

KAIVOSMITTAUS KEVITSAN AVOLOUHOKSELLA

Kartoittajan työohje

Julkunen Teemu
Pöykkö Veikko

Opinnäytetyö
Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2020

Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Teemu Julkunen	Vuosi 2020
Ohjaaja	Veikko Pöykkö	
Toimeksiantaja	Timo Karppinen	
Työn nimi	Boliden Kevitsa Mining Oy, Aapo Simula	
Sivu- ja liitesivumäärä	Kaivosmittaus Kevitsan avolouhoksella	
	46	

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kertoa lukijalle kartoittajan työtehtävistä Kevitsan avolouhoksella. Kevitsan kaivos on yksi suurimpia Suomessa toimivia avolouhoksia.

Opinnäytetyössä käsiteltiin Kevitsan kaivoksella tapahtuvat kartoittajan työtehtävät ja niiden suorittaminen. Opinnäytetyö sisältää yleistä tietoa kaivoksesta ja erityisesti kartoittajan työturvallisuuden kannalta tärkeitä asioita. Opinnäytetyössä esitellään myös käytössä olevat mittalaitteet ja kartoittajan tärkeimmät sidosryhmät. Työ koostui pitkälti työssä itseopituista taidoista ja vanhemmilta kartoittajilta saaduista tiedoista. Työn teoreettinen tieto kerättiin Kevitsan perehdytys- ja turvallisuus materiaaleista, internetiä käyttäen sekä kaivoksella tehtyjen haastatteluiden perusteella.

Opinnäytetyötä on tarkoitus käyttää jatkossa Kevitsan kaivoksen tulevien kartoittajien perehdyttämisen apuna. Myös kaivosmittauksesta kiinnostuneet henkilöt voivat perehtyä kartoittajan työtehtäviin nykyaikaisella avolouhoksella. Vaikka opinnäytetyössä keskityttiin vain Kevitsan kaivoksella tapahtuviin kartoittajan tehtäviin, tästä työstä voi olla hyötyä myös henkilöille, jotka ovat kiinnostuneita nykyaikaisen avolouhoksen kartoittajan tehtävistä.

Degree Programme In Land Surveying
Bachelor of Engineering

Author	Teemu Julkunen Veikko Pöykkö	Year 2020
Supervisor	Timo Karppinen	
Commissioned by	Boliden Kevitsa Mining Oy, Aapo Simula	
Subject of thesis	Mine Surveying in the Kevitsa Open Pit Mine	
Number of pages	46	

The purpose of this thesis was to explain the surveyors' work tasks in the Kevitsa open pit mine. The Kevitsa open pit mine is one of the largest working mines in Finland.

This thesis introduced the surveyors' work tasks and performing in these tasks in the Kevitsa open pit mine. The thesis contained common knowledge of mines and specifically about the safety in the surveyors' work. The most common working equipment and stakeholders were also introduced in this thesis. The thesis consisted of gathered experience and knowledge of the elder surveyors in Kevitsa. The theory part of the thesis was gathered from the Kevitsa introduction and safety materials, from the internet and interviews of the employees in Kevitsa.

This thesis was intended to help and support the future surveyors in the Kevitsa open pit mine when they are alone in the shift. Persons who are interested in surveying in mines can use this thesis to familiarize themselves with surveying in a modern open pit mine. Although this thesis focused only on the tasks performed in the Kevitsa open pit mine, this thesis can be useful to persons interested in a surveyors' work in modern open pit mine.

Key words

open pit mine, mine surveying, surveying

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	9
2	KEVITSAN KAIVOS.....	10
2.1	Boliden AB	10
2.2	Boliden Kevitsa Mining Oy	10
3	SIDOSRYHMÄT	12
3.1	Kartoittajien vuorovaikutus työpaikalla	12
3.2	Sisäiset sidosryhmät.....	13
3.3	Ulkoiset sidosryhmät.....	14
4	TYÖVÄLINEET	16
5	KARTOITTAJAN TYÖTEHTÄVÄT	19
5.1	Työtehtävien eteneminen.....	19
5.2	Päivittäiset	20
5.2.1	Porareikien kartoitus.....	20
5.2.2	Lastauksen ja läjityksen etenemän kartoitus	22
5.2.3	RC-poraus.....	22
5.3	Viikoittaiset.....	24
5.3.1	BR:n kartoitus.....	24
5.3.2	Räjähdyksen jälkeiset kartoitukset.....	25
5.3.3	Koneohjaus	27
5.3.4	Porakenttien rajojen merkintä.....	28
5.3.5	Vedenpinnan mittaus.....	29
5.4	Kuukausittaiset	29
5.4.1	Rikasteiden mittaus.....	29
5.4.2	Rompadin pohjan kartoitus.....	30
5.4.3	EOM.....	31
5.5	Satunnaiset.....	32
5.5.1	Merkintämittaukset	32
5.5.2	Kartoitusmittaukset.....	34
5.5.3	Timanttikairaus.....	35
5.5.4	Kalibroinnit	36
5.5.5	Ilmakuvaus	36

6	TYÖTURVALLISUUS	38
6.1	Yleinen turvallisuus.....	38
6.2	Liikenne	38
6.3	Suojavarusteet.....	39
6.4	Kentällä työskentely	40
7	POHDINTA	44
	LÄHTEET.....	45

ALKUSANAT

Haluamme kiittää tästä opinnäytetyöstä erityisesti kaivosmittaaja Aapo Simulaa, joka mahdollisti tämän opinnäytetyön. Erityiskiitokset myös kartoittajille Arttu Kulusjärvelle ja Joonas Sattalle, mittauksiin ja kaivostoimintaan perehdyttämisestä. Haluamme kiittää myös ohjaavana opettajana toiminutta Timo Karppista.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

Tässä opinnäytetyössä käytetään avolouhoksella ja maanmittausalalla yleisesti käytettäviä termejä. Tässä osiossa on lueteltuna tässä opinnäytetyössä käytetyt termit ja niiden selitykset.

Backbreak
BR
Crest
Digplan
EOM
Helma
IMU
Offset
Operaattori
Rompad
RC
Stage
Tukko

Backbreak on räjäytetyn kentän reuna, joka jää paikoilleen räjäytyksen jälkeen. Backbreak mitataan, jotta saadaan seuraavan porakentän keulareiät suunniteltua todellisille paikoilleen.

BR, eli Blast report, tarkoittaa panostetun kentän rajaa. BR saadaan kartoittamalla porakentän reunimmaisat panostetut reiät ja levittämällä kartoitettua viivaa 2-2.5 metriä. Viivaa levitetään 2 metriä, jos kenttä on porattu Epiroc SmartRoc D65 poravaunuilla ja 2.5 metriä, jos porakalustona on ollut Epiroc PV-271 poravaunuja.

Crest tarkoittaa seinämän tai louhepenkan yläreunaa.

Digplan tarkoittaa lastauskarttaa. Molemmat termit ovat Kevitsassa käytössä.

EOM on lyhenne sanoista End of Month. EOM termillä tarkoitetaan, tässä tapauksessa, kuunvaihteessa tapahtuvaa koko avolouhoksen skannausta.

Helma tarkoittaa seinämän tai louhepenkan alareunaa.

IMU on lyhenne englanninkielisistä sanoista Inertial Measurement Unit eli Inertiaalinen mikroyksikkö. IMU mahdollistaa GNSS-paikantimella mittaamisen ilman kuplan tarkkailua, kun laite laskee koordinaatit GPS-sauvan päähän, vaikka sauva olisi kallistettuna. (Leica 2020.)

Offset tarkoittaa sivuetaisyyttä kohteesta. Offsetiä käytetään, kun mitataan tai merkitään kohteita jollakin tietyllä etäisyydellä varsinaisesta sijainnista.

Operaattorilla tarkoitetaan kaivoskoneen, kuten esimerkiksi kiviauton tai lastauskoneen, kuljettajaa.

Rompad on malmin läjitysalue, johon malmilouhe ajetaan avolouhoksesta. Rompadilta malmi ajetaan murskaan, josta se lähtee rikastamoon rikastettavaksi.

RC on lyhenne englanninkielisistä sanoista reverse circulation. Se on näytteenottoporauksen menetelmä, jossa pora jauhaa ja nostaa kairausnäytteen näytepussiin korkeapaineisen ilman avulla (Arctic Drilling Company).

Stagella tarkoitetaan louhintavaihetta. Kevitsassa louhintavaiheet eli staget on jaettu neljään vaiheeseen, joilla kaikilla on oma kirjainlyhenteensä.

Tukko tarkoittaa sortunutta tai tukkeutunutta porareikää, jota ei ole voitu panostaa.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö on tehty yhteistyössä Boliden Kevitsa Mining Oy:n kanssa. Kevitsan kaivoksella kartoittajille ei ole olemassa työohjetta tai kartoittajan työtehtäviin perehdyttävää opasta. Tämän opinnäytetyön olisi tarkoitus toimia apuna tulevien kartoittajien perehdytyksessä. Työturvallisuusosio tehtiin opinnäytetyöhön Kevitsan kaivosmittaajan pyynnöstä, kun alun perin keskusteltiin opinnäytetyön aiheesta.

Opinnäytetyön tavoitteena on toimia tulevien kartoittajien työohjeena Kevitsan kaivoksella ja parantaa uusien kartoittajien valmiuksia itsenäiseen toimintaan. Kartoittajien työ Kevitsan avolouhoksella on monipuolistunut mittausalan kehityksen edetessä. Tässä opinnäytetyössä kerrotaan kartoittajan sidosryhmistä, työvälineistä, yleisimmistä työtehtävistä ja yksilöidysti jokaisen työtehtävän suorittamisesta sekä perehdytään kartoittajan työturvallisuuteen.

Opinnäytetyön pääkohtana on kartoittajan työtehtävät. Työtehtävät on jaoteltu niiden toistuvuuden mukaisesti. Kevitsassa on työtehtäviä, joita kartoittajat tekevät päivittäin, viikoittain, kuukausittain ja satunnaisesti erillisestä pyynnöstä. Tässä opinnäytetyössä työtehtävät päätettiin jaotella samalla tavalla kuin ne esiintyvät Kevitsan kaivoksella.

2 KEVITSAN KAIVOS

2.1 Boliden AB

Boliden AB on Ruotsissa 1920-luvulla perustettu kaivosyhtiö. Konsernin pääkonttori sijaitsee Tukholmassa ja yhtiöllä on toimintaa seitsemässä maassa. Kaivoksia on Suomessa, Ruotsissa ja Irlannissa. Sulattoja on Suomessa kaksi ja lisäksi kaksi Ruotsissa ja yksi Norjassa. Kaivosten ja sulattojen lisäksi yhtiö tekee malminetsintää ympäri maailmaa. Tukholman lisäksi yhtiöllä on konttoreita Tanskassa, Saksassa ja Englannissa. (Boliden 2019b.)

