

TYÖTURVALLISUUS- JA TERVEYSRISKITEKIJÄT KAI-
VOSTEN AVOLOUHINNASSA

Hannula Tuomas

Opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

2023

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Tuomas Hannula	Vuosi	2023
Ohjaaja(t)	Juha Vesa		
Toimeksiantaja	Lapin Ammattikorkeakoulu		
Työn nimi	Työturvallisuus- ja terveysriskitekijät kaivosten avolouhinnassa		
Sivu- ja liitesivumäärä	43		

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda kaivosten avolouhinnassa esiintyvien yleisten työturvallisuus- ja terveysriskien sekä niiden hallintakeinoihin perehdyttävä turvallisuusopas. Opas on suunnattu kaivosalalla työskentelystä kiinnostuneille opiskelijoille, joilla ei vielä ole riittävää omakohtaista työkokemusta avolouhoksilla työskentelystä. Työn tavoitteena oli luoda turvallisuusopas, jonka perusteella opiskelija pystyy hahmottamaan yleiset kaivosten avolouhinnassa esiintyvät työturvallisuus- ja terveysriskit, sekä niiden hallintamenetelmät.

Opinnäytetyössä käsitellään yleisimpiä kaivosten avolouhintaan liittyviä työturvallisuus- ja terveysriskejä sekä niiden hallintamenetelmiä. Opinnäytetyössä käsiteltiin myös yleisesti kaivostoimintaa ja avolouhintaa louhintamenetelmänä, sekä työturvallisuutta ja työsuojelua kaivoksilla. Opinnäytetyön tietoperustana toimi kaivos-, turvallisuus-, ja louhinta-alaan liittyviä kirjallisuus ja verkkomateriaali.

Degree Programme in Civil Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Tuomas Hannula	Year	2023
Supervisor	Juha Vesa		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences		
Subject of thesis	Occupational Safety and Health Hazards in Open-pit Mining		
Number of pages	43		

The purpose of this thesis was to create a safety guide for general occupational safety and health risks and their management methods in open-pit mining. The guide is aimed for persons, in particular students who are interested in working in the mining sector but do not yet have sufficient personal experience of working in open-pit mines.

The thesis was written on the basis of mining and safety guides used as research material along with work experience acquired in open-pit mines.

The result of the study is a comprehensive safety guide to the safety of the open-pit mines. The thesis includes an introducing section to mining industry and open-pit mining along with its work phases. The second section of the thesis deals with occupational health and safety regulations in Finnish mines. The third section of the thesis is the main section which deals with general occupational and health risks involved in open-pit mining and their management methods.

Key words

mine, occupational safety, open-pit, hazards

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KAIVOSTOIMINTA	7
2.1	Kaivostoiminta toimialana	7
2.2	Kaivostoiminta Suomessa.....	8
3	LOUHINTAMENETELMÄN VALINTA & AVOLOUHINTA	9
3.1	Louhintamenetelmän valitseminen	9
3.2	Avolouhinnan suunnittelu.....	9
3.3	Valmistavat työt ennen avolouhintaa	10
3.4	Yleiset avolouhintamenetelmät	10
3.5	Irrotus.....	11
3.6	Rikotus.....	13
3.7	Lastaus ja kuljetus	14
4	TYÖTURVALLISUUS JA TYÖSUOJELU KAIVOSTURVALLISUUDESSA ..	15
4.1	Työturvallisuus ja työsuojelu käsitteenä.....	15
4.2	Työturvallisuus.....	15
4.3	Työsuojelu	15
4.4	Työsuojeluvaltuutettu	16
4.5	Turvallisuus kaivoksilla	16
4.6	Kaivosturvallisuuslupa	17
4.7	Kaivosturvallisuuden vastuuhenkilö	18
5	AVOLOUHOSTEN TYÖTURVALLISUUS- JA TERVEYSRISKITEKIJÄT	19
5.1	Suurimmat riskitekijät yleisesti	19
5.2	Henkilöstöön kohdistuvat riskit.....	19
5.3	Raskaan kaluston- ja avolouhoksen liikenteen aiheuttamat riskit	21
5.4	Avolouhosten rakenteeseen liittyvät riskit	23
5.5	Räjähteisiin ja räjäytyksiin liittyvät riskit.....	23
5.6	Kaivospölyt ja pölyämisen riskit	24
5.7	Vuodenaikojen- ja sään aiheuttamat riskit	27
6	AVOLOUHOSTEN TYÖTURVALLISUUS- JA TERVEYSRISKIEN HALLINTA	
	29	
6.1	Turvallisuusmääräysten soveltaminen kaivostoiminnassa.....	29

6.2	Henkilöstön työturvallisuuden- ja terveyden hallinta	31
6.3	Raskaankaluston ja avolouhoksen liikenteen turvallisuuden hallinta ...	32
6.4	Avolouhoksen rakenteellisen turvallisuuden hallinta	34
6.5	Räjätystöiden turvallisuuden hallinta avolouhinnassa	36
6.6	Pölyämiseltä suojautuminen ja pölynhallinta avolouhoksilla	38
6.7	Sään ja vuodenaikojen muutokseen varautuminen avolouhoksilla	40
7	POHDINTA	41
	LÄHTEET	42

1 JOHDANTO

Kaivosala on ollut jatkuvassa nosteessa kuluvan vuosituhanen aikana ja vauhti tuntuu vain kiihtyvän pohjoisen pallonpuoliskon alueilla. Vuoden 2022 aikana louhintaa raportoitiin Suomessa 44 erilaiselta kaivokselta ja kaivosyhtiöt investoivat suomalaisten kaivosten elinaikaa pidentäviin toimenpiteisiin 304 miljoonaa euroa. Malminetsinnän luonteeseen on tullut muutoksia, sillä sen kasvua vauhdittavat vihreän siirtymän aiheuttama erilaisten metallien tarve sekä taloudellisten vaikutusten kiihdyttämä kullan hinnan nousu. Suomen kallioperä pitää sisällään kultaa ja vihreän siirtymän tarvitsemia erilaisia metalleja. (Tukes.fi 2023.)

Kaivostoiminta sisältää paljon suuria turvallisuusriskejä. Onnettomuuksia kaivoksilla voivat aiheuttaa esimerkiksi liikenteessä tapahtuvat tapaturmat, louhinnan räjäytykset tai seinämien sortumat ja nämä mainitut asiat ovat vain murto-osa niistä riskeistä mitä kaivostoimintaan sisältyy. Kaivokset ovat jatkuvasti muuttuvia ympäristöjä ja turvallisuus on otettava huomioon jokaisessa työvaiheessa suunnittelusta asti. (Kaiva.fi 2022.)

Tämän opinnäytetyön tehtävänä on perehtyä avolouhinnalla toteutettujen kaivosten yleisiin turvallisuusriskeihin ja niiden hallintamenetelmiin. Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa avolouhoksen yleisiin turvallisuusriskeihin perehtyvä opas. Opas on suunnattu kaivosalalla työskentelystä kiinnostuneille ihmisille, ja se voi toimia hyvänä perusoppaana ensimmäistä kertaa avolouhokselle työskentelemään tai työharjoittelujaksoa suorittamaan menevälle henkilölle tai opiskelijalle. Kaivosalasta kiinnostuneiden rakennusalan opiskelijoiden lisäksi oppaasta on hyötyä myös kaivosalasta kiinnostuneille turvallisuusalan opiskelijoille.

2 KAIVOSTOIMINTA

2.1 Kaivostoiminta toimialana

Kaivostoiminnan keskeisenä tarkoituksena on tuottaa kallioperässä sijaitsevia raaka-aineita teollisuuden ja yhteiskunnan tarpeelliseen käyttöön. Maan kallioperä sisältää monenlaisia mineraaleja, joita ihmiskunta käyttää hyväkseen. Arvokkaimpien mineraalien esiintymät kallioperässä tunnetaan malmitumina. Jos malmituma on taloudellisesti hyödynnettävissä kaivostoiminnan avulla, aletaan sitä kutsua malmiesiintymäksi. Taloudellisesti hyödynnettäviä malmiesiintymiä muodostuu vain tiettyihin paikkoihin maan kallioperää, missä niiden edellyttämien geologisten prosessien muodostuminen on mahdollista. Kaivostoiminnan kannattavuuteen vaikuttaa suuresti myös malmiesiintymän koon lisäksi hyötymineeraalien ja arvoaineiden maailmanmarkkinahinta. Maailmanmarkkinahintojen nousulla ja laskulla on suora vaikutus malmiesiintymän arvoon. Markkinahintojen romahtaessa rikaskin esiintymä voi pahimmassa tapauksessa pudota arvoltaan malmitumaksi. Louhintakustannukset ja energian hinta ovat myös tekijöitä, joilla on jokapäiväinen vaikutus kaivosten kannattavuudessa. Malmiesiintymien harvinaisuuden takia kaivosten sijainti voi myös tuoda logistisia haasteita kaivostoilinnalle sekä se voi aiheuttaa suuria kustannuksia taloudellisesti, jotta kaivostoiminnan aloittamisen edellyttämät lupa-asiat ja ympäristölliset kriteerit saadaan täytettyä. (Kaiva.fi 2022.)

Kaivostoiminnassa kaivokset jaetaan kahteen eri tyyppiin louhittavan mineraalin perusteella: metallimalmi- sekä teollisuusmineraalikaivoksiin. Suomen metallimalmikaivoksissa louhitaan yleensä kultaa, kromiittia sekä perusmetalleja, jotka rikastusprosessin avulla erotellaan muista arvottomista mineraaleista ja lopputuotteeksi syntyy metallimalmirikastetta. Teollisuusmineraalikaivoksissa louhittavilla mineraaleilla ja kiviaineilla on hyvät fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet, minkä vuoksi niiden hyödyntäminen teollisuudessa on kannattavaa. Teollisuusmineraaleja ovat yleisesti kaikki muut teollisessa käytössä käytettävät mineraalit paitsi metallit, polttoaineet ja jalokivet. Suomessa teollisuusmineraalituotanto keskittyy lähinnä kalsiitin, dolomiitin, apatiitin, talkin, maasälpäin, wollasto- niitin ja biotiitin tuottamiseen. (Kaiva.fi 2022.)

2.2 Kaivostoiminta Suomessa

Suomessa kaivostoiminnalla on pitkä historia. Suomeen perustettiin ensimmäinen rautakaivos Lohjan Ojamolle jo ennen vuotta 1530. Ojamon rautakaivoksen perustamisen jälkeen Suomen kallioperällä on toiminut yli tuhat erilaista kaivosta. (Heikkinen & Noras 2005, 17). Vuonna 2021 Suomessa louhittiin metallimalmeja kymmenessä eri metallimalmikaivoksessa. Metallimalmia ja sivukiveä louhittiin yhteensä vuonna 2021 83,1 miljoonaa tonnia, malmien osuuden ollessa 32,1 miljoonaa tonnia. Suurimman määrän vuoden 2021 metallimalmista louhi Terrafamen nikkeli- ja sinkkikaivos Sotkamossa, kaivoksen osuus vuoden malmituotannosta oli 16,1 miljoonaa tonnia. Kevitsan kaivoksella Sodankylässä malmia louhittiin 9,8 miljoonaa tonnia. Yli miljoonan tonnin tuloksen vuonna 2021 tekivät myös Elijärven kaivos Kemissä (2,3 miljoonaa tonnia) ja Kittilän kultakaivos (2,1 miljoonaa tonnia). (Pokki 2022, 30.)

Euroopan unionissa Suomella on merkittävä rooli metallien tuottajana. Suomi on platinametallien ja nikkelin merkittävin tuottaja EU:ssa. Kullan tuotannossa Suomen lisäksi merkittäviä tuottajia ovat Ruotsi ja Bulgaria. Suomi on myös maailmalla merkittävä tekijä kaivosteollisuuden lähialojen tuottamisessa. (Vasara & Pokki, 2022, 29.)

