

Anssi Rautio

Rikastushiekka-altaan louhepadon rakentamisen työohjeet



Insinööri (AMK)

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Kevät 2024



KAMK • University
of Applied Sciences

Tiivistelmä

Tekijä: Rautio Anssi

Työn nimi: Rikastushiekka-altaan louhepadon rakentamisen työohjeet

Tutkintonimike: Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Asiasanat: työohjeet, rikastushiekka-allas, maanrakennus, ympäristörakentaminen, kaivostoiminta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia työohjeet rikastushiekka-altaan korottamiseen louhemateriaalista tehtävällä patorakenteella. Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin rakennuskohteen yleisiin vaatimuksiin, työn turvallisuusvaatimuksiin sekä kyseisen tyyppisen erikoisrakentamisen vaatimuksiin.

Opinnäytetyö tehtiin Arctic Infra Oy:n toimeksiantona Sodankylässä sijaitsevan Kevitsan monimetallikavoksen rikastushiekka-altaan patorakennusurakkaan. Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda yritykselle toimiva työkalu uusien työntekijöiden perehdytykseen. Toimeksiantajayrityksessä nähtiin tarve yhtenäistää henkilöstön perehdytystä ja kirjalliset työohjeet nähtiin tässä hyvänä vaihtoehtona. Työohjeiden tarkoituksena on se, että ne antavat aina yhtenäisen tietopohjan perehdyttäjälle ja toimivat tukimateriaalina perehdytettävälle uudelle työntekijälle. Toisaalta työohjeita voidaan myös hyödyntää olemassa olevan henkilöstön lisäkoulutuksessa. Käytettäessä työohjeita perehdyttämiseen saadaan kaikki tarvittava tieto siirrettyä samoilla periaatteilla kaikille perehdytettävälle henkilölle, eikä esimerkiksi kouluttaja, joka on kokenut maanrakennusalan ammattilainen, jätä käsittelemättä mitään aihealuetta, jota hän itse saattaisi pitää itsestäänselvyytenä.

Työohjeita koostettaessa perehdyttiin lakimääräyksiin, kyseisen tyyppisten rakenteiden työselosteisiin, kaivosten tarkentaviin ohjeisiin ja määräyksiin sekä nykyisiin käytössä oleviin työmenetelmiin. Aineistoon perehdyttämisen jälkeen materiaalista koostettiin työohje perehdytyksen ja koulutuksen tueksi.

Tämän opinnäytetyön pohjalta laadittiin yksityiskohtaiset työohjeet kyseisen tyyppisen patorakenteen työvaiheista. Työohjeiden tarkoituksena on yhtenäistää rakennustyön toimintamallit ja käytänteet. Valmiissa kokonaisuudessa saatiin tuotua esille työnteon Turvallisuus- ja ympäristönäkökohdat ja rakennustyön menetelmät.

Abstract

Author: Rautio Anssi

Title of the Publication: Work Instructions for Tailings Storage Facility Building with Rockfill Material

Degree Title: Bachelor of Engineering, Construction Engineering

Keywords: work instructions, tailings storage facility, earthworks, environmental construction, mining

The aim of the thesis was to prepare work instructions for dam tailings storage facility raise with rockfill material. The common requirements of the construction site, safety requirements and the requirements of demanded special construction were examined.

The thesis was commissioned by Arctic Infra Oy tailings storage facility project in Kevitsa Ni-Cu-PGE mine in Sodankylä, Finland. The purpose of the thesis was, to create a useful tool for the orientation of Arctic Infra's new employees. The commissioning party lacked written work instructions for unifying employee orientation and the instructions provided an option for it. The purpose of the work orders is to provide unified information for the instructor and function as a support material for orientation of a new employee. Also, the work orders may be used for additional training of existing personnel. The work orders clarify the distribution of information to the entire personnel with the same principles and support an experienced professional as an instructor to include significant details concerning the work.

The provisions of the law, the work orders of the respective types of structures, detailed instructions and regulations of mines and the work methods currently in use were studied for collecting thesis material. Accordingly, work instructions were compiled from material to support orientation and education.

Based on the thesis results detailed work instructions were prepared for the work stages of similar dam structure. The purpose of these work instructions is to standardize construction work orders and practices. In summary, work safety, environmental aspects and construction work methods were successfully disclosed.

1 Sisällys

1	Johdanto	1
2	Turvallisuus	2
2.1	Yleinen turvallisuus	2
2.2	Henkilöturvallisuus	3
2.2.1	Henkilösuojaimet	3
2.2.2	Putoamissuojaus	4
2.2.3	Työergonomia	4
2.3	Ympäristöturvallisuus	5
2.3.1	Jätehuolto	6
2.3.2	Pölynhallinta	7
2.3.3	Asbesti	7
2.4	Koneturvallisuus	8
3	Rakennustyössä käytettävät materiaalit	10
3.1	Louhemateriaali	10
3.2	Murskatut kiviainekset	10
3.3	Suodatinkangas	11
3.4	Putkimateriaalit	11
4	Mittaus ja laadunvarmistus	12
4.1	Työmaamittaukset	12
4.2	Laadunvarmistus	12
5	Louhepadon rakentaminen	14
5.1	Rakennuspohjan valmistelu	14
5.2	Louherakenteet	15
5.3	Louheluiskan tasaus	16
5.4	Suodatinkankaan asentaminen luiskaan	17
5.5	Luiskien verhous	18
5.6	Kantava kerros	19
5.7	Rikastushiekan purkulinjan siirto	20
5.8	Muut putkistot	21
6	Yhteenveto	22

7 Pohdinta24

Lähteet25

Liitteet

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön aiheena on luoda työohjeet perinteistä liuotusrikastusta harjoittavan kaivoksen rikastusprosessin lopputuotteena syntyvän rikastushiekkalietteen loppusijoituspaikkana toimivan louhepatorakenteisen rikastushiekka-altaan rakentamiseen. Opinnäytetyön tuloksena syntyneet tarkentavat työohjeet, jotka kuvaavat prosessia, vaihekohtaisesti työsuoritemäärineen ei ole julkinen asiakirja. Aihealueen valintaan vaikuttivat sen kiinnostavuus ja kirjoittajan työtausta kyseisen kaltaisten projektien parissa.

Työn tilaaja Arctic Infra Oy on Sodankyläläinen vuonna 2019 perustettu maanrakennusalan yritys, joka on profiloitunut erikois- ja ympäristörakentamisen osaajaksi. Yritys tarjoaa myös asiakkailleen kokonaisvaltaista palvelua mittauksessa, kartoituksessa, erilaisissa vesihuollon projektikohteissa ja kaivostoiminnan tukipalveluissa. Yritys on kasvanut toimintansa aikana tasaisesti 20 ammattilaisen ydinjoukosta nykyiseen muotoonsa, työllistäen nykyisin yli 60 maa- ja vesirakennusalan ammattilaista. [1.]

Tämän työohjekokonaisuuden tavoitteena on selkeyttää ja yhdenmukaistaa louhemateriaalista rakennettavan rikastehiekka-altaan patorakenteen rakennustyötä. Sen tarkoituksena on luoda jäsennetty ja selkeästi jaoteltu tietokokonaisuus, jossa eri työvaiheet käydään läpi vaihe vaiheelta. Aihealueen rajausta on tehty koskemaan kyseistä rakennusprosessia.

Tavoitteena on myös luoda materiaali, jonka avulla uuden ja olemassa olevan henkilöstö koulutusta on helppo yhdenmukaistaa ja pitää ajan tasalla. Materiaalia hyödyntäen on helpompaa perehdyttää aloittava työntekijä tai toimihenkilö uuteen toimintaympäristöön. Tämän materiaalin pohjalta on helpompaa sisäistää projektin vaiheet ja kokonaiskuva valmiista kohteesta ja esimerkiksi aiemmin henkilöltä toiselle suusanallisesti siirrettävässä tiedonvaihtomallissa tapahtuneet unohdukset ja väärinkäsitykset saataisiin minimoitua ja toiminnan laatu parantuisi näiltäkin osin. Lisäksi kirjalliseen muotoon avattu rakentamisprosessi toimii tulevaisuutta ajatellen käsikirjana ja perusteena haettaessa laatusertifiointia paitsi koko yrityksen toiminnalle, myös kyseisen kaltaiselle erikoisrakentamiselle.

Työ palvelee luonnollisesti suoraan sen tilaajaa, mutta sen hyödyntämiselle on nähty myös potentiaalia esimerkiksi kaivosalan koulutusta tarjoavissa oppilaitoksissa, joissa kyseistä materiaalia voitaisiin käyttää opintomateriaalina, koska sen avulla patorakentamisen erikoisosaamista olisi mahdollista esitellä myös siihen perehtymättömille.

2 Turvallisuus

Turvallisuutta käsittelevässä luvussa on tarkoituksena luoda katsaus työmaan turvallisuusnäkökohtiin. Se luo katsauksen turvallisuuden eri osa-alueisiin lakien, asetusten ja alueen sisäisten määräysten pohjalta.