Konserni työllistää nykyään noin 5800 työntekijää, joiden lisäksi yli 1000 työntekijää kesäksi (Boliden 2019a). Bolidenin kaivokset tuottavat pääasiassa sinkkiä ja kuparia, mutta myös lyijyä, nikkeliä, hopeaa ja kultaa (Boliden 2017b).

2.2 Boliden Kevitsa Mining Oy

Boliden Kevitsa Mining Oy on yksi neljästä Boliden AB:n tuotantolaitoksesta Suomessa (Boliden 2019a; Kuvio 1). Vuonna 1987 löydetty Kevitsan nikkeli- ja kupariesiintymä on yksi Suomen suurimmista malmilöydöistä. Kaivoksen rakentaminen alkoi 2010 ja tuotanto käynnistyi vuonna 2012. (Boliden 2017b.)

Boliden osti Kevitsan avolouhoksen kanadalaiselta First Quantum Minerals Ltd:ltä vuonna 2016. Kaivoksen kauppahinta oli 650 miljoonaa euroa (Kaleva 2016). Kevitsan kaivoksen liikevaihto vuonna 2018 oli 284,4 miljoonaa ja tilikauden tulos 73,1 miljoonaa euroa (Suomen Asiakastieto Oy 2018).

Kaivoksen pääasialliset tuotteet ovat nikkeli ja kupari, lisäksi kaivos tuottaa myös pieniä määriä kultaa, platinaa ja palladiumia. Vuonna 2018 malmirikastetta tuotettiin noin 7,5 miljoonaa tonnia. Malmirikaste toimitetaan Bolidenin omalle sulatolle Harjavaltaan ja ulkoisille asiakkaille. (Boliden 2019c.)

Kevitsan kaivoksella on käynnissä laajentamisprosessi, johon investoidaan 80 miljoonaa euroa rikastamoon ja 100 miljoonaa euroa louhokseen. Louhokselle

tulee 17 kappaletta uusia kiviautoja, 2 kappaletta uusia Epiroc Pit Viper poravaunuja ja 2 kappaletta uusia CAT 6060 lastauskoneita sekä lisäksi uusi tuotannonohjausjärjestelmä ja rakennuksia (Brusila 2019). Suurimpana osana rikastamon investointia on autogeeninen palamalmimyyly. Bolidenin tavoitteena on tuotannon nostaminen 9 miljoonaan malmitonniin vuodessa Kevitsan kaivoksella (Leisti 2018).

Boliden Kevitsa Mining Oy työllistää yli 500 henkilöä ja lisäksi kaivoksella toimii useita eri urakoitsijoita. Kesätyöntekijöitä kaivokselle palkataan lähes jokaiselle toiminta-alueelle, kesälle 2020 kesätyöpaikkoja on haussa 87 (Lapin Kansan 2020). Kartoittajan kesäsijaisia on palkattu yhdestä kahteen, vuonna 2020 palkataan yksi kesätyöntekijä.



Kuvio 1. Avolouhos

3 SIDOSRYHMÄT

3.1 Kartoittajien vuorovaikutus työpaikalla

Kevitsan kaivoksella kartoittajat työskentelevät pääasiassa yksin, mutta yhteistyössä useiden eri tahojen kanssa. Päivittäin ollaan yhteydessä yhtiön sisäisiin ja ulkoisiin sidosryhmiin, palaverien ja sähköpostin välityksellä. Kartoittajat toimivat usein myös yhteyshenkilönä työnjohdon, suunnitteluosaston sekä geologien välillä. Kartoittajan työssä on oltava hyvät vuorovaikutustaidot, jotta pystyy työskentelemään monien eri osapuolien kanssa. Keskustelu- ja kuuntelutaidot estävät väärinkäsitysten ja ongelmatilanteiden syntymistä. Yhteisymmärrys muiden tahojen kanssa vähentää ylimääräisen työn tekemistä, varmistaa sujuvan tuotannon ja lisää turvallisuutta työpaikalla. Sidosryhmät jakautuvat yhtiön sisäisiin ja ulkoisiin toimijoihin (Kuvio 2).



Kuvio 2. Sidosryhmät

3.2 Sisäiset sidosryhmät

Yhtiön sisällä on monia toimijoita, joiden kanssa tehdään työtä päivittäin tai viikoittain. Kaikista tärkein sidosryhmä ovat muut kartoittajat ja kaivosmittaaja. Työvuorot menevät muiden kartoittajien kanssa limittäin niin, että vuoron ensimmäisenä ja viimeisenä päivänä ollaan yhtä aikaa toisen kartoittajan kanssa ja kaksi keskimmäistä päivää vuorossa yksin. Kaivosmittaajan eli kartoittajien esimiehen kautta tulevat yleensä sellaiset työpyynnöt, jotka eivät ole päivittäisiä. Tällaisia ovat esimerkiksi rikastamolta tai sähkö- ja kunnossapito-osastolta tulevat mittaustehtävät.

Geologien kanssa ollaan tekemisissä lähes päivittäin. Räjäytysten jälkeen kartoitettu ammutun kasan helma lähetetään geologeille lastausrajojen levittämistä varten. Heiltä tulee räjäytysten jälkeen lastauskartat, jotka kartoittajat laittavat koneohjaukseen tai tarvittaessa merkitsevät maastoon. Myös suunniteltujen näytteenottoreikien merkintätiedostot tulevat kartoittajille suoraan geologeilta. Geologeilla, kartoittajilla ja RC-porareilla on yhteinen WhatsApp-ryhmä, johon geologit laittavat prioriteettikartat ja porarit laittavat vuoroittain tietoa porauksen etenemisestä.

Työnjohdon kanssa kartoittajat tekevät jatkuvaa yhteistyötä. Työnjohto on kartoittajien kanssa samassa toimistorakennuksessa, mikä helpottaa keskinäistä kommunikointia ja tiedonkulkua. Päivittäin tulee kartoitus- ja merkintämittaustehtäviä, joko porauksen tai lastaus- ja kuljetusosaston työnjohdon kautta. Viikonloppuisin kun suunnitteluosasto ei ole paikalla, työjohto ja kartoittajat työskentelevät yhdessä viikonlopun tuotantosuunnitelman perusteella.

Neljäntenä isona sisäisenä sidosryhmänä ovat suunnittelijat. Suunnitteluosastolla on kaksi poraus- ja panostussuunnittelijaa sekä lyhyen ja pitkän tähtäimen suunnittelijat. Näistä poraus- ja panostussuunnittelijoiden ja lyhyen tähtäimen suunnittelijan kanssa toimitaan päivittäin. Suunnittelijat käyttävät kartoitustietoja tulevien poraus- ja lastausalueiden suunnitteluun. Kartoitustietoja seuraamalla suunnittelijat pysyvät ajan tasalla porauksen,

louhinnan ja läjityksen etenemisestä. Suunnitteluosastolta tulee myös merkintätiedostoja, esimerkiksi uusien ramppien ja porakenttien maastoon merkintää varten.

3.3 Ulkoiset sidosryhmät

Kaivoksella työskentelee kaivosyhtiön lisäksi useita eri urakoitsijoita monissa eri työtehtävissä. Osalla urakoitsijoista on oma mittahenkilö, joiden kanssa tehdään yhteistyötä. Kaikilla urakoitsijoilla ei kuitenkaan ole omaa mittahenkilöä. Urakoitsijoiden työpyynnöt tulevat yleensä kaivosmittaajan kautta, joissakin tapauksissa urakoitsijat ottavat yhteyttä suoraan kartoittajiin, esimerkiksi sähköpostilla tai puhelimitse.

Isoin urakoitsija on E. Hartikainen Oy. Hartikaisella on pienempi kalusto kuin kaivosyhtiöllä ja siksi he hoitavat usein lastauksen ahtaammista paikoista. Hartikainen hoitaa myös murskan syöttöä rompadilla. Heillä on oma mittaaaja, joka tekee pääsääntöisesti kaikki Hartikaisen louhintaan ja poraukseen liittyvät mittaukset. Hartikaisen mittaaaja ei kuitenkaan ole paikalla esimerkiksi viikonloppuisin ja silloin kaivosyhtiön kartoittajia voidaan pyytää tekemään kartoitusmittauksia. Myös työvälineitä on lainattu Hartikaisen mittaaajan kanssa puolin ja toisin.

Muita urakoitsijoita, joiden kanssa kartoittajat tekevät yhteistyötä ovat Arctic Infra Oy, Maansiirto Jorma Vainio Oy, Delete Group Oy, Orica Finland Oy ja Meri-Lapin Louhinta Oy. Yleisimmät edellä mainittujen kanssa tehtävät työt liittyvät porakenttien ja seinämien putsaukseen. Orica toimittaa Kevitsaan räjäytyksissä tarvittavat tuotteet ja hoitaa porakenttien ja rakolinjojen panostuksen ja kytkennät. Meri-lapin Louhinta poraa ammuista jääneitä pultereita ja kynsiä sekä panostaa ja räjäyttää niitä.

Useimmiten kaivosmittaaja on yhteydessä laite- ja ohjelmistovalmistajiin, mutta ajoittain myös kartoittajat kommunikoivat heidän kanssaan. Yleisimpiä valmistajia ovat Leica Geosystems ja Deswik. Leica toimittaa kartoittajille GNSS-paikannin

järjestelmän ja takymetrin sekä kouluttaa niiden käyttöön ja huoltaa laitteet. Leican koneohjausjärjestelmän huollon tilaaminen on myös ollut kaivosmittaajan vastuulla ja kartoittajat ovat olleet usein Leican asentajan apuna. Deswik on otettu Kevitsassa käyttöön 2019 ja sitä päivitetään ja muokataan jatkuvasti vastaamaan käyttäjien tarpeita. Kartoittajat ovat yksi käyttäjäryhmä ja siksi pitävät yhteyttä Deswikin henkilökuntaan joko suoraan tai kaivosmittaajan välityksellä.

4 TYÖVÄLINEET

Kevitsan kaivoksella yleisimpänä kartoittajan työvälineenä on Leican GS18 - GNSS-vastaanotin ja CS20-maastotallennin (Kuvio 3). Uusi GNSS-järjestelmä saatiin vuoden 2020 alussa. Uudessa järjestelmässä ohjelmistona on Leica Captivate. Leican uusien innovaatio yhdistää GNSS:n ja IMU:n. Tämä mahdollistaa mittauksen ilman kuplan tarkkailua ja tasausta. (Leica 2020.)



Kuvio 3. Leica GS18-satelliittipaikannin ja Leica CS20-maastotallennin (ResearchGate 2008-2020)

Uusi innovaatio nopeuttaa kartoittajan työskentelyä ja tekee siitä turvallisempaa, koska kartoittaja pystyy työskentelemään esimerkiksi kauempana seinästä. GNSS-paikanninta käytetään suurimmassa osassa kartoitus- ja merkintämittauksia. Paikannin on ainoa päivittäisessä käytössä oleva mittausväline.