3 LOUHINTAMENETELMÄN VALINTA & AVOLOUHINTA

3.1 Louhintamenetelmän valitseminen

Kaivoksien louhinta toteutetaan joko avolouhoksissa tai maanalaisissa kaivoksissa. Maailman laajuisesti suurin osa kaivoksista on toteutettu avolouhoksina, mutta pohjoismaisissa kaivoksissa maanalaisen louhinnan osuus on huomattavasti suurempi kuin muualla maailmassa. (Minefacts.eu 2020.)

Tärkeimpiä ehtoja kaivoksen louhinnan toteuttamiselle avolouhoksena on, että malmiesiintymä on helposti tavoitettavissa maan pinnalta käsin. Avolouhinta mahdollistaa suurempien lastauskoneiden käytön kaivoksen tuotannossa, minkä ansiosta tuotantokapasiteetti pystytään pitämään korkealla ja tuotantokustannukset pienempinä, tämä tekee avolouhinnasta kustannustehokkaampaa kuin maanalaisesta louhinnasta. (Minefacts.eu 2020.)

Maanalaisen louhinnan toteuttaminen on kustannuksiltaan huomattavasti suurempi investointi kuin avolouhos. Syvällä kallioperässä sijaitsevat malmiesiintymät tavoitetaan louhimalla kallioperään vinotunneleita ja kuiluja. Maanalainen louhinta on tuotantotehokkuudeltaan myös pienempää ja hitaampaa, sillä käytettävän kaluston suuruutta rajoittaa tunnelin koko ja malmin lastauskuljetus prosessi on huomattavasti hitaampaa kuin avolouhoksilla. Lisäksi maanalaisen louhinnan kuluja lisäävät maanalaisen louhinnan vaatima kallionlujitus ja erillisen ilmanvaihdon rakentaminen. (Minefacts.eu 2020.)

3.2 Avolouhinnan suunnittelu

Avolouhoksien suunnittelussa on otettava huomioon tarpeellisia perustietoja, joita ovat suunnitellun kaivosalueen maanpintatiedot, louhosseinämien yleiskaltevuudet, pengerkorkeudet- ja leveydet, avolouhosten leveydet ja kaltevuudet sekä louhoksen pohjatason vähimmäisleveys ja avolouhintaan liittyvät kustannukset. Avolouhosoptimoinniksi kutsutaan avolouhinnan teknisten- ja kustannustietojen perusteella tapahtuvaa louhinnanrajojen määrittelyä. Avolouhosoptimoinnin tehtävänä on määrittellä avolouhoksen lopullinen sijainti ja muoto tulojen ja kustannusten tasapainon perusteella. Avolouhosoptimointia varten on kehitetty

erilaisia tietokoneohjelmia, yleisimmin kaivoksilla käytössä oleva avolouhosoptimoitiohjelmisto on Gemcom Whittle. Avolouhosoptimoinnista syntyvä louhosmuoto vaatii vielä tarkemman suunnittelun optimoinnin tuloksissa määriteltyjen suunnittelukriteerien perusteella. Tärkeimpiä avolouhosten suunnittelukriteerejä ovat louhoksen yleiskaltevuus, pengerkorkeus, porauskaltevuus, turvatasanteen leveys, ajotien leveys, ajotien kaltevuus ja louhinnan vähimmäisleveys. (Brusila & Loven 2015, 88.)

3.3 Valmistavat työt ennen avolouhintaa

Avolouhostoiminnan aloittamiseksi on tehtävä myös valmistelevia töitä. Avolouhoksen suunnittelijoiden tehtävänä on suunnitella louhoksen eri tasot sekä niitä yhdistävät rampit, tasotiet ja seinämien kaltevuudet. Avolouhoksen seinämät on suunniteltava oikeanlaiseen seinämäkaltevuuteen, koska seinämällä on suora vaikutus avolouhoksen turvallisuuteen ja kustannuksiin. Louhintatöiden aloittaminen vaatii yleensä myös pintamaiden poistoa louhoksen alueelta, jotta kallioperä saadaan näkyville, pintamaiden poiston lisäksi pohjaveden pintaa voidaan myös joutua alentamaan alueella. (Paalumäki 2015, 108.)

3.4 Yleiset avolouhintamenetelmät

Räjähdyttämällä suoritettava perinteinen pengerialouhintaa on yleisin louhintamenetelmä pohjoismaisilla avolouhoksilla. Perinteiseen pengerialouhintaan sisältyvät työvaiheet ovat irrotus, rikotus sekä louheen lastaus ja kuljetus. Pengerialouhinnan ominaisin piirre on, että louhintaa suoritetaan louhimalla tasapaksuja penkereitä ylhäältä alaspäin. Tasojen välille louhitaan rampeja tai rakennetaan ajoteitä, joiden avulla irrotettu malmi tai sivukivi saadaan kuljetettua pois louhoksesta murskaamolle tai suunnitellulle läjitysalueelle. (Paalumäki 2015, 109.)

Perinteisen pengerialouhinnan lisäksi voidaan käyttää paikalleen räjäyttämismenetelmää. Paikalleen räjäyttämistä pidetään eräänlaisena pengerialouhinnan muunnelmana, mutta usein sitä käsitellään omana lajinaan. Paikalleen räjäyttämisenä malmi pyritään räjäyttämään paikoilleen mahdollisimman vähäisellä räjäytettävän kentän horisontaalisella liikkeellä. Paikalleen räjäyttämisenä louhintareitit porataan pystysuoriksi ja räjäytettyjä kiviä ei lastata ennen kuin seuraava kenttä

on räjäytetty. Paikalleen räjäyttämistä käytetään yleisimmin raakkukerrosten eristämien loivakaateisten malmien louhinnassa. Paikalleen räjäyttämisen avulla malmin ja raakun sekoittuminen toisiinsa pystytään minimoimaan ja erilaiset kivi- ja mineraalilajit pystytään erottamaan selektiivisesti ja lastaamaan ne kerroksittain. Selektiivisen erottelun avulla pystytään myös varmistamaan malmin tarkempi talteen saanti ja vähäisempi raakkulaimennus. Paikalleen räjäyttäminen sopii myös hyvin suurmittakaavaisempaan malmien louhintaan sen suuren tuotantotehon ja taloudellisuuden vuoksi. Vaikeuksia paikalleen räjäytyksessä voi tuottaa normaalia suuremmat ominaispanostukset ja mahdollinen lastaustehon laskeminen. Paikalleen räjäyttämisen vaatimuksena on myös kiven helppo räjäytettävyyys, tämän vuoksi Suomen sitkeitä kivilajeja pidetään yleisesti tähän räjäytysmenetelmään sopimattomana. (Paalumäki 2015, 109.)

3.5 Irrotus

Irrotuksella tarkoitetaan louhinnan kallioporaus- ja räjäytysvaihetta. Irrotuksessa kallioporausmenetelmän avulla kallioperään porataan reikiä räjähdysainetta varten. Yleisimmin käytetty porausmenetelmä on iskuporaus, koska sen käytettävyyden on hyvä useissa kivilajeissa. Iskuporausmenetelmästä voidaan käyttää hydraulisesti toimivalla puomiin kiinnitettävällä päältä lyövällä porakoneella, tai pneumaattisesti poratakojen päässä toimivalla uppoporakoneella. (Räsänen, Eskola, Kaukinen & Niiranen 2015, 155.) Maanpäälliseen poraukseen valittava kalusto määritellään työkohteen ja työn luonteen mukaan, poraustyöstä olisi aina saatava mahdollisimman kannattavaa ja tehokasta. Porareian läpimitan ja porauskaavion välistä suhdetta voidaan pitää porauskaluston valinnan tärkeimpänä perustana. Avolouhoksilla käytetään tyypillisesti mekanisoituja poravaunuja (kuvio 1), joiden poraama reikäkoko vaihtelee 64–152 mm välillä kohteen mukaisesti. Suurissa avolouhoksissa porattavat reikäkoot voivat olla huomattavasti suurempia. Louhintaprosessi aloitetaan porauksella, joten tarkoitukseen sopivan porauskaluston valinta varmistaa louhintaprosessin jouhevan käynnistymisen. (Räsänen, Eskola, Kaukinen & Niiranen 2015, 163.)



Kuvio 1. Epiroc Smartroc D65 avolouhintaporauslaite (Australian Mining 2019)

Irrotuksen räjäytysvaiheessa kallioperään poratut reiät täytetään louhintaräjähdyksaineella. Räjähdyttämällä porareikiin panostettu räjähdysaine saadaan kallioperän kivi rikotettua suunniteltuun raekokoon lastausta varten. Louhintaräjähdyksaineet koostuvat tavallisesti kahden tai useamman komponentin muodostamista seoksista. Louhintaräjähdyksaineiden tyypilliset komponentit ovat happea antava komponentti eli hapetin ja palava polttoainekomponentti, lisäksi seoksessa voidaan käyttää räjähdysainekomponenttia. Lämmön ja räjähdyskaasujen lisäämiseksi seokseen voidaan lisätä myös alumiinia. Ammoniumnitraattia (kuvio 2) käytetään yleisimmin louhintaräjähdyksaineiden raaka-aineena, lisäksi myös natriumnitraattia ja kalsiumnitraattia käytetään louhintaräjähdyksaineissä. Porareikiin panostetut räjähdysaineet saadaan syttymään turvallisesti ja suunnitellussa järjestyksessä oikeanlaisten sytytysvälineiden avulla. Avolouhosten räjäytyksissä yleisimmin käytössä olevat sytytysvälineet ovat sähköräjäytysnallit, impulssiletkunallit ja elektroniset räjäytysnallit. (Halonen 2015, 183.)



Kuvio 2. Louhintaräjähdyksineena käytettävä Anfo (Forcit 2021)

3.6 Rikotus

Rikotukseksi kutsutaan pengerialouhinnan vaihetta, jossa räjäytyksessä mahdollisesti syntyviä ylisuuria kivenlohkareita hajotetaan pienempiin osiin, jotta niiden lastaaminen tai murskaaminen olisi helpompaa. Ylisuurten kivien rikotusta voidaan toteuttaa rikotusräjäytyksillä, jossa lohkareseen porataan reikiä ja ne panostetaan räjäytysaineella lohkareseen räjäyttämiseksi pienempiin kappaleisiin. Nykyään rikotusräjäytyksiä yleisempi keino rikottaa lohkareita on käyttää kaivinkoneeseen asennettua hydraulista iskuvasaraa (kuvio 3). Rikkokivien määrään räjäytyksissä voidaan vaikuttaa lisäämällä panostustiheyttä, jolloin räjäytyksessä syntyvien lohkaroiden koko pienenee. (Paalumäki 2015, 111.)



Kuvio 3. Hydraulisella iskuvasaralla varustettu kaivinkone (Päiviö 2015)

3.7 Lastaus ja kuljetus

Avolouhoksilla käytettävän lastaus- ja kuljetuskaluston koko määräytyy tuotannon mittakaavan mukaisesti, myös avolouhoksella vallitsevat olosuhteet on huomioitava käytettävän kaluston valinnassa. Avolouhoksilla lastauskoneina käytetään kuokkakaivinkoneita tai suuremman kokoluokan pyöräkuormaajia. Kuokkakaivinkoneen avulla lastauksessa saavutetaan parempi selektiivisyys, pyöräkuormaajan ollessa joustavampi äkillisten lastauskohteiden vaihtelussa. Suurilla avolouhoksilla käytetään usein myös suurikokoisia pistokaivinkoneita, joiden avulla pyritään pääsemään suurempiin tuotannollisiin tavoitteisiin kaivoksen tuotannossa. Suurten pistokaivinkoneiden (kuvio 4) käyttäminen vaatii myös tarpeeksi suuren kuljetuskaluston ja optimaalisen pengerkorkeuden, jotta lastausprosessi olisi mahdollisimman tehokasta. Käytettävän lastaus- ja kuljetuskaluston yksikkökokoon ja lukumäärään vaikuttaa ajomatkojen pituus, louhoksen syventyessä myös ajomatkat pitenevät, jolloin kaluston määrää joudutaan lisäämään, jotta vältetään lastauskoneiden tarpeettomilta odotusajoilta. (Paalumäki 2015, 112.)