2.1 Yleinen turvallisuus

Kaiken nykyaikaisen maanrakennustyön peruslähtökohtana on turvallisuus. Sitä ei koskaan voi liikaa korostaa, varsinkin toimittaessa kaivosympäristössä, jossa toimijoita on useita ja alueella työskentelee useita satoja henkilöitä samanaikaisesti. Työturvallisuuslaki määrittää, että työympäristöä ja -olosuhteita tulee parantaa työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennaltaehkäistä ja torjua tapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä ja työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden haittoja. [2.]

Annettuun työtehtävään tulee keskittyä koko työvuoron ajan ja minimoida mahdolliset häiriötekijät. Työ tulee suorittaa ohjeen mukaisesti ja työvaiheissa ei tule oikaista. Mikäli työssä kohdataan tilanteita tai ongelmia, joita ei pystytä itse ratkaisemaan, tulee silloin ottaa yhteyttä työnjohtoon ja keskeyttää työskentely siihen asti, että tilanne on saatu ratkaistua lisäohjeistuksen avulla ja työtä voidaan jatkaa turvallisesti.

Kaikkien alueella työskentelevien on suoritettava Boliden Kevitsa Mining Oy:n perehdytys. Lisäksi kaikilla alueella työskenteleviltä vaaditaan veronumero ja voimassa oleva työturvallisuuskortti. Muut kortit ja perehdytykset työtehtävän mukaan. [3.]

Alueella työskentelevä yritys vastaa siitä, että alueella paikallaolevista työntekijöistä riittävän suurella määrällä on voimassa oleva ensiapu- tai hätäensiapukoulutus. Alueella vaatimuksena on vähintään 20 % työntekijöistä/töissä oleva vuoro. [3.]

Jokaisella alueella työntekijällä on velvollisuus tehdä ennakoivia turvallisuushavaintoja tapaturmien ja onnettomuuksien ehkäisemiseksi. Arctic Infra Oy:llä on henkilöstön käyttöön tarkoitettu raportointiportaali, jolla kaikki yrityksen työntekijät voivat tehdä turvallisuushavaintoja, tapatur-

mailmoituksia ja kehitysehdotuksia. Jos turvallisuushavainto koskee tilaajan toimintaa tai työnjohto muutoin katsoo tarpeelliseksi informoida havainnosta tilaajalle, laatii läsnä oleva työnjohtaja aiheesta kirjallisen havaintoilmoituksen tilaajan ylläpitämään havaintojärjestelmään.

Hätätilanteissa toiminta Boliden Kevitsa Mining Oy:n hätätoimintaohjeen mukaisesti [4].

2.2 Henkilöturvallisuus

Henkilöturvallisuus osiossa perehdytään henkilöturvallisuuden kannalta oleellisiin näkökohtiin, jotka työkohteessa on huomioitava. Henkilöturvallisuutta työmaalla ohjaavina määräyksinä ovat työturvallisuuslaki ja tilaajan tarkentavat ohjeistukset.

2.2.1 Henkilösuojaimet

Ensisijaisesti riskiä on aina rajoitettava teknisillä tai organisatorisilla toimenpiteillä. Henkilökoh-
taisia suojavarusteita tulee käyttää, kun riskiä ei ole mahdollista rajoittaa tai välttää millään
muulla toimenpiteellä. [2.] Työnantajan on annettava työntekijöille työssä tarvittavat henkilösuojaimet. Kaikkien henkilösuojainten on oltava CE-hyväksytyjä ja EN-standardin mukaisia ja niihin on liitettävä ohjeet ja koulutukset, jotka kertovat, miltä suojavarusteet suojaavat ja miten niitä käytetään oikein. [5.]

Työkohteessa käytettävän suojavarustuksen vähimmäisvaatimukset, täysin peittävä EN ISO 20471 -standardin mukainen luokan 3 huomiovaatetus, suojajalkineet, jotka on varustettu turvakärjellä ja naulaanastumissuojalla, leukahihnalla varustettu kypärä ja suojalasit tai suojavisiiri. Kuulonsuojaimia on käytettävä, jos melutaso ylittää 80 dB(A) tai niitä on alueella ohjeistettu pidettäväksi. Muita suojaimia käytetään työtehtävän vaatimusten mukaisesti. Esimerkiksi jos työkohteessa havaitaan pölyä työtä haittaavasti, on silloin käytettävä pölyltä suojaavia varusteita. [6.]

2.2.2 Putoamissuojaus

Putoamisvaarallisesta työstä on kyse silloin, jos työskennellään korkealla tai työhön liittyy muu putoamisvaara. Putoamisvaaralliseen työhön liittyy aina tapaturman riski. Putoamisvaaralliseksi työksi luokitellaan kaikki työ, joka suoritetaan kaksi metriä lattian tai maanpinnan yläpuolella ja jos putoamissuojausta ei muutoin rakenteellisesti voida toteuttaa. Tarvittaessa putoamissuojausta voidaan joutua toteuttamaan myös korkeuseron ollessa alle kaksi metriä, jos todetaan, ettei työtä voida muuten suorittaa turvallisesti. [7.]

Putoamissuojainten tulee olla tarkastettuja ja hyväksytyjä. Putoamisvaarallisesta työstä ja putoamissuojainten käytöstä on annettava työntekijälle asianmukainen koulutus. Työnantaja huolehtii koulutuksen ajantasaisuudesta ja se uusitaan tarvittaessa. Putoamissuojaimiin lukeutuvat turvalaajat ja säätököysi tai kiinnityslaite. [7.]

Työskenneltäessä rikastushiekka-altaan rakennustöissä joudutaan putoamissuojauksen käyttöön turvautumaan harvoin, mutta joissain tapauksissa valmiin täyteen korkeuteen rakennetun padon luiskassa työskenneltäessä joudutaan suojausta käyttämään, varsinkin työskenneltäessä talvella, jolloin jäätyminen ja liukastumisriski voivat vaatia suojauksen käyttöä. Myös alueella tehtävät kaluston huolto- ja korjaustyöt voivat vaatia putoamissuojauksen käyttöä, koska työtehtävissä joudutaan käyttämään henkilönostimia ja niiden käyttö vaatii aina myös putoamissuojauksen käyttöä. [7.]

2.2.3 Työergonomia

Työtä suunniteltaessa on myös tunnistettava työn kuormitustekijät ja kiinnitettävä huomiota siihen, että työtehtävät suoritetaan ergonomisesti oikein. Maanrakennusalalla suurimmat työn aiheuttamat kuormitustekijät ovat fyysistä kuormitusta. Työn fyysisellä kuormituksella tarkoitetaan liikuntaelimistöön sekä hengitys ja verenkiertoelimistöön kohdistuvaa kuormitusta. Tunnistettuja kuormitustekijöitä ovat työasennot, liikkeet, liikkuminen ja fyysinen voimankäyttö. [8.]

Kyseisessä kohteessa fyysistä kuormitusta ilmenee erityisesti käsityönä tehtävissä työvaiheissa, joita ovat suodatinkankaan levitys, rikastushiekan purkuputkiston siirtotyö ja työkoneiden huolto ja korjaustyöt. Myös maanrakennuskoneiden kuljettajat altistuvat fyysisille kuormitustekijöille tehdessään pitkäkestoista istumatyötä, jossa liikkeet kohdistuvat samoihin kehonosiin ja toistojen määrä työpäivän aikana on suuri.

Suodatinkankaan levitys tapahtuu paljolti käsityönä. Itse suodatinkangas rullien siirto kohteeseen ja kohteessa suoritetaan koneellisesti, mutta rullien aukaisu tehdään toistaiseksi käsityönä. Yrityksessä tehdään jatkuvaa suunnittelua ja kehitystyötä, jotta levitystyö saataisiin mahdollisimman pitkälle koneellistettua. Toistaiseksi kehitystyön ollessa kesken joudutaan turvautumaan perinteisiin menetelmiin.

Rikastushiekan purkuputkiston siirto vaatii myös fyysistä työsuoritetta, koska putkilinjastot ovat pitkiä pulttiliitoksia kasattuja kokonaisuuksia. Putket siirretään koneellisesti, mutta liitosten purku- ja kasaustyö tapahtuu käsityönä. Purkuputkistoon liittyvät työt tehdään aina työpareittain. [9.]

Huolto- ja korjaustöissä työskentelevän henkilön työtehtäviin sisältyy myös paljon fyysistä työtä. Työtehtävät tehdään usein ulkoilmassa ja käsiteltävät osat ovat suuria ja raskaita. Huoltohenkilöstön työtehtäviä suunniteltaessa on huomioitava työn oikea ergonomia ja lisäksi tilaajan vaatimukset ja ohjeistukset yksintyöskentelystä. Esimerkiksi maanrakennuskoneiden huollossa tulee välttää yksintyöskentelyä. Lisäksi työ on aina suunniteltava siten, että mahdolliset turvallisuutta ja terveyttä vaarantavat tekijät on joko poistettu tai niiden määrä on minimoitu. [9.]