Ennen kalustopäivitystä Kevitsan kaivoksella oli käytössä Leican Viva GS15 - GNSS-laite. Uudella GNSS-paikantimella voidaan käyttää vanhan tapaan radio-RTK-korjausta, mutta lisäksi käytössä on myös Leican 4G verkko-RTK-korjaus. Verkko RTK:ta käyttämällä pyritään saamaan korjausdataa myös radiotoistimen katvealueilla.

Takymetrinä Kevitsan kartoittajilla on Leican TS15 -robottitakymetri (Kuvio 4). Takymetri on hankittu samaan aikaan edellisen GNSS-järjestelmän kanssa, mutta se on päivitetty toimimaan myös uuden maastotallentimen kanssa. Takymetrin käyttö on vähentynyt, laserkeilaimen hankinnan jälkeen. Laserkeilaimella vaikeiden ja suurien kohteiden kartoittaminen on helpompaa ja nopeampaa kuin takymetrillä.



Kuvio 4. Leica TS15-robottitakymetri

Laserkeilaimena Kevitsassa on käytössä Riegl VZ-2000 -maalaserkeilain (Kuvio 5). Riegl VZ-2000 -laserkeilain on pulssilaserkeilain, jonka toiminta perustuu lasersäteiden kulkuajan mittaukseen, laitteen ja kohteen välillä. Mittausetäisyys skannerilla on muutamista senteistä jopa kahteen kilometriin. Mittausnopeuksia on useita ja niitä säätämällä voidaan optimoida mittaustulos mahdollisimman tarkaksi. Riegl VZ-2000 sopii erityisen hyvin avolouhoksen olosuhteisiin, sillä se on tiivis, tyyppihuuhdeltu ja pakkaskestävä. (Nordic Geocenter Oy.) Skannausaseman sijainninmäärityksessä käytetään Leican GNSS-antennia, joka kiinnitetään laserkeilaimen päälle, siihen tarkoitettulla adapterilla.



Kuvio 5. Riegl VZ-2000 -laserkeilain

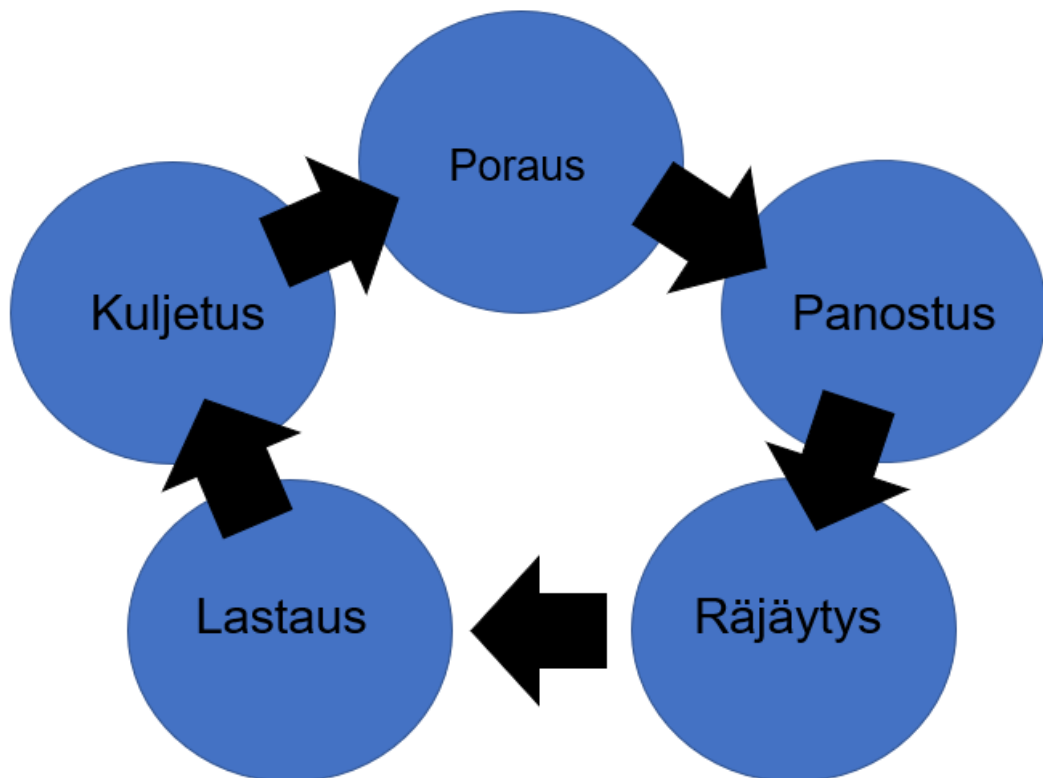
Uusimpana kartoitusmenetelmänä Kevitsassa käytetään ilmakuvausta. Ilmakuvausta varten kartoittajilla on käytössä DJI Phantom 4 Pro -nelikopteri. Ilmakuvaussuunnitelmat tehdään DroneDeploy-suunnitteluohjelmalla, joka löytyy kartoittajien työpuhelimesta. Dronen käyttö on vähentänyt laserkeilaimen käyttöä, tiettyjen kartoituskohteiden, kuten rompadin osalta.

Kartoitusdatan käsittelyssä Kevitsan kartoittajat käyttävät Deswik-kaivossuunnitteluohjelmaa. Deswikissä data tallennetaan Deswik.mdm-tietokantaan. Tietokannassa olevaa dataa voidaan muokata ja sitä voidaan lisätä erilaisten workflow-työtilojen kautta, Deswik.cad-ohjelmalla. Kartoittajilla on useita workflow-työtiloja datan muokkausta varten, RC-reikäiedoille, porakentille, BR:lle ja muulle kartoitusdatalle on kaikille omat workflow-työtilat. Deswik.cadia voidaan käyttää myös erikseen datan käsittelyyn, jos dataa ei ole tarvetta tallentaa tietokantaan.

5 KARTOITTAJAN TYÖTEHTÄVÄT

5.1 Työtehtävien eteneminen

Kaivoksen tuotantolouhinta alkaa porauksesta, jonka perässä kulkee panostus. Porauksen ja panostuksen jälkeen suoritetaan räjäytys. Räjäytyksestä seuraavat työvaiheet ovat louheen lastaus ja kuljetus. Malmilouhe ja sivukivi kuljetetaan niille määrätyille alueille. Lastauksen ja kuljetuksen jälkeen alkaa uusien porauspaikkojen valmistelu ja näin tuotanto alkaa taas alusta. (Kuvio 6.)



Kuvio 6. Tuotannon eteneminen

Kartoittajien työtehtävät etenevät tuotannon mukana. Kartoittajien tuotantoon liittyvät kartoitus- ja merkintämittaukset kulkevat usein tuotannon edellä, koska ne ovat tärkeitä tuotannon suunnittelun ja etenemisen kannalta. Ennakoimalla ja valmistelemalla työtehtäviä saadaan kaivoksen tuotanto etenemään katkeamatta.

5.2 Päivittäiset

5.2.1 Porareikien kartoitus

Kevitsan kaivoksella kartoittajan aamun ensimmäisenä työtehtävänä on tuotantoporausreikien kartoitus. Joka aamu kartoitetaan edellisen vuorokauden aikana poratut reiät kaikilta keskeneräisiltä porakentiltä. Yleensä tuotannossa on kahdesta neljään porakenttää samanaikaisesti. Reikämäärät vaihtelevat kahdenkymmenen ja sadan reiän välillä riippuen kentällä olevan kaluston ja kenttien määrästä.

Reikien kartoitus tapahtuu GNSS-laitteella (Kuvio 7). Jokaiselle uudelle porakentälle luodaan oma työ, jota päivitetään porakentän etenemisen mukaisesti. Porakenttien nimi muodostuu neljästä osasta: stagesta, tasosta, materiaalista ja juoksevasta numerosta (Kuvio 8).



Kuvio 7. Porareikien kartoitus

Kevitsan avolouhos on tällä hetkellä jaettu neljään eri stageen ja jokaiselle stagelle on olemassa oma kirjainlyhenne. Avolouhoksen louhinta on aloitettu stage ykköseltä, jonka louhinta on jo suoritettu. Stage ykkösen kirjainmerkintänä on käytetty kirjainta A. Louhinta on laajentunut stage kakkoseen, jonka kirjainlyhenteenä käytetään kirjainta B. Stage kakkosen louhinta on tällä hetkellä keskeytetty, sen louhinta jatketaan tulevaisuudessa. Tämänhetkinen louhinta painottuu stage kolmoselle sekä stage neloselle. Stage kolmosen kirjainlyhenteenä käytetään kirjainta C ja stage nelosen kirjainlyhenteenä kirjainta D. Stage nelosta on alettu louhia kesällä 2019. Kevitsan avolouhoksella louhinta tapahtuu pengerialueella. Louhinta tehdään tasolta toiselle, saman paksuisissa tasoissa ylhäältä alaspäin. Kevitsan avolouhoksella louhittavien tasojen paksuus on 12 metriä. Porakentän nimeen vaikuttaa myös sen sisältämä materiaali. Porakentän materiaalityypinä käytetään kolmea eri kirjainta, jotka ovat M, X tai R. Pelkästään malmia sisältävät kentät merkitään M kirjaimella. Malmia sekä sivukiveä sisältävät kentät merkitään X kirjaimella. Kentän koostuessa pelkästään sivukivestä merkitään kenttä R kirjaimella.



Kuvio 8. Porakentän nimeäminen

Mitatut porareivät päivitetään toimistolla Deswik MDM. -tietokantaan, josta poraus- ja panostussuunnittelijat saavat tiedon porauksen etenemisestä. Suunnittelijat käyttävät kartoitettuja reikiä kytkentäsuunnitelman tekoon ja tulevien porakenttien reikäkuvion suunnitteluun.

5.2.2 Lastauksen ja läjityksen etenemän kartoitus

Toinen aamulla suoritettavista työtehtävistä on kartoittaa lastauksen ja läjityksen etenemä edellisen vuorokauden ajalta. Aikaisemmin lastaushelmat käytiin kartoittamassa GNSS-paikantimella maastossa. Nykyään etenemä saadaan tuotua tietokantaan suoraan koneohjausjärjestelmän Provision-ohjelmasta (Kuvio 9). Koneohjausjärjestelmästä saadun paikkatiedon perusteella kartoittajat näkevät lastauksen edistymisen ja editoivat edistymisen myös kaivoskarttaan. Samalla kun ladataan lastauksen etenemä, saadaan helposti myös päivitettyä sivukivialueen läjitys.