Kuvio 4. Komatsu PC8000 pistokaivinkone (Komatsu 2023)

4 TYÖTURVALLISUUS JA TYÖSUOJELU KAIVOSTURVALLISUUDESSA

4.1 Työturvallisuus ja työsuojelu käsitteenä

Työturvallisuuden keskeinen tehtävä on määrittää, että työpaikan fyysiset, psyykkiset ja sosiaaliset työolot ovat hallitusti kunnossa. Työturvallisuutta tehostetaan työnantajan sekä työntekijöiden yhteistoiminnalla, jonka tarkoituksena on huolehtia ja havainnoida työpaikkaan liittyvistä terveys- ja turvallisuusasioista, tästä toiminnasta käytetään termiä työsuojelu. (Työturvallisuuskeskus 2019)

4.2 Työturvallisuus

Työpaikkojen työturvallisuus ja työsuojelu perustuu työturvallisuuslakiin. Työturvallisuuslain tehtävänä on parantaa työpaikan työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn ja hyvinvoinnin turvaamiseksi. Työturvallisuuslain tehtävänä on myös ennaltaehkäistä ja torjua mahdollisia työtapaturmia, ammattitauteja ja muita työstä tai työympäristöstä aiheutuvia haittoja, jotka voivat vaikuttaa työntekijöiden fyysiseen tai henkiseen terveyteen. (Työturvallisuuslaki 2002/738 1:1 §) Työturvallisuuslaki on tarkoitettu sovellettavaksi työsopimuksen perusteella tehtävään työhön sekä virkasuhteessa tai siihen verrattavassa julkisoikeudellisessa palvelusuhteessa tehtävään työhön. Työturvallisuuslakia ei sovelleta tavanomaisessa harrastustoiminnassa tai ammattiuurheilussa. (Työturvallisuuslaki 2002/738 § 1:2)

4.3 Työsuojelu

Toimivan työsuojelun perustana on, että sekä työnantaja ja työntekijä tuntevat vastuunsa ja velvoitteensa oman roolinsa perusteella työpaikalla. Työnantajan suurimpia velvollisuuksia on tarkkailla ja havainnoida tehtävää työtä, työympäristöä ja siinä tapahtuvia muutoksia. Mahdolliset riskit olisi pyrittävä tunnistamaan ennakoivasti ja toteuttamaan niiden korjaamiseksi vaadittavat toimenpiteet, jotta niistä ei aiheutuisi uhkaa turvallisuudelle ja terveydelle. Työnantajan tehtävänä on myös perehdyttää uudet työntekijät työpaikan työoloihin, työtehtäviin ja niissä käytettäviin menetelmiin sekä työturvallisuuteen liittyviin käytäntöihin ja ohjeisiin.

Työntekijän rooli toimivassa työsuojelussa on noudattaa työnantajan määrittämiä työturvallisuusohjeita ja määräyksiä työpaikalla. Työntekijän tehtävä on myös omalla toiminnallansa varmistaa, että tehtävät työt suoritetaan turvallisesti omasta sekä muiden työntekijöiden toimesta. Työntekijän velvollisuus on myös raportoida mahdollisista turvallisuuteen liittyvistä havainnoista eteenpäin työnantajalle tai työsuojeluvaltuutetulle. (Työsuojelu.fi 2022.)

4.4 Työsuojeluvaltuutettu

Työsuojeluvaltuutettu valitaan työpaikan työntekijöiden keskuudesta, kun työpaikalla työskentelee säännöllisesti vähintään kymmenen työntekijää. Työsuojeluvaltuutettu voidaan valita myös pienemmissä kuin alle 10 työntekijän työpaikoissa. Toimihenkilön asemassa työskentelevien työntekijöiden on myös mahdollista valita oma työsuojeluvaltuutettunsa. Työsuojeluvaltuutettu valitaan työpaikan sisäisillä vaaleilla, työsuojeluvaltuutetun lisäksi valitaan kaksi varavaltuutettua. Työsuojeluvaltuutetun toimikausi kestää kaksi vuotta, ellei toimikauden pituudesta ole erikseen sovittu ennen työsuojeluvaltuutetun valintaa. Työsuojeluvaltuutetun tehtäviin kuuluu työpaikan työterveyteen- ja turvallisuuteen liittyvien asioiden oma-aloitteinen tarkkailu ja mahdollisten puutteiden havainnointi ja raportointi. Työsuojeluvaltuutetun tehtävänä on myös osallistua työsuojelutarkastuksiin ja toimia työntekijöiden edustajana suhteessa työsuojeluviranomaisiin. (Työsuojelu.fi 2022.)

4.5 Turvallisuus kaivoksilla

Turvallisuus on kaivosten jokapäiväisessä toiminnassa vahvasti läsnä. Työskentely ympäristönä kaivos sisältää merkittäviä työturvallisuus- ja terveysriskejä malmin louhinnasta sen rikastusprosessiin ja lopputuotteeksi syntymiseen asti. Turvallisuudella on monta erilaista vaikutusalueita kaivoksilla, tärkeimpänä varmistaa ihmisten terveellinen ja turvallinen työskentely kaivoksilla. Kaivosten turvallisuuden avulla pyritään myös mahdollisimman häiriöttömään kaivostoimintaan ja onnettomuustilanteiden kokonaishallinnan jatkuvaan kehittämiseen. Haasteita kaivosturvallisuuden jatkuvaan kehittämiseen tuovat kaivoksen jatkuvasti muuttuvat olosuhteet, sillä louhokset muuttuvat jatkuvasti kasvaessaan laajemmiksi

kaivostoiminnan edetessä, tämä tarkoittaa yleensä myös sitä, että kaivoksen tuotantomääriä halutaan kasvattaa suunnitellulla tavalla louhoksen laajentuessa, mikä lisää kaluston ja työntekijöiden määrää kaivoksella. Kaivosten jatkuvasti muuttuvien olosuhteiden turvallisuuden kehittämisen tärkeimmät periaatteet ovat päivittäisen kaivostoiminnan turvallinen suorittaminen ja riskienarviointi. Kaivoksilla havaittujen riskien hallitsemiseksi suoritettavat toimenpiteet on mitoitettava realistisesti sekä toimintaan soveltuvaksi. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 8.)

On yleistä, että kaivoksissa työskentelee myös kaivosyhtiön oman henkilöstön lisäksi ulkopuolisia työryhmiä erinäisissä työtehtävissä, näitä voivat olla esimerkiksi kaivoksen toimintaan tai kalustoon liittyvät kunnossapidolliset työt, pienemmät louhintaurakat, räjäytystyöt, ympäristörakenteet tai kaivosinfraan liittyvät rakennustyöt. Kaivoksella työskentelevien urakoitsijoiden määrä voi olla jopa kaksinkertainen verrattuna toiminnanharjoittajan omaan henkilöstön määrään. Toiminnanharjoittajan ja urakoitsijoiden velvoitteet yhteisellä työmaalla määritellään työturvallisuus- ja tilaajavastuulaissa. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 13.)

4.6 Kaivosturvallisuuslupa

Kaivoslaissa määrätään, että kaivostoiminnan harjoittaja on velvollinen huolehtimaan kaivoksen turvallisuudesta. Kaivoksen rakenteellisen ja teknisen turvallisuuden lisäksi toiminnanharjoittajan on huolehdittava kaivoksessa tapahtuvien vaaratilanteiden ja onnettomuuksien ehkäisemisestä ja pyrittävä rajoittamaan niistä aiheutuvia haitallisia seurauksia niin kaivoksella työskentelevälle henkilöstölle, ympäristölle kuin varsinaiselle kaivostoiminnalle. (Kaivoslaki 2011/621 § 11:112) Kaivosluvan lisäksi kaivoksen rakentamiseen ja tuotannollisen toiminnan käynnistämiseen tarvitaan Tukesilta haettava kaivosturvallisuuslupa. Vuonna 2011 voimaan tulleen kaivoslain uudistuksen myötä aikaisempi kaivosten yleissuunnitelma korvattiin kaivosturvallisuusluvalla. Kaivosturvallisuuslupahakemuksessa on esitettävä jo aikaisemmin käytetyn yleissuunnitelman lisäksi muun muassa kaivoksen rakentamisen suunniteltu aikataulu, kaivostoiminnan riskien arviointi, toimintaperiaateasiakirja sekä kaivoksen sisäinen pelastussuunnitelma. Uusien kaivosten kaivosturvallisuuslupahakemuksista Tukes pyytää lausunnot työsuojelu- ja pelastusviranomaisilta, Säteilyturvakeskukselta sekä lupahakemuksen mukaisesti katsomiltaan tarpeellisilta tahoilta. Uuden kaivoksen tekemästä

kaivosturvallisuuslupahakemuksesta tiedotetaan vähintään 30 päivän ajan Tukesin ja asianomaisen kunnan ilmoitustauluilla. Kaivosturvallisuusluvan hyväksymisen jälkeen Tukes suorittaa käyttöönottotarkastuksen ennen varsinaisen kaivostoiminnan alkamista. Käyttöönottotarkastuksen lisäksi toiminnassa oleville kaivoksille järjestetään turvallisuustarkastuksia säännöllisin ajoin, yleisesti kerran vuodessa. Ennen tarkastusta kaivosviranomaisen on toimitettava kaivoksen tarkastusohjelma kaivostoiminnan harjoittajalle. Kaivostarkastuksissa osallisena ovat myös Tukesin lisäksi yleensä työsuojelu- ja pelastusviranomaiset. Tarkastuksien pohjalta laaditut tarkastuskertomukset toimitetaan toiminnanharjoittajalle ja työsuojelu- ja pelastusviranomaisille. (Kaivosturvallisuussäädökset, 4,9.)

4.7 Kaivosturvallisuuden vastuhenkilö

Kaivostoiminnan harjoittajan tulee nimetä kaivokselle kaivosturvallisuuden vastuhenkilö. Vastuhenkilön voi nimetä vain toiminnanharjoittajan palveluksessa kyseisellä kaivoksella työskentelevistä henkilöistä. Edellytyksenä on myös, että vastuhenkilöllä on kokemusta kaivostekniikasta, kaivosturvallisuuden säännöksistä sekä tuntemusta toimipaikkansa kaivosturvallisuuden käytännöistä. Vastuhenkilön tehtäviin kuuluu varmistaa, että kaivoksella noudatetaan kaivosturvallisuutta, turvallisuussäännöksiä, lupamääräyksiä ja kaivosturvallisuuden edellyttämiä toimenpiteitä ja periaatteita. Jotta nimetty henkilö voi toimia kaivosturvallisuuden vastuhenkilön tehtävissä, on hänen suoritettava hyväksytysti kaivosviranomaisen järjestämä koe. Hyväksytystä suorituksesta henkilö saa kaivosviranomaiselta todistuksen, joka osoittaa pätevyyden toimia kaivosturvallisuuden vastuhenkilönä. (Kaivoslaki 2011/621 § 11:118.)

