

**MAANALAINEN KAIVOSMITTAUS
KITILÄN KULTAKAIVOKSELLA**

Matti Alatalo

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2017

Tekniikka ja liikenne
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Matti Alatalo	Vuosi	2017
Ohjaaja(t)	Timo Karppinen		
Työn nimi	Maanalainen kaivosmittaus Kittilän kultakaivoksella		
Sivu- ja liitesivumäärä	57		

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuoda esille, millaisia työtehtäviä kaivosmittaajalla on Kittilän kaivoksella. Kittilän kaivos on Euroopan suurin kultakaivos.

Opinnäytetyössä esiteltiin, millaista osaamista vaaditaan päivittäisissä kaivosmittaajan työtehtävissä maanalaisessa kaivoksessa. Opinnäytetyö sisältää kaivosmittauksen turvallisuuteen liittyviä asioita ja työssä kerrotaan myös yleisesti kaivostoiminnasta ja sen monista vaiheista, mitä maanalainen kaivos edellyttää, jotta malmia saadaan louhittua. Opinnäytetyössä käsiteltiin myös mittaukseen liittyviä haasteita ja ongelmia, mitä kaivosmittaajan työssä voi kohdata sekä niiden ratkaisuja. Työ kirjoitettiin käyttäen apuna aiemmin julkaistua maanmittaustekniikan kirjallisuutta ja Agnico Eagle Finlandin sisäisiä toimintaohjeita. Teknistä tietoa kaivoksella käytettävistä mittalaitteista sekä niiden käytöstä löytyi internetistä ja kokeneemilta kaivosmittaajilta kaivoksella.

Opinnäytetyötä voidaan tarvittaessa käyttää tulevaisuudessa uuden kaivosmittaajan tutustuttamiseen Kittilän maanalaiseen kaivokseen. Työstä voi olla myös hyötyä henkilöille, jotka miettivät, millaista kaivosmittaajana työskentely on nykyaikaisessa maanalaisessa kaivoksessa tai jotka halusivat suunnata opintonsa kaivosalalle mittaajan tehtäviin.

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

Author	Matti Alatalo	Year	2017
Supervisor	Timo Karppinen		
Subject of thesis	Underground Mine Surveying at the Kittilä Gold Mine		
Number of pages	57		

The purpose of this thesis was to introduce mine surveying at the Agnico Eagle Kittilä mine. The Kittilä mine is currently the biggest gold mine in Europe.

This thesis focused on the skills that a mine surveyor needs on a daily basis. All the mine surveyors' tasks were described individually. The thesis gave a general overview of underground mining operations and mining cycles. In addition, safety issues and different challenges that a surveyor meets were also described. The thesis was written by using previously published literature of land surveying and Agnico Eagle Finland's internal guidelines. Technical information of surveying equipment and how to use them were found from the Internet. The mine surveyors' previous experience was also used in this thesis.

The thesis can be used as an introduction to underground mine surveying for new employees at the Kittilä mine. The thesis gave information about the work in a modern underground mine. The thesis was aimed at persons considering studies in the in the field of mining.

Key words

mine, mining, land surveying

SISÄLLYS

TERMIT JA KÄSITTEET	6
1 JOHDANTO	9
2 NYKYTILANTEEN KUVAUS	10
2.1 Oman nykyisen työn analyysi	10
2.2 Millaista osaamista tarvitaan	12
2.3 Työn osaamisen hankinta	13
2.4 Sidosryhmät työpaikalla	13
2.5 Vuorovaikutustaidot työpaikalla	16
3 KAIVOSMITTAAJAN TYÖTEHTÄVÄT	17
3.1 Kaivoskoordinaatisto ja kiintopisteet	17
3.2 Peränajo	21
3.2.1 Merkintä	21
3.2.2 Kartoitus	26
3.2.3 Profiilit	28
3.3 Tuotanto	30
3.3.1 Louhosten merkintä	32
3.3.2 Louhosten laserkeilaus	33
3.3.3 Louhosskannausten käsittely	38
3.4 Infra	40
3.4.1 Infran merkinnät ja kartoitukset	41
3.5 Geologiset mittaukset	43
4 TURVALLISUUS JA OLOSUHTEET	45
4.1 Ongelmat ja haasteet	46
4.2 Ongelmien ja haasteiden ratkaisut	50
5 POHDINTAA KAIVOSMITTAAMISESTA	55
LÄHTEET	57

ALKUSANAT

Haluan kiittää perhettä ja läheisiä tuesta ja jaksamisesta, jotta sain tämän opinnäytetyön tehtyä loppuun asti. Kiitos Pekka Portaankorvalle mittaukseen ja kaivostoimintaan liittyvästä koulutuksesta kesällä 2014. Kiitos koko mittausosastolle neuvoista ja opetuksesta. Haluan kiittää myös Tuula Koivuniemeä ja Timo Karppista työn valvojana toimimisesta ja työhön liittyvistä neuvoista. Kiitos kaivososastolle ja Agnico Eagle -yhtiölle työpaikasta, koulutuksesta ja mahdollisuudesta tehdä tämä työ.

TERMIT JA KÄSITTEET

Työssä käytetään mittaamiseen liittyviä termejä ja käsitteitä. Tässä luvussa on käytettävistä termeistä ja käsitteistä lyhyet selitykset, jotta lukija ymmärtää, mitä ne tarkoittavat.

Kartoitusmittaukset
Takymetri/Rodottitakymetri
Merkintämittaukset
Maastomallinnus
Kiintopisteet
Runkomittaus
Koordinaatit
Laserkeilain/laserskannaus
Mittausvirhe
Luotiviiva
KKJ
.DTM
.STR
TOKE

Kartoitusmittausten tavoitteena on ylläpitää maaston mallia ja karttakuvaa paikkatietojen esittämistä, maankäytön suunnittelua ja rakentamisen tarpeita varten. Kartoitusmittausten tulokset voidaan esittää numeerisena ja graafisena karttana. (Laurila, 2012 XIII.)

Takymetri on mittauskoje, jolla mitataan vaakasuuntia, pystykulmia ja etäisyyksiä. Etäisyyden mittaaminen tapahtuu elektro-optisesti. Nykyaikaiset takymetrit sisältävät tietokoneen, jonka avulla mittauksia ohjataan ohjelmallisesti. Robottitakymetri on servomoottoriohjattu, etäkäytettävä, pitkälle automatisoitu takymetri. (Laurila 2012 XIII.)

Merkintämittaukset liittyvät rakentamisen ohjaukseen. Rakennussuunnitelmissa kuvatut rakenteiden paikat merkitään rakennuspaikalle. Tasosijainti merkitään perinteisesti puupaaluilla. Tämän johdosta merkintämittausten yhteydessä puhutaan usein paalutuksesta. (Laurila 2012, XIII.)

Maastomallimittausten tavoitteena on tehdä mittauskohteen numeerinen maastomalli, joka sisältää maanpinnan korkeudet jatkuvaksi pinnaksi mallinnettuna. Maastomalli voi sisältää myös maalajipintoja ja -ominaisuuksia, rakennuksia, johtotietoja ja maanalaisia tiloja. Maastomalleja käytetään muun muassa erilaisissa teknisen suunnittelun tehtävissä. (Laurila 2012, XIII.)

Kiintopisteet ovat koordinaateiltaan ja/tai korkeudeltaan tunnettuja pisteitä. Niiden avulla kiinnitytään mittauspaikan koordinaatti- ja korkeusjärjestelmään. Kiintopisteitä kutsutaan myös runkopisteiksi, lähtöpisteiksi, liitospisteiksi tai tukipisteiksi. (Laurila 2012, XII.)

Runkomittausten avulla tehdään mittauspaikalle koordinaatisto ja korkeuksien vertailutaso. Mittausten yhteydessä maastoon rakennetaan pysyviä pistemerkkejä eli kiintopisteitä, joille mitataan koordinaatit ja korkeudet halutussa koordinaatti- ja korkeusjärjestelmässä. Runkomittauksia voidaan kutsua myös kiintopistemittauksiksi. (Laurila 2012, XIII.)

Koordinaatit ovat kahden tai kolmen mittaluvun ryhmä, joka ilmoittaa kohteen sijainnin (Laurila 2012, XII).

Laserkeilaimella mitataan automaattisesti ja nopeasti etäisyyksiä ja suuntia mittauskohteisiin. Mittausten perusteella saadaan mittauspisteiden koordinaatit ja muodostetaan kohteesta kolmiulotteinen pistepilvi, jonka avulla voidaan tutkia ja mallintaa mittauskohdetta yksityiskohtaisesti. (Laurila 2012, XIV.)

Mittauksen virhe on havaintoarvo miinus oikea arvo. Realistinen lähtökohta mittauksia tarkasteltaessa on, että mittaustulokset ovat aina jossakin määrin virheellisiä. (Laurila 2012, XIV.)

Kartastokoordinaattijärjestelmä. KKJ on Suomessa käytettävä Gauss-Krügerin projektioon ja 3°:n kaistajakoon perustuva suorakulmainen karttakoordinaatisto. Sen käytöstä ollaan vähitellen luopumassa. (Laurila 2012, XX.)

Luotiviiva on painovoiman määrittämä pystysuora. Se voidaan muodostaa langan varassa vapaasti riippuvan painon eli luodin avulla. Luotiviiva on yksi perussuunnista, johon mittaukset sidotaan. (Laurila 2012, XX.)

.DTM Digital Terrain Model eli 3-ulotteinen digitaalinen pintamalli, joka on tiedoston nimi Gemcom Surpac -ohjelmistossa.

.STR Tiedoston nimi Gemcom Surpac -ohjelmistossa, string-sanan lyhenne, joka on piste-/lankamalli.

TOKE Tuotannonohjauskeskus, jonka kautta tulee lähes kaikki päivittäiset tuotannon ja peränajon tehtävät maanalaisen kaivoksen henkilöstölle.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöstä oli tarkoitus tehdä päiväkirjamuotoinen, mutta työtehtävien toistuvuuden vuoksi työ muutettiin kuvaamaan tarkemmin kaivosmittaajan työtehtäviä Kittilän kultakaivoksella. Kaivosmittaamiseen liittyvät työtehtävät, joita tässä työssä esitellään, koostuvat pelkästään Kittilän maanalaisen kaivoksen kaivosmittaajan työtehtävistä sekä niihin liittyvistä tietokoneella tehtävistä töistä.

Yritys, jossa työskentelen, on kanadalainen Agnico Eagle Mines Limited:n tytäryhtiö Agnico Eagle Finland Oy. Kittilän kultakaivos on Euroopan suurin kultakaivos, joka työllistää noin 450 kaivosyhtiön työntekijää ja noin 400 urakoitsijoiden työntekijää. Malmia louhitaan nykyisin pelkästään maanalaisesta kaivoksesta ja vuosittainen malmin louhinta on noin 1,6 miljoonaa tonnia. Vuosittainen peränajo kaivoksessa on noin 15-17 kilometriä.

Työn rakenne etenee siten, että ensin käydään läpi nykytilannetta kaivosmittaamisesta, minkälaisia osaamista vaaditaan ja kenen kanssa kaivosmittaaja on tekemisissä. Kaivosmittajan työtehtäviä luvussa käsitellään työtehtävät yksityiskohtaisemmin läpi. Turvallisuutta ja olosuhteita käydään läpi omassa luvussaan. Mittaukseen liittyviä haasteita ja ongelmia, sekä niiden ratkaisua on käsitelty omissa luvuissaan. Lopuksi on kirjoittajan omaa pohdintaa kaivosmittaamisesta ja omia kokemuksia kehittämisessä sekä mittaamisen muuttumisesta oman työuran aikana.

2 NYKYTILANTEEN KUVAUS

2.1 Oman nykyisen työn analyysi

Kaivosmittaajan tehtäviin (Kuvio 1.) kuuluvat erilaiset merkintätehtävät. Merkintätehtävät voidaan jakaa peränajon, tuotannon, infran ja geologian osa-alueille. Peränajoon kuuluvat merkinnät ovat porattavien katkojen ja viuhkojen merkinnät, sekä niihin liittyvät muut merkinnät, jotka helpottavat porauksen toteutusta oikealla tavalla. Tuotannon merkinnät ovat louhoksien ja avausnousujen porausleikkauksien merkinnät. Avausnousuja varten merkitään ylös- tai alaspäin porattavia avausreikiä kaksi kappaletta louhosta kohden, joiden ympärille varsinaiset louhokset porataan.



Kuvio 1. Kaivosmittaajan työtehtävät Kittilän kaivoksella

Infran merkkauksiin kuuluvat erilaiset vesi- ja varustelureiät sekä tuuletusnousut. Merkintä on teknisesti hyvin lähellä esimerkiksi louhoksen merkintää, koska reiät porataan samoilla koneilla. Pois lukien tuuletusnousut, joiden poraus tehdään erilaisilla koneilla ja ovat huomattavasti työläämpiä tehdä. Geologisiin merkintöihin kuuluvat pääasiassa kairausreikien merkinnät. Kairausta tekeviä koneita on kaivoksessa useita eri tarkoituksiin.

Kittilän kaivoksella kaikki maanalainen tunnelien etenemä kartoitetaan. Kartoituksia tehdään päivittäin useita ja kaivoskarttoja päivitetään myös päivittäin niiden pohjalta. Kartoituksien avulla nähdään, miten louhinnat etenevät ja ovatko

louhinnat edenneet suunnitellusti. Kaikki kuukausittainen tunnelien etenemä lasketaan kartoitusten perusteella.

Varustelu- ja vesireikiä kartoitetaan aina niiden valmistuttua, samoin tuuletusnousut. Geologisista kairauksista kaikki kairareivät kartoitetaan, jotta nähdään tarkemmin, missä reiät sijaitsevat ja mihin suuntaan ne kaivoksessa menevät. Lisäksi geologisiin kartoituksiin kuuluvat myös stereokuvauksen asemointiin käytettävien maalattujen merkkien kartoitukset.

3D-mallinnusta tehdään Kittilän kaivoksella tänä päivänä suhteellisen paljon. Käytössä olevalla takymetrikalustolla saadaan tehtyä suurin osa töistä ja loput hoidetaan erillisellä laserkeilaimella. 3D-mallinnus tehdään takymetrin tai laserkeilaimen mittaamasta pistepilvestä. 3D-malleja tehdään muun muassa kaikista louhoksista ja louhintaperistä. Tarpeen tullen myös erikoisemmista työkohteista tehdään 3D-malleja, kuten esimerkiksi kaatonousuista tai tuuletusnousujen peristä.

Tietojen käsittelyä on mittaajan vastuulla monenlaista. Jokainen mittaaja huolehtii päivittäin mitatun aineistonsa verkkolevyille yhteiseen tietokantaan ja huolehtii, että kaikki tarpeelliset asiat tulevat päivitettyiksi oikeisiin paikkoihin. Yleisintä tiedon käsittelyä on kaivoskarttojen ylläpito. Kaivoskartoista löytyy muun muassa kaikki maanalaiset tunnelit tasokuvana erillisinä tasoina, peränajo suunnitelmat, kuukausitavoitteet, louhitut louhokset ja perien nimet. Lisäksi kartoista löytyy myös lastauspaikat ja virran yhdistämiskeskuksien eli VYK:n paikat. Kaikkia tarpeellisia tietoja päivitetään kaivoskarttoihin tarpeen tullen.

Tiedon käsittelyä on myös laserkeilauksien pistepilvien muokkaaminen. Pistepilvistä tehdään kolmiulotteisia malleja. Pistepilvitiedostot vaativat aina tietokoneella käsittelyä, jotta niistä saadaan tehtyä kolmiulotteisia malleja, joissa ei ole mitään ylimääräistä mallin sisä- eikä ulkopuolella. Pistepilvien siistiminen on joskus hankalaa, koska etenkin louhoksien osalta mittauskohdetta ei voi mennä katsomaan. Tällöin pitää osata tulkita pistepilveä ja osata poistaa sen sisä- tai ulkopuolelta sellaista dataa, joka ei sinne kuulu. Lopulliset virheettömät mallit tulee olla tallennettuna verkkolevyn tietokantaan.

