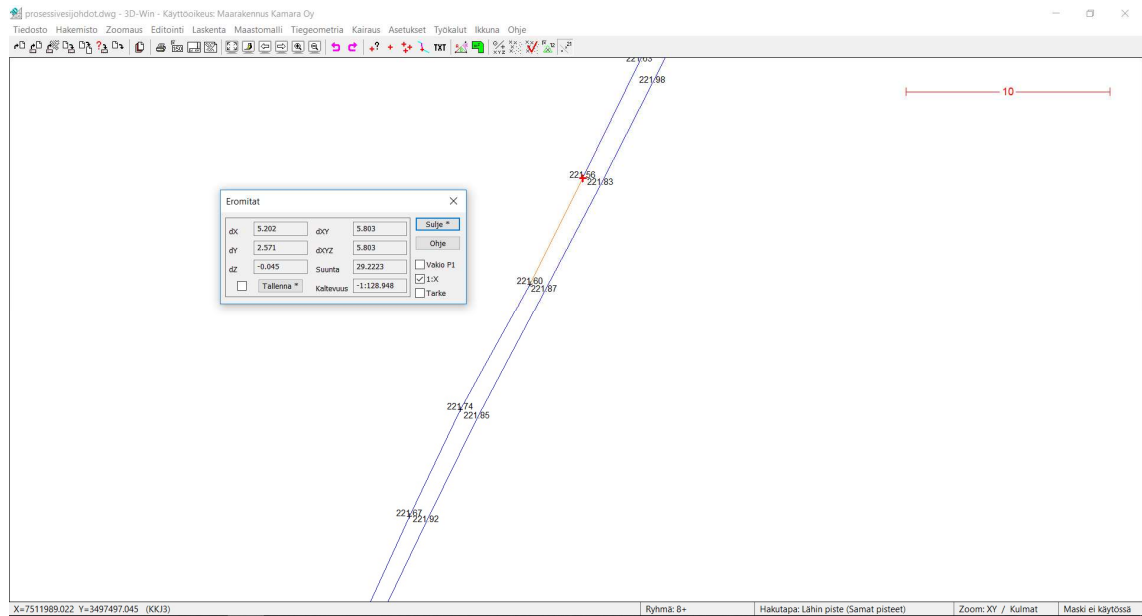
Kuvio 6. 3D-Win 2018

5.2 3D-Win sovelluksen kehittäminen

5.2.1 Eromitat

Kyseistä ominaisuutta tulee käytettyä todella paljon tehdessä kuvia toteutuneesta työstä. Laadunvalvonnassa on määrätty leveyksiä esimerkiksi padon rakenteessa olevalle louhetukipenkereelle ja minun tulee selkeästi ilmoittaa kuvissa, kuinka leveä toteutunut louhetukipenger on. Käytän tähän 3D-Win-ohjelmistossa eromitat toimintoa. Kyseinen toiminto tuo selkeästi esille kartoittamani pisteiden välimatkan. Ongelmana on, ettei kyseistä lukua saa suoraan laitettua esille, vaan se täytyy lisätä kirjoittamalla erikseen tekstinä

haluamaan paikkaan. Tämä olisi mielestäni hyvä kehittämisen kohde, joka nopeuttaisi kyseistä työvaihetta huomattavasti.



Kuvio 7. 3D-Win Eromitat 2018

Ylempänä olevassa kuviossa (Kuvio 7) käytin kyseistä eromitat toimintoa vertaamaan pisteiden välistä etäisyyttä. Toiminto tuo selkeästi esille pisteiden X, Y, Z erot ja XY ja XYZ erot sekä suunnan ja kaltevuuden.

