

Jesper Salonen

Räjähdysaineeton louhinta

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Mestarityö

15.04.2019

Tekijä(t) Otsikko	Jesper Salonen Räjähdysaineeton louhinta
Sivumäärä Aika	17 sivua + 5 liitettä 15.04.2019
Tutkinto	Rakennusmestari
Koulutusohjelma	Rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	Infrarakentaminen
Ohjaaja(t)	Lehtori, Mika Räsänen Tuotantojohtaja, Petri Salonen
<p>Mestarityön tavoitteena oli tutkia räjähdysaineettoman louhinnan menetelmiä, materiaaleja ja resursseja sekä muodostaa niistä selkeä käsitys yrityksessä, jotta työn toteutus olisi laadukasta, tehokasta ja turvallista.</p> <p>Normaaleilla räjähdysaineilla (dynamiitti, ammoniumnitraatti- ja emulsioräjähdysaineet) louhintaa tehdään muun muassa kiviainestuotannossa, kaivostoiminnassa, rakennusten sekä jääpatojen tuhoamisessa. Louhintatyön menetelmät ja valinnat tehdään sen mukaan, mitä ja missä louhitaan. Esimerkiksi kiviainestuotannossa ja kaivoksilla louhintaa tehdään ns. massatuotantona eli räjähdysaineena käytetään säkistä kaadettavaa tai letkusta syötettävää ammoniumnitraatin ja polttoöljyn sekoitusta, jolloin isompia räjäytyksiä pystytään tekemään nopeammin ja helpommin. Asutuskeskuslouhinnassa täytyy käyttää patruonoituja räjähdysaineita (dynamiitti ja emulsioräjähdysaineet), koska niillä pystytään tarkkaan laskemaan momentaaninen panostusmäärä eli kerralla räjähtävä räjähdysainemäärä. Momentaaninen räjähdysainemäärä on tärkeässä roolissa, kun halutaan minimoida värinäaallon haittavaikutukset ja kivien sinkoamiset ympäristöön.</p> <p>Asutuskeskuslouhinta on tarkkaa ja vaativaa työtä, mutta usein joudutaan tekemään myös räjähdysaineetonta louhintaa, koska kalliota joudutaan irrottamaan käytössä olevien rakennusten ja rakenteiden välittömässä läheisyydessä, jolloin värinävaikutukset, mahdolliset irtokivien turpoamiset ja sinkoamiset eivät ole mahdollisia. Räjähdysaineetonta louhintaa tehdään hydraulisilla kiilalaitteilla, iskuvasaralla sekä kemiallisilla paisuntalaasteilla.</p> <p>Tässä työmenetelmässä on monia muuttuvia tekijöitä, kuten esim. työnohjaus ja resurssit. Eri työmailla tehdään räjähdysaineetonta louhintaa monesti samanaikaisesti, joten resurssit ja tekijät muuttuvat. Työnjohtajilla ja tekijöillä on usein erilainen näkemys tämän työn toteuttamisesta sekä kokemuksia erityyppisistä töistä. Työnohjauksen selkeyttäminen on yksi tämän opinnäytetyön pää tavoitteista. Yhtenäisellä ja selkeällä työnohjauksella räjähdysaineetonta louhintaa on helpompi ohjata ja toteuttaa, työmaasta riippumatta.</p>	
Avainsanat	Hydraulinen kiilaus, kemiallinen paisuntalaasti, asutuskeskuslouhinta,