Kaivosmittaaja tekee päivittäin räjäytyksen jälkeisen savutarkastuksen, joka suoritetaan yhtiön sisäisen ohjeen (Agnico Eagle Finland 2017f) mukaisesti. Savutarkastuskierroksella mitataan kaasupitoisuuksia kaivoksessa ja käydään räjäytetyt kohteet listan mukaan läpi. Mikäli savukaasuja esiintyy, tulee raja-arvot ylittävät alueet sulkea ja ilmoittaa niistä tuotannonohjauskeskukselle. Vasta savutarkastuksen jälkeen saavat työntekijät mennä kaivokseen. Savutarkastuksen turvallinen suorittaminen vaatii tuuletuksen toiminnan ymmärtämistä, jotta tietää, miten savut käyttäytyvät kaivoksessa.

2.2 Millaista osaamista tarvitaan

Kaivosmittaaja työskentelee yleensä yksin, jolloin yksintyöskentelytaidot sekä ongelmanratkaisutaidot pitää olla riittävän hyvällä tasolla. Ongelmatilanteissa, jotka liittyvät mittaukseen, on tavallista, että juuri kukaan ei voi käytännön mittauksessa auttaa. Näissä tapauksissa ei auta muu kuin itse selvittää, missä tekee virheen, eli tarvitaan oma-aloitteisuutta asioita kohtaan. On paljon pieniä asioita, joita voi tehdä helpottaakseen omia sekä työkavereiden työtehtäviä. Ilman oma-aloitteisuutta ja mielenkiintoa asioita kohtaan voi jäädä monikin asia oppimatta.

Kaivosmittaajalta vaaditaan täsmällisyyttä mittauksen ja työaikojen suhteen. On syytä olla tarpeeksi kriittinen itselleen, jotta osaa arvioida omaa työtään ja sen vaikutuksia kaivokselle. Esimerkiksi tarkkuuden osalta joissakin työvaiheissa ei vaadita aivan absoluuttista tarkkuutta, jotta työ saadaan tehtyä, mutta jossakin toisenlaisessa tilanteissa voivat virheet kasvaa jo niin suuriksi, että niistä voi koitua merkittäviä taloudellisia tappioita. On siis syytä ymmärtää, että mitä on tekemässä ja miksi, jotta virheiltä voi välttyä ennen kuin sellaisia tapahtuu.

Kaivosmittaajalta vaaditaan käytössä olevien takymetri- ja skannauslaitteiston hallitsemista ja niiden käytön osaamista. Tietokoneosaamista tulee olla käytettävistä ohjelmista ja sovelluksista, jotta pystyy käsittelemään mittausdataa oikeilla tavoilla. Silloin kun laitteistot, tietokoneohjelmat, työohjeet tai työtavat päivittyvät, pitää uudet asiat omaksua nopeasti.

Kokonaisuuden hallinta ja ymmärrys kaivostoiminnasta helpottaa huomattavasti käytännön mittaamista, ajankäyttöä ja asioiden laittamista tärkeysjärjestykseen normaalin työpäivän aikana.

2.3 Työn osaamisen hankinta

Kaivosmittaajan tehtävät olen suurimmaksi osaksi oppinut vanhemmilta kokeneemmilta kaivosmittaajilta, jotka ovat kädestä pitäen opettaneet käyttämään takymetria, tietokoneohjelmia sekä kaikkea mittaamiseen liittyvää kalustoa. Kaikki asiat, mitä aluksi en ole ymmärtänyt, on pitänyt omasta mielenkiinnosta selvittää, jotta asioista sai riittävän tietotaidon työtehtävien suorittamiseksi. Yleensä vastauksen mieltä askarruttaviin kysymyksiin olen saanut kokeneemmilta kaivosmittaajilta. Mikäli vastausta kysymykseen en ole saanut selville heiltä, on vastaus löytynyt esimerkiksi itse kokeilemalla tai etsimällä tietoa aiheesta esimerkiksi internetistä. Toisaalta epäselviä asioita on voinut kysyä myös muilta työntekijöiltä, työnjohtajilta tai esimieheltä.

Oma-aloitteisuuden avulla olen saanut itse selvitettyä asioita, joista minulla ei ole ollut entuudestaan tietoa, oli kyseessä sitten mittaaminen tai kaivostoiminta yleensä. Kaivosalan kirjallisuudesta ja julkaisuista on ollut apua alan opiskelussa. Oma-aloitteisuus on myös tärkeä asia nopeasti kehittyvällä mittausalalla, sillä tekemällä aina kaikki asiat samalla tavalla, ei pysy kovin hyvin kehityksessä mukana.

Uusien laitteiden saapuessa on myös Leican-kouluttaja käynyt vierailmassa kaivoksella ja opettanut käyttämään uusia laitteita. Koulutuspäivänä on voinut kertoa, mitä laitteilta halutaan, jotta ne palvelevat mahdollisimman hyvin käytössä. Samalla kertaa on esimerkiksi selvinnyt uusia työtä nopeuttavia ja helpottavia sovelluksia, mitä uudet laitteet tarjoavat.

2.4 Sidosryhmät työpaikalla

Päivittäinen työskentely kaivoksessa tapahtuu pääasiassa yksin, mutta kaivosmittaajalla on monia sidosryhmiä, kenen kanssa hän on tekemisissä. Sidosryhmät jakaantuvat yhtiön sisäisiin ja ulkoihin toimijoihin (Kuvio 2).



Kuvio 2. Sidosryhmät työpaikalla

Sisäisiin sidosryhmiin kuuluvat kaivosmittaajan työnjohtajat, tuotannonohjauskeskus eli Toke ja geologit. Heidän kanssaan keskustellaan päivittäin mittaukseen liittyvistä asioista. Työnjohtajat ja Toke kertovat päivittäiset prioriteetit sekä työtehtävät, joihin monesti tulee tarkennuksia ja muutoksia aina työpäivän aikana. Mittaajat sitten hoitavat nämä työtehtävät parhaaksi katsomallaan tavalla, jotta mittaukset hoituvat ajoissa ja työtehtävät etenevät mahdollisimman loogisesti paikasta toiseen. Suunnittelulta tulevat melkein päivittäin louhoksien ja varustelureikien merkintätiedostot, jotka mittaajat siirtävät maastoon. Mikäli on esimerkiksi jotakin esteitä suunnitelman toteuttamiseen, mittaja keskustelee tarvittaessa työnjohdon ja suunnittelun kanssa, jotta tarvittavat muutokset voidaan tehdä parhaalla mahdollisella tavalla.

Geologeilta tulevat tehtävät ovat päivittäisiä ja ne liittyvät pääasiassa kairareikien suunnan ja paikan mittauksiin sekä 3D-kuvauskohteisiin. Viikoittain geologeilta tulee uusia merkintätiedostoja kairauksia varten, jotka mittaajat merkitsevät kaivokseen. Mikäli työkohteessa on työskentelyä estäviä asioista, niistä tiedotetaan ja kairaussuunnitelmaa tarvittaessa muutetaan, jotta kairaus onnistuu.

Työpäivän aikana 3D-kuvauskohteet käydään kartoittamassa, ja niihin liittyvät asiat keskustellaan näytteenkäsittelijöiden kanssa, jotka kyseisen kuvauksen suorittavat. On hyvä tiedottaa asiasta, jos johonkin 3D-kuvausperään meno ei

onnistu, sillä siinä säästää toisen työaikaa helposti puolesta tunnista tuntiin ajomatkojen kanssa.

Kalliomekaanikon kanssa ollaan tekemisissä yleensä silloin, kun louhintojen toteuttamisessa on ongelmia tai tuennan suunnittelu kaipaa alueelta lisätietoa. Yleensä kyse on seurantamittauksista epävakaalla alueella tai jonkin sortuman/ruhjeen kartoittamisesta. Seurantamittauksia ovat esimerkiksi kiven laadullisesti heikolla alueella louhoksen kattoon asennetut anturit. Louhoksen kattoon asennetut anturit ovat instrumentoituja vaijeripultteja (venymä ja kuormitus) tai ekstensiometrejä (venymä). Antureita käydään kalliomekaanikon pyynnöstä lukemassa ja huolehditaan mittaustulokset tietokantaan. Silloin tällöin kalliomekaanikolle kartoitetaan esimerkiksi ruhjeita tai rakoja. Kartoituksen pohjalta kalliomekaanikko pystyy tulkitsemaan, missä esimerkiksi heikkousvyöhyke sijaitsee ja tämä helpottaa asian hahmottamista, päätöksen tekemistä ja tuennan suunnittelua kyseiselle alueelle. (Pyy 2017.)

Ulkoisia sidosryhmiä ovat pääasiassa laitevalmistajat, maahantuoja ja urakoitsijat. Kaivoksella käytössä olevat mittalaitteet ja niihin liittyvät asiat hoituvat maahantuojan kautta. Vuosittain takymetrit kalibroidaan ja huolletaan laitevalmistajan toimesta. Uusia mittalaitteita tilataan vanhojen kuluneiden tilalle tarvittaessa ja mikäli tarvetta on, laitevalmistajat myös opastavat uusien laitteiden kanssa, että miten niitä käytetään oikein.

Ulkoisista sidosryhmistä eniten ollaan tekemisissä eri urakoitsijoiden kanssa. Tunnelien peränajoa tekevät myös urakoitsijat, joten heidänkin kanssaan keskustellaan mittausasioista. Kiintopisteverkon ylläpito ja uusien kiintopisteiden mittaaminen ovat yhtiön mittaajien tehtävänä. Mittaaja huolehtii mitatut pisteet urakoitsijoiden käyttöön ja keskustelee, missä vaiheessa taas tarvitaan uusia kiintopisteitä, jotta mittaaminen on mahdollista. Jokaisen kuukauden vaihteessa kuukausittainen peränajon etenemä kartoitetaan myös urakoitsijoiden alueilta.

Tuuletusnousujen poraajat tarvitsevat myös mittajaa avukseen, jotta tuuletusnousu toteutuu suunniteltuun paikkaan. Tuuletusnousuja poraavat urakoitsijat, jotka ovat nousun porauksen ammattilaisia. Mittaaja merkitsee heille paikan, joka on porattavan nousun keskikohta ja ennen porauksen aloittamista

täytyy poraussyunta mittaamalla varmistaa, jotta tuuletusnousu osuu oikeaan paikkaan.

Eri maahantuojien kanssa keskustellaan uusista laitteista ja niiden esittelyistä. Esimerkiksi uutta laserkeilainta on hiljattain käynyt esittelemässä ja Nordic Geocenter. Laitteita testattiin heidän kanssaan kaivoksella ja heidän kanssaan keskusteltiin myös siitä, soveltuvatko laitteet Kittilän kaivoksen käyttötarpeisiin. Tämän tyylisiä testauksia tehdään silloin tällöin myös muiden laitevalmistajien kanssa, jotta mittauksia saataisiin kehitettyä nykyaikaisemmaksi, tarkemmaksi ja nopeammaksi.

2.5 Vuorovaikutustaidot työpaikalla

Kaivosmittaajan työssä tärkein vuorovaikutustaito on se, että tulee toimeen erilaisten ihmisten kanssa. Kaivos työllistää ihmisiä eripuolilta suomea, pohjoismaita ja ulkomaita. Kohteliaalla ja asiallisella käyttäytymisellä pärjää pitkälle erilaisten ihmisten kanssa.

Hyvistä keskustelutaidoista on hyötyä, jotta pärjää kaikkien eri tahojen kanssa ja pystyy ongelmatilanteissa tuomaan oman mielipiteensä asiallisesti julki. Kaikki pääsevät helpommalla eikä väärinkäsityksiä pääse niin helposti tapahtumaan, kun asioista on keskusteltu. Keskustelutaitojen lisäksi on tärkeää osata myös kuunnella, mitä jollakin on sanottavaa.

3 KAIVOSMITTAAJAN TYÖTEHTÄVÄT

3.1 Kaivoskoordinaatisto ja kiintopisteet

Kaivosmittaus on ollut lakisäätöistä vuodesta 31.12.1965 lähtien, jolloin säädettiin kaivoslaissa (503/65) ja kaivosasetuksessa (663/65), että kaivostyön harjoittajan tulee laatia kaivoksesta kaivoskartta selityksineen. Asiakirjat tulee olla ohjeiden mukaisesti mittakaava, merkinnät ja selitykset. Asiakirjoja tulee pitää ajantasaisina ja vuoden lopussa ne tulee toimittaa viranomaisille vuosittain selityksineen. (Salmenperä 2009, 153.)

Kaikki kaivostoiminta vaatii luotettavan ja riittävän tarkan koordinaattijärjestelmän, jotta peränajo ja tuotanto oikeassa paikassa on mahdollista. Kaivoksessa käytetään kaivoskoordinaatistoa, joka Kittilän kaivoksella ei vaadi koordinaatiston kääntämistä malmiesiintymän mukaiseksi, koska malmi sijaitsee pohjois-eteläsuuntaisesti. Eli kyseessä on kkj-koordinaatistosta kevennetty koordinaatisto, jossa z-koordinaattia on muutettu siten, että tietyllä tasolla maanpinnalla korkeus on kaivos koordinaatistossa nolla. Tällöin maanalaiset louhintatasojen välit ovat korkeussuunnassa loogisia, koordinaatisto on kevyempi käsitellä tietokoneilla ja takymetreillä. Osaltaan tähän vaikuttaa paljon myös se, että kaivoksen alun aikaisilla tietokoneilla ja takymetreillä ei ole ollut mahdollista käsitellä keventämätöntä koordinaatistoa kovin nopeasti.

Maanalaisessa kaivoksessa käytetään takymetrejä ja laserkeilaimia mittaamiseen. Kittilän kaivoksella on takymetrikalusto päivittynyt Leican 1200 -sarjalaisista sekä Leica TS15 Vivasta nykyaikaisempiin ja monikäyttöisempiin takymetreihin. Päivitys uudempiin takymetreihin tapahtui marraskuussa 2015. Tällä hetkellä käytössä on kaksi kappaletta Leica MS50 -robottitakymetrejä, joissa on muun muassa skannaustoiminto (Leica Geosystems 2017.) Kaikki tunnelin mittaaminen hoidetaan näillä kahdella takymetrillä. Leica TS15 Viva on edelleen varalla sitä varten, että sitä käytetään esimerkiksi uudempien takymetriensä ollessa huollossa.

Mittauksissa käytetään lähes poikkeuksetta vapaan asemapisteen orientointia. "Vapaan asemapisteen käyttö mittauksissa tarkoittaa menettelyä, jossa takymetri pystytetään sijainniltaan tuntemattomaan paikkaan. Asemapisteen koordinaatit ja korkeus määritetään tähtäämällä liitospisteisiin. Kun koje on laskenut asemapisteen koordinaatit ja orientoinut vaakakehänsä koordinaatiston pohjoissuunnan suhteen, suoritetaan varsinainen mittaustyö. Vapaan asemapisteen menetelmää käytetään yleisesti kartoitus- ja merkintämittauksissa, koska asemapisteen paikka voidaan valita mittausten kannalta tarkoituksenmukaisesti" (Laurila 2012, 259-260).

Kittilän kaivoksen käyttökiintopisteverkko on todella laaja tänä päivänä. Se alkaa maanpinnalta tunnelin suulta ja etenee vinotunnelia pitkin kaikkialle kaivokseen. Kiintopisteverkko kattaa kaikki maanalla sijaitsevat vinotunnelit, louhintatasojen yhdystunnelit sekä louhintatasojen tasoperät. Käyttökiintopisteverkko sisältää noin 1500 kiintopistettä ympäri maanalaista kaivosta alkaen tunnelin suulta ja jatkuen aina pohjalle saakka. Osa käyttökiintopisteistä tuhoutuu esimerkiksi louhintojen aikana räjäytyksistä johtuvien kiven sinkoilun takia tai siten, että kiintopisteeseen osuu jonkin työkone. Käyttökiintopisteitä tehdään jatkuvasti lisää ja vanhoja pisteitä mitataan uudelleen.