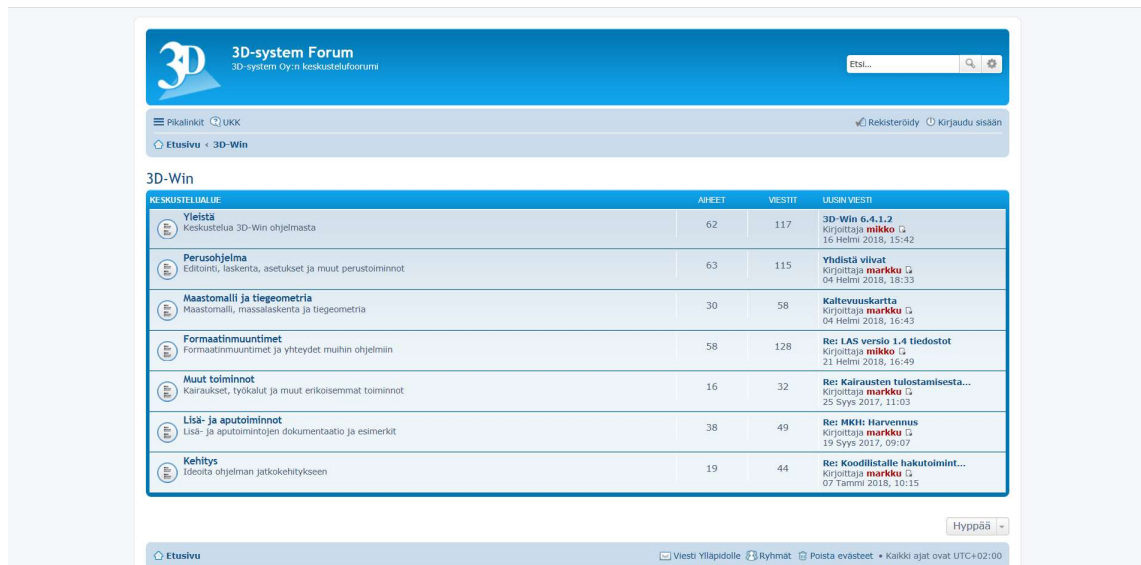
5.2.2 3D-system Forum

3D-systemillä on käytössä internetissä foorumi, (Kuvio 8) jonne kuka tahansa voi kirjoittaa omia kehitysideoita. Tänne foorumille ylläpitäjät myös kirjaavat 3D-Winin päivityksessä tapahtuneet muutokset edelliseen versioon. Foorumilla on omat keskustelualueet yleiselle keskustelulle esimerkiksi uudet versiopäivitykset, perusohjelmalle, maastomallille ja tiegeometrialle, formaattimuuntimille, muille toiminnoille, lisä- ja aputoiminnoille sekä kehittämiselle.

Olemme avanneet osoitteessa www.3d-system.net/forum keskustelupalstan 3D-system Oy:n ja ohjelmistojemme ympärille. Palstaa voi käydä lukemassa vapaasti, mutta sinne kirjoittaminen vaatii rekisteröitymisen. Toivomme, että foorumista muodostuisi vilkas paikka keskustelulle käyttäjien kesken ja sieltä saisi helposti vastauksen kysymyksiinsä ohjelmistojen tiimoilta. Me 3D-systemin

väki vastaamme niihin kysymyksiin, jotka koskevat ohjelmaamme, mutta muihin kysymyksiin vastaamiseen tarvitaan kaikkien apua. (3D-system Oy 2018b.)

Tällä tavoin sovelluksen käyttäjät pystyvät saamaan heti yhteyden kehittäjiin. Tämä on erittäin hieno homma sovelluksen kehittämisen kannalta, koska kehittäjät eivät voi mitenkään huomata kaikki puutteita/vikoja.



The screenshot shows the 3D-system Forum interface. At the top, there is a search bar and navigation links. The main content area displays a table of forum threads under the heading '3D-Win'. The table has columns for 'KESKUSTELUALUE' (Forum Area), 'AIHEET' (Topics), 'VIESTIT' (Posts), and 'UUSIN VIESTI' (Latest Post). The threads listed include 'Yleistä', 'Perusohjelma', 'Maastomalli ja tiegeometria', 'Formaatinmuutokset', 'Muut toiminnot', 'Lisä- ja aputoiminnot', and 'Kehitys'. Each thread shows the number of topics and posts, and a preview of the latest post with the author's name and the date and time.

| KESKUSTELUALUE | AIHEET | VIESTIT | UUSIN VIESTI |
|--|--------|---------|--|
| Yleistä Keskustelua 3D-Win ohjelmasta | 62 | 117 | 3D-Win 6.4.1.2 Kirjoittaja mikko 16. Helmi 2018, 15:42 |
| Perusohjelma Editointi, laskenta, asetukset ja muut perustoiminnot | 63 | 115 | Yhdistä silvat Kirjoittaja markku 04. Helmi 2018, 18:33 |
| Maastomalli ja tiegeometria Maastomalli, massalaskenta ja tiegeometria | 30 | 58 | Kaltevuuskartta Kirjoittaja markku 04. Helmi 2018, 16:43 |
| Formaatinmuutokset Formaatinmuutokset ja yhteydet muihin ohjelmiin | 58 | 128 | Re: LAS versio 1.4 tiedostot Kirjoittaja mikko 21. Helmi 2018, 16:49 |
| Muut toiminnot Kairaukset, työkalut ja muut erikoisemmat toiminnot | 16 | 32 | Re: Kairauksen tulostamisesta... Kirjoittaja markku 25. Syys 2017, 11:03 |
| Lisä- ja aputoiminnot Lisä- ja aputoimintojen dokumentaatio ja esimerkit | 38 | 49 | Re: MKH: Harjoitus Kirjoittaja markku 19. Syys 2017, 09:07 |
| Kehitys Ideaita ohjelman jatkokehitykseen | 19 | 44 | Re: Koodilistalle hakutoimint... Kirjoittaja markku 07. Tammi 2018, 10:15 |