Author(s) Title	Jesper Salonen Explosive Free Rock Breaking
Number of Pages Date	17 pages + 5 appendices 15 April 2019
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Program	Construction Site Management
Specialisation option	Earthworks
Instructor(s)	Mika Räsänen, Senior Lecturer Petri Salonen, Production Manager
<p>The main goal in this Bachelor's thesis was to research explosive-free rock breaking methods, materials and resources as well as form a clear view from the methods at Louhintahiekkä Oy, so that working would be first-rated, efficient and safer.</p> <p>Blasting with normal explosives (dynamite, ammonium nitrates and emulsion explosives) is done, for example in rock production, mining, industrial, commercial and residential construction sites, road construction, destruction of frosted ground and ice jams. The methods and choices for blasting are made according to what is being mined and where. The instantaneous explosive amount plays an important role in minimizing the effects of vibration wave and single rocks going in to the environment. Sealed packaged explosives are easier to control when blasting in residential areas where it is necessary to minimize the negative effects to the environment.</p> <p>Residential area blasting is accurate and demanding, but often it is also necessary to make explosive-free rock breaking, because the rock has to be removed in the immediate vicinity of existing buildings and structures, where vibration effects, possible loose rock swings and throws are not possible. Explosion-free rock breaking is done with hydraulic rock splitting devices, hydraulic impact hammer and chemical expansive mortars.</p> <p>It is important to recognize the growing demand of this method is in the company and stay on top of it. This Bachelor's thesis provides better understanding in explosion-free rock breaking methods inside the company. Changing factors are for example supervision of work and resources, because in different jobsites there is usually a different supervisor and everyone has their own vision about the work that needs to be done. For those reasons this thesis clarifies the way how to supervise this work method. Unified and clear supervising makes it easier to control and execute explosive-free rock breaking, regardless of the jobsite.</p>	
Keywords	Hydraulic rock-splitting, chemical expansive mortar, residential area

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Työn taustat ja tavoitteet	1
1.2	Tutkimusmenetelmät	2
1.3	Yrityksestä	2
2	Louhintamenetelmät	3
2.1	Poraus	3
2.2	Louhinta räjähdysaineilla	4
2.3	Hydraulinen kiilaus	5
2.4	Hydrauliset iskukoneet	6
2.5	Kemiallinen kiilaus	7
2.6	Kevytpanoslouhinta	9
2.7	Vaijerisahaus	9
3	Työnohjaus ja resurssit	10
4	Työmaatoteutukset	12
4.1	HSY:n jätevesipumppaamo	12
4.2	Metropolia Myllypuron kampus	13
5	Yhteenveto ja pohdinta	16
	Lähteet	17
1.	Louhintahiekka Oy tilinpäätös 2018. (http://www.louhintahiekka.fi/index.html)	17
2.	Vuolio, Raimo. 1991. Räjätystyöt. Helsinki: Suomen maanrakentajien keskusliitto	17
	Liitteet	18

1 Johdanto

Yleensä työmailla louhintaa suoritetaan tavallisilla räjähdysaineilla (dynamiitti, ammoniumnitraatti- ja emulsioräjähdysaineet). Asutuskeskusalueilla tulee käyttää patruunoituja räjähdysaineita (dynamiitti ja emulsioräjähdysaineet). Kun taas esimerkiksi kiviainestuotannossa ja kaivoksilla käytetään ammoniumnitraatin ja polttoöljyn sekoitusta, joka kaadetaan säkistä tai syötetään letkusta louhittaviin reikiin.

Ennen louhintatöiden aloitusta tulee työmaalla olla melulupa haettu ja voimassa, poliisi-ilmoitus tehtynä, räjäytystyönjohtaja valittuna, louhinnan turvallisuussuunnitelma ja riskianalyysi tehtynä, räjähdysaineiden varastointikontti, ympäristön aloituskatselmukset tehtynä ja tärinämittarit ympäristöön asennettuna, jos louhittavan alueen lähellä on rakenteita tai rakennuksia louhinnan tärinääaltojen vaikutuksen alaisena. Nykypäivänä kun rakennetaan enemmän ahtaisiin tiloihin, tärinäherkkien laitteiden läheisyyteen tai tiheästi asutuille alueille, niin joudutaan haastavien olosuhteiden vuoksi usein valitsemaan räjähdysaineeton menetelmä perinteisen louhinnan lisäksi. Perinteisen louhinnan haittoja ovat siis ympäristön rakenteet ja niiden tärinäherkkyys. Räjähdysaineettomalla louhinnalla pystytään estämään tärinähaitat, kiven sinkoamat sekä pienentämään melu- ja pölyhaittoja. Työsaavutuksissa on kuitenkin huomattava ero, joten menetelmät eivät ole vertailukelpoisia, vaan räjähdysaineeton louhinta on perinteisen louhinnan lisäksi tehtävää työtä.