5 AVOLOUHOSTEN TYÖTURVALLISUUS- JA TERVEYSRISKITEKIJÄT

5.1 Suurimmat riskitekijät yleisesti

Avolouhosten vapaampi ympäristö, raskas kalusto sekä suuret liikennemäärät tekevät liikenneonnettomuuksista jokapäiväisen riskitekijän kaivosten toiminnassa, toinen louhintakaluston aiheuttama huomattava riskitekijä avolouhoksilla ovat tulipalot. Avolouhosten vapaampi ympäristö aiheuttaa myös lisää riskitekijöitä ja varotoimia iskuvasaroinnissa ja avolouhosten räjäytyksissä kivien sinkoutumisen riskin takia. Avolouhoksen seinämiä ei lujiteta maanalaisen kaivoksen tavoin, joten putoavien kivien ja sortumien vaara on jatkuva ja seinämien läheisyydessä liikkuminen vaatii jatkuvaa tarkkailua, louhoksen seinämissä voi lisäksi esiintyä erilaisia rakenteellisia muutoksia kuten rakoilua ja lustapintoja. Putoamisriskin vaara on tyypillisesti koko avolouhosalueen lisäksi lastauspenkereillä sekä läjitysalueilla. Sään ja vuodenaikojen vaihtelulla on suuria vaikutuksia avolouhoksiin, vuodenaikojen vaihtuminen aiheuttaa louhoksen seinämissä rapautumista, mikä lisää kivien ja sortumien putoamisriskiä, rapautumisen aiheuttama riski on korkeimmillaan keväällä, kun louhoksen seinämiin kertynyt jää alkaa sulamaan. Sään ja vuodenaikojen vaihtelut vaikuttavat myös avolouhoksen tiestön kuntoon, talvella tiet ovat liukkaita ja keväällä sulamisen aikaan teiden rakenteellinen kunto voi kärsiä suuren kaluston ja sulamisvesien yhteisvaikutuksesta. Talven aiheuttamasta liukkaudesta syntyy myös avolouhosten suurin tapaturmariski; liukastumiset ja kompastumiset työskentelyalueella. Räjäytyksissä sinkoutuvien kivien lisäksi avolouhoksilla tapahtuva säännöllinen räjäytystoiminta lisää räjähdysonnettomuuksien riskiä, suurimpiin riskeihin kuuluvat seuraavaa räjäytystä varten valmiiksi kytketyt räjäytyskentät sekä räjäytettyihin louhekasoihin jääneet räjähtämättömät panokset. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 43,44.)

5.2 Henkilöstöön kohdistuvat riskit

Avolouhoksella työskentelevään henkilöstöön kohdistuu paljon erilaisia riskitekijöitä. Suurimpia riskitekijöitä avolouhoksella ovat työympäristön fysikaaliset tekijät. Fysikaaliset tekijät aiheuttavat lievemmillään epämukavuuden tai viihtymättömyyden tunnetta työskennellessä, mutta pahimmillaan ne voivat aiheuttaa erilai-

sia ammattitauteja, jotka yleensä kehittyvät hitaasti ja salakavalasti jopa vuosikymmenien oireettoman altistumisen aikana. Kaivosten avolouhosympäristössä merkittävimmät fysikaaliset tekijät ovat tärinä, melu ja lämpötila. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 86.)

Työskentelyn takia aiheutuvaa tärinää kohdistuu yleensä koko kehoon tai yksittäiseen kehonosaan. Yleisin kehonosa mihin tärinää kohdistuu ovat kädet. Työkoneiden istuimista, tai tärisevillä alustoilla työskentelystä voi välittyä tärinää koko kehon alueelle. Käsille aiheutuvalle tärinälle altistuminen pitkäaikaisesti voi aiheuttaa valkosormisuutta sekä rannekanavan- ja tukielinten oireita. Koko keholle aiheutuvan tärinän yleisimmät terveysvaikutukset kohdistuvat koko selän alueelle, sekä ne voivat aiheuttaa vatsaoireita ja väsymystä. Tyypillisiä tärinänaiheuttajia avolouhoksilla ovat pyöräkuormaajat ja erilaiset puskukoneet, myös lastauskoneiden ja louheenkuljetusautojen kuljettajien on todettu altistuvan kohtalaisesti tärinälle. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 88,89.)

Melun pääasiallisia lähteitä avolouhoksilla ovat lastauksen ja kuljetuksen prosessin erivaiheet ja siihen käytettävä kalusto, poravaunut ja porauksen aiheuttama melu sekä kiven murskauksesta tai rikotuksesta aiheutuva melu. Melulla tarkoitetaan haitallista tai häiritsevää ääntä. Melusta aiheutuva äänitaso ilmoitetaan desibeleissä. Melutason ollessa 85 db(A) tai korkeampi, nousee parantumattoman kuulovaurion syntymisen riski merkittävästi, jos päivittäinen altistusaika on 8 tuntia 20–30 vuoden ajan. Kuulovaurion syntymisen aiheuttava altistusaika lyhenee melutason kasvaessa korkeammaksi. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 87.)

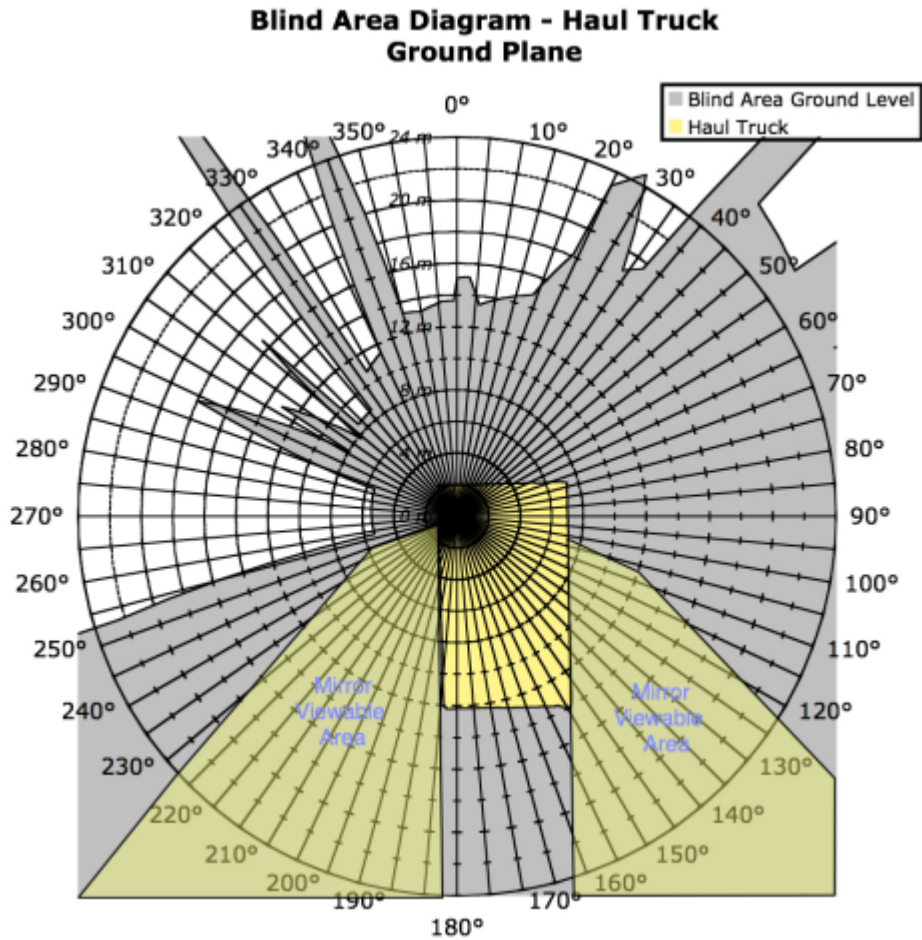
Avolouhoksilla työskentelee henkilöstöä työkoneissa sekä myös erilaisissa ulkotyötehtävissä, näistä yleisimpiä ovat panostajat, mittaat, vedenpoistossa ja kaluston kunnossapidossa työskentelevät henkilöt. Avolouhoksilla työskentely on ulkotyötä, joten lämpöolot ovat vaihtelevat. Lämpöolojen vaihtuvuuteen ja ääripäihin vaikuttaa kaivoksen sijainti maapallolla. Kylmyyden aiheuttamia tyypillisiä oireita voivat olla raajojen tai kasvojen paleltuminen, kun taas liiallinen kuumuus aiheuttaa kehossa lämmönluovutus reaktion, mikä ilmenee tyypillisemmin hikoina ja voi johtaa nestehukkaan tai lämpöhalvaukseen. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 92.)

Fysikaalisten tekijöiden lisäksi henkilöstöön kohdistuu fyysistä ja henkistä kuormitusta. Fyysinen ja henkinen kuormitus ja sen käsitteleminen ovat pitkälti yksilöllistä, joten kuormituksilla on erilaisia vaikutuksia jokaiseen meistä. Tyypillisiä kuormituksen aiheuttajia ovat pitkät työajat- ja vuorotyö sekä kaivoksien korkeat onnettomuusriskit. Pitkiin työaikoihin voi myös liittyä työn liiallisen samankaltaisuuden riski. Tuotannollisissa tavoitteissa pysyminen tahdittaa perinteisesti kaivoksilla työskentelyä ja tuotannolliset paineet voivat kuormittaa pahimmillaan jopa kokonaisia työvuoroja yhtenäisesti. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 96,108)

5.3 Raskaan kaluston- ja avolouhoksen liikenteen aiheuttamat riskit

Avolouhoksilla käytettävä raskaskalusto on tyypillisesti kokoluokaltaan huomattavasti suurempaa, kuin mitä tavallisilla rakennustyömailla käytetään. Avolouhosten avoin rakenne mahdollistaa suuremman kaluston käyttämisen, jonka avulla pystytään tekemään suurempaa tulosta kaivoksen tuotannossa. Suurten avolouhosten louheenkuljetusautot kykenevät kuljettamaan n. 200–300 tonnin louhekuormia kerralla. Louheenkuljetusautojen suuri koko ja lukumäärä onkin suurin riskitekijä avolouhoksen päivittäisessä liikenteessä joka hetki, koska avolouhoksilla liikkuu myös paljon pienempää kaivoskalustoa erilaisissa tehtävissä, sekä avolouhoksen henkilöautoliikenne voi olla varsinkin päiväsaikaan erittäin vilkasta.

Suuren työkoneen havaitseminen pienestä henkilöautosta on helppoa, mutta huomattavasti pienemmän henkilöauton havaitseminen työkoneen ohjaamosta voi olla erittäin haasteellista ilman tarvittavia apuvälineitä, sillä koneiden suuren koon vuoksi ne voivat sisältää paljon kuolleita kulmia ja näkyvyys ohjaamosta lähelle koneen eteen tai sivuille on tavallisesti olematon ohjaamon sijainnin vuoksi (kuvio 5). Lisäksi louheenkuljetusautojen lavoilta kuljetustilanteissa tippuvat kivet voivat aiheuttaa törmäysriskin muun liikenteen kanssa. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 47.)



Kuvio 5. Havainnekuva kiviauton kuljettajan sokeista alueista (Steele 2006)

Avolouhosten liikenteessä liikkuu tyypillisesti myös polttoaineen jakeluautoja ja räjähteitä tai niiden puolivalmisteita kuljettavia ajoneuvoja. Osa louhintakalustosta käyttää pääasiallisesti tela-alustaa liikkumisessa, joka on huomattavasti liikkumisnopeudeltaan hitaampi kuin pyöräalustainen työkone, mikä voi aiheuttaa hidasteita liikenteessä siirtymien aikana. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 47)

Avolouhoksen rakenteeseen ja liikenteen yhteisvaikutukseen liittyy myös riskejä, suurimpina voidaan pitää putoamisriskiä ja louhoksen jatkuvasti muuttuvaa ympäristöä. Jatkuvasti muuttuva ympäristö aiheuttaa sen, että liikenne kulkee sieltä missä louhoksella sillä hetkellä reitti on avoin liikenteen läpikululle. Putoamisriskin ja työskentelyalueiden eristämisen vuoksi louhokselle joudutaan jatkuvasti rakentamaan erilaisia suojavaalleja, jotka rajaavat kevyen kaluston näkyvyyttä liikenteessä. Jatkuvasti muuttuvat liikennejärjestelyt voivat lisätä myös kuljettajien henkistä kuormitusta. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 47)

5.4 Avolouhosten rakenteeseen liittyvät riskit

Suurimmat avolouhokset ovat rakenteeltaan tyypillisesti satoja metriä syviä ja jyrkkä seinämäisiä. Toisin kuin maanalaisessa louhinnassa, avolouhosten seinämiä ei yleensä lujiteta ollenkaan. Louhoksen seinämistä irtoilevien kivien tai suurempien sortumien riski on seinämien läheisyydessä työskenneltäessä otettava jatkuvasti huomioon. Avolouhoksen geologia voi myös olla vaihtelevaa eriosissa louhosta, jolloin kiven laadussa voi esiintyä heikompia vyöhykkeitä sekä erilaiset kiila ja lustapinnat voivat aiheuttaa suurempien sortumien riskin avolouhosten rakenteissa. Vuodenaikojen vaihtelulla on suuri vaikutus avolouhosten rakenteissa tapahtuviin muutoksiin. Kylmän ilmaston alueelle perustettujen avolouhosten rakenteet joutuvat kestäämään veden jäätymistä ja sulamista sen rakenteissa, tästä johtuen louhosten seinämien sortumariski on suurin keväisin, kun seinämien rakoihin ja koloihin jäänyt vesi alkaa sulamaan ilman lämpötilan noustessa aiheuttaen kallion rapautumista. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 125.)