Kuvio 8. 3D-system Forum (3D-system Oy 2018a)

6 LAADUNVALVONTAKANSIO

6.1 Yleistä

Kaikissa kaivoksella tehtävissä hankkeissa, jotka ovat ympäristörakenteita, tilaaja eli kaivosyhtiö teettää asiantuntevalla yrityksellä laadunvalvontasuunnitelman. Tämän pohjalta tehdään laadunvalvontataulukko, jota seurataan erittäin tarkasti jokaisessa työvaiheessa. Tämä taulukko kertoo jokaisen rakenneosan, valvontakohteet, laadunvarmistusmenetelmän, laatuvaatimukset, toleranssin, mittaus/valvontatiheyden, vastuutahon sekä dokumentaation. Kyseinen laadunvalvonta taulukko on tänä vuonna meidän alkupatorakenne hankkeessa Geobotnian suunnittelema, (Liite 1) jota päivittäin seuraamalla pystymme täyttämään ELY-keskuksen vaatimukset. Kyseisessä hankkeessa toimii myös sitoutumaton laadunvalvoja, joka seuraa ulkopuolisen silmin, että hanke toteutuu kaikkien säädösten mukaan ja dokumentaatio tapahtuu oikein.

6.2 Laadunvalvontakansio käytännössä

Työmaalla on käytännössä käytössä perinteinen paperinen laadunvalvontakansio. Kyseiseen kansioon on eritelty jokainen rakenneosa omaan välilehteen ja näin kaikki tieto on yksinkertaisesti ja nopeasti saatavilla. Lisäksi jokaisessa välilehdessä jokainen valvontakohte on siinä järjestyksessä, missä se on laadunvalvontataulukossa (Kuvio 9).

Tämä on mielestäni kaikkein parhain ratkaisu paperiseen versioon, että kaikki tieto koko hankkeesta on yhdessä kansiossa helposti ja nopeasti saatavilla. Työ kohteen valmistuttua toimitamme alkuperäisestä kopioidut versiot kaikille asianomaisille.

| | |
|----|--|
| 1 | Laadunvalvontataulukko / Työselitys |
| 2 | Louhetukipenger |
| 3 | Suodatin kerros |
| 4 | Kantavat kerrokset |
| 5 | Juurisalaajat |
| 6 | Turpeen ja pintamaan poisto / oja |
| 7 | Korkean morceenin leikkaus tiivistyksen kohdalla |
| 8 | Patomorceenin ennakkotööt |
| 9 | Patomorceenin ostoalueen työt |
| 10 | Morceenitiivisteen koetivisyys |
| 11 | Morceenitiivisteen rakentaminen |
| 12 | Laadunvalvonta päiväkirja |
| 13 | Poikkileikkaus |
| 14 | |

Kuvio 9. Alkupatorakenteet 2017 laadunvalvontakansion sisällysluettelo

6.3 Laadunvalvontakansion kehittäminen

Laadunvalvontakansio on ollut jo monia vuosia käytössä näissä kaivoksen ympäristöhankkeissa. Se on ajan saatossa koko ajan kehittynyt eteenpäin, ja niin sitä viedään eteenpäin edelleenkin. Olemme melkein päivittäin yhteydessä sitoutumattomaan laadunvalvojaan, joka seuraa työmaan etenemistä laatukriteerien mukaan. Kyseisen yrityksen toimihenkilön kanssa käydään aika ajoin laatukansiota läpi, että siellä on kaikki tarvittavat asiat dokumentoitu ja hankkeen päätyttyä laatukansio käydään läpi jokaista yksityiskohtaa myöten ja tarkennetaan tarvittavia asioita.

6.3.1 Sähköinen laadunvalvontajärjestelmä

Laadunvalvontakansio on tällä hetkellä vain paperisessa muodossa työmaalla. Mielestämme siihen rinnalle olisi erittäin hienoa saada sähköinen kansio, jonka pystyisimme jakamaan internetissä ja se olisi aina kaikkien nähtävillä, eikä tarvitsisi erikseen ajaa katsomaan sitä. Tietysti siitä on hyvä keskustella kasvotusten, kun on jotain isompaa huomioitavaa, mutta sitä varten onkin joka viikko palaveri, johon osallistuu urakoitsijan lisäksi tilaaja sekä sitoutumaton laadunvalvoja sekä tilaajan ulkopuolinen valvoja, josta meidän hankkeessa vastaa Golder Associates.

Käytännössä näemme parhaaksi ja käytännön helpoimmaksi sähköiseen versioon tehdä yhteen Excel-taulukkoon kaikki tiedot ja etusivulle tehdä ns. sisällysluettelo ja siitä linkit kaikkiin alasivuihin. Tämä homma vaikuttaa kaikkein toimivimmalta ja yksinkertaiselta lukuun ottamatta tiedoston maksimikokoa ja kuinka tietokoneet jaksavat avata tiedoston. Kun kyseiseen laadunvalvontakansioon tulisi laittaa valokuvia ne vievät erittäin paljon tilaa, kun ne tulisi lisäksi olla tarkkojakin. Tietysti nykyään pystyy rajaamaan PDF-kuvia pienemmiksi ja täten ne eivät heti tukkisi koko tiedostoa.