1.1 Työn taustat ja tavoitteet

Työn taustana on työmailla lisääntynyt räjähdysaineeton louhinta. Räjähdysaineetonta louhintaa tehdään nykyään enemmän asutuskeskusalueilla, koska rakennettavat tontit ovat yleensä ahtaita ja sijaitsevat alueilla, jossa on paljon tärinääalloille herkkiä laitteita ja rakenteita ympärillä. Työn tavoitteena on muodostaa laajempi käsitys räjähdysaineettoman louhinnantyyppien menetelmistä ja selkeyttää niiden tekemistä työmaalla. Näin päästään laadukkaaseen, tehokkaaseen ja turvalliseen lopputulokseen. Materiaaleja ja menetelmiä räjähdysaineettomaan louhintaan löytyy useita. Myös kalusto ja olosuhteet vaihtelevat sekä työmenetelmät määritellään työmaakohtaisesti, joten työssä on paljon muuttuvia tekijöitä. Näiden muuttuvien tekijöiden yhtenäistäminen ja selkeyttäminen tulevat tehostamaan räjähdysaineetonta louhintaa tulevilla projekteilla.

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tässä opinnäytetyössä aineistoa on kerätty työkokemuksen, kirjallisuuden ja haastattelujen pohjalta. Myös eri materiaali- ja työkonevalmistajien aineistoja on käyty läpi. Työn suorittamisen laatua, tehokkuutta ja turvallisuutta pyritään parantamaan työkokemuksen, kirjallisuuden ja haastattelujen perusteella. Yrityksessä on jo tietotaitoa ja kokemusta räjähdysaineettoman louhinnan suorittamiseen, mutta yksityiskohtainen menetelmien tuntemus, tehokas käyttö ja oikeiden resurssien valitseminen on usein vajavaista. Räjähdysaineettomasta louhinnasta asutuskeskusalueilla on hyvin vähän kenttätutkimustietoa saatavilla, joten tässä työssä on tarkoitus lisätä sitä.

1.3 Yrityksestä

Louhintahiekka Oy on 1974 vuonna perustettu perheyritys, joka tekee maanrakennusurakointia laaja-alaisesti. Yrityksen liikevaihto tällä hetkellä on noin 40 miljoonaa euroa. Henkilöstöä yrityksessä on yhteensä noin 80 (tekniset 17-, muut 60- ja hallintoa 3 henkilöä). Toimialoihin kuuluvat mm. uudisrakennusten ja teollisuuden esirakentaminen, louhinta ja murskaus, teiden ja katujen rakentaminen, kunnallistekniikka, paikallavalurakenteet, pohjaveden alentaminen, kaivantojen tuennat, teräs ja -betonipaalutukset, katukivetykset ja vihertyöt. Erikoisosaamista ovat mm. räjähdysaineeton louhinta (timanttivaijerisahaus, hydraulinen ja kemiallinen kiilaus), vaativat rakennuspohjat, lujitus- ja vahvistustyöt, Titan-paalujen ja -ankkureiden poraus sekä moottoriteiden ja lentokenttien rakentaminen. [1.]

Louhintahiekka Oy maahantuo itse paisuntalaastimateriaalin, jota yrityksessä käytetään. Työmailla on siis järkevää ja helppoa toteuttaa räjähdysaineetonta louhintaa, koska materiaali on saatavilla omasta varastosta. Yrityksellä on paljon referenssejä räjähdysaineettomasta louhinnasta useista eri projekteista.

2 Louhintamenetelmät

Yleisimpiä menetelmiä räjähdysaineettomassa louhinnassa ovat mekaaninen louhinta kiilaamalla sekä kemialliset paisuntalaastit. Näitä työvaiheita pystytään tekemään monella eri tavalla riippuen resursseista ja ympäristöstä sekä tulevaisuudessa tekniikan kehittymisestä. Työohjauksella määritellään resurssit ja menetelmä, jolla räjähdysaineetonta louhintaa tehdään laadukkaasti, tehokkaasti ja turvallisesti. Asutuskeskusalueilla joudutaan tekemään räjähdysaineetonta louhintaa perinteisen louhinnan lisäksi, ympäröivien rakenteiden takia. Tekniikan kehittymisen ja kovan kysynnän/tarpeen myötä markkinoille on tullut myös uutta hydraulisen kiilauksen kalustoa, jolla päästään parempiin työsaavutuksiin kuin ennen.



Kuva 1. Kaivinkoneeseen asennettava hydraulinen kiilauksyksikkö SplitStone.