Vinotunneleissa kiintopisteet niinkin pysyvät hyvässä kunnossa, mutta louhintatasoilla olevilla kiintopisteillä on suuri vaara tuhoutua, riippuen tietenkin paikasta johon ne on fyysisesti sijoitettu. Kiintopisteen sijoittamisella seinälle voi vaikuttaa paljonkin, kuinka pitkäikäinen piste on, mutta aina ei sekään riitä.

Käyttökiintopisteen rakenne on sellainen, että se on seinään porattu 12 mm paksu ja 40 mm pitkä lyöntiankkuriholkki, johon on kiinnitetty Leican GMP101 -miniprismaan soveltuva 60 mm pitkä mittalaitepultti päässä. Kiintopisteet nimetään louhinta-alueen, tason ja juoksevan numeron mukaan. Kiintopisteen paikka merkitään kolmiolla ja pistenumero maalataan pisteen läheisyyteen (Kuvio 3).



Kuvio 3. Tyypillinen kiintopiste Kittilän kaivoksessa

Käyttökiintopiste on asennettu yleensä ruiskubetoniin, mutta mahdollisuuksien mukaan niitä on porattu myös suoraan kallioon, mikä onkin parempi vaihtoehto kestävyuden kannalta. Ruiskubetoniasennuksessa on ongelma, mikäli betoni irtoaa kallion pinnasta esimerkiksi räjäytysten aiheuttamasta tärinästä, niin aikaisemmin käyttökiintopisteelle mitatut koordinaatit eivät enää pidä paikkaansa.

Kaikista tarkimmat kiintopisteet ovat jonomittauspisteet, jotka alkavat maanpinnalta. Jonomittauspisteet sijaitsevat tunnelin seinillä ja niitä on noin 60-100 metrin välein. Jonopiste on ruostumattomasta teräksestä sorvattu, 150 mm pitkä holkki, joka on 30 mm paksu ja se on porattu ruiskubetonoinnin läpi kallioon, johon se on injektoitu kiinni. Holkkiin kiinnitetään tunnelipistelapio, johon Leican jonomittaukseen soveltuvan GPR121-tarkkuusprisman saa kiinnitettyä pakkokeskistysjalustan avulla. Jonomittauspisteitä on kolmessa vinotunnelissa, ja niitä on vertikaalisesti katsottuna syvimmillään 700-750 metrin syvyydessä. Lähitulevaisuudessa jonomittauspisteitä on tehtävä lisää, jotta syvien osien koordinaatteja saadaan tarkistettua/korjattua.

Louhintatasojen malmiperissä on käytössä myös apupisteitä, jotka ovat malmiperien mittaukseen tarkoitettuja seinälle maalattuja ristejä ruiskubetonissa. Nämä ovat tarkoitettu helpottamaan ja nopeuttamaan malmiperien mittausta.

Apupisteverkko kattaa pisteitä lähes yhtä paljon kuin käyttökiintopisteverkkokin, mutta sen tarkkuus ei luonnollisesti ole aivan samalla tasolla kuin käyttökiintopisteiden, mutta peränajoa varten sen tarkkuus on riittävällä tasolla.

Uusien käyttökiintopisteiden mittaaminen sekä vanhojen pisteiden uusintamittaus on mittaajien vastuulla. Mitattaessa uutta tai vanhaa pistettä tulee takymetri tasata ja orientoida vapaan asemapisteen menetelmällä käyttäen vähintään kolmea käyttökiintopistettä. Käytettävien pisteiden tulee olla ehjiä, ja orientoinnin tulee olla hyvä (Kuvio 4).



Kuvio 4. Esimerkki hyvästä orientoinnista käyttökiintopisteiltä

Mikäli lähistöltä ei löydy tarpeeksi hyviä ja ehjiä kiintopisteitä orientointia varten, on ehjät kiintopisteet etsittävä kauempaa ja mitata huonoille pisteille uudet koordinaatit. Uutta kiintopistettä mitattaessa tulee prisma mitata molemmilla kojeasenoilla vähintään 3-5 kertaa, jotta mahdolliset satunnaiset virheet mittauksessa voidaan huomata. On hyvä verrata mitattuja koordinaatteja keskenään jo mittaustilanteessa ja mikäli niissä on eroja, havaintoja pitää ottaa lisää ja laskea lopuksi niiden keskiarvo, joka sitten otetaan käyttöön. Lopuksi on vielä hyvä testata, että uudet pisteet ovat toimivat ja niillä tehty orientointi on moitteeton. (Agnico Eagle Finland 2017b.)

3.2 Peränajo

Maanalaisessa kaivoksessa kaivoskäytävät eli tunnelit etenevät räjäytyslouhinnalla ja tätä etenemistä kutsutaan nimellä peränajo. Peränajoa tehdään varsinaisia tuotantolouhintoja varten. Peränajo etenee aina tietyllä kaavalla, jotta tunnelia saadaan tehtyä turvallisesti. Peränajo vaati porauksen, räjäytyksen, tuuletuksen, kastelun, lastauksen, rusnauksen, rappauksen, pulttauksen ja merkkauksen (Kuvio 5). Yhdellä räjäytyksellä tapahtuvaa tunnelin etenemää kutsutaan katkoksi.

Valmistelevat työt eli peränajo



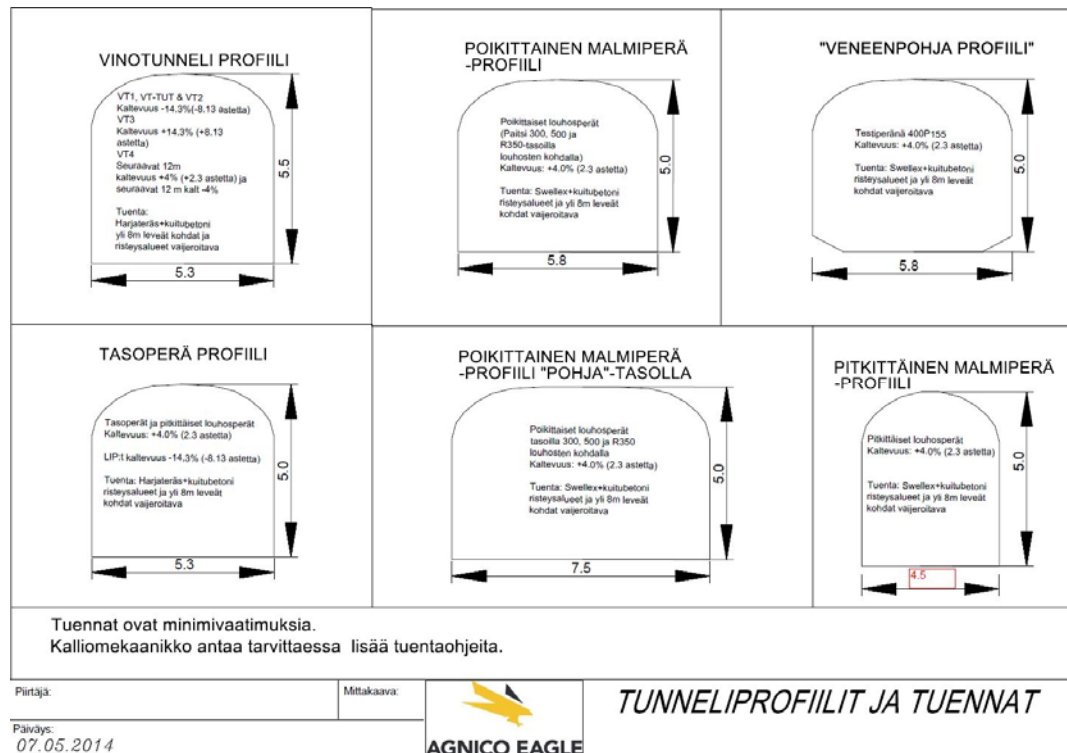
Kuvio 5. Peränajon työvaiheet (Agnico Eagle Finland 2017a)

3.2.1 Merkintä

Perän merkkaus on mittajaan yleisimpiä työvaiheita, joissa suunnittelijalta tulevan peränajon suunnitelman mittaja merkitsee tunneliin aina yhden kulloinkin porattavan katkon kerrallaan. Leica MS50 takymetri Takymetri tukee .dxf-formaatissa olevaa tiedostomuotoa. DeswikCAD -ohjelmalla tehdään päivittäin .dxf-formaatissa oleva tiedosto, jossa on ajantasaisin tieto koko kaivoksen peränajollisista asioista. Käytettävästä tiedostosta löytyy koko kaivoksen kaikkien tunneleiden kartoitukset, suunnitelmat ja malmitiedostot. Tiedosto siirretään muistikortilla takymetrille, josta se tuodaan kyseisen päivän työhön, mihin kaikki

työpäivän aikana tehdyt mittaukset tallennetaan. Takymetrin näytöltä mittaaja pystyy valitsemaan 2D-näkymässä halutut tasot näkyville ja suunnitelman valittavaksi merkintää varten. Suunnitelmissa on lastauskorotuksien paikat, keskiliinjat ja seinälinjat. Merkintä tehdään valitulla suunnitelman keskiliinjalla ja siitä pystyy takymetrillä laskemaan myös kaltevuudet.

Peränajoa varten on olemassa yleiset ohjeet tunnelien profiileista, minkä levyistä ja korkuista tunnelia tietyissä kohteissa tehdään (Kuvio 6).



Kuvio 6. Kittilän kaivoksen peränajon profiilit ja tuennat (Koivuniemi 2017)

Yleisiä käytössä olevia mittoja ovat 5,3 metriä leveä ja 5,5 metriä korkea (vinotunnelit ja tasoperät), 5,8 metriä leveä ja 5 metriä korkea (poikittainen malmiperä), 4,5 metriä leveä ja 5 metriä korkea (pitkittäinen malmiperä) sekä vinotunnelin curveissa 8 metriä leveä ja 5,5 metriä korkea. Nämä mitat on mittaajan syytä muistaa, kun katkoa on merkkäämassa. Lisäksi on olemassa poikkeustapauksia, joissa leveydet ja korkeudet poikkeavat yllä olevista.

Katkon merkintä (Kuvio 7) tehdään (Agnico Eagle Finland 2017d) mukaisesti käyttäen merkittävän perän keskiliinjaa. Keskiliinja on keskellä tunnelin pohjaa

kulkeva viiva, johon tunnelin pohjan taso on suunniteltu. Keskilinja valitaan takymetrin näytöltä merkittävä linja ja vertailulinjatoiminnolla linjaa saadaan merkittyä. Kun takymetrin näytöltä painaa matkapainiketta, takymetri mittaa laserosoitimen etäisyyttä ja paikkaa kyseiseen linjaa nähden. Keskilinja merkitään tunneliin porakoneen asemointia varten +1.0 metrin korkoon pohjan tasosta. Käytännössä tunnelin peräseinälle tehdään risti, jonka vaaka viiva on +1.0 metriä ja pystyviiva on keskilinjalla. Merkinnässä käytetään Mercalin merkkistä maarakennukseen suunniteltua merkintämaalia, joka pysyy kohtalaisen pitkään myös märän kallion tai ruiskubetonin pinnalla.

Keskilinjän takasuunnat merkitään peräseinästä noin 3-4 metrin etäisyydelle +1.0 metrin korkoon eromitoilla. Eromitta on horisontaalinen etäisyys merkittävän linjan keskikohdasta metreinä siitä kohdasta, mihin takymetrin laser osoittaa. Lisäksi on hyvä merkitä myös seinälinjat +1.3 metrin korkoon peräseinälle, jotta porari saa paremman kuvan esimerkiksi tunnelin suoruudesta, ettei se ole kallellaan tai tunnelin seinät eivät ole kovat. Lisäksi peräseinälle merkitään kyseisen katkon lisätiedot, kuten esimerkiksi kiven laatu (malmi vai kiisu), kuinka pitkä katko porataan.

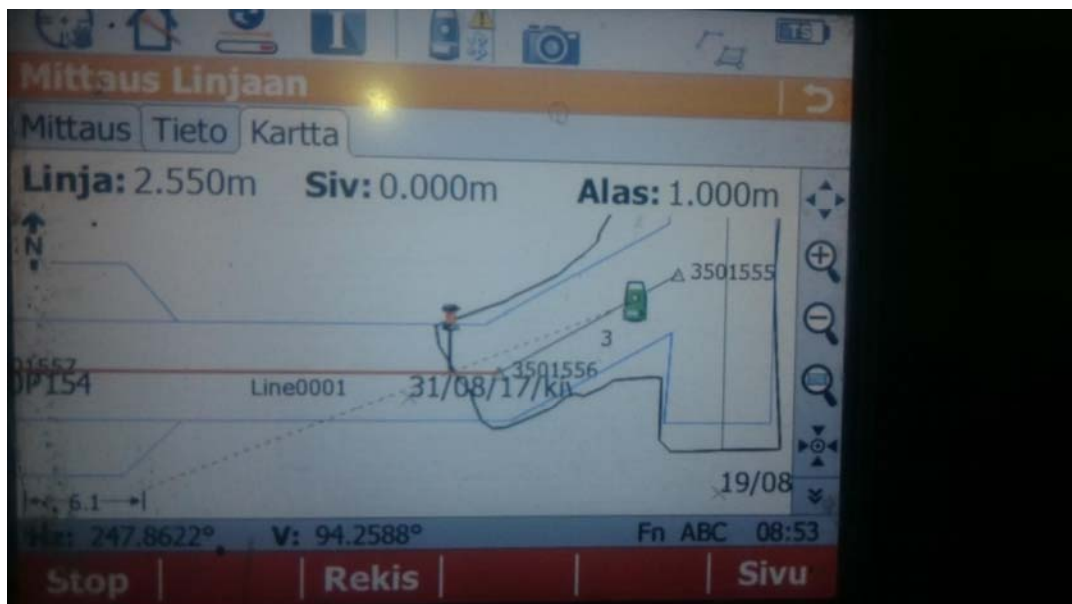


Kuvio 7. Perän merkintä

Porakaluston maksimimittainen katko on 5,2 metriä, mutta käytännössä tavanomainen katkon pituus on 4,7 metriä, jonka tunneli etenee yhdellä

räjäytyksellä. Poikkeavia katkon pituuksia on esimerkiksi malmiperissä, joissa malmiesiintymän kohdalla pitää katkojen mittoja säätää siten, että malmi saadaan mahdollisimman tarkasti louhittua talteen. Jos malmi on esimerkiksi 6 metriä, niin silloin järkevää porata kaksi kolmen metrin mittaista katkoa, eikä yhtä 5,2 metrin, joka on maksimimitainen, mitä kerralla pystytään räjäyttämään. Mikäli malmiesiintymä on pidempi kuin 6 metriä, on kannattavaa ottaa ensin pidempi katko ja sen jälkeen lyhyempi, jos ensimmäinen katko ei etene haluttua mittaa, niin on varaa porata seuraava sitten pidempänä ja louhinta onnistuu lopulta hyvin.

Kurveissa tai kun tunneli taittuu jyrkästi, on poikkeavia katkon mittoja ja suuntaa hyvä käyttää. On mietittävä, mitä osaa keskilinjasta käyttää, jotta merkinnät tulevat oikein (Kuvio 8.) Louhinnasta tulee tällöin taloudellisempaa, koska ylilouhinta vähenee ja seuraavan katkon poraus on helpompi ja nopeampi tehdä.



Kuvio 8. Tunnelin taittuessa merkintä valitulla keskilinjalla

Kittilän kaivoksella on ohje, että kahta metriä lyhyempiä katkoja ei porata, joten perän lähestyessä suunnitelman loppua pitää monesti kahden viimeisen porattavan katkon porauspituuksia muuttaa normaalista. Joskus on järkevää myös vähän soveltaa ja merkitä suunnitelmasta poikkeava katko, jotta ylimääräisiä korjausporauksia ei tarvitse tehdä.