Sähköinen laadunvalvontakansio voisi toimia pilvipalvelussa, johon on kaikilla osallistujilla oikeudet päästä lukemaan aineistoja. Urakoitsijalla, joka tässä vaiheessa vastaa kyseisestä kansioista olisi kuitenkin järjestelmäoikeudet. Mikäli joku haluaisi tehdä muutoksia kyseisiin asioihin, tulisi tässä tapauksessa minulla olla avain hyväksyä se muutos kaikkien nähtävälle sinne.

Tämän eteen tulemme lähitulevaisuudessa tekemään paljon töitä, että pysymme kehityksen mukana. Näin voimme tulevaisuudessa tarjota myöskin sellaiseen työkohteeseen, jonka vaatimuksena on laadunvalvontakohteiden dokumentaatio sähköisessä muodossa.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyöni tarkoituksena oli pohtia kehittämisideoita maanmittausalan eri sovelluksiin ja laitteisiin. Onnistuin opinnäytetyössäni löytämään kaikkiin osaluokkiin (takymetri, satelliittipaikannin, koneohjausjärjestelmä, 3D-Win sekä käytössämme oleva laadunvalvontakansio) kehittämisideoita.

Kehityin myös itsekin paljon maanmittaajana tutkimalla ja käyttämällä laitteita sekä sovelluksia mahdollisimman laajasti. Kuvittelin kesän 2017 alussa, että kehitettävää olisi paljon enemmän, mitä tähän työhöni löysin. Käytin työ- sekä omaa-aikaani lähes vuoden verran miettien, kuinka asioita voisi kehittää. Olen kuitenkin tyytyväinen työhöni. Toivonkin, että kokonaisuudessaan opinnäytetyöstäni on tulevaisuudessa mahdollisimman monelle eri taholle hyötyä.

Laitteet ja sovellukset, joiden kehittämisideoita pohdin opinnäytetyössäni, ovat kehittyneet ajan saatossa hyvin. Uudempia laitteita ja sovelluksia on jo markkinoillakin, mutta niitä en saanut kesäksi käyttööni. AutoCAD-ohjelmistoa toivoin firmalle, jotta voin perehtyä siihenkin ja opetella itsekin sen käyttöä paremmin, mutta se on tulossa firmaamme vasta tulevaisuudessa.

Kaikista eniten kehitettävää löysinkin omasta laadunvalvontakansioistamme. Tämän koen itselleni tärkeäksi, koska se on vain meidän käytössä ja vastaamme siitä, että se nykyajan kriteerien mukainen. Haluamme olla edelläkävijä kyseisessä asiassa, jotta tilaajat saavat koko rahalleen vastinetta.

LÄHTEET

3D-system Oy 2018a. 3D-system Forum. Viitattu 22.2.2018 <http://www.3d-system.net/forum/viewforum.php?f=8>.

3D-system Oy 2018b. 3D-system Uutiset. Viitattu 23.2.2018 <http://www.3d-system.fi/index.php/uutiset>.

3D-system Oy 2018c. 3D-Win Windows-ohjelmisto mitatun tiedon jatkokäsittelyyn. Viitattu 7.2.2018 <http://www.3d-system.fi/index.php/3d-win>. 3D-win esite.

3D-Win 2018. 3D-Win. Viitattu 13.1.2018 www.3d-system.fi/index.php/3d-win.

Hiltunen, J. & Koponen, J. 2016. Gnss ja takymetrimittauksen mittaustarkkuusvertailu kaupunkiolosuhteissa. Lapin ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikan opinnäytetyö.

Kanniainen, J. 2017. Tietomallipohjainen projektinhallinta infrakit-järjestelmällä. Lapin ammattikorkeakoulu. Maanmittaustekniikan opinnäytetyö.

Koikkalainen, K. 2012. Rakennustyömaan mittaustyöt takymetrillä. Saimaan ammattikorkeakoulu. Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma.

Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Rovaniemen AMK julkaisusarja D nro 3.

Novatron 2018a. Koneohjausjärjestelmän komponentit. Viitattu 15.1.2018 <http://novatron.fi/mita-on-koneohjaus/>.

Novatron 2018b. Mitä on koneohjaus? Viitattu 15.1.2018 <http://novatron.fi/mita-on-koneohjaus/>.

Pelimanni, J. 2014. 3D-Koneohjaus apuvälineenä infrahankkeessa. Oulun ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan opinnäytetyö.

Surveyequipment 2018. Viitattu 21.2.2018 <http://surveyequipment.com/leica-grz101-360-mini-prism/>.