Kun edellisen vuorokauden lastaus, läjitys ja poraus on päivitetty tietokantaan, tehdään päivitetty kartta avolouhoksesta. Avolouhoskarttaa tehtäessä ei valita kaikkea mittausdataa louhoksesta. Karttaan valitaan näkyviin tuotannossa olevien porakenttien rajat, sen hetkiset porareivät, helmat, crestit, digplanit sekä tiet. Karttaa käytetään päivittäisen tuotannon suunnitteluun.

5.2.3 RC-poraus

RC-porausta käytetään kaivoksella näytteenotossa. Kartoittajan tehtävänä on merkitä suunniteltujen näytteenottoreikien aloitussijainnit maastoon. Lähtötietona käytetään geologeilta saatua suunnitelmaa, joka muokataan merkintätiedostoksi maastotallentimeen. Geologit päivittävät viikoittain suunnitelman RC-porauspaikoista, missä otetaan huomioon lastauksen ja tuotantoporauksen eteneminen.

RC-reikien merkintä tapahtuu GNSS-paikantimella. Merkintätyöksi valitaan rc_so -tiedosto ja käytettävän työn nimi riippuu vuodesta ja kuukaudesta esimerkiksi

rc_merkityt2002. Maastoon merkintä tehdään 1,4 metrin pituisilla puupaaluilla, joihin kirjoitetaan reikä id ja reiän pituus esimerkiksi RCM330 60 m. Paaluihin maalataan kolme oranssia raitaa, jotka erottavat ne muista louhoksen merkintäpaaluista (Kuvio 9).



Kuvio 9. Merkitty RC-reiän aloitussijainti

Poratut RC-reiät kartoitetaan päivittäin, jotta reikien sijainti saadaan kartoitettua ennen reikien jäämistä tuotannon alle. Poratut reiät kartoitetaan rc_poratut tiedostoon, joka tehdään rc_merkityt tiedoston tapaan joka kuukausi. Merkintätiedostona käytetään saman kuukauden rc_merkityt tiedostoa. RC-porarit merkitsevät porattujen reikien paalut vihreällä maalilla, tunnistuksen helpottamiseksi (Kuvio 10). Porattujen reikien sijainnit voivat erota hieman merkityistä rei'istä olosuhteiden vuoksi ja siksi on tärkeää kartoittaa toteutuneet sijainnit. Geologit käyttävät sijaintitietoa malmiesiintymän 3D-mallinnukseen.



Kuvio 10. Porattu RC-reikä

5.3 Viikoittaiset

5.3.1 BR:n kartoitus

Porauksen ja panostuksen valmistuttua, kartoittajan tehtävänä on kartoittaa tuotantoporauskentän laitimaiset panostetut reiät. Porausvaiheessa kentältä kartoitetaan kaikki porareivät, joita ei ole merkitty tukoiksi. Reikiä voi kuitenkin sortua porauksen jälkeen ja tästä syystä kartoitettuja reikiä voi jäädä panostamatta. BR:n kartoittamiseen on käytössä kaksi eri tapaa. Aikaisemmin kartoittajat kävivät kartoittamassa uudestaan kaikki reunimaiset panostetut porareivät. Nykyään useammin käytetty tapa on kiertää kentän ympäri ja verrata

kartoitustietoa panostettuihin reikiin, ja sen mukaan poistaa tai kartoittaa puuttuvat tai panostamattomat reiät.

Erona näiden kahden tavan välillä on, että nykyisellä tavalla BR digitoidaan manuaalisesti porakentän kartoitustyöstä tietokoneella. Aikaisemmin BR kartoitettiin omana työnään, jonka data tuotiin suoraan tietokoneelle. BR:ää levitetään 2–2,5 metriä riippuen käytetystä porauskalustosta. BR:ää levitetään, koska porakenttä ei räjäytyksen jälkeen rajoitu reunimmaisiiin reikiin, vaan sen oletetaan leviävän. Molemmissa tapauksissa dataa muokataan toimistolla ja nykyinen tapa säästää aikaa kentällä.

BR kartoitetaan, jotta panostetun porakentän rajat saadaan selville. Tämä helpottaa poraus- ja panostussuunnittelijoiden seuraavien porakenttien suunnittelua sekä varmistaa turvallisen porauksen.

5.3.2 Räjäytyksen jälkeiset kartoitukset

Avolouhoksella räjäytetään normaalisti kerran tai kahdesti viikossa. Räjäytettäviä kenttiä on yleensä yhdestä kolmeen. Räjäytyksen jälkeen kartoittajan tehtävänä on käydä kartoittamassa räjäytetyn kentän backbreak ja helma.

Poraus etenee yleensä järjestyksessä ja räjäytetyn kentän jättämät reunat käydään kartoittamassa heti ammun jälkeen. Näitä kutsutaan backbreakeiksi (Kuvio 11). Suunnittelijat käyttävät tietoa seuraavan porakentän keulareikien suunnitteluun. Backbreak kartoitetaan ammutun kentän yläpuoleiselta tasolta, reunan kunnosta riippuen eri offsetiä käyttäen. Räjäytyksen jälkeen reunan kunto voi vaihdella. Räjäytys voi olla rikkonut tai lohkaissut kiintokalliota, minkä takia kiintokallio voi olla heikentynyt ja voi olla räjäytyksen jälkeen sortuma alttiimpi. Backbreakkien kartoittaminen on yksi kartoittajien vaarallisimmista työtehtävistä, ja tämän takia reunan kuntoa täytyy tarkkailla jatkuvasti kartoituksen aikana. Jos reunalla työskentely todetaan liian vaaralliseksi, täytyy bacbreak kartoittaa kauempaa takymetriä tai laserkeilainta käyttäen.



Kuvio 11. Backbreak

Ammuttu kenttä leviää avoimen rintauksen suuntaan, yleensä n.30-50 metriä (Kuvio 12). Levinneen penkan alahelma kartoitetaan ja lähetetään sähköpostilla geologeille. Geologit käyttävät helmatietoa lastauskartan luomiseen, kun he levittävät ammutun kentän materiaaliblokkeja. Porakenttiin, jotka sisältävät malmia porataan tuotantoporauksen yhteydessä DNC-reikiä. DNC-reiät porataan malmiblokkien rajoille. Näihin reikiin geologit käyvät ennen räjäytystä laittamassa GPS-seurantapallot, jotka aktivoituvat räjähdyksestä. Seurantapallot liikkuvat räjäytyksen yhteydessä kiven mukana. Räjäytyksen jälkeen geologit käyvät etsimässä pallot ja niiden sijainnin perusteella he pystyvät levittämään materiaaliblokkeja. Helmat ja backbreakit päivitetään toimistolla myös tietokantaan.



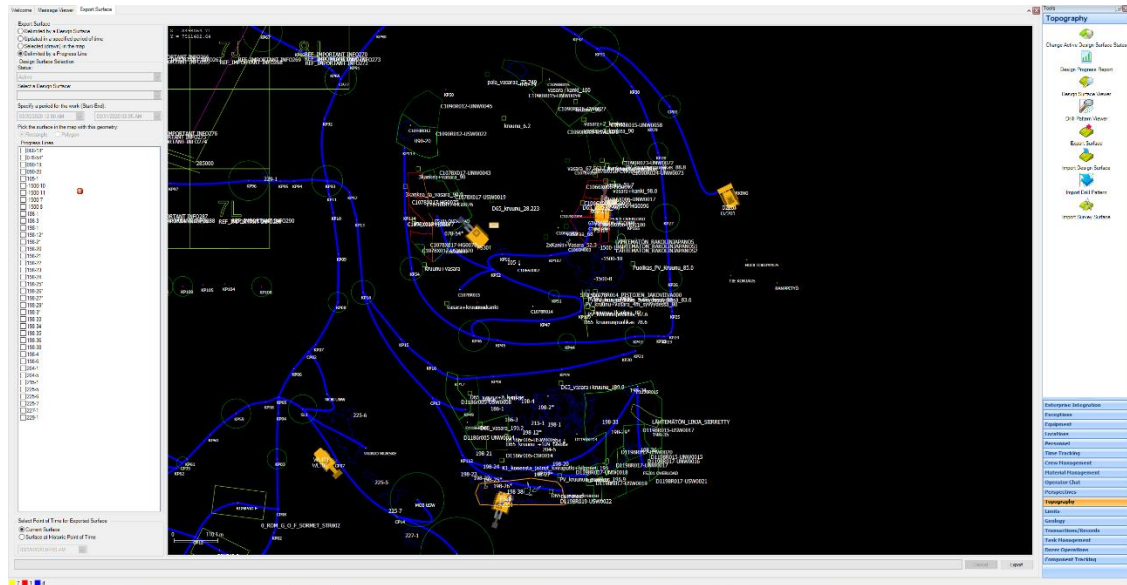
Kuvio 12. Helma

5.3.3 Koneohjaus

Kevitsassa on tällä hetkellä käytössä kaksi koneohjausjärjestelmää: Leica Mineops ja Modular Mining Provision (Kuvio 13). Leican ohjelmisto on poistumassa käytöstä uuden järjestelmän tieltä. Muutoksen myötä lastauskarttojen päivitys siirtyy kartoittajilta geologeille.

Geologit tekevät aina räjäytyksen jälkeen lastauskartan ammutulle kentälle. Kartoittajat muokkaavat geologien tekemästä excel-tiedostosta ylimääräisen datan pois, jolloin tiedostoon jää vain materiaalipolygonin numero, koordinaatit ja korkeus. Tiedosto tallennetaan csv-muotoisena ja viedään Leica Mineops ohjelmaan, jossa polygonit nimetään kentän ja materiaalin mukaan ja niille annetaan materiaalin mukaiset värit.

Kartoittajien tehtävänä on edelleen päivittää uuteen koneohjausjärjestelmään porauksessa tai panostuksessa reikiin jääneet kalustot. Tällaisia ovat esimerkiksi porakruunut, porakanget tai mahdolliset räjähtämättömät panokset.



Kuvio 13. Kuva Provision-ohjelmasta

5.3.4 Porakenttien rajojen merkintä

Tuotantoporauskenttien rajat merkitään maastoon poratyönjohtajien pyynnöstä. Poratyönjohtajat huolehtivat tulevien porakenttien putsauksesta ja turvallisuudesta teettämällä turvavallit kentän ympärille. Mikäli lastausliikenne kulkee porauksen kanssa samalla tasolla, täytyy porakenttä suojata turvavalleilla. Porakenttien putsamisella tarkoitetaan lastauksesta jääneen materiaalin poistamista. Materiaalia jää yleensä kenttien keuloille ja seinämien viereen.