Maanrakennuskoneiden kuljettajien työergonomian ylläpitoon on panostettu esimerkiksi uuden ja nykyaikaisen kaluston muodossa. Lisäksi työnantaja ja konevalmistajat perehdyttävät kuljettajia oikeaoppisen työasennon ja ergonomisten menetelmien löytämiseen konekohtaisesti. Lisäksi koneisiin on asennettu laajasti työtä helpottavia lisävarusteita, kuten kamerajärjestelmiä, koneohjausjärjestelmiä ja lisävalaistusta.

Työtä suunniteltaessa on huomioitava henkilöstön jaksaminen ja työ tulee suunnitella siten, että se on ergonomisesti oikeaoppista ja mahdollisimman vähän kuormittavaa. Henkilötöyönä tehtävät työt suunnitellaan siten, että työ tapahtuu aina työpareittain. Suodatinkankaan levitys, joka toistaiseksi vielä tapahtuu käsityönä, toteutetaan riittävän suurissa ryhmissä, jossa mahdollisuus taukoihin on parempi. [9.]

2.3 Ympäristöturvallisuus

Kaikki työ on suunniteltava siten, että ympäristön turvallisuutta ei vaaranneta. Urakoitsijan on viipymättä ilmoitettava tilaajalle, mikäli toiminnassa on aiheutunut tai havaitaan mahdollisuus

aiheutua poikkeuksellisia päästöjä tai ympäristövaikutuksia. Kaikessa rakentamisessa on noudatettava alan yleisiä ympäristövaatimuksia. [10.]

Patorakenteet ovat ympäristörakenteita ja niiden rakentamista ohjaavat kaivoksen ympäristölupa ja sitä tarkettavat määräykset. Patorakenteet ja niiden muutostyöt on toteutettava Kainuun ELY- ja Lapin ELY-keskusten hyväksymien rakennus- ja laadunvalvontasuunnitelmien mukaisesti. Tilaajan osoittaa ympäristörakenteen rakennustyölle riippumattoman laadunvalvojan. [10.]

Riippumattoman laadunvalvojan tehtävänä on varmistaa, että jokainen rakennustyön vaihe toteutetaan lupavaatimusten edellyttämällä tavalla. Riippumaton laadunvalvoja myös tarkastaa urakoitsijan toimittamat laadunvalvontamateriaalit. Laadunvalvoja voi myös pyytää tarkentavia mittauksia tai lausuntoja työvaiheista ja niiden dokumentoinnista. [10.]

Hankkeen valmistuttua riippumaton laadunvalvoja laatii loppuraportin, jossa kuvataan kohteen laadunvarmistus. Raportti perustuu laadunvalvontatyön havaintoihin ja urakoitsijan laatimaan laadunvalvonta-aineistoon. [10.]

2.3.1 Jätehuolto

Työmaalla syntyvien jätteiden osalta on alueella noudatettava jätelakia ja tilaajan ohjeita alueen jätehuollosta. Kaikki jätteet on lajiteltava ja toimitettava tilaajan osoittamiin sijoituspaikkoihin. Alueen jätehuollosta vastaava urakoitsija toimittaa jätelavoja ja -astioita eri jätelajikkeille. Urakoitsijan työmaalla ja varikkoalueella tulee olla riittävä määrä jäteastioita eri jätelajikkeille. Alueen jätehuollosta vastaava urakoitsija huolehtii jäteastioiden ja -lavojen tyhjennyksestä. [10.]

Kaikki vaaralliseksi luokiteltava jäte on pakattava asianmukaisesti ja merkittävä selvästi. Tilaajan jätteidenlajitteluohjeen lisäksi vaarallisen jätteen osalta on huomioitava myös jätelain määräykset vaarallisen merkitsemisestä ja jätteen sekoittamis- ja laimentamiskiellosta. [11.]

Öljyjäte on pakattava asianmukaisesti, merkittävä tietokyltillä, jossa kirjoitetaan vähintään jätteen laatu, mutta suositeltavaa on merkitä myös jätteen toimittaneen tahon nimi ja päivämäärä. Öljyjäteastiat on toimitettava kaivoksen jäteasemalle, jossa ne jätetään niille varattuun katokseen, josta jätehuoltourakoitsija kokoaa ne vaarallisten jätteiden varastoon. [12.]

Rakennustyössä syntyvä jätteet lajitellaan ja toimitetaan kierrätykseen. Rakennustyön jätteitä ovat suodatinkangasrullien pakkaukset, suodatinkankaan hyödyntämiskelvottomat kappaleet ja jätelietteen siirtoputkiston rakennustöissä syntyvä muoviputkijäte.

Tilaaaja ei peri alueella syntyvästä jätteestä ja jätehuollon järjestämisestä erikseen maksua urakoitsijoilta, koska jätteen alkuperän määrittämistä ja sitä kautta jätemäärien aukotonta määritystä ei voida kohtuullisilla kustannuksilla järjestää. Tilaaaja siis huolehtii omalla kustannuksellaan alueella syntyvien jätteiden keräyksestä jäteasemalle ja toimittamisesta ensisijaisesti kierrätykseen ja toissijaisesti loppusijoitukseen. Poikkeuksena tästä öljyjäte ja muut vaaralliset jätejakeet, jotka on toimitettava viipymättä niiden pakkaamisen jälkeen jäteasemalle. [10.]

2.3.2 Pölynhallinta

Pölynhallintaan suhtaudutaan korkealla prioriteetilla. Ympäristöluvan määräysten mukaisesti pölynsidontaan on talviaika pois lukien käytettävä erillistä kastelua [13]. Mikäli pölyviä kohteita havaitaan, on niistä informoitava tilaajaa ja järjestettävä tarvittaessa kastelu. Tilaaja osoittaa urakoitsijalle kasteluveden ottopaikan. Talviaikaan kastelua ei voida järjestää, mutta pölyn määrää pölyä sisältävissä materiaaleissa, kuten murskatussa kiviaineksessa on pyritty vähentämään jo materiaalien valmistusvaiheessa käytettävällä kastelulla. [10.]

Kokonaisuutena pölypäästöjä tulee tarkkailla ja niiden osalta tehdä tarvittavia toimenpiteitä siten, ettei pölyäminen aiheuta terveydelle tai ympäristölle. Mikäli pölynsidonnassa halutaan käyttää veden lisäaineena pölynsidontakemikaaleja, tulee niihin hakea erillinen lupa tilaajan ympäristöosastolta. [10.]

2.3.3 Asbesti

Kuitumineraali on mineraali, joka esiintyy maa- ja kallioperässä kuitumaisessa muodossa. Erilaisia kuitumineraaleja on paljon ja joillain niistä on havaittu asbestin kanssa samanlaisia terveysvaikutuksia. Kaikkien eri kuitumineraalien ominaisuuksia ei vielä tunneta, joten havaittaessa kuitumineraaleja käsiteltävässä kallioperässä on niihin syytä suhtautua varovaisuusperiaatteen mukaisesti. [14, s. 7.]

Kevitsan kaivosalueella louhittavan kivimateriaalin on todettu mittauksissa ajoittain sisältävän tremoliitti-aktinoliittimineraaleja, joka luokitellaan terveydelle haitalliseksi [15]. Varoivaisuusperiaatetta noudatettaessa kivipöly voi mahdollisesti sisältää asbestikuituja ja siltä tulee suojautua. Noudatettaessa annettuja ohjeita pölyltä suojautumisesta ja käytettäessä pölyisillä alueilla hengityksensuojaimia, riski sairastua asbestiperäisiin sairauksiin on vähäinen. [15.]

Yleisesti kaivoksilla havaitut pienetkin asbestiesiintymät voivat aiheuttaa merkittävää asbestialtistumista, koska kuitumaisen kiven käsittely aiheuttaa enemmän pölyämistä, kuin ei kuitumaisen ja tästä syystä asbestipitoisuudet voivat nopeasti kohota yli sallittujen arvojen. [14, s. 8.] Kaivosteollisuudessa, jossa kiveä käsitellään paljon, on kuitumaisilla mineraaleilla taipumus irrota ohuiksi kuiduiksi, jotka säilyvät ilmassa pitkään ja voivat kulkeutua hengitysteihin. [14, s. 6.]

Alueella on käytössä asbestinhallintaohjelma, jossa määritetään käytännöt, joilla pyritään ehkäisemään tai vähentämään työntekijöiden altistumista kutuisille silikaattimineraaleille eli asbestille. [15.] Työnantaja on velvollinen selvittämään riittävän järjestelmällisesti työpaikalla esiintyvät vaarat ja arvioida niiden aiheuttamat riskit [2].