LIITTEET

Liite 1. Laadunvalvontataulukko, Alkupatorakenteet

Liite 1.

Laadunvalvontataulukko, Alkupatorakenteet

Geobotnia
Työ n:o 10825

Bolden Kevitsa Mining Oy
Kevitsan kaivos, Sodankylä

Rikastusheikka-allas A, Korotus ylävirtaan vaiheeseen 4 (+244)

TSF pond A upstream uplift to phase 4 (+244)

LAADUNVALVONTATAULUKKO, ALKUPATORAKENTEET

QUALITY CONTROLLING TABLE, STARTER DAM STRUCTURES

LIITE 1, sivu 1

12.4.2017

| RAKENNEOSA part of constr. | VALVONTAKOHDE controlled case | LAADUNVARMISTUSMENETELMÄ quality assurance method | LAATUVAATIMUS quality requirement | TOLERANSSI tolerance | MITTAUS-/VALVONTATIEHYYS measure/controlling frequency | VASTUUTAHO responsible organization | DOKUMENTAATIO Document required |
|--|--|--|--|---|---|---|---|
| Maapatojen rakenteet | | | | | | | |
| Alkupatorakenteen Louhekalupeeri Starter dam construction blasted rock dyke | Korkeus / -mitat Level dimensions | Tarkemmittaus As built survey | Suunnitelman mukaisesti As per design dimensions | taso / level / ± 400 mm levels / width $\pm 0 / +500$ mm | Pötköleikkausmittaus 20 m välein Cross section dimensions every 20m | Urakoitsija The contractor | Mittauspöytäkirja, tarkemmittaus Survey document As built drawing |
| | Louheluskalan kaltevuus Declination of slope | Tarkemmittaus As built survey | Suunnitelman mukaisesti As per design dimensions | kaltevuuskulman tangenssi +5 % (ylämpi) / -10 % (alampi) | Pötköleikkausmittaus 20 m välein Cross section dimensions every 20m | Urakoitsija The contractor | Mittauspöytäkirja, tarkemmittaus Survey document As built drawing |
| | Tiivistämisen Connection | Tiivistystöiden ajokäytöiden ja yläkierrosten seuranta Controlling the driving lanes and number of loads on each lane | Kästä kohden tulee tapahtua vähintään kymmenen yläkierrosta täyteen lastatulla louhekalupeerijonolla Ten or more fully loaded dumpers must be driven over each lane | Alituisia ei sallita Deviation not allowed | Jokaisen kaistan yläkierrosta merkitään Each section and lane to be recorded | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti Report of controlling |
| | Kantavuus Load bearing capacity | Silmämääräinen Control by eye sight | Kunkin tiivistyskaistan deformaatioiden tulee silmämääräisesti loppua tiivistysajan aikana Deformation controlled by eye sight of each compaction lane must end | Alituisia ei sallita Deviation not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti Report of controlling |
| | Materiaali Material | Silmämääräinen tarkastus Control by eyesight | Paljon rakennus- ja täyttö- materiaalia käytetään | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti Observation report |
| Suodatinkangas Filter layer | Rakokoko Seulonta GLO-85 | Seulonta GLO-85 | Suunnitelman mukaisesti | | 1 seulonta / 500 m ² vr | Urakoitsija | Tuloslomakkeet, rakennuskieliset Result document, grange curve |
| | Työnomenetelmä Ytöpatarkkailu | Ytöpatarkkailu | Ohjeellisen tiivistystavan mukainen | | Jatkuva | Urakoitsija | Tarkkailuraportti Observation report |
| | Rakennepaksuus / -mitat Tarkemmittaus | Tarkemmittaus | Suunnitelman mukaisesti | paksuus -0 / +200 mm | Pötköleikkausmittaus 20 m välein | Urakoitsija | Mittauspöytäkirja Survey record |
| | Tiiviyys Ytöpatarkkailu | Ytöpatarkkailu | Tiivistystapa valitaan ohjeistaloitteen mukaan siten, että saavutetaan keskimääräinen tiiviyysaste D _z ≥ 90 % | | | Urakoitsija | Tarkkailuraportti Observation report |
| | Suodatinkankaan laatu Yomittajan laatuodistus | Suunnitelman mukaisesti | Asiainmukaisesti | | Jokainen erä | Urakoitsija | Yomittajan materiaali- todistus |
| Suodatinkankaan asennus Silmämääräinen | Silmämääräinen | Asiainmukaisesti | | Jatkuva | Urakoitsija | Tarkkailuraportti Valokuvus Photography | |
| Kantavat kerrokset Base courses | Pinnan korkeusasema Level status | Tarkemmittaus As built survey | Suunnitelman mukaisesti As per design drawings | -0 / +50 mm | Pötköleikkausmittaus 20 m välein Cross section dimensions every 20m | Urakoitsija The contractor | Mittauspöytäkirja, tarkemmittaus Survey record As built drawing |
| | Pinnan leveys Surface width | Tarkemmittaus As built survey | 8000 mm | 0/-500mm | Pötköleikkausmittaus 20 m välein Cross section dimensions every 20m | Urakoitsija The contractor | Mittauspöytäkirja Survey report |
| | Materiaali Material | Seulonta GLO-25 Screening test according to GLO-85 | Kalliomurske, Rakennus, #0-32 Crushed rock, Granularity, #0-32 | | 1 / aikava 10 000m ² 1 / every starting 10 000 m ² | Urakoitsija The contractor | Tuloslomakkeet, rakennuskieliset Result document, grange curve |