2.1 Poraus

Tämä työvaihe liittyy olennaisesti kaikkeen louhintatyöhön, myös räjähdysaineettomaan. Pora-vaunun valinta kohteeseen tehdään porattavan kalliokentän laajuuden, syvyyden ja reikien halkaisijan perusteella. Reikämäärä räjähdysaineettomassa louhinnassa on lähes poikkeuksetta suurempi kuin perinteisellä räjäytystyöllä. Reiät porataan tiheämpään ruutuun, jotta kallio saadaan rikki/halki riittävästi. Paisuntalaastia sekä hydraulista kiilausta käytettäessä hyväksi todettu porattava ruutu on n. 30 cm x 30 cm, kun normaalissa louhinnassa se on n. 150 cm x 200 cm. Reikien halkaisija on hydraulisella kiilauksella ja paisuntalaasteilla tehdyllä louhinnalla yleensä suurimmillaan 51 mm paitsi kaivinkonekiilaus, jossa reiän minimikoko on 76 mm. Hydraulisessa kiilauksessa reikien koon määrittää kiilayksikön valinta. Haastavassa ja ahtaassa paikassa monesti ainut vaihtoehto on käyttää paineilmalla toimivaa käsiporaa reikien poraukseen.

Räjähdysaineilla tehtävässä louhinnassa käytetään pääsääntöisesti koneellisesti päältä lyötävää porausta. Työmailla on käytössä kiinto- tai jatkokalusto riippuen reiän halkaisijasta. Pienet reikäkoot porataan kiintokalustolla ja suuremmat halkaisijat puolestaan jatkotangoilla. Jatkotankokalusto koostuu niskakappaleesta, jatkoholkeista, -tangoista ja porakruunuista. Osat liitetään toisiinsa kierteiden avulla. Porakruunun valintaa vaikuttaa yleensä kallion tai kiven laatu. Palakruunu valitaan koviin ja kuluttaviin kivilajeihin ja nastakruunu pehmeämpään rikkonaiseen kalliioon. Kalustoa poraukseen löytyy pienestä Commando-tyyppisestä vaunusta aina hytillisiin vaunuihin asti. Valintaan vaikuttaa mm. louhittavan kallion määrä, ympäristö, aikataulu ja kustannustekijät.



Kuva 2. Tiheästi porattu kalliokenttä räjähdysaineettomalle louhinnalle (paisuntalaasti).

2.2 Louhinta räjähdysaineilla

Perinteinen louhintamenetelmä, jota käytetään kaikilla työmailla kun kalliota irrotetaan. Tässä menetelmässä tärkeintä on oikean louhintatekniikan käyttö kyseisessä kohteessa, jotta pysytään sallituissa louhinnan tärinälle annetuissa raja-arvoissa. Räjähdysaineet valitaan kustannusten ja ominaisuuksien mukaisesti, niiltä toimittajilta joilta materiaali saadaan parhaiten kyseiseen kohteeseen. Yleisimpiä räjähdysaineita erilaisissa louhinnoissa ovat dynamiitti, Kemiitti, Anfo ja erilaiset putkipanokset. Asutuskeskusalueiden louhinnoissa tulee aina käyttää patruunoitua räjähdysainetta. Avolouhinnassa patruunoitua dynamiittia käytetään yleensä pohjapanoksena ja Kemiittia varsipanoksena. Putkipanoksia käytetään tarvekivilouhimoilla sekä avolouhinnassa usein rakolinjan tekemisessä, kun halutaan siisti kalliinseinämä kiven irrotuksen jäljiltä. Anfot ovat taas asutun alueen ulkopuolella kaivos- ja tunnelilouhinnoissa enemmän käytetty räjähdysaine, koska ne ovat edullisempia ja niitä pystytään syöttämään määrällisesti huomattavasti enemmän ja nopeammin suoraan säiliöautosta tai säkkitavarana.