Merkatessa porattavaa katkoa kannattaa myös kirjoittaa peräseinälle lisätietoja, jotka auttavat poraria hahmottamaan tilannetta mahdollisimman hyvin. Tällaisia lisätietoja ovat normaalisti lastausta varten tehtävät lastauskorotukset eli kattokorotukset. Kattokorotukset tehdään perien risteyksiin, jotta lastauskoneella mahdutaan kaatamaan kuorma-auton lavalle kiviä. Kattokorotuksen alueella tunnelin korkeus on noin 7 metriä. Vinotunneleissa tehtävät levytykset väistämistä varten, kurvit ja porattavan katkon kaltevuus ovat lisätietoja, jotka vaikuttavat katkon poraukseen. Levytyksestä merkitään aloitus- ja lopetuspaikat, sekä tarvittaessa suunta. Kurvien alueella katkon merkinnässä on joskus syytä käyttää keskilinjasta poikkeavaa linjaa. Tämä sen takia, jotta kurvista tulee nätimmin kaartuva eikä kulmikas ja seuraavan katkon poraus on helpompi tehdä (Kuvio 9.).



Kuvio 9. Vinotunnelin kurvin poraus porakoneesta katsottuna

Kaltevuudet ovat muutamia poikkeustapauksia lukuun ottamatta 2,3 tai 8,1 astetta yläkätisiä tai alakätisiä. Tyypillinen vinotunnelin kaltevuus on +/- 8,1 astetta ja taso-/malmiperien +/- 2,3 astetta. Louhintatasoilla kaltevuuden ovat yleensä vedenpoiston takia yläkätisiä, jotta poraukseen käytettävä vesi valuu painovoimaisesti pois perästä, eikä sitä erikseen tarvitse pumpata pois. Poikkeuksena on esimerkiksi lieteperät, jotka ovat alakätisiä sen takia, että vedet halutaan ohjailta pumppausta varten juuri näihin lieteperiin. Myös yhdysperistä lähtevien tasoperin kaltevuuksia suunnitellaan siten, että niillä saadaan vettä ohjailtua haluttuihin paikkoihin.

Alakätisissä vinotunneleissa on usein vettä pohjalla pumppauksesta huolimatta ja niiden merkinnässä kannattaa käyttää apuna jatkettavaa alumiinista tai muovista teleskooppitankoa, jossa on spray-maalipurkki päässä. Tämä nopeuttaa merkintätehtävää, koska veden poistumista ei tarvitse odottaa, vaan porausta varten merkinnän voi käydä tekemässä jo etukäteen (Kuvio 10).



Kuvio 10. Alakätisen perän merkintä ennen veden pumppausta pois

3.2.2 Kartoitus

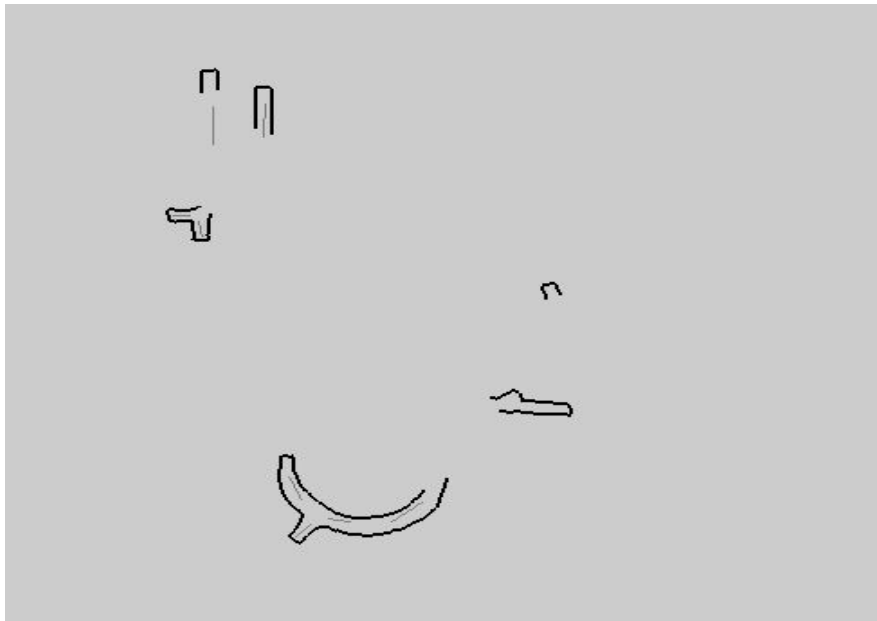
Tunnelia kartoitetaan aina sen edetessä ja yleensä se tehdään uutta katkoa merkatessa. Eli ensimmäisenä kartoitetaan edellinen räjäytetty katko, ja sen jälkeen vasta uuden katkon merkkaus. Tällöin nähdään, missä tunneli on sillä hetkellä menossa ja merkkaus tehdään sitten sen mukaan.

Gemcom Surpac -ohjelmisto, joka Kittilän kaivoksella on käytössä, tukee .str piste-/viivamalli -tiedostoja. Koodit menevät siten, että 100-koodi tarkoittaa pistettä, 20-koodi on musta viiva ja 21-koodi on harmaa viiva. Perän kartoitus tehdään takymetrillä koodeilla 20 ja 21. Koodi 20 kuvastaa seinää. Pohjan eli lattian taso kartoitetaan koodilla 21. Kartoittaessa kannattaa koodit valita oikein, koska silloin mittausdatalle ei tarvitse tietokoneella tehdä enää mitään.

Kartoittaessa yksittäisiä asioita kannattaa valita koodi 100 ja näkyy Surpac-ohjelmassa pisteinä.

Kartoitus suoritetaan noin rinnan korkeudelta, joka kuvastaa tunnelin seinien muotoa mahdollisimman hyvin. Kartoitettaessa mitataan räjäytetyn katkon matkalta molemmilta seiniltä 4-5 pistettä ja peräseinältä 3-4 pistettä. Riippuen tilanteesta, joskus on tarvetta myös tiheämmällekkin kartoitukselle. Normaalisissa tilanteissa seiniltä kartoitetaan pisteitä noin metrin välein. Takymetrin muistikortille kirjoitettava kartoitus data on .str-formaatissa.

Päivittäiset kartoitukset (Kuvio 11.) päivitetään viimeistään työpäivän lopuksi vanhoihin kartoituksiin, joissa viivat katkaistaan sopivalta kohdalta olemassa olevan kartoituksen rajalta ja kartoitus pudotetaan kartoitetun pohjan tasolle. Vanhan ja uuden kartoituksen viivat yhdistetään ja viivojen kaltevuus tasoitetaan, jotta lopputulos on linjakkaan näköinen, eivätkä seinälinjat ole kulmikkaat korkeussuunnassa. Jokaisen perän päässä on päivämäärä, josta näkyy, milloin se on kartoitettu viimeksi. Valmis muokattu kartoitus tallennetaan vielä lopuksi verkkolevyllä.



Kuvio 11. Päivittäisiä kartoituksia

3.2.3 Profiilit

Jokaisesta suunnitelman loppuun edenneestä malmiperästä tehdään tunneliprofiili (Agnico Eagle Finland 2017e) mukaisesti. Profiileista on hyötyä louhoksien suunnittelussa sekä louhintojen onnistumisen arvioinnissa. Nykyisellä takymetrikalustolla pystyy tunnelista tekemään laserskannauksen. Skannaus tehdään vapaalta asemapisteeltä ja niin monesta kohtaa perästä, jotta se riittävällä tarkkuudella kattaa koko perän alueen. Asemapisteen valinnassa on otettava sijainti huomioon siten, että takymetri on turvallisessa paikassa, tukevalla alustalla ja siitä näkee tarvittavat pisteet orientointia varten (Kuvio 12).

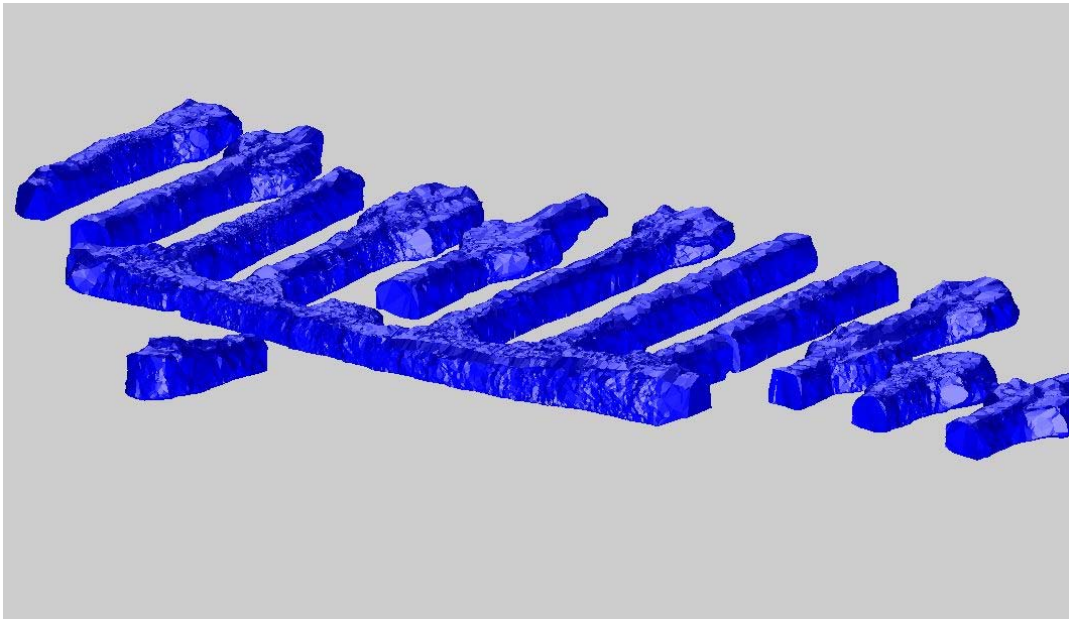


Kuvio 12. Louhoslevitysten skannaus

Leica MS50 -takymetrin skannaustoiminnossa valitaan kyseiseen työkohteeseen sopivat asetukset, näytöllä näkyvien ohjeiden mukaan. Skannaus kestää yleensä 3-6 minuuttia riippuen käytettävästä tarkkuudesta ja muista valinnoista skannaukseen liittyen. Skannaustulos on takymetrin orientoinnin myötä automaattisesti koordinaatistossa ja sitä on mahdollista kolmiulotteisesti tarkastella takymetrin näytöltä.

Tarkastelu kannattaa tehdä, jotta selviää, miten skannaus onnistui. Skannauksen tarkastelun avulla on myös helpompi valita seuraava asemapiste järkevään paikkaan. Lopuksi skannaukset kirjoitetaan takymetrin muistikortille .txt-

formaatissa ja jatkokäsittely tehdään DeswikCAD -ohjelmalla. DeswikCAD -ohjelmalla avataan .txt tiedosto, joka on skannattu pistepilvi. Pistepilvestä siivotaan kaikki ylimääräinen pois, kuten esimerkiksi tuuletuslinjat, ajoneuvot ja vaijerit. Lopullinen versio mikä verkkolevyllä käsiteltynä tallennetaan, on muotoa .dtm (Digital Terrain Model), eli suomeksi digitaalinen maastomalli, joka on kolmiulotteinen (Kuvio 13).



Kuvio 13. Tunnelien profiileja

Joissain tapauksissa suunnittelijat pyytävät myös muista peristä profiilia kuin pelkistä malmiperistä. Tähän on yleensä syynä se, että takymetrillä tehty skannaus helpottaa suunnittelijan työtä, koska kohteesta saa kolmiulotteisen maastomallin tehtyä. Samalla saa realistisen ja todellisen kuvan miltä tunnelissa näyttää. Hyviä esimerkkejä ovat esimerkiksi tuuletusnousut, huoltohallit, lieteperät, kaatonousut ja pumppaamot. Kolmiulotteisista malleista pystyy esimerkiksi laskemaan tilavuuksia.

Kolmiulotteinen koordinaatistossa oleva malli helpottaa huomattavasti suunnittelijan työtä. Sen avulla pystyy ottamaan huomioon sellaisia asioita, jotka nopeuttavat töitä kaikilta osin. Esimerkiksi nähdään, ovatko pumppaamoa varten tarkoitetut tilat louhittu riittävän suuriksi, että kaikki laitteet ja koneet saadaan sijoitettua niiden vaatimille paikoille. Samoin putkilinjojen suunnittelu saadaan

tehtyä kerralla siten, että rakennusvaiheessa voidaan suurimmilta ongelmilta välttyä.

3.3 Tuotanto

Peränajon ja muiden valmistelevien töiden jälkeen päästään vasta tekemään varsinaista tuotantolouhintaa (Kuvio 14). Tuotantolouhinnan tarkoituksena on porata, panostaa ja räjäyttää varsinainen kultapitoinen malmikivi sivukivestä irti.

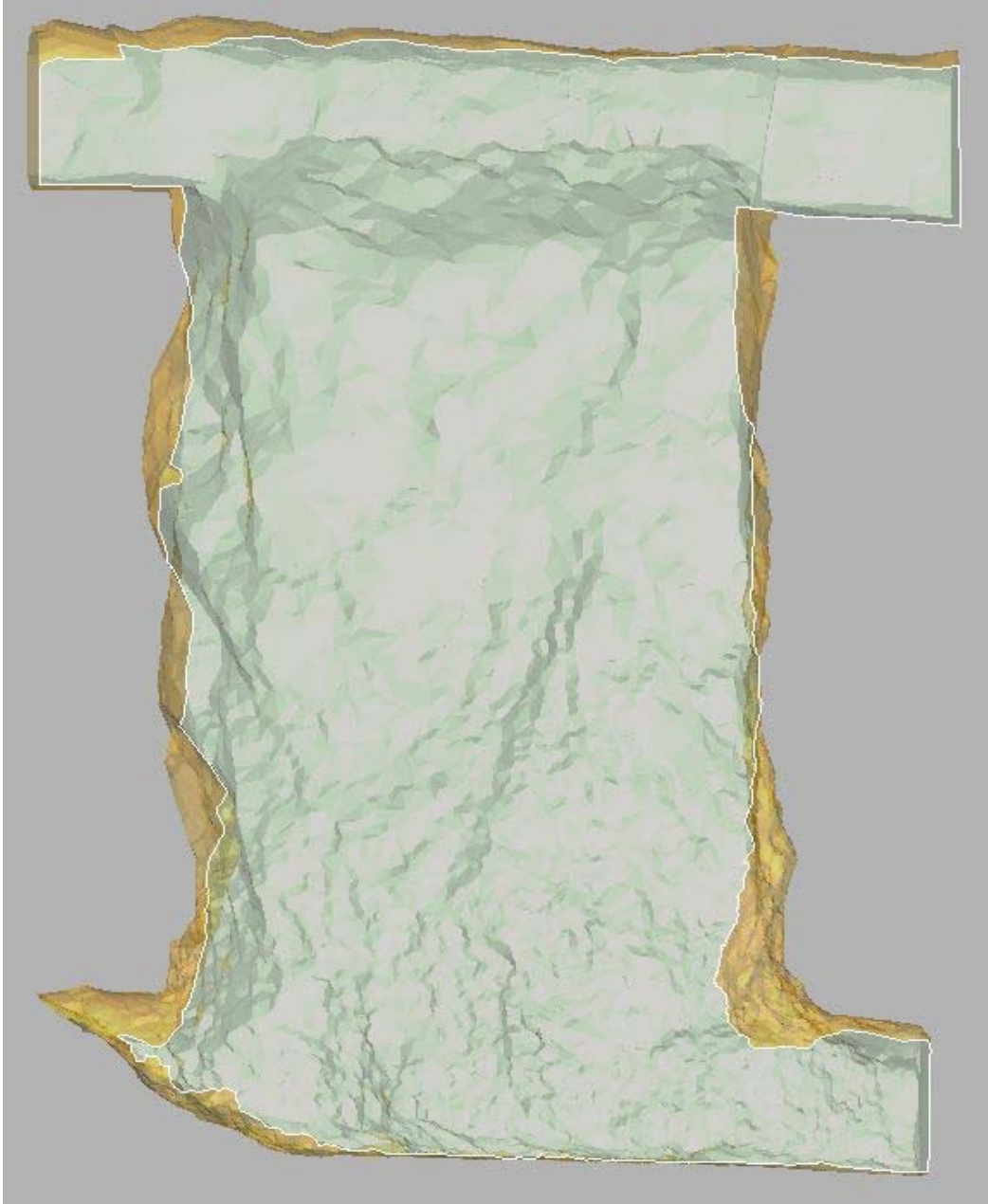
Tuotantolouhinta



Kuvio 14 Tuotannon työvaiheet (Agnico Eagle Finland 2017a)

Tuotannon mittaukset ovat maanalaisista mittauksista tärkeimmät, koska niiden avulla varsinaiset kultamalmin louhinnat tehdään oikeasta paikasta, eikä virheisiin ole varaa, koska kyseessä on isot summat rahaa.