Geobotnia
Työ n:o 10825

Bolden Kevitsa Mining Oy
Kevitsan kaivos, Sodankylä

Rikastusheikka-allas A, Korotus ylävirtaan vaiheeseen 4 (+244)

TSF pond A upstream uplift to phase 4 (+244)

LAADUNVALVONTATAULUKKO, ALKUPATORAKENTEET

QUALITY CONTROLLING TABLE, STARTER DAM STRUCTURES

LIITE 1, sivu 2

12.4.2017

| RAKENNEOSA part of constr. | VALVONTAKOHDE controlled case | LAADUNVARMISTUSMENETELMÄ quality assurance method | LAATUVAATIMUS quality requirement | TOLERANSSI tolerance | MITTAUS-/VALVONTATIEHYYS measure/controlling frequency | VASTUUTAHO responsible organization | DOKUMENTAATIO Document required |
|--|--|---|--|--|--|--|---|
| | Tiivistämisen Compaction | Ytöpatarkkailu, yläkierrosten lukumäärä Method observation, number of compaction rounds | Koetäytöksessä määrättyä kertalukumäärää, jolla saavutetaan tiiviyysluokka E2/E1-2.2 ei saa alittaa Compaction rounds quantity specified with test compaction (Plate bearing test, E2/E1-2.2) must be confirmed | Alitusta ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti Observation report |
| Juonssakivet alkupato- rienteissa Toe drains at starter dam construction | Putkimateriaali Pipes material | Materiaalin tarkastus Material inspection | Putkipöytä Ø 160, SN 8 muoviputket Subsenses ditch pipes, Ø 160, SN 8 plastic pipes | Alituisia ei sallita Deviation is not allowed | 1/ materiaali erä 1/ material lot | Urakoitsija The contractor | Materiaalitodistus Material certificate |
| | Suodatinkangas, materiaali Filtrering fabric, material | Materiaalin tarkastus Material inspection | Suunnitelman mukaisesti, luokka N3 As per design drawings, class N3 | Alituisia ei sallita Deviation is not allowed | 1/ materiaali erä 1/ material lot | Urakoitsija The contractor | Materiaalitodistus Material certificate |
| | Suodatinkangas, materiaali Filtrering fabric, material | Seulonta GLO-85 Screening test according to GLO-85 | Kalliomurske, Rakennus, #0-25mm Crushed rock, Granularity #0-25mm | | 1 / aikava 2000 m ² | Urakoitsija The contractor | Materiaalitodistus Material certificate |
| | Korkeusasema Pipe levels | Tarkemmittaus As built survey | Tasaisesti laskeva Steadily descending | ±20 mm | 20 m:n välein every 20m | Urakoitsija The contractor | Tarkemmittaus As built drawing |
| | Putkityön vaakasuora Horizontal location of pipeline | Tarkemmittaus As built survey | Suunnitelman mukaisesti As per design drawing | ±100 mm | 20 m:n välein every 20m | Urakoitsija The contractor | Tarkemmittaus As built drawing |
| Turpeen ja pirtin maasta poisto Removal of peat and top soil | Huuhelukaivot Flushing sumps | Materiaalin tarkastus Material inspection | Suunnitelman mukaisesti As per design drawings | Alituisia ei sallita Deviation is not allowed | Jokainen materiaali erä Every material lot | Urakoitsija The contractor | Materiaalitodistus Material certificate |
| | Huuhelukaivojen sijainti Location of maintenance sumps | Tarkemmittaus As built survey | Suunnitelman mukaisesti As per design drawings | Väliolosuhteissa ±100mm korkeusasema ±20mm Horizontal ±100mm Level location ±20mm | Jokainen laivo Every sump | Urakoitsija The contractor | Tarkemmittaus ja kaivokortit As built drawing and sump feature cards |
| | Turpeen ja pirtin maasta poisto Removal of peat and top soil | Silmämääräinen, maakeronnan seuranta Visual control, excavation according to soil layer level border | Turve poistetaan kokonaan ylläkkäamalla Peat must be cleared totally | Turvettä ei saa jäädä lankaan Any peat must not remain | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Valokuvus Photography |
| | Karkaen moreeni leikkauksen Unstable soil removal from cut off bench | Silmämääräinen, maakeronnan seuranta, kaivonnoittomien tarkemmittaus Visual control, as built survey | Proositattava pirtinosa, jonka k $\leq 1 \times 10^3$ m/s Oheinen ylläkkä 100 mm Soil layer the water permeability exceeds 1x10 ⁻³ m/s must be removed | Proositattava kokonaan Unsuitable soil must be removed totally | Silmämääräinen tarkkailu jatkuva. Tarkemmittaus 10m välein Visual control continuous, survey every 10 meters | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey |
| | Leikkauksen alueen laajuus Excavation area | Silmämääräinen, maakeronnan seuranta Visual control, excavation according to soil layer level border | Koko leikkauksen kohdalta Unsuitable soil must be removed from the whole cut off trench area | Proositattava kokonaan Total removal | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Kaivetaan koko otaustuloksen ja -pääsuunnan Must cover the whole area of which material is to be excavated | | Ylitästä ei sallita Deviation is not allowed | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti, tarkemmittaus Observation report, as built survey Valokuvus Photography |
| Pattomoreenin ennakkokokeiden näytteenotto Morsene otaustulokset Morsene otaustulokset | Koekäytöt Test pits | Ka | | | | | |