2.4 Koneturvallisuus

Liikkuvan työvälineen tulee olla sellainen, että sen liikkeessa työntekijälle aiheutuva vaara on mahdollisimman pieni [16]. Koneiden kohdalla on huolehdittava siitä, että turvalaitteet ovat toimintakuntoisia ja niitä käytetään oikein. Turvavyön käyttö ajoneuvoissa on pakollista [17].

Tilaaaja tarkistaa kaikki alueelle käyttöön tuotavat koneet ja ajoneuvot. Tulotarkastuksen yhteydessä ajoneuvosta laaditaan tietolomake tilaajan tietokantaan, johon kirjataan perustiedot, kuten merkki, malli ja valmistenumero. Tieliikenteessä käytettävissä ajoneuvoissa merkitään myös rekisterinumero. [17.]

Liikkuvassa työkoneessa tulee olla laitteisto, jolla estetään koneen tahaton käynnistäminen, varusteet, joilla lievennetään mahdollisen törmäyksen seurauksia, jarrutus ja pysäytyslaite, kameranlaitteisto tai muu vastaava laitteisto, jos kuljettajan välitön näkökenttä ei riitä varmistamaan liikkumisen turvallisuutta, valaisinlaitteisto, jos konetta käytetään pimeässä sekä palontorjuntavälineet. [16.] Lisäksi kaikki koneet ja ajoneuvot on varustettava huomiomajakalla. Kaikissa ajoneuvoissa, jotka ovat alle kolme metriä korkeita on käytettävä huomioviiriä, joka yltyä vähintään kolmen metrin korkeuteen. [17.]

Kaikissa työkoneissa on oltava säältä suojaava turvaohjaamo, joka myös suojaa kuljettajaa mahdollisen koneen kaatumisen yhteydessä [16]. Turvaohjaamon tulee olla hyväksytty ja siinä ei saa olla sellaisia kolhuja, jotka heikentävät sen rakennetta [17].

Koneturvallisuutta edistää myös koneen pesu ja ohjaamon siisteydestä huolehtiminen. Lisäksi koneista laaditaan päivittäin konetarkastuslomake, joka palautetaan työjakson päätteeksi esihenkilölle. Tilaaja valvoo kaluston huoltoa ja kunnossapitoa. [16.]

3 Rakennustyössä käytettävät materiaalit

Patopenkereen louherakenteiden rakennusmateriaaleina sekä murskemateriaalien raaka-aineena käytetään käyttökelpoista rapautumatonta sivukiveä, jonka rikkipitoisuus on alle 0,3 %. Tilaaja toimittaa kaiken rakennustyössä käytettävän kivimateriaalin ennalta määritellyille varastopaikoille urakoitsijan käyttöön. [18.]

Tilaaja toimittaa murskaukseen soveltuvan louhemateriaalin murskaukselle varatulle varastoalueelle, jossa murskauksesta vastaava urakoitsija murskaa tarvittavia lajikkeita ennalta tilattujen massamäärien mukaisesti. Rakennustyössä käytettävät kiviainekset eivät saa sisältää lunta, jäätä eikä orgaanisia aineita. Jää ja lumi on poistettava konetyötarkkuudella. [19.]

Muut kohteessa käytettävät rakennusmateriaalit ovat louherakenteen pohjalla ja altaan puoleisessa luiskassa käytettävä suodatinkangas ja jätelietteen siirrossa käytettävät putkilinjastot. [19.]

3.1 Louhemateriaali

Käytettävän louhemateriaalin raekoko on 0–700 mm, jota tilaaja seuraa louhemateriaalin toimituksen aikana. Urakoitsijan on myös seurattava materiaalin raekokoa työn aikana ja tarvittaessa poistettava materiaalin seasta ylisuuret lohkareet. Yksittäiset ylisuuret enintään 1000 mm:n halkaisijaltaan olevat lohkareet voidaan sijoittaa louhepenkereeseen, jos niitä esiintyy yksittäisiä kappaleita. Materiaalin tulee olla tasalaatuista ja sisältää kaikkia raekokoja. Enintään 30 % materiaalista saa olla raekooltaan alle 60 mm:n jaetta. [19.]

3.2 Murskatut kiviainekset

Patorakenteen ylävirran puoleisessa luiskassa tasauskerroksena ja padon kannella kantavana kerroksena käytetään 0/32 mm:n kalliomurskettä [19]. Kalliomurske on kiviainesta, joka on murskattu louhemateriaalista ja seulottu halutun kokoiseksi jakeeksi [20]. Patorakenteen ylävirran puoleisessa luiskassa eroosiosuojaverhouksena ja suodatinkankaan suojana käytetään 0/200 mm:n pienlouhetta [19]. Pienlouhe on kalliomurskeeseen rinnastettavaa materiaalia, joka on louhemateriaalista murskattua halutun kokoista jaetta [20].

3.3 Suodatinkangas

Louhepenkereen pohjalla ja ylävirran puoleisessa luiskassa käytetään N4-luokan suodatinkangasta, joka estää rikastushiekan kulkeutumista louhekerrokseen ja päinvastoin [19]. Suodatinkangas on maanrakennuksessa käytettävä vettä läpäisevä kangas, joka käytetään estämään ei maalajien sekoittumista ja myös vahvistamaan rakenteita. [21.]

Suodatinkankaan käyttöluokka valitaan suunnitelman mukaan. Luokan N4 suodatinkangasta käytetään, koska täyttömateriaalina käytetään louhittua ja murskattua kivimateriaalia, täyttömateriaalin maksimirakekoko on >500 mm ja työnaikana suodatinkankaan päällä on raskasta liikennettä. [22.]

Suodatinkankaan tulee olla kuljetuksen ja varastoinnin aikana pakattuna ja säilytettynä valmistajan ohjeiden mukaisesti ja siten, että sen on suojassa ultravioletivalolta, sateelta ja jäätymiseltä. Suodatinkankaan käsittelyssä tulee varoa aiheuttamasta sille vaurioita. Suodatinkangasrullia ei saa avata koneellisesti, vaan sen on annettava pyöriä vapaasti, ettei sen rakenteellisissa ominaisuuksissa aiheudu heikkenemistä. [22.] Suodatinkankaan päältä ei saa ajaa koneella. Suodatinkangas on levitettävä siten, että se ei jää alttiiksi päivänvalolle yli 7 vuorokauden ajaksi. [19.]

3.4 Putkimateriaalit

Rikastushiekan purkulinja koostuu PEH-putkista, joka on painekäyttöön tarkoitettua PE100-materiaalista valmistettua muoviputkea, joka kestää hyvin kemiallista ja mekaanista rasitusta. [23.] PE100-materiaali on korkeatiheyksistä polyeteeniä [24].

Lisäksi purkulinja koostuu säätöventtiileistä ja 25–30 m välein asennetuista spigottiputkista. Spigottiputki on nimitys putkelle, jota käytetään rikastushiekkalietteen purkuun jätelietteen siirtolinjasta rikastushiekka-altaaseen. Varsinaiset siirtolinjat ovat kooltaan 450 mm ja 560 mm PEH-putkea ja spigotit 160 mm PEH-putkea. Putkilinja sijaitsee korotuspenkereen harjalla. Putkisegmentit, venttiilit ja spigotit on liitetty toisiinsa pulttikiinnitteisillä laipoilla. Rikastushiekka-altaaseen on johdettu myös erinäisiä suotovesi- ja palautuspumppauslinjoja. Näissä putkilinjoissa käytetään myös PEH-putkea. [19.]

4 Mittaus ja laadunvarmistus

Työmaamittausten ja laadunvarmistusmenetelmien osalta luvussa käydään läpi tämän työkohteen kannalta olennaiset käytänteet ja menetelmät, joilla louhepadon rakennustyössä kyseisessä kohteessa käytetään. Mikäli työohjeissa tai rakennuttajan omissa ohjeissa ei ole määräystä johonkin tiettyyn työhön tai työvaiheeseen, noudatetaan näissä alan yleisiä laatuvaatimuksia ja määräyksiä. [19.] Alla listattuna tärkeimpiä alalla yleisesti käytössä olevia ja hyväksytyjä laatuvaatimus- ja määräyskokoelmia:

- InfraRYL, uusin saatavilla oleva versio
- Suomen rakentamismääräyskokoelma, RakM B3, pohjarakenteet
- Infra 2015, Rakennusosa- ja hankenimistö, määrämittaushje
- Pohjarakennusohjeet, RIL 121-2004
- Kaivanto-ohje RIL 263-2014

4.1 Työmaamittaukset

Tilaaaja toimittaa urakoitsijalle suunnitelmamittaukset, jotka perustuvat aiempien rakennusvaiheiden toteumiin ja pistepilvikartoitukseen. Pistepilvi on kohteesta luotu tarkka kolmiulotteinen aineisto, joka on toteutettu fotogrammetrialla, eli ilmakuvauksena dronen avulla. [25.] Rakentamisen valmisteluvaiheessa ja rakennustyön aikana työmaalla suoritetaan maastomerkintää ja tarkemittauksia. Tarkemittaukset tehdään kaikista valmistuneista rakenneosista. Tarkemittauksia käytetään perustana toteumapiirustusten laadinnassa ja määrälaskennassa. Kaikkien peittoon jäävien rakenneosien sijaintitieto, rakennekerrosten yläpinnat ja lopullisen rakenteen pinta mitataan ja dokumentoidaan. Mittaustulokset toimitetaan tilaajan määräämässä sähköisessä tiedostomuodossa. [19.]