Kittilässä on käytössä pengertäyttölouhinta, jossa kahden päällekkäin olevan tunnelin (25 metriä tai 40 metriä korkeuseroa) suunnitellaan louhos malmin louhinta varten kahden tunneli profiilin välille. Kun louhos on merkitty, porattu ja panostettu, se räjäytetään ja malmi lastataan pois. Tällaista maan alle räjäyttämällä louhittua tyhjää tilaa kutsutaan nimellä louhos (Kuvio 15).



Kuvio 15. Kahden louhintatason välinen louhos

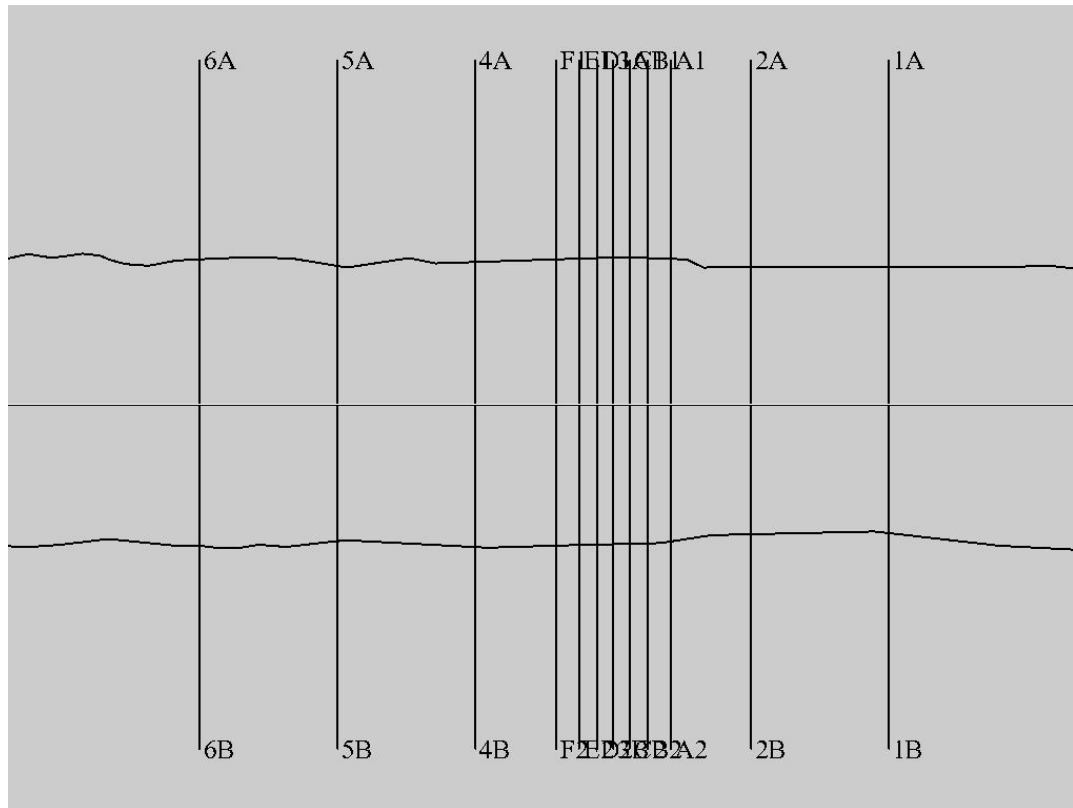
Tuotannon mittauksiin siirrytään siinä vaiheessa, kun louhintatason ja poraustason peränaot on saatu valmiiksi. Tuotannon mittauksiin kuuluu louhoksien porauslinjojen tai yläkätisten porausreikien merkitseminen, joiden avulla louhinnasta tulee mahdollisimman tarkkaa ja suunnitelmien mukaista. Merkintöjä on erilaisia riippuen niin käytettävästä porauskalustosta, sijainnista ja ympäristöstä yleensä, turvallisuus huomioon ottaen tietenkin.

3.3.1 Louhosten merkintä

Louhoksen poraukseen tarvitaan ensimmäiseksi merkinnät avausnousulle, jotta itse varsinaisella louhoksella on sitten tyhjää tilaa, mihin räjäytys purkautuu. Kaivoksella on käytössä ylös- ja alaspäin nousun avausreikiä poraavat porakoneet, jotka ovat Sandvik Rhinoja, jotka ovat asennettu John Deeren metsäkonealustan päälle. Avausnousua varten näillä kahdella koneella porataan kaksi reikää louhokseen, joiden ympärille sitten varsinainen nousu porataan.

Avausreikien merkitsemiseen käytetään .str-tiedostoa, jossa reikien lähtöpaikat ovat joko lattiassa tai katossa, sekä laserlinjat koneen suoristusta varten seinillä molemmille avausreikille. Kattoon tai lattiaan merkittävät reikien lähtöpaikat maalataan spraymaalilla. Tavallisesti avausnousu porataan alaspäin ja siinä on viisi porattavaa linjaa sekä keskilinja tunnelin kattoon. Nämä linjat merkitään takymetrille tuodulla .str-tiedostolla ja porauslinjat numeroidaan suunnitelman mukaisesti. Porari käyttää merkkejä koneen asemointiin, jotta nousun poraus tulee oikeaan paikkaan ja oikeilla kaltevuuksilla.

Louhoksen merkintä tapahtuu normaalissa tilanteessa siten, että takymetrin orientoinnin jälkeen valitaan louhoksen merkintä tiedosto takymetriltä. Louhoksen porausleikkaukset merkitään seinille ja tunnelin kattoon merkitään louhoksen keskilinja. Kattoon merkittävä keskilinja maalataan pitkällä alumiinisella tai muovisella teleskooppitangolla, jossa on spraymaalipurkki päässä. Seinille maalatut porausleikkaukset numeroidaan kirjaimilla ja/tai numeroilla suunnitelman mukaisesti (Kuvio 16).



Kuvio 16. Louhoksen porausleikkaukset numeroituina

Näistä merkinnöistä tuotantoporari tietää, mitä linjaa hän on poraamassa, sekä pystyy suunnitelman rakenne kuvista tarkistamaan oikeat porattavien reikien mitat ja kaltevuudet. Mikäli kyseessä on yläkätinen louhos, eli lastaus ja louhinta tehdään samasta perästä, merkitään seinille normaalisti kaikki porausleikkaukset ja lisäksi jokaisen porattavan reiän paikka tunnelin kattoon 3D-merkinnän avulla.

3.3.2 Louhosten laserkeilaus

Porauksen jälkeen louhos panostetaan ja räjäytetään sekä lastataan tyhjäksi. Tyhjä louhos sitten laser-keilataan CALS (Cavity Auto-scanning Laser System) laserkeilaimella (Agnico Eagle Finland 2017c) mukaisesti. Laserkeilaimen mitta-anturi on 50 millimetriä paksu ja 1100 millimetriä pitkä ja se on IP67 luokiteltu. Mitta-anturi painaa 5,9 kilogrammaa ja jatkokappaleella on painoa 3 kilogrammaa ja sen runko on koneistettua ruostumatonta terästä ja alumiinia. (Carlson Software 2016.)

Kaivoksella on Bobcat tai Normet Multimecin alustoissa telineet, joihin mitta-anturi saadaan jatkokappaleen avulla kiinnitettyä laserkeilausta varten. Multimecin mittalavalla on noin 15 metriä pitkä kaapeli, jonka kautta mittanturille kulkee virta ja mitta-anturin toimintoja ohjataan kaapelin kautta.

Cals-laserkeilain on suunniteltu kaivosolosuhteisiin, joissa pöly, kosteus ja vesi haittaavat tai jopa estävät muiden skannereiden käytön. Mitta-anturi toimii 0-60 °C lämpötiloissa, joten käyttö kaivoksessa onnistuu hyvin, sillä tavallisesti kaivoksessa on +5-10 °C lämmintä. Mitta-anturin tarkkuus on 0.2 astetta, kattaen ympäriltään 360 asteen tilan. Mitta-anturi mittaa maksimissaan 150 metrin etäisyydelle ja lyhin matka, mihin anturi kykenee mittaamaan minimissään 0,5 metrin päähän. Tarkkuus on siis kaivosolosuhteisiin täysin riittävä. Läpimitaltaan 50 millimetriä oleva mitta-anturi mahtuu noin 60 millimetrin reiästä skannaamaan esimerkiksi louhoksen tai maanalaisen muun tilan, johon ei fyysisesti kukaan voi mennä. Kaivoksella on käytössään myös 50 metriä pitkä kaapeli, johon mitta-anturin ja jatkokappaleen saa kiinnitettyä ja ohjattua keilaimen toimintoja. Poratun reiän kautta pystyy keilauksen suorittamaan kyseisen matkan päästä maksimissaan esimerkiksi turvallisuuden takia.

Louhosskannauksesta näkee riittävällä tarkkuudella, että miten hyvin suunnitelmaan nähden louhos on onnistunut. Skannauksesta näkee myös louhitun tilan koon ja muodon. Nämä seikat vaikuttavat myös täytön suunnitteluun ja viereisten louhosten poraukseen ja panostukseen. Louhosskannaus on keskeinen työkalu louhoskohtaisen laimennuksen ja malmitappioiden määrittämisessä. Lisäksi sen avulla lasketaan, että kuinka paljon tarvitaan täyttöä, jotta louhos on täynnä, eikä tyhjää tilaa maan alle jää. (Pyy 2017.)

Käytännössä louhosskannaus suoritetaan siten, että mitta-anturi ja jatkokappale kiinnitetään esimerkiksi Multimec:n mittalavan hydraulisen puomin päähän telineeseen (Kuvio 17.). Sen jälkeen louhoksen ylätasolla peruutetaan koneella louhoksen turvapenkalle, jonka sijainti tulee etukäteen käydä varmistamassa jalkaisin. Turvapenkan tulee sijaita vähintään viiden metrin päässä louhoksen reunasta.



Kuvio 17. Multimec ja laserkeilain telineineen ja turvapankka

Mitta-anturi työnnetään hydraulisella puomilla tyhjän louhokseen (Kuvio 18) sellaiseen kohtaan, missä keilauksen kannalta jää oletettavasti vähiten katvealueita ja kytketään virrat päälle. Ennen skannauksen aloitusta tietokoneella avataan Cavity profiler -ohjelma. Cavity profiler -ohjelmalla laitetaan tarvittavat asetukset tilanteeseen parhaiten sopiviksi. Ohjelmasta on tärkeä muistaa painaa Take Reading -nappia, jolloin mitta-anturi rekisteröi paikkansa oletuskoordinaatistoon. Ilman take reading -vaihetta on todella työlästä saada skannattua pistepilveä todelliseen paikkaan.

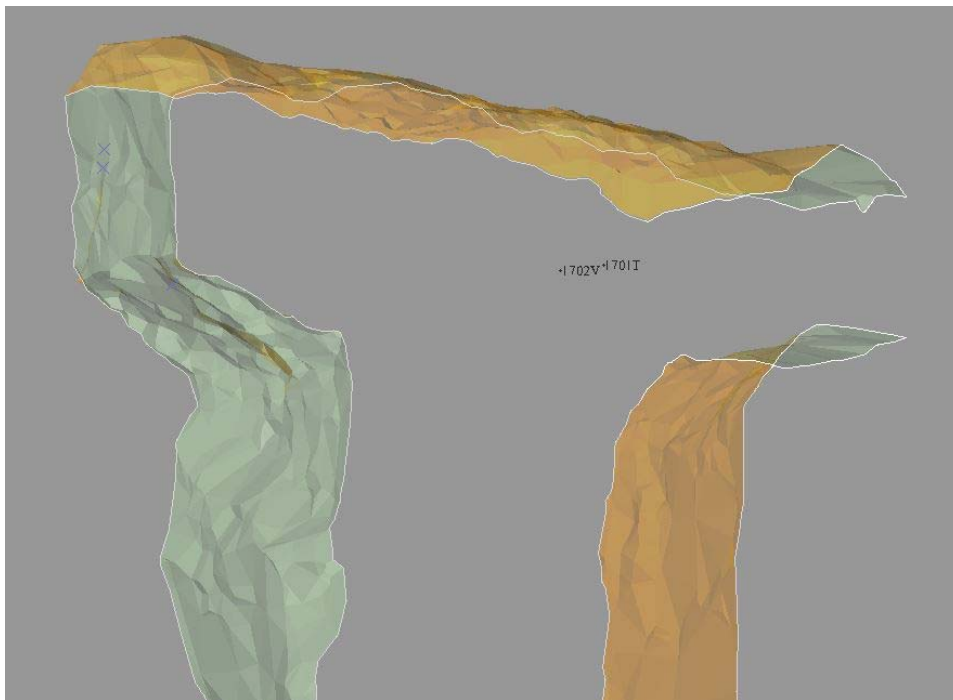


Kuvio 18. Tyhjäksi lastatun louhoksen skannaus

Tyypillinen skannaus tehdään noin 1-2 asteen välein, jossa mittauspää pyörii horisontaalisesti. Tietyntyyppisissä louhoksissa kannattaa käyttää myös vertikaalista mittausta, tai määritellä itse alueet, mitä haluaa skannata. Normaalisissa tilanteissa pelkästään skannaukseen kuluu aikaa noin 15-35 minuuttia riippuen skannaukseen käytettävistä asteluvuista.

Katvealue on pistepilvessä sellainen kohta, josta ei ole mitattuja pisteitä. Mikäli pistepilveen jää katvealueita, on pohdittava, voisiko mitta-anturin paremmalla sijoittamisella saada vähemmän katvealueita sisältävän lopputuloksen. Skannausasetukset on syytä miettiä, voisiko niiden avulla saada lopputuloksesta vielä paremman. Katvealueeton lopputulos ei ole aina mahdollista riippuen louhoksen sijainnista, muodosta ja turvallisuustekijöistä.

Skannauksen asemointi koordinaatistoon tapahtuu Leica mini prismojen mittauksen avulla. Prismat ovat sijoitettu mittapäätä kannattelevaan telineeseen, josta ne skannatessa kartoitetaan koodilla 100, ja nimetään siten, että nimestä selviää, mitkä prismat ovat kyseessä (Kuvio 19.).



Kuvio 19., Mitatut prismat louhoksessa numeroineen

Lopuksi on vielä hyvä kartoittaa kyseisestä perästä seiniä, kattoa ja lattiaa, jotta skannauksen asemointi vaiheessa pieniä korjauksia on helpompi tehdä, mikäli tarvetta on.

Joskus sortuman, sortumavaaran tai muun turvallisuuteen liittyvän syyn takia ei tavanomainen skannaus ole mahdollinen ja silloin louhos skannataan louhokseen poratun reiän kautta (Kuvio 20.). Eli louhokseen porataan reikä kallion läpi, joka on minimissään 60 mm halkaisijaltaan, jonka kautta saadaan Cals-mitta-anturi työnnettyä louhokseen. Mitta-anturi ja jatkokappale kiinnitetään 15 metriä pitkään hiilikuituiseen tankoon, jonka avulla mitta-anturia pystyy liikuttamaan. Hiilikuitu tangossa on metrin välein sarana, jotta kuljetus onnistuu auton lavalla laatikon avulla. Hiilikuitutankoja löytyy kaivokselta 3 kappaletta eli yhteensä 45 metrin verran. Asemointi tehdään mittapään putkesta mitatulla suunnalla ja lähtöpaikalla.