LAADUNVALVONTATAULUKKO, ALKUPATORAKENTEET
QUALITY CONTROLLING TABLE, STARTER DAM STRUCTURES

12.4.2017

| RAKENNEOSA part of constr. | VALVONTAKOHDE controlled case | LAADUNVARMISTUSMENETELMÄ quality assurance method | LAATUVAATIMUS quality requirement | TOLERANSSI tolerance | MITTAUS-/VALVONTATIEHYYS measure/controlling frequency | VASTUUTAJA responsible organization | DOKUMENTAATIO Document required | |
|--|---|--|---|---|---|---|--|--------------------------------|
| | | Parannettu Proctor-sulonta GLO-85 Improved proctor compaction according to GLO-85 | Selvitään vertaaluvoiko työnäkistä tiivystystarkkailua varten Tested for comparison during earthworks | | changes 1 kpl / alkava 20 000 m ³ -rt, ta materiaalin selvästä muuttuessa 11 each starting 20 000m ³ -rt or if material quality clearly changes | Urakoitsija | Tuloslomakkeet Test reports | |
| | | Vedenläpäisevyys Water permeability testing | muutava paneeloi jykkiästä sellistä tai ASTM D5985 Changing pressure test in stiff wall cell or ASTM D5985 | keskiarvo $k \leq 1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s, tiivystysasteessa $D_v \geq 92$ % (kun käytetään morenivivasteeseen) Average $k \leq 1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s | Yksittäinen tulos $k \leq 2 \cdot 10^{-7}$ m/s sallittu Individual result $k \leq 2,0 \cdot 10^{-7}$ m/s allowed | 1 koe / alkava 10 000 m ³ -rt 1 test / each starting 10 000m ³ -rt | Kokeet urakoitsija Materiaalin laatu rakennuttaja | Tuloslomakkeet Test reports |
| Patonoreinnin ostoalueen työt Arrangements at moraine material pits | Ostoalueen kuivatusjärjestelyt ja ottamijärjestys Water removal and excavation order | Silmämääräinen Visual control | Estettävä moreenin turha kastuminen, letjuminen ja laittuminen Moraine material quality defects must be prevented | | Jatkuva Continuous | Urakoitsija | Tarkkailuraportti Observation report | |
| | Patonoreinnin esillä otto Top soil removal from moraine pit | Silmämääräinen Visual control | Humusmaat poistettava kokonaan. Mahdollinen huultunut pintakerros poistettava kokonaan. All soil with humus content and sorted soil layer must be cleared off. | | Jatkuva Continuous | Urakoitsija | Tarkkailuraportti Observation report | |
| | Patonoreinnin laatu Moraine material quality | Silmämääräinen ja vertaaminen ennakkokokeisiin Visual control, comparison to pretest results | Ennakkokokeiden mukaisesti According to pretest results | | Jatkuva Continuous | Urakoitsija | Tarkkailuraportti Observation report | |
| | Ylisuurten kivien poisto Oversized rocks removal | Silmämääräinen erotelu, tarvittaessa välipäly / välipälykautien käyttö Visual control, bohered if necessary | Maksimaalinen kivi # 300 mm Maximum grain size #300 mm | | Jatkuva Continuous | Urakoitsija | Tarkkailuraportti Observation report | |
| Morenivivasteen koetivisyys Moraine core test compaction | Tiivystettävyyden koetivisyys Compaction of the construction | Troikset -kokeet koetivisyyskokeissa Troiker tests in test compaction | Vaadittuun tiivystysasteeseen pääsemiseen tarvittavien yläkerrosten määrän määrittäminen Determination of compaction rounds which result the required density in moraine core construction | | | Urakoitsija | Tarkkailuraportti Observation report | |
| | Kerospaksuuden optimointi Thickness optimization of a layer compacted at a time | Troiker tai volymetri Troiker or volumeter test | Etäitään kokeilemalla paksuus, jolla tiivystystarve täyttyy koko kerroksessa A layer thickness must be determined in which density requirement is fulfilled. | | Vähintään 6 hyväksyttävää rinnakkaiskokeita lopullisella kerospaksuudella | Urakoitsija The contractor | Tuloslomake Test result report | |
| | Yläkerrosten optimointi Optimization of compaction rounds number | Troiker tai volymetri Troiker or volumeter test | Etäitään kokeilemalla vähimmäismäärä, jolla tiivystystarve täyttyy koko kerroksessa Number of compaction rounds must be determined in which density requirement is fulfilled. | | Vähintään 6 hyväksyttävää rinnakkaiskokeita lopullisella ylivivystämäärällä At least 6 separate tests on actual number of compaction rounds | Urakoitsija The contractor | Tuloslomake Test result report | |
| | Tiivistysohje Compaction instructions | Laadittava tiivistysohje perustuen ja hyväksyttävä rakennuttajalla Recorded based on compaction test results and must be approved by the client | Kerospaksuus, tiivistyskalusto ja yläkerrosten määrän määrittäminen Layer thickness, compaction equipment and number of rounds must be determined | | Uusittava aina, jos kalusto, tiivistettävä materiaali tai olosuhteet oleellisesti muuttuvat Updated if equipment, material or conditions change significantly | Urakoitsija The contractor | Tiivistysohje, liitetään laatukäytännön Compaction instructions, must be included in the quality controlling file | |
| Morenivivasteen rakentaminen | Työmenetelmä Construction method | Työtapatarkkailu Method observation | Koetivisyyskokeiden sovitun mukainen According to test compaction results | | Jatkuva Continuous | Urakoitsija the contractor | Tarkkailuraportti Observation report | |
| | Tiivistettävyyden kerospaksuus Thickness of layer compacted at a time | Korkilaput Level indicating pegging | Koetivisyyskokeiden sovitun mukainen According to test compaction results | | 50 m välein every 50 meters | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti Observation report | |
| | Rakennepaksuus / -mitat Construction dimensions | Tarkemmittaus As built survey | Suunnitelman mukaisesti According to design drawings | ylipinnalle +0 mm / +300 mm | Pötköleikkauksittaus 20 m välein Cross section survey every 20 m. | Urakoitsija The contractor | Mittauspöytäkirja Survey report | |