4.2 Laadunvarmistus

Työn aikana tulee seurata rakenteisiin käytettävän kiviaineksen laatua, rakenteiden korkeustasojen ja luiskakaltevuuksien suunnitelmallisuutta sekä tiivistystyön laatua. Tiivistysmenetelmänä käytetään kumipyörätiivistystä. [19.]

Kumipyörätiivistyksessä louhepenkereen tiivistäminen tehdään jokaiselle rakennettavalle kerrokselle työmaaliikenteen avulla. Tiivistämiseen käytetään täyteen lastattuja louheenkuljetusajoneuvoja, joiden paino on yli 50 tonnia. Tiivistys tehdään koko rakenteen leveydeltä ajaen. Tiivistyksestä laaditaan erillinen raportointi, joka liitetään laatuaineistoon. [19.]

Urakoitsija suorittaa rakennuttajan määrittämät valvontatoimet ja dokumentoinnin työsuorituksista ja määrättyistä laadunvalvontatoimista. Tilaaja nimeää hankkeelle erillisen riippumattoman laadunvalvojan. Urakoitsija laatii laadunvalvontasuunnitelman. Laadunvalvontasuunnitelmassa on esitettävä työmenetelmät, rakennusmateriaalit ja alustava aikataulu. Laadunvalvontasuunnitelma on hyväksyttävä riippumattomalla laadunvalvojalla. Urakoitsijan on pidettävä työn aikana päivittäistä laadunvalvonnan päiväkirjaa. Laadunvalvontapäiväkirjaan merkitään kaikki työmaan kannalta oleellinen tieto, esimerkiksi mitä on rakennettu ja minne sekä käytetyn materiaalin määrä. Myös mahdolliset havainnot ja poikkeamat merkitään laadunvalvontapäiväkirjaan. [19.]

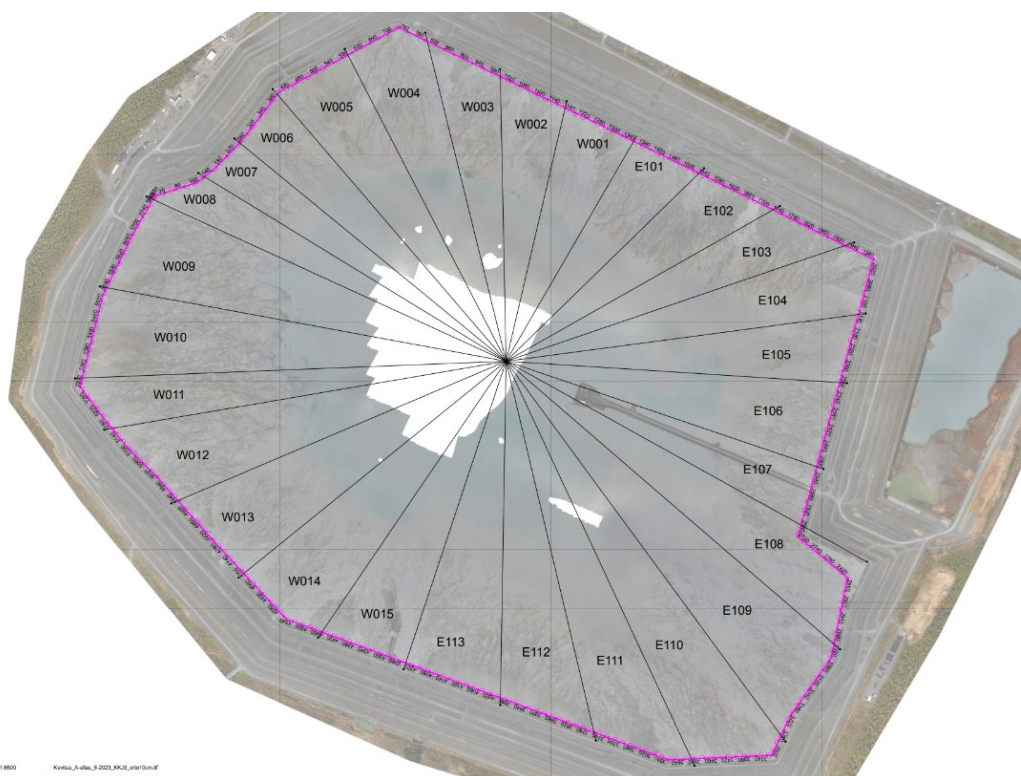
5 Louhepadon rakentaminen

Tässä osiossa on tarkoitus käydä läpi rikastushiekka-altaan louhepadon rakentamisen kokonaisuus työvaiheittain. Tämä luku keskittyy rakentamisen vaiheisiin teoriasolla ja jäsentää kokonaisuuden työselostusten ja suunnitelmien pohjalta. Tarkentavat työohjeet rakennusvaiheittain erillisessä työohjeet liitteessä, joka ei ole julkinen asiakirja.

5.1 Rakennuspohjan valmistelu

Kun rikastushiekka-altaan pinta on saavuttanut tavoitekorkeuden jollain tietyllä sektorilla (kuva 1), suljetaan jätelietteen juoksutus kyseiselle alueelle ja alue jätetään kuivamaan 2–4 viikoksi.

Rakennuspohjan valmistelu aloitetaan koekuoppien kaivulla. Koekuopat kaivetaan 50 metrin välein tulevan patopenkereen keskilinjalle ennen suodatinkankaan asentamista ja ensimmäisen louhekerroksen rakentamista. Urakoitsija laatii koekuoppien kaivusta raportin, johon kirjataan ylös kuoppien yksityiskohdat ja mahdolliset havainnot alueesta. [19.]



Kuva 1. Rikastushiekka-altaan sektorikartta. (Jonne Ruopsa, Arctic Infra Oy)

Rikastushiekan pinta tasataan ennen louhepenkereen rakentamista puskukoneella tai kaivinkoneella siten, että saadaan tasainen rakennuspohja (kuva2). Tasatusta pohjasta tehdään tarkemittaus 50 metrin välein padon keskilinjalta ja mittaus tulos hyväksytetään tilaajalla ennen suodatinkankaan asentamista. [19.]



Kuva 2. Tasattua rakennuspohjaa, jossa suodatinkangas on levitetty.

Pohjatyöt tulee suorittaa siten, että pölyäminen on mahdollisimman vähäistä. Aika pinnan tasauksen ja suodatinkankaan levityksen välillä tulee olla mahdollisimman lyhyt, samoin kuin ajan suodatinkankaan levityksen ja louhepenkereen rakentamisen välillä. Suodatinkangasta ei myöskään kannata levittää liian paljoa ennen louhepenkereen rakentamista, koska levitetty suodatinkangas on altis tuulelle ja sen paikallaan pysymisen varmistaminen on haastavaa. Lisäksi rakennettaessa talvella on huomioitava, että suodatinkankaan pinnalle ei saa kertyä lunta merkittävässä määrin. Yleisenä ohjeena lumimäärän haittaavuudelle, on raja-arvona käytetty 0,15 m:n määrää. Lumen kertymistä on vältettävä myös siitä syystä, että sen poistaminen suodatinkangasta rikkomatta on haasteellista. [19.]

5.2 Louherakenteet

Kun rakennuspohjan valmistelutyöt on suoritettu ja ne on hyväksytetty tilaajalla, voidaan aloittaa louhepenkereen rakennustyöt. Louhepenkere rakennetaan suunnitelmapiirustusten mukaisesti. [19.]

Louhepenkereen rakentamisessa käytetään koneohjausmalleja työn optimoimiseksi ja rakenteiden oikeellisuuden ja suunnitelmanmukaisuuden varmistamiseksi. Koneohjausmalli laaditaan tarkemmitatun rakennuspohjan mukaisesti ja sen mukaisesti jakamalla suunnitelman mukainen louhepenkereen ylin korko rakennuspohjan aloituskorolla saadaan jaettua louhekerrokset suunnitelman vaatimusten mukaisesti.

Kerralla rakennettavan louhekerroksen kerrosvahvuuden tulee olla vähintään 1000 mm ja enintään 1500 mm (kuva 3). Materiaali levitetään piirustusten mukaisiin sijainteihin. [18.] Rakennustyössä hyväksyttävät toleranssit on esitetty Liitteessä 1.



Kuva 3. Louhepadon kerroksittaista rakentamista. Kuvassa rakennetaan ensimmäistä kerrosta.