Kuvio 20. Louhoksen skannaus poratun reiän kautta

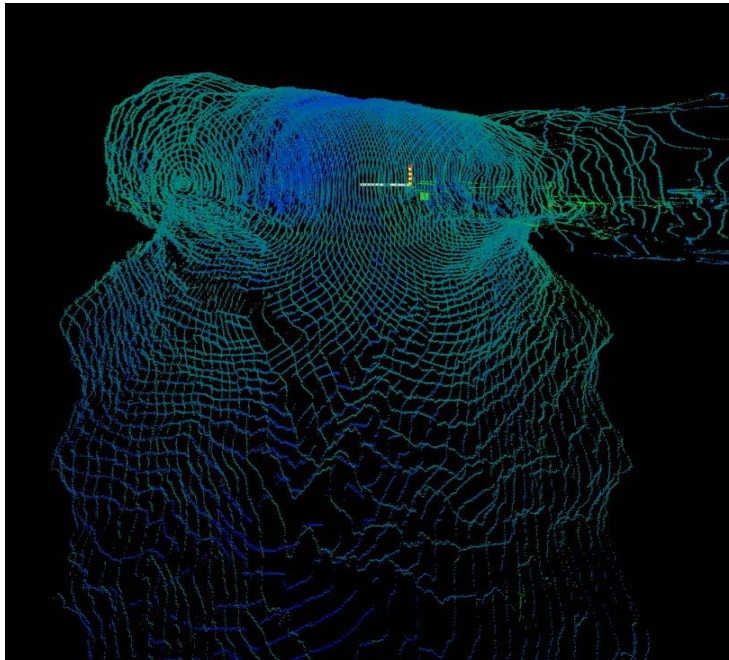
Cals-keilaimen kanssa käytettävällä Cavity profiler -ohjelmalla, painetaan aina Take reading -nappia 1 m tai 2 m metrin välein, jolloin mittapää tunnistaa itse, missä ja millä kaltevuudella se on menossa. Mitta-anturissa on led-valot ja kamera, joiden avulla tietokoneen näytöltä näkee miltä reikä näyttää ja koska louhos alkaa. Oikein huonokuntoiseen ja ruhjeiseen porareikään ei kannata kalliita laitteita työntää kiinnijuuttumisriskin vuoksi. Mitta-anturia työnnetään

metrin verran louhoksen sisään, jotta anturi pääsee esteettömästi pyörimään. Mitta-anturi vaatii ympärilleen pyöriäkseen noin 0,4 metrin halkaisijaltaan olevan tyhjän tilan. Sitten, kun mitta-anturi on louhoksessa, tankoletka kiilataan liikkumattomaksi esimerkiksi kettingillä ja se laitetaan keilaamaan samalla tavalla kuin normaalissa tilanteessa. MDL Cals -järjestelmän parhaita etuja on, että skannauksia pystyy suorittamaan niin sanotusti sokkona maksimissaan 50 metrin päästä ilman, että fyysisesti tarvitsee nähdä skannattavaa tilaa.

3.3.3 Louhosskannausten käsittely

Louhosskannausten käsittely kuuluu mittamiehille ja yleensä käsittelyn tekee se mittaaja, joka on ollut skannausta tekemässä. Käsittelyssä skannauksessa kertynyttä pistepilveä (Kuvio 21.) pitää poistaa kaikki ylimääräiset hajapisteet, jotka voivat johtua esimerkiksi vedestä tai roikkuvista kivenlohkareista tai vaijereista. Hajapisteet hankaloittavat lopullisen mallin tekemistä virheettömäksi pintamalliksi.

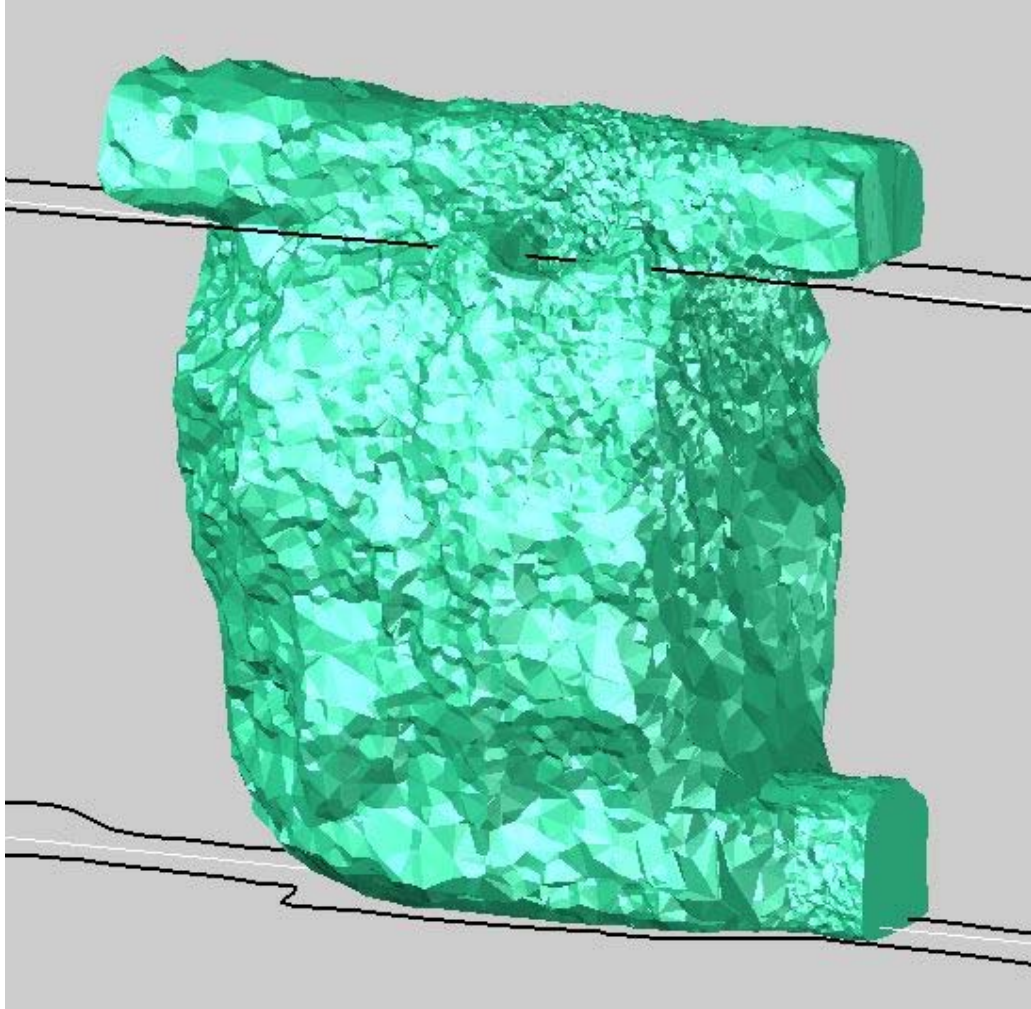
Louhoksesta skannattu pistepilvi asetetaan koordinaatistoon mitattujen prismojen koordinaateilla.



Kuvio 21. Pistepilvi louhoksesta Cavity profiler -ohjelmassa

Prismojen sijainti, niiden korkeus ja kulmat suhteessa mitta-anturiin on mitattu telineestä ja niille on laskettu korjausarvot telinettä käyttöön ottaessa. Prismojen mitattuihin koordinaatteihin tehdään korjaukset tietokoneella Surpac-ohjelmistolla, jotta louhoksen pistepilvi saadaan todelliselle paikalleen koordinaatistoon.

Kun louhos on koordinaatistossa, sen sijainti tarkistetaan ja tarvittaessa pieniä korjauksia tehdään, että skannaus saadaan suoraan verrattuna kartoitukseen. DeswikCAD -ohjelmistolla luodaan pinta eli solid pistepilven ympärille ja katsotaan validate-työkalulla, että kolmiointi virheitä ei ole. Virheetön solid-malli exportataan .dtm-mallina verkkolevylle ja sen käsittelyä jatketaan Surpac-ohjelmalla. Surpac-ohjelma tarkastelee .dtm mallia ja sen kolmioitvirheitä tarkemmin kuin DeswikCAD, joten .dtm mallia pitää vielä käsitellä Surpacilla. Surpac-ohjelmassa on erilaisia työkaluja kolmiointi virheiden poistamiseksi. Virheetön malli tallennetaan tietokantaan, josta kaikki maanalaiset louhokset löytyvät tasoittain. DeswikCAD -ohjelmalla lasketaan tilavuus louhokselle, jotta tiedetään, paljonko tarvitaan täyttöä, että louhos on täynnä eikä tyhjää tilaa ei jää. Käsitellyt louhos mallit (Kuvio 22) ovat uusien louhosten suunnittelun tukena ja samalla nähdään jo louhitut alueet ja miten ne ovat täytetty.



Kuvio 22. Käsitelty louhosmalli

3.4 Infra

Infraan kuuluvat kaivoksella vesi, pasta, sähkö, sekä erilaiset nousut. Yleisesti lähes kaikki kaivostoiminta on koneellista, joten ilman vettä ja sähköä ja tuuletusta ei kaivoksessa tapahdu juuri mitään. Vedenpoisto, poravesi, sähkökaapelit ja pasta kuljetetaan kaivoksessa, joko vino tunneleissa putkia ja kaapeleita avulla tai kallioon porattujen varustelu reikien kautta, joita käytetään putki- ja sähkölinjojen läpivienteinä.

Varustelureikien tarkoitus on saada sähkö ja vesi tuotantotasolle helposti, halvemmalla ja lyhyemmällä putkilinjoilla työkohteisiin. Vedenohjailussa käytetään apuna myös kallioon porattavia varustelu reikiä, joita pitkin vesi valuu alemmalle tasolle painovoiman avulla ja sieltä se ohjataan lieteperiin, joissa vesi

selkeytyy, jotta pumput eivät tukkeudu. Lieteperistä vesi pumpataan seuraavaksi pumppaamoille, joista sitten isot pumput pumppaavat vedet maanpinnalle.

Pasta on rikastehiekan ja sementin, kuona-aineiden ja veden sekoitusta, jolla louhoksia täytetään (Koivuniemi 2017). Pasta pumpataan pastalaitokselta pastalinjastoon mäntäpumpulla (Pyy 2017). Pastalinjasto alkaa pastalaitokselta ja haarautuu kaivoksessa monille eri tasoille. Pastalla täytetään primäärilouhokset, joiden väliin jäävien sekundäärilouhosten täytteenä on sivukivi (Pyy 2017). Pastaa varten porataan uusille tasoille varustelureikiä, joiden avulla putkilinjastoja saadaan merkittävästi lyhennettyä. Kaikki kallion läpi poratut reiät, jotka lyhentävät infran tekoa kohteeseen vaikuttavat kustannuksiin positiivisesti.

3.4.1 Infran merkinnät ja kartoitukset

Varustelureikien merkinnät ovat samantyyliisiä kuin louhosten merkkauksetkin. Suunnitelma siirretään takymetrille .str-muotoisena ja porauslinjat sekä katon keskilinjat merkitään spraymaalilla seinille ja kattoon (Kuvio 23.). Samalla porauslinjat numeroidaan suunnitelman mukaisesti. Porari saa näistä merkinnöistä koneen asemoitua ja reikä porataan oikeaan paikkaan.



Kuvio 23. Varustelureikämerkintä

Valmiit varustelureiät kartoitetaan koodilla 20 tai 100 ja reikä nimetään niin, että nimestä tietää, mikä reikä on kyseessä. Lopuksi tiedosto tallennetaan tietokantaan, jotta niistä on tieto, missä ne sijaitsevat. Kaikki kaivoksen varustelureiät löytyvät samasta tiedostosta, joten niitä on suunnittelijoiden helppo käyttää seuraavien suunnitelmien tukena.

Tuuletusnousuja tehdään vähän harvemmin, mutta ne ovat tärkeitä kaivoksen ilmanvaihdon kannalta, mutta toimivat myös evakuointireitteinä hätätilanteessa. Tuuletusnousut ovat pystysuoria, noin 100-700 metriä pitkiä, halkaisijaltaan 2-4.2 metriä, joiden kautta kaivokseen puhalletaan tai poistetaan ilmaa. Niiden on tärkeä puhjeta suunnitelmien mukaisesti, jottei lisäkustannuksia aiheudu ohi poratun reiän takia.

Suunnittelijan tekemällä merkintätiedostolla merkitään nousun keskikohta betonilaattaan 3D-merkinnällä, sekä eromitat keskipisteeseen metreinä seinille, josta voi porari mitailla karkeasti konetta asemiin. Monesti on kätevä merkitä myös pystysuoran reiän paikka kattoon, josta luotilanka voidaan laittaa roikkumaan nousun keskipisteen merkiksi. Tuuletusnousun porakoneen alle valetaan paksu betonilaatta, johon tehdään poraukseen käytettävää vettä varten pumppauskuoppa. Pumppauskuoppaan on hyvä merkitä myös eromitat nousun keskipisteeseen nähden (Kuvio 24), jotta porakoneen saa oikeaan paikkaan sijoitettua.



Kuvio 24. Tuuletusnousun keskikohdan eromitat pumppukuopan reunoilla

Porauskoneen suuntauksessa on oltava tarkka orientointi. Puhkeamispaikka on syytä varmistaa porauskoneesta mitatusta suunnasta tietokoneella, jotta nähdään, tarvitseeko koneen kulmia vielä säätää. Kun nousun pilottireikä on puhjennut, se kartoitetaan ja tallennetaan verkkolevylle. Viimeiseksi pilotti terään kiinnitetään avarrusterä, jolla tuuletusnousuun porataan lopullinen halkaisija avartamalla reikä ylöspäin.

3.5 Geologiset mittaukset

Geologiset mittaukset ovat tärkeitä koko kaivoksen louhintojen, peränajon, suunnittelun ja koko tulevaisuuden kannalta. Kaivoksessa kairataan usealla kairakoneella uusia reikiä koko ajan, jotta tiedossa olevia malmivaroja saadaan tarkennettua, mutta myös uusien esiintymien löytymisen kannalta. Myös erilaisiin heikkousvyöhykkeisiin kiinnitetään geologisten kairausten avulla huomiota, ettei tunneleita tehdä huonon kiven alueille. (Savolainen 2017.)

Mittauksen osalta geologisia mittauksia ovat kairakoneille tehtävä merkinnät, joiden mukaan kairakoneilla kairataan haluttuun suuntaan ja paikkaan. Kairareiän merkintää varten takymetrin muistikortille siirretään .str-formaatissa oleva geologin suunnittelema merkintätiedosto. Tiedossa on kairareiät ovat numeroitu ja jokaiselle reiälle on tehty myös suuntapiste. Takymetrin vertailulinjatoiminnolla merkitään keltaisella maalilla kairareiän lähtöpaikka ja takasuunta. Jokainen reikä numeroidaan myös tunnelin seinälle, jotta merkinnöistä selviää, mikä reikä on kyseessä. (Savolainen 2017.)