LAADUNVALVONTATAULUKKO, ALKUPATORAKENTEET
QUALITY CONTROLLING TABLE, STARTER DAM STRUCTURES

12.4.2017

| RAKENNEOSA part of constr. | VALVONTAKOHDE controlled case | LAADUNVARMISTUSMENETELMÄ quality assurance method | LAATUVAATIMUS quality requirement | TOLERANSSI tolerance | MITTAUS-/VALVONTATIEHYYS measure/controlling frequency | VASTUUTAJA responsible organization | DOKUMENTAATIO Document required |
|-------------------------------|--|--|--|---|---|--|---|
| | Morenivivasteen kaltevuus Dip of moraine core slope | Tarkemmittaus As built survey | Suunnitelman mukaisesti According to design drawings | Top level -0mm/+300mm kaltevuuskulman tangentti +5 % (yriempi) / -10 % (overemp) | Pötköleikkauksittaus 20 m välein Cross section survey every 20 m. | Urakoitsija The contractor | Tarkemmittaus As built drawing |
| | Tiivystystas Density level | Troiker tai volymetri Troiker or volumeter | Keskimääräinen tiivystystas $D_v \geq 92$ % Average density level $D_v \geq 92$ % | Yksittäinen tulos -2% yks. Individual result -2% | Tiivystyskerroksittain, 1 määrittäminen / alkava 800 m ³ -rt 1 test / starting 800 m ³ at each compacted layer | Urakoitsija The contractor | Tuloslomake Test result report |
| | Vedenläpäisevyys Bearing capacity | Varmistetaan tiivystystasesta ja materiaalin tiivystystasesta ennakkokokeiden avulla Visual control | $k \leq 1,0 \cdot 10^{-7}$ m/s, tiivystysasteessa $D_v \geq 92$ % | Riskalua ei sallita Deviation not allowed | Tiivystystasesta By the density level tests | Urakoitsija The contractor | Tuloslomake Test result report |
| | Kantavuus Bearing capacity | Silmämääräinen Visual control | Käsiteltävä työkaluilla ilman hyljymistä tai halkeilua Must bear the machinery loads without any cracks or bending. | | Jatkuva Continuous | Urakoitsija The contractor | Tarkkailuraportti Observation report |