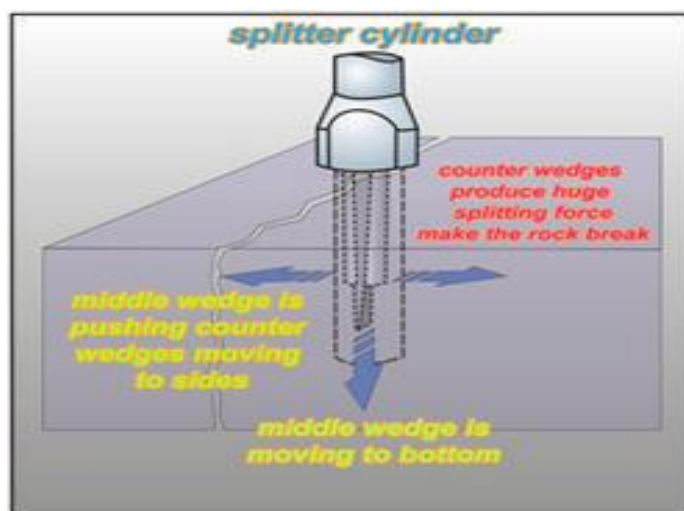
2.3 Hydraulinen kiilaus

Kallion kiilaus on yleisesti käytettävä menetelmä paikoissa joissa on rakenteita tai tekniikkaa lähellä esim. kalliokanaalit joissa on käytössä olevaa kunnallistekniikka, kaapeleita tai vesijohtoja vieressä. Toiminta saa alkunsa sähkö-, bensiini- tai dieselmoottorista, joka pyörittää hydraulipumppua. Pumpulta lähtevä öljyvirtaus ohjataan venttiilien kautta halkaisusylinteriin. Kun kiilayksikkö on asetettu reikään, voidaan halkaisusylinteri laskea alas. Puristuessaan kiiloja vasten, sylinteri muodostaa halkaisuvoiman, joka rikkoo kalliota sisältä ulospäin. Kivilaadusta ja rikotuksesta riippuen halkaisusylinteriin on olemassa muutamia erilaisia kiiloja. Terävän kiilakulman kiilat on tarkoitettu kovaan kiveen. Terävän kulman ansiosta saadaan suhteellisen pieni laajenema, mutta suuri halkaisuvoima. Tylppä kulma on puolestaan päinvastainen ja sitä käytetään pehmeämmissä kivilajeissa ja betonissa.

Hydraulisesti toimivia kiiloja löytyy aina 20 kg käsin käytettävistä koneista kaivinkoneisiin asennettaviin laitteisiin asti. Nykyään on saatavilla parempia ja tehokkaampia kaivinkoneisiin asennettavia kiilayksiköitä, joten niiden käyttö tulee luultavasti yleistymään tulevaisuudessa. Tällä hetkellä käsikäyttöiset kiilayksiköt ovat kuitenkin käytettävyyden ja kustannustehokkuuden kannalta enemmän käytettyjä, kuin isot lisälaitteet koneissa. Hydrauliiikan avulla pystytään tuottamaan tarpeeksi suuri halkaisuvoima pieneen laitteeseen, joka Dardan käsikoneilla on jopa 400 tonnia tai 4000 kN. Tämä voima yhdistettynä järkevään poraustekniikkaan riittää monesti hajottamaan kallion tai kiven halutulla tavalla. [1, s. 249.]



Kuva 3. Hydraulinen kiilayksikkö Darda C12



Kuva 4. Hydraulisen kiilayksikön toimintaperiaate

2.4 Hydrauliset iskukoneet

Iskukone eli paremmalta nimeltään hydraulinen vasara tai rammeri on tarkoitettu kivilohkareiden, roudan ja betonin rikotukseen. Laite on kaivinkoneisiin asennettava lisävaruste. Markkinoilta on saatavilla useita eri merkkejä ja malleja. Avolouhintatöissä rammeria käytetään usein louhinnan jälkeen, jos kallioon on jäänyt kovia kallionnokkia. Louhe kivien murskauksessa rammerointi on erityisen tärkeää, jotta liian isoiksi jääneet lohkareet saadaan pilkottua murskayksikköön sopiviksi. Kallion irrotuksessa paisuntalaastin avulla rammerointi on keskeisessä asemassa. Paisuntalaasti halkaisee kallion, mutta hydraulinen iskukone tekee lopullisen irrotuksen ja kiven rikotuksen.

Hydraulisessa iskukoneessa on lyöntipää, joka on paikallaan pysyvä terä. Edestakaisin liikkuva mäntä iskee terään tietyllä iskuenergialla ja terä osuu kohteeseen. Isku tarvitsee suuren hetkellisen öljyvirrran, joten tästä syystä koneet on yleensä varustettu kaasutäytteisellä paineakulla. Iskuenergian määrä vaikuttaa rikotuksen tulokseen. Louhintatöihin soveltuvan vasaran iskuenergian tulisi olla yli 2000 joulea. Suurimmat iskukoneet markkinoilla tuottavat yli 8000 joulea. Iskukoneet säästävät huomattavasti räjähdysainetta ja työvoimakustannuksia, jotka muuten muodostuisivat rikotusräjäytyksissä. Kiven käsittely paranee ja sitä kautta kuormaus- ja kuljetuskaluston kunto pysyy parempana. [1, s. 248.]