Kairattavia reikiä myös kartoitetaan, jotta tiedetään mihin suuntaan ja millä kaltevuudella reiät kalliossa ovat. Kairareikää kartoitettaessa tulee reikä numeroida sen oikealla nimellä ja mahdollisuuksien mukaan myös kartoittaa suuntapiste kairaputkesta, jotta selviää mihin suuntaan ja millä kaltevuudella reikä on todellisuudessa tehty. Jokaisen reiän lähtöpisteen koordinaatit, suunta ja kaltevuus tallennetaan tietokantaan, josta ne ovat esimerkiksi geologien käytettävissä. Yleensä kairareiät liittyvät malmin louhoskairaukseen, jonka

tarkoituksena on malmin tarkempi sijaintitieto sekä tarkempi pitoisuusarvio. Osa kairareii'istä tehdään uutta malminetsintää varten ja joskus niitä tehdään muun muassa vesisuonien tai kiven laadun selvittämisen takia, ettei tunneleita tehdä huonon kiven alueille. Yleensä kalliomekaaniset tutkimukset pystytään tekemään samoista kairareii'istä kuin malminetsinnän tai louhoskairauksen kairareiat. (Savolainen 2017.)

3D-kuvaus kuuluu myös geologisiin mittauksiin. 3D-kuvausta tehdään peränajon yhteydessä rusnатуille katkoille. 3D-kuvauksen tarkoitus on tarkentaa rakojen ja ruhjeiden sijaintia kallioperässä, jotta kallioperän laadusta saadaan tärkeää lisätietoa. (Savolainen 2017.)

Joillakin alueilla on päätetty, että jokainen räjäytetty katko kuvataan työhön soveltuvalla järjestelmäkameralla. 3D-kuvauksessa otetut valokuvat asetetaan koordinaatistoon seinälle maalattujen ristien avulla. Mittaaja käy kartoittamassa nämä maalatut ristit, jotta risteille saadaan oikeat koordinaatit. Geologit voivat näytteenkäsittelijöiden tekemistä kuvista tehtyjä malleja sitten hyödyntää esimerkiksi kivilajien analysoinneissa, siten että ne ovat oikeilla paikoillaan. (Savolainen 2017.)

4 TURVALLISUUS JA OLOSUHTEET

Kaivosympäristö on alati muuttuva työympäristö. Se paikka mikä edellisellä kerralla oli turvallinen saattaa seuraavalla kerralla olla vaarallinen tai riski vaarasta on olemassa. Työympäristöä on havainnoitava koko ajan, ettei joudu alueille, joissa ei ole turvallista olla. Erilaiset irtolohkareet (kivet tai ruiskubetonin palat) eli komut on yleisin turvallisuuteen liittyvä asia. Oli komut sitten seinällä tai katossa, niin komuihin aina pitää kiinnittää huomiota. Kalliopaine, sen muutokset ja kallion liikkeet, sekä räjäytykset kaksi kertaa vuorokaudessa aiheuttavat näitä muutoksia tunnelissa.

Mittauksen kannalta turvallisuus on yksi eniten häiritsevistä tekijöistä, koska sitä ei voi missään tilanteessa jättää huomioimatta. On selvää, että turvallisuuden jatkuva havainnoiminen vaikuttaa keskittymiseen, mutta se ei saisi tietenkään aiheuttaa virheitä mittauksiin. Joskus varsinkin louhoksien, pilareiden yms. vähän epäilyttävien paikkojen lähellä mitattaessa on syytä miettiä, mistä ja miten mittaa, jotta oma turvallisuus ei vaarannu.

Maanalaisessa kaivoksessa olennaisesti mittaukseen liittyviä asioita on myös ilmankosteus, pöly ja kaasut. Joskus ilmassa on niin paljon tiivistynyttä kosteutta, että mittaaminen on käytännössä mahdotonta. Toisaalta pöly aiheuttaa saman asian, että mittaaminen on mahdotonta, koska näkyvyyttä ei ole minkäänlaista sillä alueella, missä pitäisi mittauksia suorittaa.

Kaasut ovat olennainen osa kaivoksessa mittaamisen kannalta kuin myös kaivoksessa olemisen kannalta, koskien toki kaikkia työntekijöitä. Räjäytyksistä johtuvat kaasut kulkeutuvat tiettyjä reittejä pitkin pois kaivoksesta, joko poistoilmanousuja pitkin tai vinotunneleita pitkin. Yleisin kaasu, mitä räjäytyksissä syntyy, on häkä eli hiilimonoksidi CO_2 . Jokaisella työntekijällä on oltava kaivoksessa häkämittari, joka hälyttää silloin kun raja-arvot ylittyvät. Kahdeksan tunnin raja-arvo häkäpitoisuudelle on 30 ppm, eli alue tulee eristää ja poistua alueelta, jos häkäpitoisuus on suurempi kuin 30 ppm. Alueelle voi palata työskentelemään, kun se on tuulettunut ja pitoisuuden ovat jälleen sallituissa rajoissa.

Varsinkin louhosräjäytysten jälkeen häkä-arvot saattavat olla pitkään todella suuria eikä kaasujen vaikutus alueelle saa mennä ennen kuin kaasupitoisuudet ovat sallituissa arvoissa. Toiseksi yleisin kaasu on ammoniakki eli NH_3 , jota syntyy veden ollessa kosketuksissa esimerkiksi räjähdysainejäämiin. Ammoniakki on siitä helppo kaasu, että sen kyllä haistaa. Kolmantena yleisenä kaasuna on typpi NO (oksidit ja dioksidit), joka käydään myös aina räjäytetyistä kohteista mittaamassa, että arvot eivät ylitä sallittuja.

4.1 Ongelmat ja haasteet

Toistuvasti mittaustyöt tapahtuvat lähellä räjäytettyjä kohteita, joten kaasut, pöly ja ilmankosteus ovat yksi niin sanotuista normaaleista ongelmista, jotka joko estävät, haittaavat tai hidastavat työn turvallista ja tarkkaa suorittamista. Silloin ei auta kuin odottaa alueen tuulettumista ennen mittaustehtäviä.

Kiintopisteverkon pitäminen tarkkana on mittaus asioista tärkein. Tarkkuus on toki vähän häilyvä käsite tunnelissa, mutta sisäinen tarkkuus on pysyttävä hyvällä tasolla, jotta louhinnat, kairaukset yms. kaivostoiminta tapahtuu oikeissa paikoissa.

Työkoneet monesti kolhivat pisteitä ja niitä on mitattava uudestaan. Samoin kallion/ruiskubetonin halkeilut yms. aiheuttavat hyvästä paikasta huolimatta, joskus kiintopisteen vääntymisen/tuhoutumisen. Myös räjäytyskohteita liian lähelle sijoitetut pisteet ovat vaarassa tuhoutua tai vääntyä räjäytysten aikaisten kivien sinkoilun takia.

Kiintopisteiden teko itsessään ei ole ongelma, mutta muiden kiireiden ohella se on laajenevassa maanalaisessa kaivoksessa ongelma ajallisesti. Rajallisen ajankäytön takia ongelma toistuu sitten vähän joka puolella kaivosta ja vaatii sitten entistä enemmän, että kiintopisteverkon virheet on korjattu minimaalisiksi. Silloin tällöin korjataan kokonaisia tasoja kerralla tai kokonaisen vinotunnelin kiintopisteet. Käytännössä on järkevää pyrkiä tekemään uusia ja korjaamaan vanhoja kiintopisteitä siellä, jossa sillä hetkellä tai lähitulevaisuudessa louhintoja

tehdään. Silloin louhinnat pysyvät riittävän tarkkoina ja puuttuvat tai huonot kiintopisteet eivät hidasta mittausta työkohteissa kesken kiireisen työpäivän.

Vinotunneleissa ja louhintatasoilla uusien kiintopisteiden tekeminen on ongelmallista virheiden kertaantumisen kannalta. Käytännössä huomattua asiaa on esimerkiksi sellainen, että kun tehdään uusia pisteitä vinotunnelia alaspäin ja käytetään mahdollisimman montaa vanhaa pistettä orientoidessa, niin täysin virheetöntä orientointia ei ole olemassakaan.

Tämän huomaa käytännössä siten, että esimerkiksi käytettäessä viimeistä neljää samalla kerralla mitattua pistettä orientointiin, on orientoinnin XYZ-virheet ja kulmavirheet ovat virheettömät eli nollat. Aina kun orientointi on nolllilla, on joko kojeessa, prismoissa tai prismojen sijainnissa jotain vialla. Mikäli näin käy, kannattaa mittaus tehdä uudestaan ja mikäli sekään ei auta niin sitten pitää vaihtaa paikkaa ja kokeilla orientoida useammilla pisteillä tai käyttää kokonaan eri pisteitä.

Tästä voi siis päätellä, että neljä viimeistä kiintopistettä on sisäisesti todella tarkkoja, mutta niitä mitatessa on ollut orientointi virhe, joka on ollut mukana jo edellisillä pisteillä. Tällä tavalla tehtynä orientointivirheet kertaantuvat ja kulkeutuvat mukana uusille pisteillä kaivoksen laajentuessa. Joskus jonomittauspisteiltä tehdyissä tarkistuksissa on havaittu tilanne toisin päin, että virheet lähtevätkin pienenemään, mutta tämä onkin jo harvinaisempi yhtälö.

Maanalaisessa kaivoksessa jonomittaus on yhtenä keinona, millä voi virheitä tai virheen suuruutta edes jollain tavalla arvioida ja tässäkin on ongelmana se, että jonomittaus pitää tehdä piikkijonona. "Piikkijonoksi sanotussa jonossa on lähtöpiste ja lähtösuuntapiste, mutta jonon lopussa ei ole sulkupistettä. Mittauksen luotettavuuden ja tarkkuuden arviointi ei ole mahdollista piikkijonoa käytettäessä. Tämän vuoksi piikkijonoa ei saa käyttää runkomittauksissa" (Laurila 2012, 350).

Kaivosolosuhteissa pitää kuitenkin jollakin tavalla tarkkuutta yrittää arvioida ja jonomittaus on yhtenä keinona. Jonomittaus voidaan sulkea mittaamalla jonon

lopusta myös toiseen suuntaan, päättämällä se lähtöpisteille. Tällöin virheitä voi edes jollain tavalla arvioida. Virheen suunta, määrä ja laatu ovat haastavia ongelmia kaivoksen syventyessä ja laajentuessa.

Toisena keinona, jota kaivoksessa voidaan käyttää apuna, on tuuletusnousujen tai kuilujen kautta tehty luotaus. Siinä mitataan maanpinnalla nousun tai kuilun yläpäässä olevalle pisteelle koordinaatit, josta luotiviivan/langan avulla koordinaatisto saadaan tunnelin. Luotilangan päässä on punnus, joka painovoiman avulla on pystysuorassa linjassa tunneliin asti. Punnus on hyvä olla nesteessä heilumisen ehkäisemiseksi. Halkaisijaltaan suureen nousuun tai kuiluun voidaan laittaa kaksi luotilankaa, joiden välisestä kulmasta saadaan tunnelissa esimerkiksi pohjoissuunta tai muu tiedossa oleva suunta. Vielä parempi tilanne oli se, että sama luotaus tehtäisiin kahteen näköyhteyden päässä olevaan tuuletusnousuun. X- ja Y-Koordinaatit saadaan ylhäältä mitatuista pisteistä, joihin otetaan huomioon korkeus Z luotilangan pituuden mukaisesti. Saaduilla koordinaateilla ja suunnalla pystytään sitten orientoinnin jälkeen mittaamaan takymetrillä jo olemassa olevia pisteitä ja tutkia minkälaisia eroja kahden eri koordinaatiston välillä on. (Salmenperä 2003, 153-154.)

Maanalaisessa kaivoksessa lähes kaikki työ tehdään jonkinlaisilla työkoneilla. Jokaiseen työvaiheeseen on olemassa kone eli poraus, panostus, lastaus, rusnaus, rappaus, pultaus, puhdistus, vaijerointi ja kiven kuljetus. Lisäksi ovat vielä varusteluun ja louhoskeilaukseen tarkoitetut koneet. Nämä kaikki koneet aiheuttavat esimerkiksi tärinää ja melua. Tärinä vaikuttaa orientointeihin, kun työskennellään koneiden lähellä. Mikäli takymetri tärinän takia liikaa ja mittaaja ei sitä tiedosta, niin silloin ei puhuta kovin tarkasta mittaamisesta. Huolellisesta työstä huolimatta tilanteet toistuvat silloin tällöin ja ei auta muuta kuin aloittaa mittaaminen uudestaan.

Kaivosmittaamisessa on haasteena myös se, että missä olet fyysisesti mittaamassa. Eli esimerkiksi vinotunnelissa mitatessa kaltevalla pohjalla virtaava vesi. Vettä virtaavaan paikkaan ei takymetriä voi pystyttää, koska murske katoaa kolmijalkojen alta ja takymetri kallistuu. Kiintopisteen tapeissa olevat prismat pitää tietenkin myös näkyä orientointipaikalle, jotta orientoinnin voi edes

suorittaa. Tunnelin seinät eivät ole kovin tasaisia, joten takymetri pitää monesti pystyttää sellaiseen paikkaan mihin sen voi, eikä siihen mihin haluaisi ja kannattaisi. Tämä joskus hankaloittaa mittaamista, tai ainakin hidastaa sitä. Parhaiten työ onnistuu esimerkiksi siten, että mittaa väliaikaisia pisteitä, joista sitten saa orientoitua takymetrin paremmalle paikalle.

Joskus olen joutunut pystyttämään takymetrin esimerkiksi perän porakoneen päälle, koska urakoitsijalla oli kyseinen kone hajonnut, eikä se ollut ajokuntoinen. Porakoneen takana oli kartoitettava perä, joka oli pakko saada mitattua juuri sinä päivänä kuukausittaisten etenemien laskentaan. Työkoneet monesti vaikeuttavat tai hidastavat mittaamista, koska niistä aiheutuu tärinää ja melua tai sitten ne ovat näköesteinä tunnelissa.

Liikenne on kaivoksessa myös merkittävä haaste mittaamiselle. Mittausten viivästyminen ei saisi olla hidasteena tuotannolle eikä peränajolle. Pitää osata luovia liikenteen seassa niin vinotunneleissa, kuin louhihinta tasoillakin. Yleensä on aika rauhallista mittailla, mutta joka päivä on jokin paikka, missä täytyy takymetri pystyttää ajoväylille ja olla haittana liikenteelle. Monesti juuri, kun saan orientoitua takymetrin ja alan mittaamaan, niin joku tulee isolla koneella tai kuorma-autolla ja joudun poistumaan tieltä ja aloittamaan työn myöhemmin uudestaan. Tutut työntekijät ymmärtävät kyllä tilanteen ja odottavat, että saan työni tehtyä, mutta kaikki eivät edes ymmärrä, mitä olen tekemässä ja eivät siten juuri välitä odotella tai kysyä voiko mennä ohitse häiritsemättä mittausta.

Mittauskaluston kanssa on myös ajoittain ongelmia ja ne yleensä johtuvat siitä, että työympäristö on likainen, pölyinen ja kostea. Kaluston huolto ja puhdistus ovat yleensä haasteellista, koska koko ajan pitää olla menossa jonnekin. Takymetrejä orientoidaan useita kertoja päivässä ja kannetaan käsissä. Tasausjalustat ovat esimerkiksi kulutus tavaraa, kun kaivoksessa koje pystytetään kymmenelle-viidelletoista vapaalle asemapisteelle päivittäin.

Vuositasolla orientointien määrä on valtava ja siksi kaikki mittaustarvikkeet kuluvat todella nopeasti, vaikka niitä käytettäisiin asiallisesti ja oikein. Sanomattakin on selvää, että huolimattomalla käytöllä on negatiivinen vaikutus

mittalaitteiden keston. Yleensä kaikilla tavaroilla on vielä tapana mennä rikki juuri silloin, kun sitä vähiten toivoo, eikä millään olisi aikaa lähteä uusia hakemaan.

Viime aikoina suurena haasteena ovat olleet erilaiset tietokoneohjelmat. Vanhat ja tutuksi tulleet ohjelmat ovat päivittyneet uusiin ja hienompiin. Uusien ohjelmien myötä myös tietokoneella tehtävät työt ovat lisääntyneet paljonkin ja vastuuta niistä on siirtynyt samalla mittaajille. Toisaalta tämä on hyvä asia, mutta varsinkin alkuun erilaisia ongelmia oli paljonkin. Uusi skannausohjelma hidasti aluksi työtä, koska asetusten löytäminen ja skannerin saaminen toimintakuntoon vei paljon aikaa. Samoin AutoCAD-pohjaisen DeswikCAD-ohjelmiston käyttöönotto uusien takymetriensä myötä aiheutti aluksi työnteon hidastumista.