Poraus- ja panostussuunnittelijat suunnittelevat porakenttien rajat eli blastmasterit, joiden avulla kartoittajat merkitsevät porakenttien rajat maastoon. Blastmaster-tiedostot löytyvät Deswik.mdm tietokannasta kentän nimellä. Maastoon merkintä tehdään GNSS-paikanninta apuna käyttäen puupaaluilla. Paalut laitetaan maastoon yleensä 5–10 metrin offsetilla, riippuen käytettävästä tilasta. Puupaaluihin kirjoitetaan kentän nimi ja käytetty offset. Puupaalut maalataan merkintämaalilla, jonka avulla paalut erottuvat maastosta.

5.3.5 Vedenpinnan mittaus

Stage kakkosen pohja on Kevitsan avolouhoksen syvin kohta ja sinne menevä ramppi on ollut tukossa kesästä 2019 lähtien. Stage kolmoselta on ammuttu reunakenttiä, joiden keulat ovat tippuneet stage kakkoselle menevään ramppiin ja estäneet kulun stage kakkosen pohjalle. Normaalisti pohjalle kertynyttä vettä on päästy pumppaamaan, tällä hetkellä sinne ei ole kuitenkaan mahdollista päästä kulkuyhteyden puutteen vuoksi. Pohjalla oleva vesi haittaa porausta ja kulkemista louhoksessa. Stage kakkosen pohjalle kertyvä vesi valuu koko avolouhoksen alueelta.

Veden pinta nousee koko ajan, jos pumpkaus ei ole käynnissä ja kartoittajan työtehtäviin kuuluu mitata veden pinnan korkeus ja päivittää vedenpinnan korkeus seurantataulukoon. Kartoittaja mittaa vedenpinnan korkeuden kerran viikossa yleensä sunnuntaisin. Veden pinnan mittaus tapahtuu takymetrillä, pintamittaus toiminnolla. Mittaus tapahtuu stage kolmosen reunalta, josta on hyvä näkyvyys vedenpinnan ylätasolle ja se voidaan suorittaa turvallisesti.

5.4 Kuukausittaiset

5.4.1 Rikasteiden mittaus

Malmirikasteet varastoidaan rikastehalliin, josta ne lastataan rikasterekkoihin kuljetusta varten. Tullessaan ja poistuessaan rikastehallista malmirekat ajavat vaa'alle, jossa rekat punnitaan. Näin pystytään laskemaan, paljonko rikastetta lähtee kaivokselta. Rekkojen mukana lähteneen rikasteen ja kuukauden ensimmäisenä aamuna hallissa olevan rikasteen summa on yhteenlaskettuna kuukauden tuotantomäärä.

Kuukauden ensimmäisenä päivänä kartoittajan aamun ensimmäinen tehtävä on rikasteiden mittaus. Ennen rikastehalliin menoa kartoittajan tulee hakea rikastamon valvomosta työlupa. Nykyisin rikasteiden mittaus tapahtuu laserkeilaimella. Rikastehallissa on yleensä 2–3 rikastekasaa. Kupari- ja nikkelikaste ovat omissa kasoissaan. Kasat pyritään muotoilemaan päältä ja sivuilta tasaisiksi skannauksen ja mittaus datan käsittelyn helpottamiseksi.

Skannaus suoritetaan henkilönosturin päältä, jotta kasat pystytään skannaamaan tehokkaasti, mahdollisimman vähillä asemilla. Rikastehallin skannaus suoritetaan yleensä kolmelta asemalta. Skannaus suoritetaan yleensä rikastehallin molemmista päistä ja keskeltä, sekä mahdollisimman korkealta.

Skannauksessa on tärkeää näkyä lattia, seinät ja kasan päällystä, massan laskemista varten. Rikastehallin skannausta ei tarvitse orientoida kaivoskoordinaatistoon, vaan rikastekasoja verrataan tyhjästä hallista skannattuihin pintoihin. Onnistuneesta skannauksesta kaivosmittaaja pystyy laskemaan rikasteiden tilavuuden, joka lähetetään rikastamolalle massanlaskentaa varten (Simula 2020).

5.4.2 Rompadin pohjan kartoitus

Rompadin pohja kartoitetaan kerran kuukaudessa yleensä kuun puolessa välissä. Pohja kartoitetaan joko laserkeilaimella tai dronella. Kevitsan kaivoksen ympäristöosasto käyttää pohjan kartoitustietoa kuukausittain Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle tehtävässä raportissa.

Aikaisemmin pohjan kartoitus tehtiin laserkeilaimella, mutta nykyään pohjan kartoitus pyritään tekemään dronella. Vuonna 2019 rompadia laajennettiin ja dronekartoitus on siksi tehokkaampaa kuin laserkeilaus. Dronella tehtävä kartoitus säästää aikaa, kun ei tarvitse vaihtaa skannausasemaa vaan lento voidaan suorittaa yhdestä paikasta. Dronekartoitusta varten täytyy maahan tehdä signalointipisteitä yleensä neljä kappaletta, riippuen alueen koosta. Pisteet tehdään mahdollisimman tasaiselle alueelle ja tasaisin välein kuvattavan alueen sisälle. Rompadin alueelle on tehty valmis ilmakehuvaussuunnitelma, jota käytetään aina rompadin dronekartoituksessa.

Jos olosuhteet estävät ilmakehuvauksen, kartoitus tehdään laserkeilaimella. Pohja saadaan yleensä skannattua kolmelta asemalta riippuen malmikasojen sijainnista ja koosta. Asetuksina rompadin skannauksessa käytetään etäisyytenä 1000 metriä ja pistetiheytenä panoraama 40.

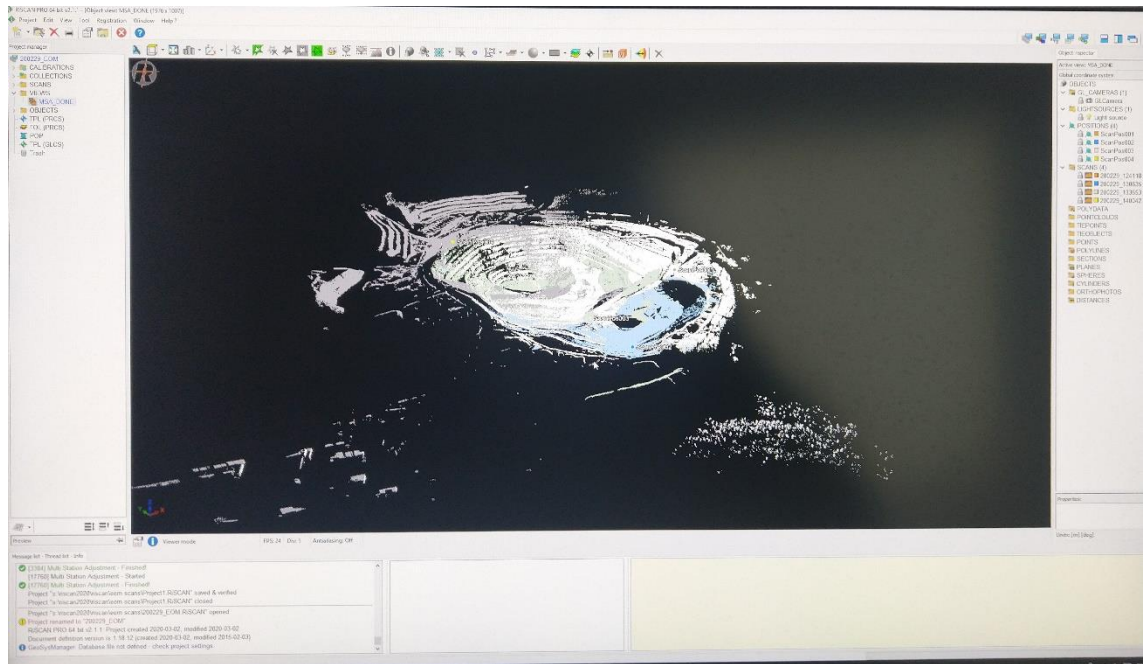
5.4.3 EOM

Kuukauden viimeisenä päivänä kartoittajat tekevät EOM skannauksen, eli skannaavat koko avolouhoksen. Skannaukset yhdistetään ja käsitellään Riegl RiScan Pro -ohjelmalla (Kuvio 14). Avolouhoksen skannauksesta kaivosmittaaja laskee louhoksesta pois ajettut kuutiot. Skannauksesta tehdään myös pintamalli geologeille. Pintamallia geologit vertailevat kahteen käytössä olevaan resurssimalliin, joiden perusteella geologit laskevat paljonko mitäkin materiaalia on kuukauden aikana lastattu (Perälä 2020).

Louhos skannataan yleensä 3-6:lta asemalta. Skannausasemien määrään vaikuttavat monet eri tekijät. Louhos muuttuu koko ajan ja siksi skannausasemien paikat vaihtelevat kuukausittain. Asemien valinta täytyy tehdä sen hetkisen lastaustilanteen mukaan, jotta louhoksesta saadaan mahdollisimman hyvin kaikki kulmat näkyviin. Myös olosuhteet vaikuttavat asemien määriin, esimerkiksi kovalla lumisateella näkyvyys on heikko ja tarvitaan useampia asemia.

Yksi skannausasema pysyy joka kuukausi vakiona. Louhosvalvomon katolle on rakennettu näköalapaikka, josta on hyvä näkyvyys lähes koko louhokseen. Olosuhteista riippumatta yksi skannaus otetaan joka kuukausi louhosvalvomon katolta. Louhosvalvomon katolta otetussa skannauksessa käytetään eri asetuksia, kuin muilla asemilla. Louhosvalvomon katolta tehtävässä skannauksessa käytetään etäisyytenä 1800m ja pistetiheytenä panoraama 20. Skannauksen kestoa voidaan pienentää kaventamalla skannattavaa sektoria 180 asteeseen.

Louhoksesta ja sen reunoilta tehdyissä skannauksissa käytetään yleensä samoja asetuksia. Näiltä skannausasemilta ei tule niin pitkiä etäisyyksiä kuin louhosvalvomon katolta tehdyssä skannauksessa. Louhoksen reunoilta tehdyissä skannauksissa käytetään etäisyytenä 1800 metriä ja louhoksen sisältä otetuissa skannauksissa 1000 metriä. Muilla kuin louhosvalvomon katolta otetuilla asemilla käytetään pistetiheytenä panoraama 40 asetusta.