5.5 Räjähteisiiin ja räjäytyksiin liittyvät riskit

Kaivosten louhinnassa käytetään tyypillisesti louhintaräjähteitä. Louhintaräjähteiden lisäksi erilaisia räjähteitä voidaan luokitella myös sotilasräjähteiksi. Louhintaräjähteitä käytetään kaivosten lisäksi kalliotilojen louhinnoissa, maanrakennuspohjatöissä sekä kantojen ja kivien raivaustöissä. Louhintatyössä käytettäviin räjähteisiin kuuluvat varsinaiset räjähdysaineet ja niiden sytytysvälineet. Suomessa käytettäviä louhintaräjähdyksaineita ovat erilaiset dynamiitit, ammoniumnitraattiräjähdyksaineet, emulsioräjähdyksaineet ja valetut räjähteet. Emulsioräjähdyksaineet sekä ammoniumnitraatista ja polttoöljystä valmistettava Anfo tunnetaan ns. bulkkiräjähdyksaineina. Bulkkiräjähdyksaineiden käyttö on louhintaräjähdyksaineista suurinta, mutta bulkkiräjähdyksaineiden käyttö on rajattu vain asumattomien alueiden louhinnalle, sillä rikkoutuneeseen kallioon voi syntyä ylipanostusta käytettäessä bulkkiräjähdyksaineita. Asuttujen alueiden avolouhinnoissa on käytettävä patruonoituja räjähdysaineita ylipanostuksen riskin välttämiseksi, patruonoituja räjähdysaineita käytetään yleensä myös isommissa avolouhoksissa rakolinjojen rä-

jäytyksien tarkkuuden parantamiseksi. Louhintaräjähdyksineiden sytytysvälineinä käytetään räjäytysnalleja, räjähtävää tulilankaa ja aikatulilankaa. (Pinomäki, Vuento 2023, 8.)

Räjähteitä käytettäessä ja käsiteltäessä on huomioitava aina mahdollinen onnettomuuden riski. Räjähteitä koskevat tarkat säädökset niiden valmistusprosessista lopulliseen käyttöön asti. Tarkemmin räjähdysaineiden käytöstä louhintatyön turvallisuudessa määritellään valtioneuvoston asetuksessa 16.6.2011/644. (Pinomäki, Vuento 2023, 8.)

Avolouhosten louhintaräjähdyksissä yleisimpiä riskejä ovat räjäytyksien voimasta ilmaan sinkoilevat kivet tai mahdolliset louhepenkereeseen ja sen alapuoleiselle tasolle jäävät räjähtämättömät panokset. Räjäytyksissä syntyvä häikä ja räjähdyskaasut ovat terveydelle erittäin haitallisia, siksi on tärkeää käyttää aina häikä- tai monikaasumittaria mentäessä tarkastamaan räjäytyksien lopputuloksia. Avolouhosten ilman vaihtuvuus on yleensä hyvä, minkä ansioista louhos tuulettuu nopeasti, mutta joskus räjäytetty kenttä voi sijaita alueella missä ilman vaihtuvuus voi olla hitaampaa. Isoilla avolouhoksilla räjäytetään yleensä useampia kenttiä kerralla, tämän takia louhoksessa voi olla valmiiksi panostettuja ja kytkettyjä kenttiä odottamassa räjäytystä. Ukkonen aiheuttaa tässä tilanteessa erittäin suuren riskin, sillä kentän läheisyyteen iskenyt salama voi sytyttää ja räjäyttää valmiiksi kytketyn kentän. Ukkosen saapuessa avolouhokselle on suoritettava koko avolouhoksella sillä hetkellä työskentelevän henkilöstön evakuointi turvaetäisyydelle, jos on epäilystä, että avolouhoksella on kytkettyjä räjäytyskenttiä. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 50.)

5.6 Kaivospölyt ja pölyämisen riskit

Kaivostoiminnan tuotantoketjun eri vaiheissa ilmaan välittyvät erilaiset epäorgaaniset hengittävät pölyt ovat merkittävimpiä altisteita terveydelle kaivosympäristössä. Avolouhoksilla pölyämistä syntyy runsaasti pelkästään louhinnan eri työvaiheiden takia, mutta myös avolouhoksen liikenne nostattaa pölyjä ilmaan. Ilmaan noussut pöly voi kulkeutua tuulen mukana muualle kaivosalueelle tai jopa kaivosalueen ulkopuolelle. Kaivostoiminnasta syntyvän pölyn mineraalikoostumus on tärkeä tietää louhittavan malmin tai sivukiven perusteella, jotta voidaan

varautua pölyn mahdollisiin terveysvaikutuksiin ja järjestää tarpeelliset resurssit työntekijöiden altistumisen vähentämiseksi ja terveyden seuraamiseksi. Epäorgaaniselle pölylle altistuminen ärsyttää hengityselimiä ja kaivospöly sisältää usein myös vakavia terveyshaittoja aiheuttavia mineraaleja kuten asbestia, kvartsia ja erilaisia metalleja. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 78.)

Asbesteihin kuuluvia kuitumaisia silikaatteja ovat aktinoliitti, amosiitti, antofylliitti (kuvio 6), krysotiili, krokikodoliitti, tremoliitti, erioniitti. Asbesteja, joiden pituuden suhde paksuuteen on vähintään 3:1 kutsutaan asbestikuiduiksi. Hengitettynä asbestikuidut aiheuttavat erilaisten keuhkosairauksien sekä syövän vaaran ja ne ilmenevät keskimääräisesti vasta 20 vuotta altistumisen jälkeen, mutta voimakkaampi altistuminen nopeuttaa sairauksien ilmenemistä. Suomen kallioperässä esiintyy yleisesti laajoja kuitumineraaleja sisältäviä kivilajeja ja geologisia muodostumia. Asbestia maa- ja kallioperässä esiintyy vaihtelevan paksuisina kuituina, asbestiesiintymäksi kutsutaan aluetta, jonka asbestipitoisuus on poikkeuksellisen suuri. (Asbestiriskien hallintaohjeet kaivoksille 2016, 6.)

Asbestiesiintymät ovat kaivostoiminnassa merkittäviä terveysriskejä. Kuitumainen asbesti on erittäin pölyävää ja pienet kuidut pysyvät ilmassa pitkiäkin aikoja. Asbestikuitujen käsittely pienissäkin määrissä voi nostaa nopeasti asbestiarvot yli sitovan raja-arvon. (Asbestiriskien hallintaohjeet kaivoksille 2016, 8.)



Kuvio 6. Massakuituina esiintyvä antofylliitti (Työterveyslaitos 2016)

Kvartsi eli kiteinen piioksidi on maankuoressa yleisesti esiintyvä mineraali. Erilaisissa kivilajeissa kvartsia (kuvio 7) esiintyy sivumineraalina. Hienojakoiseksi pölyksi muuttunut kvartsi voi aiheuttaa vakavia terveyshaittoja. Kvartsipölylle altistuminen ärsyttää hengityselimiä ja pitempiaikainen altistuminen voi kerryttää

kvartsipölyä keuhkoihin, minkä seurauksena altistuneelle voi kehittyä silikoosi eli kiviöpölykeuhkosairaus mikä voi johtaa keuhkosyöpään. Silikoosin puhkeamisaika on tyypillisesti 10–20 vuotta riippuen kuinka voimakasta altistuminen on. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 79.)



Kuvio 7. Kvartsikivi (Geologia.fi 2023)

Asbestikuitujen ja kvartsin lisäksi metallimalmipölylle altistumisella on terveydellisiä haittoja. Metallimalmipölystä voi liueta elimistöön keuhkojen kautta terveydelle haitallisia metalleja. Metallimalmikaivoksilla metallimalmipölylle ja sen epäorgaanisille yhdisteille altistuminen on otettava huomioon myös kunnossapito- ja korjaustöiden yhteydessä ja tämä tulee huomioida erityisesti kaluston huoltoon liittyvissä pesutoimenpiteissä. Tyypillisiä metallimalmikaivoksilla louhittavia metalleja ja niiden epäorgaanisia yhdisteitä ovat arseeni (As), nikkeli (Ni), koboltti (Co), kromi (Cr (III)) ja (Cr (VI)) ja kupari (Cu). (Kaivosturvallisuusopas 2019, 79.)

Metalleilla on erilaisia terveysvaikutuksia ihmisen terveyteen. Metalleille altistuminen tapahtuu hengittämällä, nielemällä tai ihokosketuksen kautta. Allergisia oireita aiheuttavat koboltti-, Kromi (VI)- ja erilaiset nikkeliyhdisteet, tyypilliset allergiset oireet ilmenevät ihon ja hengitysteiden herkkytenä altistumisen aikana tai

sen jälkeen. Arseenin- ja Kromin (VI)- yhdisteille altistuminen on vaarallista sikiölle ja raskaana oleville ihmisille. Syöpävaarallisia metalleja ja niiden yhdisteitä ovat arseeni-, koboltti-, kromi (VI)- yhdisteet ja nikkeli (kuvio 8). (Kaivosturvallisuusopas 2019, 79.)



Kuvio 8. Nikkelipitoista malmia (Ilvonen 2013)

5.7 Vuodenaikojen- ja sään aiheuttamat riskit

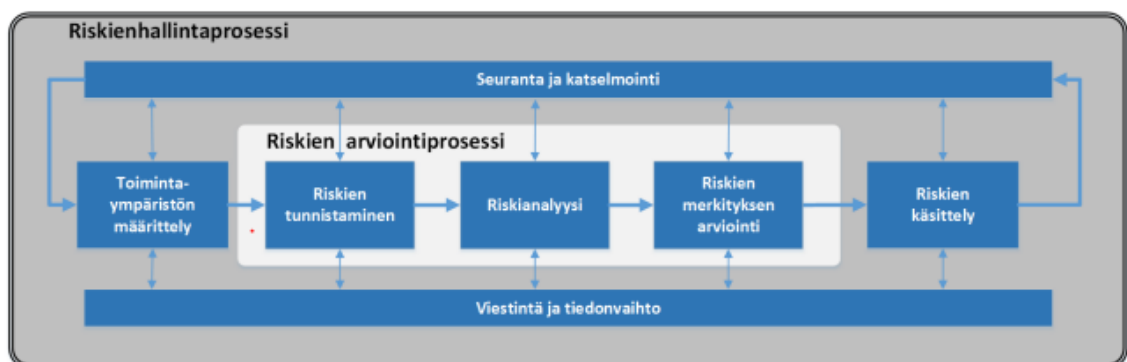
Avolouhosten toiminta on jatkuvassa vuorovaikutuksessa vuodenaikojen- ja sään vaihtelun kanssa. Maapallolla vaikuttaa erilaisia ilmastovyöhykkeitä ja niillä toimivien avolouhosten on sopeutettava toimintansa niiden mukaisesti. Suomessa ilmasto on talvisin kylmä ja valoisan aika päivässä voi rajoittua muutamiin tunteihin. Talven aiheuttama merkittävin riski on liukkaus. Jäätäneet tiet voivat aiheuttaa onnettomuuksia avolouhoksen liikenteessä ja henkilötapaturmien riski nousee huomattavasti myös liukastumisvaaran takia. Kovat pakkaset voivat myös jäädyttää avolouhoksen vedenpoistolinjat tai aiheuttaa ylimääräisiä kalustovahinkoja. Talviset olosuhteet vaikuttavat myös avolouhoksen pölyämiseen, koska talvella pölyntorjuntaa on mahdotonta toteuttaa veden avulla ja kovien pakkasten aikana sakea kaivospölypilvi voi seisoa paikoillaan avolouhosalueella vaikuttaen näkyvyyteen ja ilmanlaatuun. Keväällä jää ja lumi alkavat sulamaan, jolloin louhoksen seinämistä voi irrota kiviä tai isompia sortumia rapautumisen vaikutuksesta, myös avolouhosten tiestön rakenne on kovan rasituksen kohteena sulamisvesien ja raskaankaluston yhteirasituksen vuoksi ja tästä voi aiheutua niin