Louherakenteen luiskaosuudet muotoillaan vaiheittain rakennustyön edetessä. Rikastushiekka-altaan sisäpuolinen luiska muotoillaan tarkasti suunnitelman mukaiseksi toleranssit huomioiden. Louheluiskan muotoilu suoritetaan hienolouheella siten, ettei pintaan jää teräviä kärkiä tai kuoppia. [19.] Louhepenkereen ulkopuolelle jäävä luiska muotoillaan siten, että se voidaan mitata luotettavasti ja että se täyttää suunnitelmapiirustusten mitat.

5.3 Louheluiskan tasaus

Täytteen rakennekorkeuteen valmistunut rikastushiekka-altaan sisäpuolinen muotoiltu louheluiska tasataan 0/32 mm:n kalliomurskeella [19]. Tasauskerroksen vahvuudelle ei ole erikseen suunnitelmissa asetettu mittavaatimusta, mutta se on suoritettava siten, että pinta peittyy kokonaan murskemateriaalilla ja louhe ei jää näkyviin miltään osin (kuva 4). Yleisesti käytetty ohjeistus on noin 0,1–0,2 m:n kerrosvahvuus.



Kuva 4. Tasattua louheluiskaa, jossa louhemateriaalia ei ole näkyvillä.

Valmiit louheluiskat on pyrittävä tasaamaan murskeella mahdollisimman pian niiden valmistuttua, varsinkin talvella suoritettavassa rakentamisessa siksi, ettei niihin ehtisi kertyä lunta, joka voi huonontaa rakenteen laatua. Lisäksi kertyneen lumen poisto aiheuttaa ylimääräistä konetyötä ja tätä kautta turhia kustannuksia.

5.4 Suodatinkankaan asentaminen luiskaan

Louheluiskien tasaus, eli kiilauskerroksen asentamisen jälkeen rikastushiekka-altaan sisäpuoliseen luiskaan asennetaan N4-luokan suodatinkangas. Suodatinkankaan asennuksessa on huomioitava työselosteessa annetut mitoitus- ja pystysuuntaisten rajoitusten osalta sekä luiskan ylä- ja alareunan osalta. Suodatinkankaan tulee ylettyä luiskan yläreunassa vähintään 1,5 m penkereen harjalle ja luiskan alareunassa vähintään 3 metriä rikastushiekan pinnalle. Pystysuuntaisten saumojen rajoitus tulee olla vähintään 0,5 metriä. [20.]

Suodatinkankaan levityksessä on syytä huomioida vallitsevat sääolosuhteet ja ajoitettava työn suoritus mahdollisimman vähätuuliseen ajankohtaan, jolloin kangas saadaan levitettyä helposti ja siihen ei muodostu turhia pusseja eikä taitoksia. Näin meneteltäessä levittäminen on helpompaa, se vie huomattavasti vähemmän aikaa ja käytetyn kankaan määrä saadaan optimoitua. Urakoitsijan tulee valvoa ja dokumentoida suodatinkankaan levitys.

Luiskaan levitetty suodatinkangas painotetaan 0/32 mm:n murskeella siten, että se ei pääse liikkumaan ennen suojakerroksen rakentamista tai sen aikana (kuva 5). Erityisesti on huomioitava

pystysuuntaisten saumojen kohdat ja ne painotetaan koko matkalta heti, kun suodatinkangas on levitetty ja saumojen limityksen riittävyys todennettu. [19.]



Kuva 5. Ohjeiden mukaisesti levitettyä ja painotettua suodatinkangasta altaan sisäpuolen luiskassa.

5.5 Luiskien verhous

Suodatinkankaalla verhoiltu valmis rikastushiekka-altaan sisäpuoleinen patorakenteen luiska verhoillaan 0/200 mm:n pienlouheella (kuva 6). Pienlouheen tarkoituksena on suojata suodatinkangasta ja varmistaa sen paikallaan pysyminen siinä vaiheessa, kun altaan täyttö rikastushiekkalietteellä alkaa. Käytettävän materiaalin osalta laatuvaatimuksina on työselosteessa mainittu, että sen tulee olla raekooltaan enintään 200 mm ja siitä 50 % on oltava vähintään 100 mm:n raekokoa. [19.]

Luiskaverhous levitetään yhtenä vähintään 0,4 m paksuna kerroksena (luiskaan nähden kohtisuoraan mitattuna). Luiskan alareunan osalta verhouskerroksen on oltava vähintään 3 metriä rikastushiekan pinnalle ja sen on peitettävä suodatinkangas. Luiskaverhousta ei erikseen tiivistetä. [19.]

Luiskien verhous tulee suorittaa mahdollisimman pian suodatinkankaan asennuksen jälkeen. Varsinkin talvella, ettei työvaiheiden välissä luiskaan pääse kertymään työtä haittaavaa lumikerrosta, koska lumen poistaminen suodatinkankaan pinnalta kangasta vaurioittamatta on erittäin vaikeaa.



Kuva 6. Luiskien verhousta 0/200 mm pienlouheella.

5.6 Kantava kerros

Täyteen korkeuteen rakennetun louhepadon pintaan asennetaan 0/32 mm:n kalliomurskeesta kantava kerros (kuva 7) [19]. Kantava kerros palvelee louhepadon pinnalla ajoneuvoliikennettä ja toimii tien tavoin hoidettavana kulutuskerroksena. Kantavan kerroksen rakentaminen voidaan aloittaa heti, kun luiskien muotoilu, suodatinkankaan asennus ja verhouskerros on saatu valmiiksi.

Kantavan kerroksen kerrosvahvuuden on oltava vähintään 0,5 m. Kerroksen altaan sisäpuolelle jäävä luiskan reuna muotoillaan suunnitelman mukaisesti ja ulkopuolisen luiskan reuna muotoillaan vastaamaan louheluiskan reunaa. [19.]



Kuva 7. Kantavan kerroksen tekoa valmiin patopenkereen pinnalle.

5.7 Rikastushiekan purkulinjan siirto

Rikastushiekan purkulinja on siirrettävä jokaisessa patokorotusvaiheessa uuden valmistuneen patopenkereen harjalle. Putkilinjan sijainti on korotuspengeren altaan puoleisessa laidassa (kuva 8). Uutta korotuspengertä rakennettaessa entinen siirtolinja hyödynnetään uudelleen, mutta spigottiputket joudutaan valmistamaan uudelleen, koska vanhat putket ovat peittyneet rikastushiekkaan. [19.]

Rakennettavien sektoreiden osalta rikastushiekan juoksutus alueelle on lopetettu jo niiden kuivatusvaiheessa, kun sektoreista aletaan valmistella rakennuspohjaksi. Kun linjaston osa poistetaan käytöstä, sen alkupään runkoventtiili suljetaan, linjan pulttiliitoksen avataan ja putkien päitä käännetään altaaseen, jolloin ne saadaan valutettua mahdollisimman tyhjäksi. Linjan tyhjentämisestä huolehtiminen on erittäin tärkeää varsinkin talvella, koska muuten linja jää täyteen rikastushiekkalietettä.

Putkilinjan siirto voidaan aloittaa heti, kun uusi korotuspenger on saatu valmiiksi maanrakennustöiden osalta. Aiemmin katkaistut putket siirretään koneellisesti (kuva 9) uudelle patopenkereelle ja liitetään toisiinsa pulttiliitoksin.

Poistovaiheessa katkaistut spigottiputket joudutaan jatkamaan uudella 160 mm:n PEH-putkella. Putket jatketaan 10–12 metrin pituisiksi. Kun putket on jatkettu, ne voidaan asentaa runkolinjan purkuventtiileihin.

Jokaisessa patokorotusvaiheessa siirtolinja samoin kuin altaan sisäpuolelle rakennettu patopen-
ger lyhenee verrattuna aiempaan vaiheeseen. Ylimääräiset putket poistetaan ja toimitetaan tilaa-
jan osoittamaan varastopaikkaan. [19.]



Kuva 8. Siirretty putkilinja uuden padon harjalla altaan puoleisessa laidassa. Venttiilit ja spigotti-
putket asennettuina.



Kuva 9. Rikastushiekan siirtolinjan siirtoa koneellisesti uuden patopenkerein päälle.

5.8 Muut putkistot

Altaaseen on johdettu myös erinäisiä pienempiä suotovesi- ja palautuspumppauslinjoja, jotka on
myös jatkettava korotusta rakennettaessa uuden patopenkerein yli työselostuksen mukaisesti.
[19.]

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä patorakentamiseen ja sen toteuttamiseen sekä siihen liittyviin asetuksiin, määräyksiin ja tarkentaviin työohjeisiin. Tämän työn tuloksena laatia niiden pohjalta työohjeet työntekijöiden perehdyttämisen tueksi ja tuottaa samalla kirjallinen työnkuvaus, jota voidaan käyttää osana yrityksen laatumateriaalia tulevaisuudessa haettavaa laatusertifikaattia varten.