Kuvio 14. Kuva EOM-skannauksesta RiScan Pro -ohjelmassa

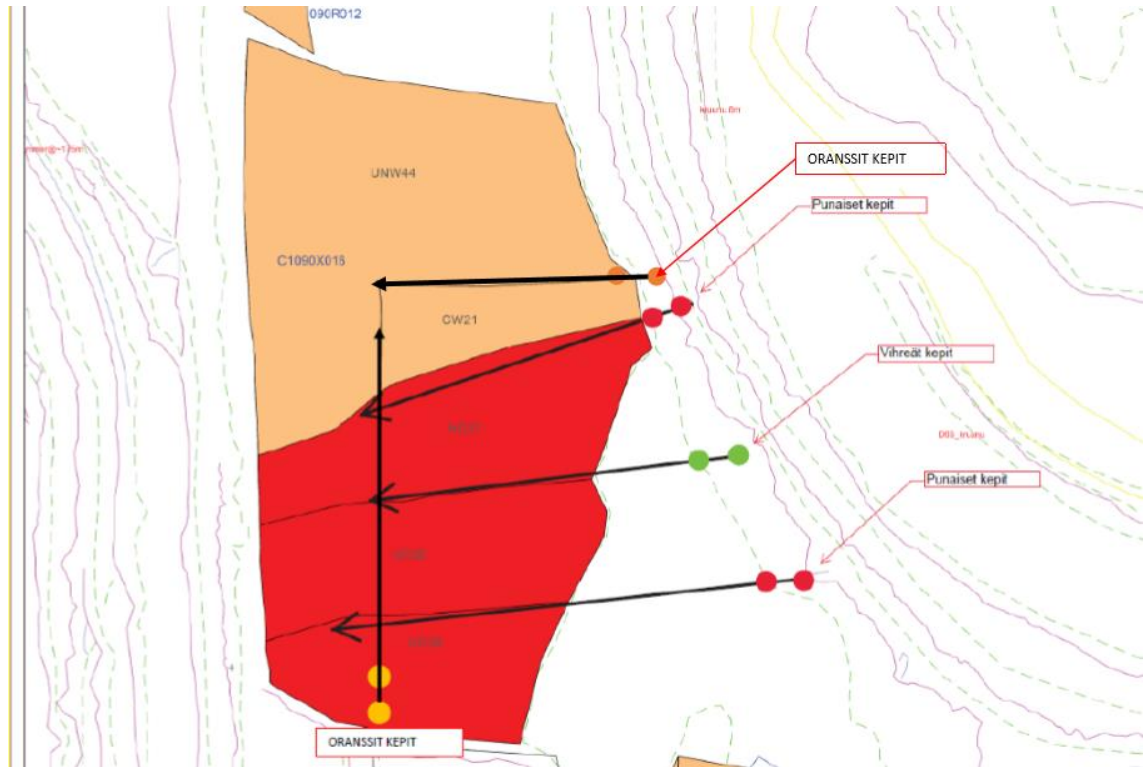
5.5 Satunnaiset

5.5.1 Merkintämittaukset

Kartoittajalla on Kevitsan kaivoksella satunnaisia työtehtäviä. Näitä työtehtäviä voi tulla eteen useina peräkkäisinä päivinä tai muutaman kuukauden välein. Näiden työtehtävien toistuvuudella ei ole mitään säännöllisyyttä. Kartoittajan satunnaisia merkintämittaustehtäviä ovat lastausrajojen merkintä, läjitysalueen rajojen merkintä, reiänpohjien merkintä ja korkojen merkintä.

Kevitsan kaivoksella lastauskoneissa on käytössä tällä hetkellä kaksi koneohjausjärjestelmää. Koneohjausjärjestelmien ollessa poissa käytöstä tai niiden ollessa epäkunnossa, on lastareiden ja työnjohtajien tiedettävä mitä materiaalia sillä hetkellä lastataan. Näissä tapauksissa kartoittaja käy merkitsemässä lastattavan kentän materiaalien rajat maastoon puupaaluilla. Puupaalut asetetaan riittävän kauas lastattavasta rintauksesta ja lastausliikenteestä, jotta ne pysyisivät mahdollisimman hyvin pystyssä. Kaksi puupaalua asetetaan peräkkäin noin viiden metrin päähän toisistaan, materiaalien rajalinjalle. Rajalinjalle asetettuihin puupaaluihin kirjoitetaan rajan molemmiin puolin olevien materiaalien lyhenteet ja ne maalataan erivärisiksi

muiden samalle kentälle asetettujen puupaalujen kanssa, tämä helpottaa myöhemmin tehtävää kartan laatimista. Lastausrajojen merkintä tehdään geologeilta saadun lastauskartan perusteella. Kartoittaja laatii puupaalujen sijainnista kartan työnjohtajille (Kuvio 15).



Kuvio 15. Kartta keppien sijainnista

Ennen kartoittaja kävi merkitsemässä puupaaluilla läjitysalueiden helmat työnjohtajan pyynnöstä. Nykyisin helmoja ei tarvitse enää merkitä, mikäli koneohjaus on toiminnassa. Puskukoneen kuljettajat näkevät läjitysalueen rajat koneohjauksesta. Koneohjausta käytettäessä läjitystasot tehdään tason yläreunan mukaan. Puupaaluilla merkittäessä käytetään tason alahelmaa. Alahelma merkitään puupaaluilla sellaisella etäisyydellä toisistaan, että työnjohtaja ja puskukoneen operaattori voivat havaita läjityksen suunnitellun muodon.

Joskus lastauksen tai putsauksen jälkeen tasolle jää kynsiä. Kynnet ovat tavoitellun tason yläpuolelle jäänyttä kiintokalliota. Kynsiä syntyy yleensä sellaisiin paikkoihin, jossa yläpuoleisella kentällä on ollut tukkoreikiä. Jos kynsiä joudutaan poraamaan, täytyy niihin merkitä yläpuoleisen tason reiänpohjat.

Porareiät ovat yleensä pystysuoria, joten reiänpohjat ovat samalla y- ja x-koordinaatilla, kuin reiän lähtöpaikka. Reiänpohjien merkintään käytetään yläpuoleisen porakentän kartoitustiedostoa. Porattavalle alueelle osuvat reiänpohjat merkitään maalilla maahan. Porakenttiä suunnitellessa porasuunnittelijat ottavat huomioon edellisen tason reiänpohjien paikat ja suunnittelevat tulevat porareiät turvallisen etäisyyden päähän reiänpohjista. Kynsien poraajat suunnittelevat itse reikäpaikat. Kartoittaja merkkää reiänpohjien sijainnin maastoon kynsiporareille. Vanhoihin reiänpohjiin voi olla jäänyt esimerkiksi lähtemättömiä pohjapanoksia. Merkittyjen reiänpohjien perusteella kynsien poraajat pystyvät suunnittelemaan porareikien paikat turvallisesti.

Reiänpohjien merkinnän yhteydessä kynsiin merkitään myös etäisyys tavoiteltuun tasoon. Esimerkiksi jos tavoiteltu taso on 90 metriä ja kynnen korkeus on 92.6 metriä, merkitään kynteen +2,6 m, joka tarkoittaa, että kynnen korkeus on 2.6 metriä tavoitetasosta. Tästä porari tietää, minkä mittaisia reikiä kynteen pitää porata. Korvoja merkitään joskus myös läjitysalueelle, jotta puskukoneen operaattori voi seurata korkoa, esimerkiksi jos koneohjaus ei toimi. Korvo merkitään aina samalla tavalla, eli etäisyys tavoiteltuun tasoon.

5.5.2 Kartoitusmittaukset

Kartoittajalla on satunnaisia kartoitusmittauksia Kevitsan kaivoksella. Yleisimpiä tällaisia ovat skannaukset, tarkemittaukset ja rakennettujen alueiden kartoitukset.

Yleisimpiä satunnaisia skannauskohteita ovat seinämät, joissa on kalliomekaanisia rakenteita, kuten kiilamaisia sortumia tai seinäkynsiä. Kalliomekaanisten kohteiden lisäksi skannaamalla tehdään myös lastauksen jälkeistä laadunvalvontaa, lastausalueen pohjan muodoista. Edellä mainittujen pintojen lisäksi satunnaisia skannauksia tehdään myös erinäisistä louhe- tai moreenikasoista.

Kaivoksella on jatkuvasti meneillään uusia projekteja kuten varikko- ja parkkialueita, jotka kartoittajan pitää käydä kartoittamassa. Kartoitustietoja käytetään projektien etenemisen seurannassa. Uusien alueiden lisäksi

kaivoksella tehdään uusia sähkö- ja vesilinjoja, rakennuksia sekä teitä, jotka kaikki kartoitetaan ja kootaan tietokantaan. Nämä kartoitukset tehdään yleensä GNSS-paikantimella.

Lastauksen ja seinien putsauksen yhteydessä voi ajoittain löytyä lähtemättömiä räjähteitä. Lähtemättömän räjähteen löytäjä ilmoittaa löydöstä yleensä tuotannon tai Orican työnjohtajalle. Kartoittajan tehtävänä on käydä kartoittamassa lähtemättömän räjähteen koordinaatit ja laittaa ne tietokantaan sekä koneohjaukseen.

5.5.3 Timanttikairaus

RC-porauksen lisäksi Kevitsassa tehdään malminetsintää timanttikairauksella. Timanttikairausta tekee Arctic Drilling Company Oy eli sama yhtiö, joka tekee RC-porausta. Timanttikairaukseen liittyvät työt ovat kartoittajan osalta lähes samat kuin RC-porauksessa, eli pääasiassa kairareikien merkintä- ja kartoitusmittaukset. Merkintä ja kartoitusmittausten lisäksi mitataan kairakoneen suunta.

Kairareikien merkintä eroaa RC-reikien merkinnästä siinä, että kairarei'ille merkitään myös suunta ja kaltevuus, kun RC-rei'ille merkitään vain aloitussijainti. Aloitussijainti merkitään puupaalulla ja suunta merkitään kolmella puupaalulla aloitussijaintiin nähden. Eli yksi paalu tulee reiän aloitussijaintiin ja siihen merkitään reikä id, suunta, kaltevuus ja reiän pituus. Kaksi paalua laitetaan linjassa aloitussijainnin eteen ja yksi laitetaan taakse. Näiden paalujen avulla kairakoneen operaattorit asemoivat koneen paikalleen.

Kairakoneen kyljestä mitataan suunta sen ollessa keskeneräisellä reiällä. Suunnanmittaus tehdään takymetrillä. Koneen kyljestä otetaan kaksi havaintoa koneen etu- ja takapäätä, samalta korkeudelta. Suunta lasketaan näiden kahden pisteen avulla, geodeettisella laskennalla. Tätä suuntaa käytetään sivusuuntamittauksen aloitussuuntana. Sivusuunta mittaus tehdään gyro mittausvälineillä.

5.5.4 Kalibroinnit

Ajoittain kartoittajaa pyydetään avustamaan poravaunujen kalibroinnissa. Kartoittaja maalaa tasaiselle pinnalle halkaisijaltaan noin 20 cm olevan ympyrän. Ympyrän keskeltä mitataan x-, y- ja z-koordinaatit, jotka kirjoitetaan puupaaluun. Puupaalu asetetaan kalibrointipisteen läheisyyteen, mistä porari näkee kalibrointipisteen koordinaatit.