sanottua kelirikkoa tiestön kunnossa. Suomessa kesät ovat lyhyitä ja valoisia, kesä sisältää yleensä hellejaksoja, jotka voivat altistaa louhoksen henkilöstöä kuumuudelle, millä voi olla esimerkiksi tapaturmariskiä kohottava vaikutus. Kesällä myös pölyäminen voi olla voimakasta koko kaivosalueella, varsinkin sateettomien jaksojen aikana. Syksyt Suomessa ovat runsas sateisia ja pimeitä, suurilla sademäärillä on vaikutusta avolouhoksen tiestön kuntoon, mistä voi aiheutua ylimääräisten resurssien tarve avolouhoksen kunnossapidossa, kuten lisääntynyt murskeen ja kunnossapitokaluston tarve.

6 AVOLOUHOSTEN TYÖTURVALLISUUS- JA TERVEYSRISKIEN HALLINTA

6.1 Turvallisuusmääräysten soveltaminen kaivostoiminnassa

Riskienarviointi ja hallinta on yleinen kaivoksilla käytettävä tehokas turvallisuuden hallintamenetelmä, joka perustuu yhdessä tehtävään riskien havainnointiin ja tunnistamiseen työtehtäväkohtaisesti. Riskienarviointiprosessin (kuvio 9) tehtävänä on tunnistaa mahdolliset työtehtävän aikana ilmenevät vaarat ja arvioida niiden suuruutta, todennäköisyyttä ja seurausten vakavuutta. Kaivoksilla riskienarviointi toteutetaan tyypillisesti erilaisten onnettomuus- ja vaaratilanteiden arvioinnin pohjalta perustuvilla tarkastuslistoilla. Tarkastuslistojen sisältö käsittelee onnettomuus- ja vaaratilanteiden arviointia erilaisista turvallisuusnäkökulmista, joita ovat esimerkiksi työturvallisuusriskit, onnettomuusvaarat, ympäristölle aiheutuvat riskit ja kemikaaleihin liittyvä turvallisuus. Riskienarvioinnin pohjalta on laadittava työsuojelusuunnitelma, jossa nimetään tehtävälle työlle vastuhenkilö ja kuvataan tarvittavat toimenpiteet mahdollisten riskien hallitsemiseksi. Kaivoksilla riskienarviointi on päivitettävä vähintään kahden vuoden välein, tai tilanteessa, jossa työprosesseissa tapahtuu muutoksia, joista ilmenee uusia tunnistamattomia riskejä. Riskienarviointia hyödynnetään myös työntekijöiden perehdyttämisessä uusiin työtehtäviin. (Kaivosturvallisuuden neuvottelukunta 2015, 418.)



Kuvio 9. Mallinnus riskienhallinta- ja arviointiprosessista (Kangas 2017)

Kaivosturvallisuutta pyritään kehittämään jatkuvasti, minkä kannalta on tärkeää, että läheltä piti- ja onnettomuustilanteista pyritään saamaan mahdollisimman paljon tietoa analysoitavaksi, jotta tulevaisuudessa samanlaisilta vahingoilta voitaisiin välttyä. Läheltä piti- ja onnettomuustilanteiden analyysi suoritetaan mukana

olleiden työntekijöiden, esimiehen ja työsuojelupäällikön toimesta. Vaaratilanteen analysoinnissa on tärkeää tunnistaa työntekijän toiminta ja vaaratilanteeseen vaikuttavat ulkoiset tekijät. Analysoinnin pohjalta pyritään kehittämään turvallisuuskäytäntöjä, jotta vaaratilanne ei tulevaisuudessa tapahtuisi uudelleen. Onnettomuustilanteessa olisi pyrittävä löytämään aina tilanteen aiheuttanut juurisyy, jonka pohjalta pystytään muuttamaan tai luomaan uudenlaisia turvallisuuskäytäntöjä vaaratilanteiden välttämiseksi. (Kaivosturvallisuuden neuvottelukunta 2015, 419.)

Kaivos- ja pelastuslaki edellyttävät, että jokaisen kaivoksen on laadittava oma sisäinen pelastussuunnitelma. Pelastussuunnitelmaan sisältyy kooste kaivoksen omatoimisesta varautumisesta, keinoista ja resursseista onnettomuustilanteiden ennaltaehkäisyyn ja toimintaan onnettomuustilanteissa. Pelastussuunnitelman sisältämät toimenpiteet määritellään kaivoksen onnettomuusriskienarvioinnin pohjalta. Pelastussuunnitelman on katettava koko kaivoksen toiminta-alue sisältäen henkilöstöt ja kaivosalueen tilat ja niihin liittyvät onnettomuusriskit. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 127.)

Pelastussuunnitelman tulee sisältää kaivoksen eri toimijoiden vastuut ja velvoitteet, yleiset riskienhallintatoimenpiteet sekä tarpeelliset yksityiskohtaisemmat riskienhallintatoimenpiteet onnettomuustilanteen mukaisesti. Suunnitelman on myös sisällettävä ohjeistus onnettomuustilanteissa toimimista varten ja pelastustoimen edellyttämät kohdetiedot. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 127) Pelastussuunnitelman sisältö on perehdytettävä jokaiselle kaivoksella vakinaisesti työskentelevälle henkilölle, lisäksi on myös opastettava sammutuslaitteiden oikeaoppinen käyttäminen, varakulkuyhteyksien sijainti, suoja- ja kokoontumispaikat, hälytyksen tekeminen onnettomuustilanteessa sekä oikeaoppinen toiminta vaaratilanteissa. Tilapäisesti kaivoksella työskenteleville henkilöille on myös järjestettävä tarpeellisen laaja perehdytys pelastussuunnitelmasta ennen työtehtävien aloittamista kaivoksella. (Kaivosturvallisuuden neuvottelukunta 2015, 420.)

6.2 Henkilöstön työturvallisuuden- ja terveyden hallinta

Perehdyttämisen ja työhönopastuksen tarkoituksena on opastaa uusi tai työtehtäviään vaihtava työntekijä uusiin työtehtäviinsä ja työympäristöön. Uusille työntekijöille perehdytyksen tarkoituksena on myös tehdä tutuksi yrityksen toimintatavat ja menetelmät, joiden pohjalta rakentuvat odotukset työntekijän omalle toiminnalle työpaikalla. Uudessa työpaikassa aloittavat työntekijät ovat ensimmäisinä viikkoinaan erityisen riskialttiita erilaisille työtapaturmille. Tapaturmariskiä pyritään alentamaan järjestämällä tarpeeksi kattavat turvallisuuskoulutukset, joissa perehdytään yleisiin sekä työpaikalla laadittuihin turvallisuussäädöksiin, tämän toiminnan tarkoituksena on perehdyttää uusi työntekijä työpaikan turvallisuussäädöksiin ja kehittää uuden työntekijän riskienarviointikykyä omaan työtehtävään liittyen. Työhön ja työympäristöön tutustumisen lisäksi perehdyttämiseen kuuluu työkavereiden ja työvuoron yhteiseen toimintaan tutustuminen ja koko kaivosyhtiön toiminnassa vallitsevien menettelytapojen omaksuminen. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 29.)

Avolouhostoiminnassa raskasta kalustoa käyttävän uuden tai mahdollisesti työtehtäviään vaihtavan työntekijän on suoritettava simulaattoriharjoittelua ja osoitettava sen avulla tarpeelliset ja turvalliset perusteet, jotta varsinainen harjoittelu avolouhosympäristössä on mahdollista aloittaa. Työntekijöiden kouluttamisesta vastaa yleensä kaivosyhtiöllä työskentelevät kouluttajat, joiden tehtävänä on valvoa työntekijöiden oppimisprosessia ja nimetä työhönopastajat uusille työntekijöille, joiden valvonnan alaisena uudet työntekijät harjoittelevat työtehtäviään. Työhönopastajan tehtävänä on myös arvioida uuden työntekijän kehittymistä ja tarvittavan kokemuksen saatuaan, työntekijä voi osoittaa pätevyytensä yksin työskentelyyn kouluttajalle, suorittamalla työkoneen käyttölisenssiin vaadittavan arviointikokeen.

Jos työskentelystä aiheutuvaa tapaturman vaaraa tai terveydellistä haittaa ei voida poistaa työn organisoinnilla, teknisillä tai työolosuhteisiin kohdistuvilla toimenpiteillä, on työnantajan hankittava tarpeelliset henkilökohtaiset suojavälineet työntekijöilleen. Tavanomaisia avolouhoksilla käytettäviä henkilökohtaisia suojavarusteita ovat asianmukaiset, tehtävään työhön soveltuvat huomiovärein ja hei-

jastimin varustetut suojavaatteet, varpaiden ja jalkapohjien suojavaatteilla varustetut turvajalkineet, asianmukaisesti hyväksytty kypärä, suojalasit tai kypärään kuuluvat silmiensuojaimet, asianmukaiset kuulonsuojaimet, henkilökohtainen valaisin, kuvallinen henkilökortti, radiopuhelin ja riskienarvioinnin perusteella käytettävät lisäsuojaimet kuten hengityksensuojain tai häkä- ja monikaasumittari. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 40.) Työntekijä on velvollinen käyttämään suojavaelineitä tekemänsä työn turvallisuus- ja terveysturvallisuuden mukaisesti ja työntekijän on valvottava niiden käyttöä, lisäksi työntekijän on ilmoitettava välittömästi suojavaelineissä ilmenneistä puutteista työnantajalleen, jotta mahdolliset puutteet voidaan korjata välittömästi. Henkilökohtaisia työsuojaimia on myös huollettava säännöllisesti niiden kunnon ylläpitämiseksi. (Kaivosturvallisuuden neuvottelukunta 2015, 421.)

6.3 Raskaankaluston ja avolouhoksen liikenteen turvallisuuden hallinta

Avolouhokselle rakennettavien teiden ja ramppien on oltava riittävän leveitä käytettävää kalustoa varten. Kaksisuuntaiselle liikenteelle rakennettavan tien on oltava yhteislevydyltään vähintään 3,5 kertaa leveämpi, kuin tietä käyttävä suurin ajoneuvo. Teiden ja ramppien mitoituksessa on otettava huomioon myös reunoille rakennettavien turvavallien tarve. Turvavallit on rakennettava aina putoamisvaarallisissa paikkoihin, turvavallien korkeuden tulee olla vähintään puolet avolouhoksen suurimman ajoneuvon renkaan halkaisijasta. Ramppien suunnittelussa on myös huomioitava leveyden lisäksi niiden sijoitus, kaltevuus ja kaarresäteiden mitoitus käytettävän kaluston mukaisesti. Teiden ja ramppien suunnittelussa olisi pystyttävä käyttämään mahdollisimman loivia kaarteita ja putoamisvaarallisilla alueilla olisi kaarteiden ulkopuoli suunniteltava aina kallioseinämää kohti. Suurilla avolouhoksilla vakitukselle käytölle suunniteltujen malmin- ja sivukivikuljetusteiden yhteyteen suunnitellaan myös tavanomaisesti omat kulkuväylät kaivoksen kevyelle liikenteelle niiden erottamiseksi raskaankaluston liikenteestä onnettomuusriskien vähentämiseksi. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 45–47.)