Hyvät ja selkeät työohjeet lisäävät onnistumisen mahdollisuutta ja vähentävät vääristä työtavoista johtuvia laatueroja ja siitä aiheutuneita kustannusmenetyksiä. Työn laadukkaalla lopputuloksella voidaan siis nähdä myös positiivisia kustannusvaikutuksia toimeksiantajayrityksen toimintaan. Hyvällä ja harkitusti laaditulla materiaalikokonaisuudella suoritettu henkilöstön perehdytys on myös mielekästä sekä perehdyttäjän että perehdytettävän kannalta.

Kun lähtökohdat perehdytyksen kautta on saatu kuntoon, myös työ on viihtyisää ja mielekästä, koska työntekijä ovat kertoneet kokevansa selkeän ohjeistuksen lisäävän huomattavasti rauhallisuutta ja varmuutta työtehtäviin.

Aikaisemmin työnjohto on perehdyttänyt työhön ja uudet kuljettajat ovat myös olleet ensimmäisinä päivinä kokeneempien kuljettajien matkassa perehtymässä työhön. Perehdytys on toiminut toki näinkin, mutta toiminnan kehittämistarve nähtiin niin vahvana, että toimeksiantajan kanssa päädyttiin ohjekokonaisuuden rakentamiseen.

Työohjeisiin pohjautuvalla perehdytyksellä toiminta suuntautuu enemmän mallipohjaiseen koulutukseen, jossa perehdyttäjän lisäksi on käytössä kirjallinen materiaali työn tueksi. Yrityksen toiminnan kasvaessa myös työnjohtoa on jouduttu rekrytoimaan lisää ja tässä tapauksessa työntekijöistä vastaava henkilö voi itsekkin olla ensimmäistä kertaa tekemisissä työssä kuvattun kaltaisen projektin kanssa, vaikka työkokemus maanrakennuksen parissa voikin olla useita vuosia, saattaa henkilö työskennellä itsekkin ensimmäisessä patoprojektissa tai kokonaan ensimmäisessä kaivosinfrakohteessa.

Työntekijän toiselle työntekijälle antamassa perehdytyksessä on myös mahdollisuus sille, että toiminta saattaa olla tietyllä tavalla asenteellista, koska tällaisessa tapauksessa kertovana tahona on henkilö, joka on omien kokemustensa kautta muodostanut tietynlaisen kuvan suoritettavasta työstä ja hän saattaa nähdä esimerkiksi yleiset turvallisuutta koskevat määräykset jollakin sellaisella tavalla, jota niiden laatija ei ole tarkoittanut.

Lainsäädännöllisestä näkökulmasta tarkasteltuna työturvallisuuslaki velvoittaa työnantajan huolehtimaan työntekijöiden osaamisesta ja järjestämään riittävän perehdytyksen työntekijöille.

Toimeksiantajayritys on myös tehnyt yhteistyötä eri oppilaitosten kanssa ja käynyt kouluttamassa ja luennoimassa kaivostoimintaympäristöstä tulevaisuuden osaajille. Myös tässä toimintaympäristössä työohjeiden käytölle on nähty potentiaalia, sillä jatkossa yrityksellä on käytössään henkilöstön ammattitaidon lisäksi myös kirjallista materiaalia, jolla luentojen aihealueita voidaan laajentaa.

Käyttöön otettaessa ohjekokonaisuus vastaa tämänhetkisiä vaatimuksia. Vaatimusten ja ohjeiden muuttuessa ja kehittyessä myös työohjekokonaisuutta päivitetään vastaamaan viimeisimpiä määräyksiä.

Kyseessä oli kehitystyö, joka tehtiin työn tilaajan vaatimusten ja tavoitteiden mukaisesti. Työn tulosten pohjalta koostettiin työohjekokonaisuus, joka toimii henkilöstön perehdytystä tukevana materiaalina. Tulevaisuudessa perehdytykset voidaan hoitaa laadukkaasti ja yhdenmukaisesti riippumatta siitä, kuka perehdytyksen antaa, sillä perehdytys perustuu laadittuihin työohjeisiin.

Toimeksiantajan kanssa käytyjen keskustelujen ja saadun palautteen perusteella työohje vastaa asetettuja vaatimuksia ja toiveita. Kokonaisuus ja materiaalissa tehdyt rajaukset palvelevat tarkoitusta, jotka sille oli asetettu. Onnistuminen oli mahdollista, koska opinnäytetyön aihealueen rajausta oli tehty oikein. Ohjeen kirjoittamisen yksityiskohtiin ja perehdytyksen merkitykseen syvennyttiin teoriatasolla ennen kuin varsinaisten ohjeiden kirjoittaminen aloitettiin. Varsinaisissa ohjeissa tekstirakenne ja sanamuodot olivat siis ennalta harkittuja ja tekstiin saatiin asiapohjainen esitystapa. Keskusteluissa myös nähtiin työn hyödyttävän ei pelkästään uusien työntekijöiden perehdytystä, vaan myös kokeneemman henkilöstön jatkokoulutusta.

Tämän projektin tekeminen myös lisäsi omaa tietämystäni tutkimustiedon ja ohjeiden tulkitsemisesta sekä perehdytyksen tärkeydestä ja perehdyttäjän vastuista. Työssä konkretisoitui mielestäni hyvin se kaikki, mitä olen opintojeni aikana oppinut laajan tietomäärän käsittelystä ja sen jakamisesta osa-alueittain jäsenneyksi kokonaisuudeksi. Tämä työ myös antoi minulle konkreettisen käsityksen siitä, mitä lähdekritiikki tarkoittaa ja mitä sillä opiskelijan halutaan saavuttavan.

Tulevaisuudessa on mahdollista hyödyntää tässä projektissa hankittua osaamista laajemmin esimerkiksi omassa työssäni ja samoilla perusteilla voidaan laatia työohjekokonaisuuksia myös muihin työkohteisiin.

Opinnäytetyö on laadittu Kajaanin Ammattikorkeakoulun eettisten ohjeiden mukaisesti. Opinnäytetyössä käytetyt lähteet on merkitty tekstiin ja lähdeluetteloon niistä annettujen ohjeiden mukaisesti. Luotettavuuden varmistamiseksi opinnäytetyön teoriaosuudessa on hyödynnetty uusimpia käytettävissä olevia lähdemateriaaleja.

Lähteet

1. Verkkosivut. Arctic Infra Oy. [Internet]. [Viitattu 20.4.2024]. Saatavilla: <https://www.arcticinfra.fi/>
2. L 2002/738. Työturvallisuuslaki. 2002. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>
3. Oksanen N. Boliden Kevitsa perehdytysvaatimukset. [Intranet]. [viitattu 21.4.2024].
4. Oksanen N. Vaaratilanteen, työtapaturman tai onnettomuuden sattuessa. [Intranet]. [viitattu 21.4.2024].
5. Mikkola O. Henkilösuojaimet. [Intranet]. [viitattu 22.4.2024].
6. Kortesjärvi P. 2. uudistettu painos. Kaivosturvallisuusopas. Työturvallisuuskeskus. [Internet]. [viitattu 21.4.2024]: <https://ttk.fi/wp-content/uploads/2022/03/Kaivosturvallisuusopas.pdf>
7. Kaarninen M-L. Puotamisvaarallinen työ. [Intranet]. [viitattu 22.4.2024].
8. Työkuormituksen hallinta, fyysinen kuormitus. Työturvallisuuskeskus. [Internet]. [viitattu 22.4.2024]. Saatavilla: <https://ttk.fi/tyoturvallisuus/tyoympariston-turvallisuus/tyokuormituksen-hallinta/fyysinen-kuormitus/>
9. Kaarninen M-L. Yksintyöskentely. [Intranet]. [viitattu 22.4.2024].
10. Kuivalainen M. Ympäristöasiakirja urakoitsijoille. [Intranet]. [viitattu 22.4.2024].
11. L 2011/646. Jätelaki. 2011. Saatavilla: <https://finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110646>
12. Kuivalainen M. Jätteiden lajitteluohje. [Intranet]. [viitattu 21.4.2024].
13. Päätös 79/2014/1. Aluehallintovirasto. Kevitsan kaivos ympäristölupa [Internet]. Saatavilla: <https://ylupa.avi.fi/fi-FI/asia/891240>
14. Kähkönen H, Lallukka H, Linnainmaa M, Aho P, Mäkelä E, Juntila S, Oksa P. Asbestiriskien hallintaohjeet kaivoksille. Työterveyslaitos. [viitattu 22.4.2024].