Poravaunujen kalibrointien lisäksi kalibroidaan ajoittain myös lastauskoneiden kauhoja. Kauhojen kalibrointi tehdään yleensä kauhan tai kauha-antureiden vaihdon jälkeen. Kalibrointi tehdään mittaamalla kauhan etureunan keskikohdasta koordinaatit ja korkeus. Näitä verrataan koneohjauksen koordinaatteihin ja kauha-anturia liikuttamalla säädetään koneohjauksen koordinaatit vastaamaan mitattuja koordinaatteja.

5.5.5 Ilmakuvaus

Yhtenä kartoittajan tuoreimpana työtehtävänä Kevitsan kaivokselle on tullut ilmakuvaus. Drone on ollut Kevitsassa kartoittajien käytössä vasta kesästä 2019 lähtien. Ilmakuvaus on helpottanut tiettyjen alueiden kartoitusta. Lähes aina ilmakuvaukseen liittyvät työtehtävät tulevat kaivosmittaajan kautta. Yleisimpiä ilmakuvauskohteita ovat sellaiset kohteet, joihin on vaikeaa tai mahdotonta päästä jalan ja laajat alueet, joiden kartoittaminen muuten kuin ilmakuvauksella on hidasta. Tällaisia ovat esimerkiksi sivukivi- ja rikastushiekka-altaan alueet. Laajojen alueiden lisäksi ilmakuvaamalla kartoitetaan muun muassa murskekasoja, joiden kartoittaminen muuten on hankalaa.

Kevitsassa ei ole käytössä RTK-dronea. Tämän takia dronekartoituksia varten täytyy kartoitettavalle alueelle tehdä signalointipisteitä. Pisteet tehdään merkintämaalilla maastoon, mahdollisimman tasaiselle pinnalle. Maahan maalataan plusmerkin muotoisia signalointipisteitä, joiden sakarat ovat noin puolen metrin mittaisia. Pisteiden viereen maalataan signalointipisteen numero, jälkikäsitteilyn helpottamiseksi. Pisteiden keskikohta mitataan GNSS-

paikantimella ja pisteet nimetään numeron perusteella. Ilmakuva liitetään koordinaatistoon signalointipisteiden avulla. Ilmakuvausdata ja signalointipisteiden koordinaatit toimitetaan kaivosmittaajalle, joka käsittelee datan ja ottaa siitä tarvittavan tiedon tai lähettää sen työn tilaajalle. Yleisimpiä ilmakuvaustuotteita ovat pintamallit ja massanlaskennat.

Jokaiselle ilmakuvaavalle alueelle tehdään oma ilmakuvaussuunnitelma. Jos samaa aluetta kuvataan useampaan kertaan, voidaan käyttää samaa suunnitelmaa.

6 TYÖTURVALLISUUS

6.1 Yleinen turvallisuus

Jokaisen Kevitsan kaivosalueella työskentelevän tulee suorittaa turvallisuusperehdytys, joka on voimassa yhden vuoden kerrallaan. Jokaisella kaivosalueella työskentelevällä tulee olla voimassa oleva työturvallisuuskortti. Liikkuminen kaivosalueella on luvanvaraista ja jokaisella alueella liikkuvalla tulee olla kulkulupa ja kuvallinen henkilökortti. Kevitsan kaivosalueella on ehdoton nollatoleranssi huumeita ja alkoholia kohtaan. Kaikki kaivosalueelle saapuvat henkilöt puhallutetaan pääportilla. (Boliden 2017b.)

Kevitsassa tehdään aina raportti työturvallisuuteen liittyvistä poikkeamista. Raportoitavia tilanteita ovat työtaturmat, omaisuusvahingot, läheltä-piti-tapahtumat sekä turvallisuushavainnot ja parannusehdotukset. Vakavista tapahtumista tehdään aina tutkinta 24 tunnin sisällä tapahtumasta. (Boliden 2017a.)

6.2 Liikenne

Avolouhoksella liikennejärjestelyt ovat yksi vaarallisimmista osa-alueista. Kaivospiirin alueella on noudatettava normaaleja liikennesääntöjä, muutamien poikkeuksin. Tehdasalueella nopeusrajoitus on 30 km/h ja avolouhosalueella 40 km/h. Työkoneilla on etuajo-oikeus tasa-arvoisissa risteyksissä. Risteyksissä toimitaan normaalien liikennemerkkien mukaan, mutta noudata erityistä varovaisuutta suurten maansiirtokoneiden läheisyydessä. Suuria työkoneita ei saa lähestyä ilman, että on kiinnittänyt operaattorin huomion. Isojen työkoneiden perässä ajettaessa niihin on pidettävä 50 metriä turvaväliä. Ennen työkoneen tai muun ajoneuvon ohittamista pidä huoli, ettet aiheuta toiminnallasi vaaratilannetta muulle liikenteelle. Aina ennen ohittamista ota yhteys ohitettavaan ajoneuvoon ja odota kuittausta ajoneuvon kuljettajalta. Liikenteessä olevan kiviauton tai hälytysajoneuvon ohittaminen ei ole sallittua missään tilanteessa. (Boliden 2017a.)

Ramppiin pysäköinti on kiellettyä, paitsi hätätilanteessa. Ramppiin pysäköitäessä tulee ajoneuvon renkaat kääntää seinämään päin. Hätätilanteessa esimerkiksi jarrujen pettäessä ajoneuvo tulee ohjata seinään. Näin varmistetaan, ettei ajoneuvo aiheuta vaaraa muulle liikenteelle. (Boliden 2017a.)

Avolouhoksella heikentyneet ajo-olosuhteet ovat jokseenkin yleisiä. Yleisimpiä syytä ajo-olosuhteiden heikentymiseen ovat lumiset ja jäiset olosuhteet, märkä ja mutainen tie sekä heikentynyt näkyvyys pölyn, sumun tai vesi- tai lumisateen vuoksi. (Boliden 2017a.)

Ajoneuvot tulee pitää mahdollisimman puhtaana sisältä- ja ulkoapäin. Ajoneuvon puhtaanapito on aina ajoneuvon käyttäjän vastuulla. Kevitsan kaivoksella on kevyiden ajoneuvojen pesua varten automaattipesuri, jota saa käyttää tarvittaessa. Automaattipesurilla pestään ajoneuvo ulkoapäin. Ajoneuvon ulkopinnan pitäminen puhtaana on tärkeää ajoneuvon näkyvyyden kannalta. Sisäpintojen puhdistusta varten Kevitsassa on käytössä imurikontti. Imurikontista löytyy imurin lisäksi, lasinpesunesteen täyttösäiliö, ikkunanpesunesteitä sekä puhdistusliinoja. Ajoneuvojen sisäpuolen puhtaana pitäminen vähentää pölylle altistumista.

Saavuttaessa kaivosalueelle saat käyttöösi pysäköintiluvan, joka oikeuttaa pysäköimään ajoneuvon parkkialueelle. Pysäköintilupa ei oikeuta ajamaan kaivosalueella. Pehdytyksen jälkeen pysäköintilupa voidaan vaihtaa pysyvään parkki- tai ajolupaan. (Boliden 2017b.)

6.3 Suojavarusteet

Kartoittajalla on käytössään monia erilaisia suojavarusteita, joista osa on käytössä päivittäin ja osa satunnaisesti. Kartoittajilla ei ole spesifioituja suojavarusteita, vaan kaikki ovat yleisesti kaivoksella käytössä. Suojavarusteiden käyttö on Kevitsassa pakollista ja tarkkaan työkohtaisesti määriteltyä. Suojavarusteita saa Kevitsassa, joko kaivosyhtiön omalta varastolta tai Wurthin myymälästä.

Päivittäin kartoittajalla on käytössä näkyvät suojavaatteet, kypärä leukahihnalla ja kuulosuojaimilla, suojalasit ja turvajalkineet. Suojavaatteiden täytyy olla määrättyjen standardien mukaisia. Kommunikaatiovälineenä kaivoksella toimii Sepuran Tetra-puhelin. Liukkaalla säällä eli talviaikaan myös nastakenkien tai kenkiin laitettavien liukuesteiden käyttö on pakollista. Liikuttaessa pölyävillä alueilla hengityssuojaimen käyttö on pakollista. Hengityssuojaimen täytyy olla P3 luokan hengityssuojain. Räjähätyksien jälkeen avolouhoksessa työskentelevillä henkilöillä pitää olla käytössä häkämittari, joka hälyttää raja-arvojen ylittyessä. Säännönmukaisesti kartoittajat käyttävät myös moottoroitua hengityssuojainta ja putoamissuojaimia työtehtävissä, jotka edellyttävät näiden käyttöä.

6.4 Kentällä työskentely

Kentällä työskennellessä tärkeimpänä turvallisuustekijänä on oma huomiokyky. Kentällä työskennellään isojen koneiden läheisyydessä ja usein samalla alueella on monia eri toimijoita samaan aikaan. Kommunikaation rooli on iso tällaisilla alueilla työskennellessä. Liikuttaessa avolouhoksella Tetra-puhelimesta pidetään auki kanava 501, yleinen kaivostyökanava, josta saa kiinni esimerkiksi kaivostyönjohdon ja operaattorit. Portaita noustessa tai laskeuduttaessa pidä portaisiin kolmenpisteen kontakti eli kaksi kättä ja yksi jalka tai yksi käsi ja kaksi jalkaa portailla. Portaita kiivetessä täytyy kädet pitää tyhjinä. (Boliden 2017a.)

Isoista työkoneista on huono näkyvyys ympäristöön ja siksi niiden läheisyydessä työskentelyyn on omat ohjeensa. Mentäessä lähemmäs kuin 50 metriä isosta työkoneesta, on sen operaattoriin otettava yhteys Tetra-puhelimella ja odotettava operaattorin kuittausta. Pysäköinti on kielletty 50 metrin säteellä työkoneesta. Kaikilla urakoitsijoilla ei ole Tetra-puhelimia käytettävissä, jolloin heidän kanssaan työskenneltäessä on otettava yhteys heidän työnjohtoonsa tai saatava näköyhteys operaattoriin. (Boliden 2017a.)

Ajoneuvojen parkkeeraaminen on kielletty lähempänä kuin 10 metriä seinämästä tai louhepenkasta (Boliden 2017a). Kartoittajat kuitenkin työskentelevät useasti

avolouhoksen seinämien läheisyydessä. Yleisimpiä seinämien läheisyydessä tapahtuvia työtehtäviä ovat porareikien ja lähtemättömien kartoittaminen sekä seinäkynsien merkintä. Turvallisuuden vaatiessa voidaan seinämien läheisyydessä tehtävät suorittaa myös takymetriä tai laserkeilainta käyttäen. Seinämien läheisyydessä työskentely vaatii jatkuvaa ympäristön havainnointia. Putsaamattoman seinämän lähellä työskentelyä tulee välttää. Erityistä varovaisuutta pitää noudattaa keväisin jäiden sulamiskauden aikana ja kovilla vesisateilla, jolloin isojen jääkappaleiden ja kivien putoamisriski lisääntyy. Ennen seinämän alla työskentelyn aloittamista täytyy alue tarkastaa huolellisesti (Boliden 2017a).