Avolouhosalueilla on muiden kaivoksen alueiden tapaisesti käytössä aluekohtaiset nopeusrajoitukset, mutta tyypillisesti ajonopeudet on osattava sopeuttaa olo-

suhteiden mukaisesti. Louhoksessa liikuttaessa ajonopeus on pidettävä maksimissaan 30 km/h ja suuremmilla ajoteilla maksimissaan 50 km/h. Nopeusrajoitusten lisäksi avolouhoksilla on pidettävä myös turvaetäisyys muuhun liikenteeseen. Yleinen käytettävä turvaetäisyys on 30–50 metriä, mutta noustessa ramppeja lastatun louheenkuljetusauton perässä, suositellaan käytettäväksi vähintään 50 metrin turvaetäisyyttä. Avolouhoksilla pyritään noudattamaan liikennemerkein osoitettuja liikennesääntöjä, mutta perussääntönä on, että kuormatulla ja raskaalla kalustolla on etuajo-oikeus muuhun liikenteeseen nähden. Väistämisvelvollisen osapuolen olisi pyrittävä väistämään kuormattua kalustoa niin, ettei kuormattu kalusto ajaudu liian lähelle penkerettä tai reunaa. Kuormatun ajoneuvon ohittaminen on myös kielletty useilla avolouhoksilla lavalta putoilevien kivien riskin vuoksi. Saavuttaessa ulkopuolisena aktiiviselle työalueelle olisi siitä aina ilmoitettava kaivoksen radiopuhelinliikenteen kautta alueella työskenteleville ja ajoneuvo olisi aina pysäköitävä aktiivisen työalueen ulkopuolelle. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 46–48.)

Avolouhoksilla raskaaseen ja kevyeen kalustoon kohdistuu erilaisia turvallisuusvarustukseen liittyviä vaatimuksia onnettomuusriskin vähentämiseksi. Kevyet ajoneuvot on varustettava huomiovalomajakalla ja vähintään kolmen metrin korkeuteen ylettyvällä huomiovärein varustetulla turvaviirillä (kuvio 10), lisäksi ajoneuvot on varustettava käsisammuttimella ja ensiapupakkauksella. Ajoneuvot olisi hyvä varustaa myös louhosympäristöön sopivilla renkailla ja alustan muutoksilla. Työkoneet on varustettava riittävällä määrällä huomiovaloja, jotta niiden koko olisi havaittavissa, koneet on myös varustettava riittävällä määrällä kameeroita, jotta operaattori voi tarkkailla hyttiin näkymättömiä alueita työskennellessään. Käsisammuttimien ja ensiapupakkausten lisäksi työkoneet varustellaan myös automaattisella moottoritilan hätäsammutusjärjestelmällä. Monilla avolouhoksilla työkoneet ja henkilöautot on myös varustettava rengaskiiloilla, joita on käytettävä aina pysäköintitilanteissa. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 47–48.)



Kuvio 10. Kaivoskäyttöön varusteltu henkilöauto (Corefleet 2023)

6.4 Avolouhoksen rakenteellisen turvallisuuden hallinta

Avolouhoksilla seinämien turvallista stabilisointia toteutetaan kalliomekaanisen mitoituksen ja rusnauksen avulla. Penkereiden kaltevuudet ja korkeudet, koko avolouhoksen yleiskaltevuus, ramppien kaltevuudet ja turvatasanteiden leveydet on suunniteltava siten, että avolouhoksen kalliomekaaniset olosuhteet huomioiden suurten sortumien syntyminen mahdollisuus olisi pystyttävä poistamaan kokonaan. Avolouhoksen penkereet ja suojantasanteet olisi suunniteltava siten, että seinämistä mahdollisesti irtoavat kivet pysähtyisivät niihin, eivätkä pyörisi louhoksen pohjalle. Suojatasoja on myös tarkkailtava ja ne on puhdistettava tar-

vittaessa, jotta ne eivät täyty liikaa. Jyrkkäseinäisten louhosten seinämäturvallisuutta voidaan myös tehostaa suojatasanteiden lisäksi silolouhimalla seinämät esiraonräjäytysmenetelmän avulla. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 44.)

Jos avolouhoksen seinämistä löytyy kriittisiä lujitusta vaativia kohtia, lujitetaan ne yleensä vajjeripulteilla, kalliopulteilla, verkottamalla tai ruiskubetonoimalla. Louhoksen seinämiin voidaan asentaa myös verkkoja ohjaamaan seinämiltä tippuvia kiviä suojatasanteille. Avolouhoksen seinämistä poistetaan kivien putoamisriskin tai sortumisvaaran aiheuttavat kohteet rusnaamalla käyttäen seinämien puhdistusta varten varusteltua kaivinkonetta, johon on kiinnitettynä joko rusnauspiikki tai hydraulinen iskuvasara. Seinämien välittömässä läheisyydessä kulkeminen on aina kielletty jalankulkijoilta tai henkilöautoilta ja seinämien läheisyydessä tehtävät työt on aina arvioitava ja suunniteltava tarkasti ennen töiden aloittamista. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 44.)

Suurilla avolouhoksilla seinämien liikkeitä ja stabiilisuutta valvotaan automaattisen monitoroinnin avulla. Automaattinen monitorointi perustuu ekstensometrimittaukseen tai erilaisiin tutka- ja lasermittausmenetelmiä käyttäviin tutka-asemiin (kuvio 11). (Kaivosturvallisuusopas 2019, 45)



Kuvio 11. Avolouhoksen seinämien valvontaan käytettävä tutka-asema (Reutech Mining 2023)

Avolouhoksen reunat on puhdistettava pintamaasta 5–10 metrin levyiseltä kaisalta ja kaistan reunaan on rakennettava olosuhteisiin nähden turvallinen luiskaus tai pengerrys. Tarvittaessa avolouhosalue on aidattava, viimeistään avolouhos-toiminnan loppuessa. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 45.)

Avolouhokseen on toteuttava valaistus, jotta siellä työskentelevät henkilöt pystyvät hahmottamaan ympäristönsä. Avolouhoksen ulkoreunamilla kulkevat suuret malmin- ja sivukiven kuljetustiet toteutetaan yleensä kiinteällä valaistuksella. Avolouhoksen sisällä suositetaan käyttämään siirrettäviä valopylväitä jatkuvasti muuttuvan työympäristön vuoksi. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 46.)

6.5 Räjätystöiden turvallisuuden hallinta avolouhinnassa

Jotta kaivoksella voi suorittaa räjäytystöitä, on kaivostyön harjoittajan nimettävä räjäytystyön johtaja valvomaan ja johtamaan räjäytystöitä. Räjäytystyönjohtajan on omattava riittävä laadullinen ja räjäytystöiden laajuudellinen pätevyys. Räjäytystyön johtajan nimi ja yhteystiedot on ilmoitettava kaikille työntekijöille sekä pidettävä yleisesti nähtävillä työmaalla. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 58.)

Kaivoksilla panostustyötä saa suorittaa panostajan pätevyyskirjan omaava henkilö. Henkilöllä, joka ennen 1.3.2000 on saanut kaivostyönharjoittajalta kaivosten turvallisuusmääräyksistä annetun KTM:n päätöksen nojalla kirjallisen luvan suorittaa kaivoksessa räjähdysaineen käsittelyyn ja käyttöön liittyvää työtä, on tämän asetuksen estämättä edelleen oikeus toimia tässä tehtävässä kyseisessä kaivoksessa. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 58.)

Kaivostyön harjoittajan on järjestettävä räjähteiden varastointi ja nimettävä kirjallisesti räjähdevarastolle hoitaja, jonka tehtävänä on ylläpitää varaston kuntoa ja jakaa sieltä räjähteitä. Varastonhoitajan on myös pidettävä kirjaa varaston räjähteiden määrästä ja lajeista. Räjähdevaraston hoitajalta vaaditaan panostajan pätevyys tai joku muu räjähdeasetuksessa säädetty pätevyys, joka täyttää vaaditut kriteerit. Räjähdevaraston hoitajan on tehtävä kirjallinen sopimus varaston hoito- tehtävien vastaanottamisesta ja hoitajan nimi, ja yhteystiedot ovat oltava esillä räjähdevarastolla kaikkien nähtävillä. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 58.)

Työmaalla vain huolellinen ja luotettava vähintään panostajan pätevyyskirjan omaava henkilö, jolla on kaivostyön harjoittajan ja räjäytystyön johtajan kirjallinen lupa voi säilyttää räjähdystarvikkeita, tai siirtää ja valmistaa puolivalmisteista räjähteen määrästä riippumatta. Panostajan välittömässä valvonnassa voi myös työskennellä henkilö, jolla on työn edellyttämät tiedot. Myönnettävä lupa on kaivoskohtainen (Kaivosturvallisuusopas 2019, 58.)

Kentän panostaminen on suoritettava yksityiskohtaisten ohjeiden ja räjäytys-suunnitelman mukaisesti. Nallien ja sähköttömien sytytysletkujen kytkentä on toteutettava valmistajien ohjeiden ja suunnitellun kytkentäkaavion mukaisesti. Pääsy kytketyille räjäytyskentille on estettävä ja merkittävä varoituskyltein kulun estävään suuntaan. Käyttämättä jääneet räjähteet on palautettava räjähddevarastoon ja merkittävä kirjanpitoon. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 59–60.)

Ennen räjäytystä on varmistettava, että vaara-alue on tyhjä ja kaikki henkilöt ovat poistuneet vaara-alueen ulkopuolelle. Kaivosten avolouhoksilla vaara-alueena pidetään yleensä koko avolouhosaluetta. Vaara-alueelle johtaviin tieyhteyksiin on nimettävä vartiomiehet räjäytyksen ajaksi. Suurilla kaivoksilla käytetään vakituisia sulkupuomeilla varustettuja vartiopisteitä. Räjäytyksen lähestyessä on räjäytyksestä tiedotettava avolouhoksella selvin ja riittävän kovaäänisin varoitusääni-merkein, jotka ovat ulkopuolistenkin kuultavissa. Räjäytyksestä varoittavan äänimerkin on oltava vähintään kolmen minuutin ajan säännöllisesti katkeava, joka muuttuu minuuttia ennen räjäytyshetkeä jatkuvasti kestäväksi räjäytykseen saakka. Tehtäessä pieniä räjäytystöitä, kuten rikkoräjäytyksiä voidaan äänimerkien tiedottamistapa sopia etukäteen. Suurien kaivosten avolouhoksilla noudatetaan yleisesti säännöllisiä räjäytysaikoja, joista tiedotetaan myös kaivoksen portille, sekä avolouhosalueelle johtavien teiden varteen asennettavilla tiedotustauluilla. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 60.)

Räjäytyksen jälkeen on odotettava 5 minuutin varoaika, mikäli ei ole varmuutta, että kaikki räjähteet olisivat räjähtäneet. Aikatulilankaa käyttäessä varoaika on 15 minuuttia. Lisäksi alueen olisi annettava tuulettua tarpeellinen aika räjähdyspölyn, kaasujen ja häkäarvojen laskemiseksi. Jos on epäily, että räjähtämätöntä räjähdysainetta on jäänyt mahdollisesti louhekasen joukkoon, siitä on ilmoitettava alueen työnjohdolle sekä lastaus- ja murskaustöiden suorittajille. Syy panosten

räjähämättömyyteen olisi myös pyrittävä selvittämään mahdollisuuksien mukaisesti. Jos räjähtämättömän panoksen purkaminen on mahdollista, on siinä noudatettava erityistä varovaisuutta. Räjähtämättömän panoksen purkamistyö on tehtävä työnjohtajan valvonnassa ja sen voi suorittaa vain vähintään panostajan pätevyyden omaava henkilö. Mikäli räjähtämättömä panosta ei ehditä tekemään vaarattomaksi käynnissä olevan työvuoron aikana, on sen sijainti merkittävä selvästi ja ilmoitettava asiasta räjäytystyönjohtajalle ja seuraavan vuoron työnjohtajalle. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 61.)