15. Heikkilä K. Asbestiriskien hallintaohjelma. [Intranet]. [viitattu 22.4.2024].
16. A 2008/403. Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. 2008. Saatavilla: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080403#L2>
17. Oksanen N. Työmaa-ajoneuvojen turvavarusteet ja tarkastukset. [Intranet]. [viitattu 22.4.2024].
18. WSP Finland Oy. Suunnitelmaselostus TSF A sisäänpäin korotus. [Intranet]. [viitattu 22.4.2024].
19. WSP Finland Oy. Työselostus TSF A sisäänpäin korotus. [Intranet]. [viitattu 23.4.2024].
20. Murske. Wikipedia. [Internet]. [viitattu 22.4.2024]. Saatavilla: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Murske>
21. Suodatinkangas. Talotuote. [Internet]. [viitattu 26.4.2024]. Saatavilla: <https://talotuote.fi/a7/oikean-suodatinkankaan-valinta>
22. Suodatinkangas käyttöluokka N4. Ahlsell Oy. [Internet]. [viitattu 22.4.2024]. Saatavilla: <https://www.ahlsell.fi/products/infra-1/suodatinkankaat-eristeet-ja-sokkeliilevyt/suodatinkankaat/3488207/?>
23. PEH paineputket. Onninen Oy. [Internet]. [viitattu 26.4.2024]. Saatavilla: <https://www.onninen.fi/onninen-peh-putki-ruskea-110x6-6-12m-pn10-pe100-sdr17/p/CGV422>
24. Paineputkistot. Uponor Oy. [Internet]. [viitattu 26.4.2024]. Saatavilla: <https://www.uponor.com/fi-fi/infra/tuotejarjestelmat/paineputkistot/pe-100>
25. Pistepilvi. Geotrim Oy. [Internet]. [viitattu 1.5.2024]. Saatavilla: <https://buildingpointfinland.fi/ratkaisuja/pistepilvi/>

Infrayli litta	Rakennusosa	Valvontan kohde	Laadunvarmistus-menetelmä	Laatuvaatimus	Toleranssi	Mittaus-/valvontatyyppi	Dokumentaatio	Urakoitsijan kommentit	Riippumattoman laadunvalvojan kommentit	
18112	Louhepengger käyttökelipoesteista sivukvestistä	Korkeustaso / mitat	Tarkentitus	Suunnitelmiin mukaisuus	Korkeustaso: 0 mm ... +400 mm Leveys: -0 mm ... +500 mm +5 % (yrkempään) / -10 % (loivempaan)	Poikkeilikausmittaus 20 m välein	Mittauspöytäkirja ja tarkentitus.			
		Säiliöskan kaltevuus	Tarkentitus	Suunnitelmiin mukaisuus		Poikkeilikausmittaus 20 m välein	Mittauspöytäkirja ja tarkentitus.			
		Kerrallaan levitettävän kerroksen paksaus	Korkolapot tai GPS mittaus ja tallennus tarkentitukseksi	Kerrosspaksuus enintään 1,5 m	Laatuvaatimuksen mukaisesti	Jatkua silmämääräinen tarkkailu / mittaus viikottain	Mittauspöytäkirja			
		Tiivistäminen	Ajolinjojen ja ylijokerojen seuranta työtapatarkkailuna	Vähintään 10 ylijokertaa täyteen lastatulla louhosautolla, jonka paino vähintään 40 tonnia. Vaihtoehtoisesti vähintään 15 tonnin tärytyrillä.	Laatuvaatimuksen mukaisesti	Jokaisen kaistan ylijokerrat kirjataan ylös	Tiivistyksen menetelmäkuvaus			
		Materiaalin laatu	Boidien materiaalin laaturaportti	Siinä määräinen tarkastelu varastoalueella ja levityksen aikana	Rappautumatonta tai vähän rappautunutta lumi-, jää ja orgaaninen aines työelätyksen mukaisesti	Laatuvaatimuksen mukaisesti	Sivukveä edustavat näytteet louhintasuunnitelman mukaisesti	Boidien raportti		
				Rakaisuus	Siinä määräinen tarkastelu varastoalueella ja levityksen aikana	Raekoko < 700 mm D ₁₀ > 60 mm	Yksittäiset halkaisijaltaan enintään 1 m lohkarat voidaan hyväksyä rakennuttajan valvojan harkinnan perusteella.	Jatkua silmämääräinen tarkkailu / päivittäinen raportointi	Tarkkailuraportti	
			Rakaisuus / Dekantointipumppaamon pengger	Siinä määräinen tarkastelu varastoalueella ja levityksen aikana	Penkeren aliosa: Raekoko < 1 500 mm Penkeren yläosa: Raekoko < 700 mm	Penkeren aliosa: Maksimi raekoko 1500 mm Penkeren yläosa: Yksittäiset halkaisijaltaan enintään 1 m lohkarat voidaan hyväksyä rakennuttajan valvojan harkinnan perusteella.	Jatkua silmämääräinen tarkkailu / päivittäinen raportointi	Tarkkailuraportti		
			Uuden kerroksen levittämisaikankohhta	Päivittävät painunamittaukset 200 m välein olevista mittapisteistä	Seuraava kerros voidaan rakentaa, kun painuma on < 2 mm/d.	Ei sovelleta	Päivittäin	Mittauspöytäkirja		
			Uuden kerroksen levittämisaikankohhta/ Dekantointipumppaamon pengger	Painunamittaukset erillisen suunnittelijan ohjeistuksen mukaisesti	Suunnitella ja määrittää uuden kerroksen rakennamisaikankohdan painunaseurannan perusteella	Ei sovelleta	Erillisen ohjeistuksen mukaisesti	Mittauspöytäkirja		
		21120	Rikastushiekan päälle asennettava suodatinkangas	Materiaali	Materiaalin tarkastus	Lukka N4	Ei sovelleta	Materiaalin toimintuserä	Materiaalifoodistus	
Levyty	Työtapatarkkailu			Suunnitelman ja vaatimusten mukaisuus Kankaiden limitys 2 500 mm	Laatuvaatimuksen mukaisesti	Jatkua silmämääräinen tarkkailu / päivittäinen raportointi	Tarkkailuraportti			
21120	Korotuspengeren ylävirran puoleiseen lujikseen asennettava suodatinkangas	Levyty	Työtapatarkkailu	Suunnitelman ja vaatimusten mukaisuus Kankaiden limitys 2 500 mm	Laatuvaatimuksen mukaisesti	Jatkua silmämääräinen tarkkailu / päivittäinen raportointi	Tarkkailuraportti			

InfraRy/Ilterä	Rakennusosa	Valvonnan kohde	Laadunvarmistusmenetelmä	Laatuvaatimus	Toleranssi	Mittaus-/valvontatyyppi	Dokumentointi	Urakoitsijan kommentit	Riippumattoman laadunvalvojan kommentit
				Uudetaan 21500 mm padoon harjan yli					
		Materiaalin laatu	Silmämääräinen tarkastelu varastoalueella ja levityksen aikana	Rapautumatonta tai vähän rapautunutta E1 lunta, jäätä tai orgaanista ainesta	Laatuvaatimuksen mukaisesti	Jatkuva silmämääräinen tarkkailu / päivittäinen raportointi	Tarkkailuraportti		
		Rakeisuus	Rakeisuusmääritys (GLO-85)	Partikkelikoko < 32 mm ja suunnitellun mukaisella rakeisuusalueella	Laatuvaatimuksen mukaisesti	1 / alkava 10,000 m3	Raekokojakauma		
21310	Kantava kerros	Korkeusaso / mitat	Tarkennitus	Tarkepiirustus	Korkotasot: -0 mm ... +50 mm Leveys: -0 mm ... +500 mm	Poikkeileikkausemittaus 20 m välein	Mittauspöytäkirja ja tarkepiirustus.		
		Tiivistäminen	Tiivistyskoee levykuormituslaitteella Apolingojen ja yliajokertojen seuranta.	EZ/E1 < 2,2 Tiivistyskoheen perusteella määritettävä yliajokertojen minimimäärä	Laatuvaatimuksen mukaisesti	Yksittäinen testi työn alussa tiivistyksen työtavan määrittämistä varten	Testiraportti		
		Materiaalin laatu	Silmämääräinen tarkastelu varastoalueella ja levityksen aikana	Rapautumatonta tai vähän rapautunutta E1 lunta, jäätä tai orgaanista ainesta	Laatuvaatimuksen mukaisesti	Jatkuva silmämääräinen tarkkailu / päivittäinen raportointi	Tarkkailuraportti		
22200	Luisakerros (suodatinkaikaa suojakerros)	Rakeisuus	Silmämääräinen tarkastelu varastoalueella ja levityksen aikana	Raekoko < 200 mm D ₅₀ > 100 mm	Laatuvaatimuksen mukaisesti	Jatkuva silmämääräinen tarkkailu / päivittäinen raportointi	Tarkkailuraportti		
		Kerrospakkaus	Tarkennitus ja korkolaput	Suunnitelmapäivitystysten mukaisesti	-0 mm ... +200 mm	Poikkeileikkausemittaus 20 m välein	Mittauspöytäkirja ja tarkepiirustus.		