4.2 Ongelmien ja haasteiden ratkaisut

Työturvallisuus on kaikkein tärkein asia kaivoksessa mihin pitää alati kiinnittää huomiota, jotta mittaamista voi suorittaa turvallisesti. Vaikka mittaaminen vaatii suurta keskittymistä itse asiaan, niin työympäristön havainnointiin tottuu kokemuksen kautta. Asiat ovat tärkeysjärjestyksessä ja kun tottuu aina katsomaan aluetta, missä on töissä ja huomioi olennaisimmat asiat turvallisuuden kannalta, niin silloin siihen ei tarvitse kiinnittää tavallista enempää huomiota. Liikaksi ei kuitenkaan saa rutinoitua vaan työympäristöä pitää tarkkailla koko ajan, jotta oma ja työkalureiden työturvallisuus ei vaarannu. Komut ja muut ympäristön riskit oppii kyllä ajan kanssa huomaamaan, että milloin on turvallista ja milloin ei.

Riittävän monta kertaa, kun päivittäin orientoinnit menevät uusiksi, oppii väkisin jossakin vaiheessa sen, että kaikki on syytä tehdä kerralla ja kunnolla. On esimerkiksi syytä varmistua, että siitä paikasta mihin teet vapaan asemapisteen takymetrillä, hoituu työtehtävä ilman ongelmia. On todella hankala esimerkiksi merkitä vinotunnelin kurvissa seuraavaa porattavaa katkoa, jos et näe koko peräseinää ja siten saa kaikkia tarpeellisia merkintöjä tehtyä yhdellä kertaa. Oikeastaan jokaisena työpäivänä tulee eteen tilanteita, joissa oikealla sijoittumisella ja hyvällä huolellisella kojeaseman valinnalla säästää todella paljon

aikaa, kun ei tarvitse mitään tehdä uusiksi vaan kaikki menee hienosti, kerralla ja kunnolla.

Tarkalle mittaamiselle on edellytyksenä se, että asemapistet ja orientointi ovat hyvät. Silloin mittaaja ottaa huomioon minkälaiseen paikkaan takymetrin kolmijaloille pystyttää. Hyvä esimerkki on esimerkiksi se, kun raitista ilmaa puhalletaan raitisilmaperästä tuuletustorvien kautta työskentely kohteeseen, niin mittaaja ei pystytä takymetriä juuri siihen kovan ilmavirran alueelle, että takymetrin heiluu ilmavirran seurauksena. Tällaisessa tapauksessa on syytä pyytää tuotannonohjauskeskukselta puhaltimen tehojen pienentämistä tai sammuttamista, tai orientoida takymetri parempaan paikkaan, mikäli se on mahdollista.

Toisena hyvänä esimerkkinä voisi pitää sitä, että ei pystytä takymetriä sellaiseen paikkaan, jossa on vesilammikko. Vesi on orientoinnissa huono kaveri, eikä orientointi tule pysymään tarkkana kovin kauaa. Silloin tällöin tällaisia tilanteita tulee, että takymetri on pakko laittaa vesilammikkoon, mutta yleensä silloin ei kovin paljon tarkkuutta vaativaa työtä tehdä. Asia ei ole kovin vakava, jos ongelman tiedostaa eikä epätarkkuus kyseistä työtä haittaa.

Louhosskannaukset ovat usein suurimpia riskejä ja niiden suorittaminen turvallisesti vaatii hyvää suunnittelua toteutuksesta ja tietynlaista varovaisuutta. Pitää todellakin ymmärtää mitä on tekemässä, eikä vain päättömänä tehdä mitä sattuu. Louhoksien räjäytyksiin käytetään räjähteitä tuhansia kiloja ja räjäytykset rikkovat kalliota myös louhoksen ympäriltä. Tämä aiheuttaa sitä, että sekä lastausperä, mistä malmia louhoksesta lastataan, ja louhintaperä, mistä louhos porataan ja panostetaan kärsivät vaurioita. Nämä vauriot on otettava huomioon ja toimittava sen mukaan, että louhos skannaus on turvallista suorittaa. On hyvä perehtyä, minkälainen louhos on kysymyksessä ja onko lastausvaihe mennyt suunnitellusti tai onko ollut ongelmia. Ympäristön havainnoinnilla, suunnittelulla ja rauhallisella tekemisellä tulee paras tulos. Sama rauhallisuus ja ajatuksen kanssa työskentely pätee toki muihinkin mittaustehtäviin, jolloin työssä onnistuu aina varmemmin ilman virheitä.

Savukaasuista ja niiden kulkeutumisesta kaivoksessa on tullut kohta kahden vuoden aikana jo jonkinlainen kuva. Tämä helpottaa työpäivän suunnittelua, kun suurin piirtein tietää milloin jollakin alueella on mahdollista ja turvallista mitata. Hyvien monikaasumittareiden kanssa on suhteellisen huoletonta työskennellä. Monikaasumittari kyllä kertoo, koska alueelta pitää poistua ja milloin siellä on turvallista työskennellä, mutta siihen ei pidä sokeasti luottaa vaan ympäristöä on havainnoitava muutenkin.

Savukaasut, usva ja pöly haittaavat mittaamista ja toisinaan jopa estävät sen. Vain kokeilemalla selviää, että onko jossakin mahdollista mitata vai ei ja onko mittauksen tarkkuus olosuhteisiin ja työhön riittävä. Monesti esimerkiksi auton kirkkaat valot näyttävät alueen niin, ettei pystyisi mittaamaan esimerkiksi sumun takia, mutta käytännössä mittaus voi olla mahdollista.

Hyvänä nyrkkisääntönä voisi pitää sellaista, että sen kohteen minkä valon kanssa ihmissilmä näkee esimerkiksi usvan takia, niin siitä vähän pidemmälle voi vielä mitata. Mikäli mittaaminen ei sillä hetkellä onnistu, ei voi muuta, kun odottaa alueen tuulettumista tai esimerkiksi paremman tuuletuksen rakentamista ennen kuin työn voi suorittaa.

Kiintopisteiden liikkumista tai tuhoutumista ei aina voi välttää, mutta hyvä suunnittelu ja toteutus auttavat tekemään pitkäikäisiä pisteitä. Pisteet on yritettävä sijoittaa sellaisiin paikkoihin, joista ne näkyvät riittävän hyvin, mutta ovat toisaalta suojassa koneilta ja räjäytyksistä sinkoilevilta kiviltä. Mikäli mahdollista tulisi kiintopisteen ankkuri holkki porata aina kallioon kiinni. Yleensä tämä on mahdotonta ja ankkurin joutuu poraamaan pelkkään ruiskubetoniin, mutta kyllä ne siinäkin pysyvät suhteellisen hyvin paikallaan, jos mitään elämistä ei kalliossa tapahdu. Joskus käy niin että eilen mitatut pisteet ovat käyttökelvottomia jo seuraavan päivänä, ja vaativat täten uusinta mittauksen, jotta niitä voidaan käyttää.

Kiintopisteiden uusintamittausta kannattaa tehdä niin, että käy sitten kerralla koko tason läpi ja mittaa kaikki kiintopisteet esimerkiksi vinotunnelista lähtien uusiksi. Tällöin olosuhteet ovat koko ajan samanlaiset ja työhön tulee keskityttyä

kunnolla, kun ei muuta tarvitse tehdä. Suotavaa olisi myös vaihtaa vääntyneet tapit uusiksi ja tai tehdä koko piste parempaan paikkaan, ettei se enää menisi pilalle.

Yleensä kun louhoksien louhinnat tasolla alkavat niin kiintopisteissä tapahtuu liikettä, joka on joitakin millejä. Sitten, kun louhoksien louhinnat etenevät yhdysperästä lähtien eteenpäin ja louhitut louhokset täytetään, niin alue rauhoittuu ja kiintopisteet kannattaa mitata uudestaan. Varsinkin silloin mittaukset on tehtävä uudestaan, kun on tiedossa, että taso ei kokonaan ole louhittu, mutta louhintoja jatketaan myöhemmässä vaiheessa. Louhintatasoilla mikään absoluuttisen tarkkuuden ylläpitäminen ei ole mahdollista, mutta kunhan tarkkuus pysyy riittävän tarkkana, niin ongelmia ei juuri ole.

Mittauskaluston pitäminen käyttökunnossa vaatii laitteiden asiallista puhdistamista, säilyttämistä ja kuljettamista. Ajotiet ovat paikoin todella huonot ja esimerkiksi autoissa on telineet kolmijaloille, jatkettavalle maalaustangolle ja muille vastaaville laitteille. Auton sisälle (Toyota Hilux) on tehty paikka erivärisille maalipurkeille, pakkokeskitysjalustoille ja miniprismoille. Myös takymetrin laatikolle on oma turvavyöllä varustettu paikkansa, jotta se pysyy tunnelissa ajaessa paikallaan.

Maanalainen kaivos on ehkä yksi hankalimmista paikoista pitää huoltovälin ajan (eli noin yksi vuosi) takymetri tarkkana ja toimintakuntoisena. Suurin osa vioista johtuu käsittelystä, valtavasta määrästä orientointeja, kosteudesta ja pölystä sekä liasta. Takymetrin lähtiessä huoltoon se yleensä on aika likaisessa kunnossa ja takaisin tullessa tuntuu kuin olisi saanut uuden kojeen.

Suurinta kulutustavaraa ovat Leica-miniprismat, jotka laitetaan aina kiintopistetappiin kiinni. Ne käyvät päivittäin monessa tapissa ja kuluvat pikkuhiljaa niin, että ne alkavat heilumaan tapissa. Tappeihin kertyy pikkuhiljaa kivi-pölyä, joka on hiovaa ainetta, kun prismoja laitetaan tappiin kiinni ja otetaan siitä pois. Siinä vaiheessa, kun prisma tapin päässä alkaa heilumaan, niin se aiheuttaa virhettä orientointeihin ja myös uusiin kiintopisteisiin, jos niitä siihen käytetään uusia mitatessa.

Prismat ovat ainakin runkojen osalta vaihdettava uusiin riittävän usein ja keskityttävä oikeaoppiseen käsittelyyn ja säilyttämiseen. Myös kiintopisteiden tappeihin kertyvä kivipöly on aina syytä poistaa ennen kuin prisman laittaa tappiin kiinni. Jatkuvasti ei voi olla prismoja vaihtamassa uusiin, koska ne maksavat noin 250 € kappaleelta.

5 POHDINTAA KAIVOSMITTAAMISESTA

Kahden ja puolen vuoden vakituinen työskentely kaivosmittaajana on opettanut alusta asti kohtaamaan haasteita. Pelkästään mittaustyön haasteet vaativat monesti asioiden pätkäilyä yksin, ilman että kovinkaan moni osaa auttaa niiden ratkaisemisessa. Ongelmanratkaisutaidot ovatkin kehittyneet mielestäni paljon, eivätkä työt jää tekemättä ihan pienien ongelmien tai haasteiden takia. Kaivostoiminnan ymmärtäminen ja eri prosessien kulku on ollut ensimmäisiä asioita, mitä mielestäni mittaajan tulee ymmärtää, jotta ymmärtää sen, mitä on tekemässä. Tämä auttaa kokonaisuuden hahmottamista tunnelissa ja sitä, miten tunnelit maan alla kaivoksessa sijoittuvat toisiinsa nähden. Kun ymmärtää sen, että missä töitä tekee, niin on suurempi mahdollisuus välttää virheitä hyvissä ajoin.

Kaivosmittaajan työnkuvaan kuuluu, että työt on tehtävä ripeästi, jotta mikään työvaihe ei joudu odottamaan mittaajaa liaksi. Työskentely kaivoksella onkin opettanut ripeän takymetrin käytön ja kykyä oppia uusia asioita nopeasti. Lukemattomista toisto määristä on jäänyt selkeä rutiini, että miten takymetriä käytetään. Toki tämä koskee hyvin suppeaa aluetta takymetrin käytössä, mutta mielestäni suunnaton määrä toistoja on luonut hyvän pohjan opetella takymetrin käyttöä entisestään. Monipuoliset erilaiset mittaustyöt ovat pitäneet mielenkiintoa yllä opetella uusia asioita ja melkein jokaisena päivänä oppii jotakin uutta. Kokemuksen myötä oppii myös kokeilemaan uusia asioita, jotka voivat kehittää normaalia mittaus työtä entistä paremmaksi.

Tietokoneella tehtävien töiden lisääntymisestä on ollut suurta hyötyä jatkoa ajatellen. Kun erilaisia tietokoneohjelmia on oppinut ymmärtämään ja käyttämään, olen saanut niistä paljon enemmän hyötyä, kuin vain sen välttämättömimmän mitä olen työhöni tarvinnut. Uudet ohjelmat ovat nopeuttaneet työskentely paljon ja esimerkiksi kuukausittainen etenemän laskenta on helpottunut uudella ohjelmalla. Samoin uusi skannaukseen käytettävä tietokone ohjelma cavity profiler on huomattavasti helpompi, kevyempi ja nopeampi käyttää, kuin vanha ohjelma. Melko varmasti tietokoneilla tehtävät työt eivät ainakaan moderneissa nyky kaivoksissa tule ollenkaan vähenemään,

joten näistä uusien ohjelmia käyttöönotoista yms. tietokone asioista ei ole kuin pelkkää hyötyä jatkoa ajatellen.

Kaivosmittaus Kittilän kaivoksella on kehittynyt 2014 kesästä lähtien paljon. Takymetrikalusto on päivittynyt sellaiseksi, että esimerkiksi tunneista tehtävät laserkeilaukset hoituvat huomattavasti helpommin ja nopeammin kuin ennen. Tietokoneet ovat vaihtuneet tehokkaampiin ja parempiin, jotta tietojen käsittely olisi nopeampaa ja vaivattomampaa tehokkaampaa. Olen sitä mieltä, että lisää työtä helpottavia sovelluksia, ohjelmia, koneita ynnä muita laitteita on vasta tulossa. Mittaustekniikat ja laitteet kehittyvät niin kovalla vauhdilla, että on syytä pysyä kehityksessä mukana ja yrittää kehittää myös itseään kaiken aikaa.

LÄHTEET

- Agnico Eagle Finland 2017a. 170905_AEF_yleisesittely. Ei julkinen.
- 2017b. KIT-MIN-WI-Kiintopisteiden teko. Yhtiön sisäinen työohje.
 - 2017c. KIT-MIN-WI-Louhos skannaus. Yhtiön sisäinen työohje.
 - 2017d. KIT-MIN-WI-Merkkaus. Yhtiön sisäinen työohje.
 - 2017e. KIT-MIN-WI-Profiiliskannaus. Yhtiön sisäinen työohje.
 - 2017f. KIT-MIN-WI-Räjätysten jälkeinen savutarkastus. Yhtiön sisäinen työohje.
- Carlson Software 2016. Viitattu 16.11.2017
<http://www.carlsonsw.com/products/laser-measurement-devices/c-als/>.
- Koivuniemi, T. 2017. Agnico Eagle Finland. Kaivososaston suunnitteluinsinöörin haastattelu 30.11.2017.
- Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Viitattu 7.11.2017
<http://www.ramk.fi/loader.aspx?id=7fe99c68-3849-4fa8-a563-9327cf51ea79>.
- Leica Geosystems 2017. Viitattu 16.11.2017 http://www.leica-geosystems.fi/fi/Leica-Nova-MS50_103592.htm.
- Pyy, A. 2017. Agnico Eagle Finland. Kaivososaston kalliomekaanikon haastattelu 30.11.2017.
- Salmenperä, H. 2003. Runko- ja kartoitusmittaukset. Tampereen teknillinen yliopisto.
- Savolainen, M. 2017. Agnico Eagle Finland. Kaivososaston geologin haastattelu 29.11.2017.