6.6 Pölyämislä suojautuminen ja pölynhallinta avolouhoksilla

Kaivostyöstä aiheutuvalta pölyämislä on suojauduttava käyttämällä hengityksensuojaimia. Hengityksensuojaimet jaetaan kahteen erilaiseen ryhmään: suodatinsuojaimiin ja eristäviin suojaimiin eli hengityslaitteisiin. Suodatinsuojaimet suojaavat hyvin ilmassa leijuvilta pölyiltä tai kaasumaisilta epäpuhtauksilta suodattaen ne pois hengitysilmaästä. Suodatinsuojaimet eivät kuitenkaan suojaa hapenpuutteelta tai erittäin suurilta epäpuhtauspitoisuuksilta. Yleisiä käytettäviä suodatinsuojaintyyppjejä ovat suodattava puolinaamari tai kasvo-osalla varustettu moottoroimaton tai moottoroidulla puhaltimella varustettu maski (kuvio 12). (Kaivosturvallisuusopas 2019, 103.)



Kuvio 12. Moottoroitu hengityssuojain (Etra 2023)

Käytettäviä hengityksensuojaimia on saatavilla erilaisilla tehokkuuksilla ja suodatintyypeillä. P-hiukkassuodattimet suojaavat hyvin pölyiltä ja niitä suositellaan

käytettäväksi, kun joudutaan suojautumaan esimerkiksi kvartsipölyltä tai asbestikuiduilta. Puolinaamareissa käytettävien suodattimien avulla hengitettäviä ilman epäpuhtauksia pystytään vähentämään jopa 20 kertaa vähemmäksi kuin ilman hengityksensuojainta. Käytettäessä P3-suodattimilla varustettua kokonaamaria ilman hiukkaspitoisuutta voidaan vähentää jopa 400 kertaisesti. Kaasunsuodattimia käyttäessä täytyy muistaa, että ne suojaavat vain tietyiltä kaasuilta ja höyryiltä, eivätkä niiden kapasiteetit kestä suuria pitoisuuksia. Suurien pitoisuuksien kanssa työskenneltäessä on käytettävä paineilmalla varustettuja hengityslaitteita. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 103.)

Hengityksensuojainten oikeaoppinen käyttäminen on tärkeää osata, jotta pölyiltä tai kaasuilta suojautuminen olisi mahdollisimman tehokasta. Naamari on asetettava tiiviisti kasvoille, sillä löysästi kiinnitetty naamari vuotaa eikä anna edes heikonlaista suojausta. Suojaimen käyttöominaisuudet pitäisivät olla käyttäjän mukaiset, sillä hengityksensuojaimia on käytettävä aina kun riskienarviointi niin määrittää. Hengityksensuojainta on huollettava säännöllisesti sekä suodattimet on vaihdettava säännöllisesti, jotta hengityksensuojain toimisi mahdollisimman tehokkaasti. Käytettävien suodattimien käyttöikään vaikuttavat työn kuormittavuus, työskentely ympäristön lämpötila ja kosteus, ilmassa olevien aineiden pitoisuudet sekä käytettävien suodattimien tyyppi ja luokka. Hengityssuojaimien jatkuvalla käytöllä on työntekijää kuormittavia vaikutuksia, jotka tulisi huomioida myös lisäämällä työntekijän lepoaikaa riittävästi. (Kaivosturvallisuusopas 2019, 104.)

Pölyämiseltä suojautumisen lisäksi avolouhoksilla voidaan yrittää rajoittaa pölyn leviämistä monella erilaisella tavalla. Porauksessa voidaan käyttää pölynsidontalaitteen lisäksi myös vesihuuhtelua. Räjätettävät kentät voidaan kastella ennen räjäytystä. Louhekasoja voidaan kastella räjäytyksen jälkeen ja lastauksen yhteydessä. Avolouhoksen ja koko kaivosalueen tiestöjen kastelulla voidaan vaikuttaa koko kaivosalueen pölyämiseen (kuvio 13). (Korhonen, Hänninen, Laitinen, Tolppanen & Vähäaho 2015, 462.)



Kuvio 13. Avolouhosten kasteluun suunniteltu kasteluauto (Moore 2021)

6.7 Sään ja vuodenaikojen muutoksiin varautuminen avolouhoksilla

Talven tuomaan pimeyteen voidaan joutua varautumaan lisäämällä avolouhoksen valaistusta, jalankulkijoiden turvallisuuden lisäämiseksi. Talven mukana tuomaansa liukkauteen on myös varauduttava varaamalla kunnossapitoon lisää resursseja, erityisesti murskeen tuotantoon ja tienpinnan kunnossapitoon.

Keväisiin roudan ja lumen sulamisen vaikutuksiin avolouhoksen tiestössä, voidaan varautua rakentamalla tiestöt oikeanlaisten rakennekerrosten mukaisesti, sekä rakentaa ojitukset teiden reunoihin, joiden avulla sade- ja sulamisvedet voidaan ohjata esimerkiksi kohti avolouhoksen vedenpoisto järjestelmiä. Ojituksien avulla myös kesän ja syksyn aikaiset sadevedet voitaisiin ohjata pois avolouhoksen tiestöiltä.

Kesän helteillä on suurin vaikutus koneiden kuljettajiin ohjaamoiden lämpeämisen vuoksi. Kesän helteisiin on varauduttava tarpeeksi ajoissa tarkistamalla ja huoltamalla raskaankaluston ilmastointijärjestelmät.

7 POHDINTA

Kaivosten avolouhinnan erilaiset työvaiheet ja avolouhosympäristö itsessään sisältävät paljon kaikkien avolouhoksilla toimivien henkilöiden yleiseen työturvallisuuteen ja terveyteen vaikuttavia riskejä. Onnettomuus- ja tapaturmariskit ovat aina läsnä avolouhosten jokapäiväisessä toiminnassa. On tärkeää osata havainnoida ja tunnistaa myös oman toiminta-alueensa ulkopuolella vaikuttavia riskejä yleisen turvallisuuden parantamiseksi. Työturvallisuus on asia, jota on aina mahdollista parantaa ja kehittää paremmaksi päivittämällä tai kehittelemällä uusia säädöksiä, menetelmiä ja käytäntöjä. Kaivoksilla käytössä olevia riskienarviointimenetelmiä tulisi käyttää tehokkaasti työtehtävien riskien tunnistamisen työkaluna, jotta mahdolliset tapaturma- tai onnettomuusriskit pystyttäisiin tunnistamaan ja hallitsemaan suunnitelluin toimenpitein, koska vahingon sattuessa se on jo liian myöhäistä. Terveyttä uhkaaviin ammattitaitteihin tulisi suhtautua alusta pitäen vakavasti, vaikka niiden vaikutukset eivät ilmenisikään kuin vasta vuosikymmenien päästä.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda kaivosten avolouhinnan yleisiä turvallisuus- ja terveysriskejä ja niiden hallintamenetelmiä käsittelevä tietopaketti, joka on tarkoitettu alasta kiinnostuneille henkilöille. Tietopaketin tavoitteena on toimia perehdyttävänä oppaana etenkin kaivosalalla työskentelystä kiinnostuneille opiskelijoille, joilla ei välttämättä ole vielä tarpeeksi omaa kokemusta avolouhinnan yleisistä turvallisuus- ja terveysriskeistä. Tavoitteenani oli tuoda esille asioita, joita tulisi huomioida jokapäiväisessä työskentelyssä kaivoksilla, joissa louhintamenetelmänä käytetään avolouhintaa. Tietopaketin sisällöstä on varmasti myös hyötyä auttaa hahmottamaan maanalaisessakin louhinnassa esiintyviä turvallisuus- ja terveysriskejä.

Opinnäytetyön aihealue oli itselleni entuudestaan tuttu, mutta kirjoitusprosessin ja tiedonhaun avulla pystyin perehtymään aiheeseen vielä syvällisemmin.

LÄHTEET

Heikkinen, P.M & Noras, P. 2005. Kaivostoiminnan Ympäristötekniikka. Kaivoksen sulkemisen käsikirja. Espoo: GTK. Viitattu 30.3.2023 https://tupa.gtk.fi/julkaisu/erikoisjulkaisu/ej_053.pdf.

Kaiva.fi 2022. Kaivostoiminta. Viitattu 30.3.2023 <https://kaiva.fi/kaivannaisala/kaivostoiminta/>.

Kaiva.fi 2022. Teollisuusmineraalikaivokset. Viitattu 30.3.2023 <https://kaiva.fi/kaivannaisala/kaivostoiminta/teollisuusmineraalikaivokset/>.

Kaiva.fi 2022. Metallimalmikaivokset. Viitattu 30.3.2023 <https://kaiva.fi/kaivannaisala/kaivostoiminta/metallimalmikaivokset/>.

Kaiva.fi 2022. Turvallisuus. Viitattu 25.4.2023 <https://kaiva.fi/vastuullinen-toiminta/turvallisuus/>.

Kaivoslaki 10.6.2011/621. Viitattu 5.4.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110621#O4>.

Kaivosturvallisuusopas 2019. Helsinki: Työturvallisuuskeskus. Viitattu 5.4.2023 <https://ttk.fi/wp-content/uploads/2022/03/Kaivosturvallisuusopas.pdf>.

Kaivosturvallisuussäädökset 2023. Turvallisuus ja kemikaalivirasto. Viitattu 5.4.2023 https://tukes.fi/documents/10197/8647605/kaivosturvallisuussaadokset_opas.pdf.

Kähkönen, H., Lallukka, H., Linnainmaa, M., Aho, P., Mäkelä, E., Juntila, S., Oksa, P. 2016. Asbestiriskien hallintaohjeet kaivoksille. Helsinki. Työterveyslaitos. Viitattu 13.4.2023 <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-261-624-1>.

Minefacts.eu 2020. Geologia ja kaivostoiminta. Viitattu 3.4.2023 <https://www.minefacts.eu/geologia-ja-kaivostoiminta>.

Paalumäki, T., Lappalainen, P., Hakapää, A. 2015. Kaivos- ja louhintatekniikka. 3. Uudistettu painos. Helsinki: Opetushallitus. Viitattu 19.4.2023.

Pinomäki, T. Vuento, A. 2023. Räjätys- ja louhintatyön turvallisuusohje. Helsinki: Työturvallisuuskeskus. Viitattu 12.4.2023 <https://ttk.fi/wp-content/uploads/2023/03/Ra%CC%88ja%CC%88ytys-ja-louhintatyo%CC%88n-turvallisuusohje.pdf>.

Tukes.fi 2023. Malminetsintä kasvoi, kaivostoiminnan investoinnit pysyivät korkeina 2022. Viitattu 25.4.2023 <https://tukes.fi/-/malminetsinta-kasvoi-kaivostoiminnan-investoinnit-pysyivat-korkeina-2022>.

Työsuojelu.fi 2022. Vastuut työsuojelussa. Viitattu 3.4.2023 <https://www.tyosuojelu.fi/tyosuojelu-tyopaikalla/vastuut-tyosuojelussa>.

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738. Viitattu 3.4.2023 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>.

Työturvallisuus ja työsuojelu 2019. Helsinki: Työturvallisuuskeskus. Viitattu 3.4.2023 <https://ttk.fi/wp-content/uploads/2022/04/Tyoturvallisuus-ja-tyosuojelu.pdf>.

Vasara, H., Kivinen, M., Långbacka, B., Pokki, J. 2022. Kaivosalan toimialaraportti. Helsinki. Työ- ja elinkeinoministeriö. Viitattu 30.3.2022 <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-327-942-1>.