Poratulla kentällä liikuttaessa täytyy huomioida maaston muodot ja epätasaisuudet. Porakentät pyritään aina tekemään mahdollisimman tasaisiksi, mutta kenttien reuna-alueet ja mahdolliset kynsialueet voivat olla hyvinkin epätasaisia. Kartoittajan täytyy katsoa mihin astuu, koska irtokivet ja porareiät voivat aiheuttaa kaatumisia tai nilkan nyrjähdyksiä. Talvella lumiseen aikaan porareiät merkitään aurasviitoilla, jotta kukaan ei astu lumen alle peittyneeseen porareikään. Kytkeyllä kentällä liikkumista tulee välttää, mutta jos sellaisella joutuu käymään, tulee maaston lisäksi varoa kentällä kulkevia sytytyslankoja. Jos kytkeyllä kentällä liikkuessa huomaa astuneensa sytytyslangan päälle tule siitä ilmoittaa Oricalle, jotta he voivat tarkastaa kytkentöjen olevan kunnossa. Liukastumissuojien ja nastakenkien käyttöaikana panostettu kenttä on poikkeusalue, jossa niitä ei saa käyttää.

Kartoittajat käyttävät maastoonmerkinnässä apuna puupaaluja. Puupaalujen kiinnittämisessä maastoon apuna käytetään porakonetta sekä moskaa. Mikäli merkittävät kohteet sijoittuvat ajoväylille, on ajoväylän pinta painunut erittäin kovaksi suurimassaisten ajoneuvojen alla. Tällöin pinta joudutaan rikkomaan porakoneella ja poraamaan puupaalulle ura, johon sen teräväpäinen kärki upotetaan. Puupaalu lyödään maahan kiinni moskalla. Ennen puupaalujen maahan lyömisen aloittamista tulee puupaalun kunto tarkastaa, sillä joukossa voi olla myös rikkinäisiä paaluja, jotka voivat olla halki tai murtuneet. Rikkinäisiä puupaaluja ei tule lyödä moskalla, ne katkeavat helposti. Moskalla lyödessä tulee

noudattaa varovaisuutta, ettei moska lipsahda ohi puupaalusta esimerkiksi puupaalua pitelevään käteen.

Kevitsan kaivoksella on hengityssuojaimien käyttöpakko pölyävillä alueilla. Hengityssuojainta käytetään kivi- ja asbestipölylle altistumisen vähentämiseksi. Alle 50 metrin säteellä porauksesta on käytettävä hengityssuojainta. Lisäksi mobiilimurskan alueella liikuttaessa on myös käytettävä hengityssuojainta, murskauksen ollessa käynnissä.

Rikastehallissa työskennellessä täytyy hengityssuojaimena käyttää moottoroitua hengityssuojainta. Rikasteiden inventaario mittauksessa joudutaan yleensä käyttämään henkilönostinta. Henkilönostinta käytettäessä täytyy nostimen kyydissä olevien henkilöiden käyttää putoamissuojaimia, jotka ovat kytkettynä henkilönostimeen.

Avolouhoksella suoritetaan räjäytyksiä kaikkina muina vuorokaudenaikoina, paitsi iltakymmenen ja aamuseitsemän välillä. Avolouhos tyhjennetään 30-60 minuuttia ennen räjäytystä, sinne kuulumattomista henkilöistä. Räjäytykset ovat vartioituja ja lähestyvistä räjäytyksestä varoitetaan kuuluvalla äänimerkillä. Räjäytystä varten Tetrassa on oma kanava 503, jota käytetään vain räjäytyksen aikana. (Boliden 2017a.)

Räjäytyksessä syntyneet kaasut ovat olennainen osa kaivoksessa työskentelyä. Räjäytyksen yhteydessä yleisin syntyvä kaasu on häkä eli hiilimonoksidi. Räjäytyksen jälkeen Orican panostajat käyvät tarkastamassa ovatko räjäytettävät kentät lähteneet ja samalla tarkkailevat räjäytyksestä syntyneitä häkäarvoja. Räjäytyksen onnistuessa ja häkäarvojen pysyessä sallituissa rajoissa avolouhos avataan työntekijöille. Räjäytyksen jälkeen jokaisella avolouhoksessa työskentelevällä henkilöllä on oltava häkämittari. Räjäytyksen jälkeisissä kartoitustehtävissä kartoittajan täytyy seurata häkäarvoja. Erityisesti räjäytettävien kenttien läheisyydessä häkäarvot saattavat vaihdella huomattavasti. Häkämittari alkaa hälyttää, mikäli se havaitsee raja-arvojen ylityksen. Tämänhetkisten asetuksien mukaan kahdeksan tunnin raja-arvo häkäpitoisuudelle on 20 ppm ja hetkellisen pitoisuuden raja-arvo on 75 ppm.

Avolouhoksella ei tarvitse rakentaa erikseen tuuletusjärjestelmiä räjäytyskaasujen poistumista varten.

7 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä on esitelty Kevitsan kaivosta ja siellä työskentelevien kartoittajien sidosryhmiä, välineistöä, työtehtäviä sekä työturvallisuutta. Työssä pyritään myös selventämään mittaus- ja kartoitustehtävien tarkoitusta ja niiden tärkeyttä kaivostoiminnan edistämiseksi. Kartoittajan on tärkeä ymmärtää kaivosmittauksen merkitys muille kaivoksella toimiville osa-alueille. On tärkeää ymmärtää myös, miksi ja miten mittaustehtävät tehdään, tämän ymmärtäminen auttaa virheiden minimoinnissa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kartoittajan työohje Kevitsan kaivokselle, joka edistää tulevien kartoittajien perehdytystä sekä valmiuksia itsenäiseen työskentelyyn.

Kartoittajan päivittäiset, viikoittaiset sekä kuukausittaiset työtehtävät toistuvat yleisesti samassa järjestyksessä. Kartoittajille voi kertyä runsaasti työtehtäviä samoille päiville ja toisinaan olla hieman hiljaisempaa. Kartoittajan on tärkeää priorisoida työtehtävien kiireellisyys sekä toteuttamisjärjestys. Kartoittajan ripeä toiminta ja työtehtävien priorisointi edesauttavat työn sujuvaa jatkumista.

Kaivos- ja maanmittausala modernisoituvat jatkuvasti, mikä mahdollistaa ja vaatii kehitystä sekä tuotekehitykseltä että laitteiden käyttäjiltä. Työtehtävät muuttuvat koko ajan ja toimistotyö lisääntyy kentällä työskentelyn vähentyessä. Tuotekehitys parantaa työn tehokkuutta ja lisää samalla turvallisuutta.

Opinnäytetyön haastavuutta lisäsi Kevitsan kaivoksella käynnissä olevat muutokset, jotka vaikuttavat kartoittajan työtehtäviin. Kevitsan kaivoksella hankittiin vuoden 2020 alussa uusi GNSS-paikannin sekä myös koneohjausjärjestelmä on vaihtumassa.

Lisäksi koko opinnäytetyön ajan haasteena oli aikataulujen sovittaminen yhteen Veikon käydessä töissä samanaikaisesti eri paikkakunnalla. Toisaalta siitä oli myös hyötyä, kun opinnäytetyötä kirjoittaessa tuli esiin kysymyksiä tai tarkistusta vaativia asioita, jotka oli helppo selvittää paikan päällä Kevitsassa. Teimme koko opinnäytetyön kaikki osiot yhdessä emmekä jaotelleet osioita erikseen tehtäviksi.

LÄHTEET

Arctic Drilling Company LTD. Kairauspalvelut. RC-poraus. Viitattu 31.3.2020
<https://adcltd.fi/kairauspalvelut/rc-poraus/>.

Boliden 2017a. Louhosperehdytys.

- 2017b. Yleisperehdytys.

Boliden 2019a. Operations. Viitattu 17.2.2020
<https://www.boliden.com/operations>.

- 2019b. Operations. About Boliden. Boliden's history. Viitattu 10.2.2020
<https://www.boliden.com/operations/about-boliden/bolidens-history>.

- 2019c. Operations. Mines. Boliden Kevitsa. Viitattu 29.1.2020
<https://www.boliden.com/fi/operations/mines/boliden-kevitsa>.

Brusila J. 2019. Boliden Kevitsa Mining Oy. Seminaariesitelmä.

Kaleva 2016. Ruotsalainen Boliden ostaa Kevitsan kaivoksen – kauppahinta 650 miljoonaa euroa. Viitattu 29.1.2019
<https://www.kaleva.fi/uutiset/talous/ruotsalainen-boliden-ostaa-kevitsan-kaivoksen-kauppahinta-650-miljoonaa-euroa/722280/>.

Lapin Kansa 2020. Yksi Suomen suurimmista kaivoksista, Boliden Kevitsa, etsii kesätyöntekijöitä: ”Tässä työssä ei tarvitse pyöritellä peukaloita”. Viitattu 28.2.2020
<https://www.lapinkansa.fi/yksi-suomen-suurimmista-kaivoksista-boliden-kevits/582181>.

Leica Geosystems 2020. Tuotteet. GNSS-järjestelmät. Smart-antennit. Leica GS18 T. Leica GS18 T – Maailman nopeimmin liikkuva GNSS RTK – vastaanotin. Viitattu 19.3.2020
<https://leica-geosystems.com/fi-fi/products/gnss-systems/smart-antennas/leica-gs18-t>.

Leisti, T. 2018. Kevitsan kaivoksella suurinvestointi Sodankylässä – laajennusurakka tuo jopa satoja työpaikkoja. Viitattu 5.3.2021
<https://yle.fi/uutiset/3-10075406>.

Nordic Geocenter Oy. Riegl. Laserskannerit. Riegl VZ-2000. Viitattu 30.3.2020
<http://www.geocenter.fi/riegl/laserskannerit/riegl-vz-2000/>.

Perälä, A. 2020. Boliden Kevitsa Mining Oy. Päägeologin haastattelu.

Suomen Asiakastieto Oy 2018. Boliden Kevitsa Mining Oy. Viitattu 29.1.2020
<https://www.finder.fi/Malmit+ja+teollisuusmineraalit/Boliden+Kevitsa+Mining+Oy/Petkula/yhteystiedot/2920028>.

Simula, A. 2020. Boliden Kevitsa Mining Oy. Sähköpostin vastaus. Email
veikko.poykko@boliden.com 26.2.2020

ResearchGate GmbH. 2008-2020. Viitattu 30.3.2020
https://www.researchgate.net/figure/Leica-GS18-T-GNSS-RTK-rover-with-Leica-CS20-field-controller_fig1_329702786.