Kuva 5. Etanoinnin jälkeistä kiven irrotusta ja rikotusta työmaalla.

2.5 Kemiallinen kiilaus

Etanadynamiitti eli paisuntalaasti tai murtolaasti on kemiallinen aine, joka veteen sekoitettuna turpoaa hitaasti ja muodostaa jopa 100 MPa paineen. Pääosin laasti sisältää sammuttamatonta kalkkia sekä valmistajasta riippuen muita yhdisteitä. Paisuntalaasteja löytyy monelta eri valmistajalta. Kemiallisella paisuntalaastilla pystytään halkaisemaan kaikki kivilajit sekä betonityypit. Aina kun paisuntalaastijauhetta sekoitetaan veden kanssa, niin seos tulee tehdä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Ennen kuin paisuntalaasti kaadetaan porattuihin kenttäreikiin, niin tarkastetaan että rei'issä ei ole vettä. Jos vettä esiintyy, niin reiät puhalletaan ilmanpaineella mahdollisimman tyhjiksi ennen etanointia. Kun suunniteltu kallioalue on "etanoitu" eli reiät on täytetty ääriään myöten paisuntalaastilla, niin tarvittaessa alue peitetään raskailla kumimatoilla. Useimmiten etanoidun kallio-alueen peittämiseen riittää perinteinen suodatinkangas.

Raskaita kumimattoja tulee käyttää aina, kun louhittava alue sijaitsee asutulla alueella missä liikkuu ihmisiä ja ajoneuvoja, etanoidun kalliokentän vieressä. Myös porattujen reikien halkaisija vaikuttaa siihen miten hyvin kalliokenttä tulee suojata. Kalliokentän etanoinnin jälkeen paisuntalaastin annetaan vaikuttaa rei'issä vähintään yhden vuorokauden ajan, jotta päästään haluttuun lopputulokseen. Kovan kallion voimakkaaseen murtamiseen tarvitaan n. 15 – 20 kg etanadynaamiittia kuutiometriä kohden. Ilman lämpötila vaikuttaa paisuntalaastin vesi/laastisuhteeseen, jonka valmistaja määrittelee. Kesäisin, kun on + 20-25°C lämmintä, niin paisuntalaasti reagoi nopeammin, joten viileää vettä tulee laittaa hieman enemmän turvallisen työn suorittamisen takaamiseksi. Talvipakkasilla taas päinvastoin. Huomioitavaa on myös se, että paisuntalaasti-valmistajat tekevät sekä kesä- että talvilaatua. [4, s. 415]

Tärkeintä kemiallisen kiilauksen suorittamisessa on kuitenkin työturvallisuus, koska kyseessä on kemikaali, joka sisältää terveydelle haitallisia aineita. Paisuntalaastin käyttöohjeet tulee siis olla työntekijällä tarkasti mielessä tätä työvaihetta tehdessä. Suojavarusteina pitää tekijällä vähintään olla hengityssuojain, kumihanskat sekä peittävät suojalasit (rakoja ei saa olla, mahdollisten roiskeiden takia). Tämän työvaiheen työohje löytyy liitteistä ensimmäisenä. Siinä kerrotaan mitä resursseja kemiallinen kiilaus vaatii, työturvallisuusasioita sekä ohjeita työn suorittamiseen. Toisena liitteenä on käyttö- ja turvallisuusohje, jossa käydään yksityiskohtaisemmin läpi vaihe vaiheelta paisuntalaastin käyttöä.

Tämän kemiallisen reaktion louhintamenetelmän tehokkuus ja laatu tulee parhaiten esiin silloin, kun käyttökohteessa louhittavan kallion korkeus on enemmän kuin 2 metriä ja kivenlaatu ei ole liian rikkonaista. Poraus on myös tässä menetelmässä aikaa ja rahaa vievä osuus, koska ruutukoko etanoinnille on varsin pieni ja tästä johtuen porametrejä tulee paljon. Etuna kemiallisen murtolaastin sekä mekaanisen kiilauksen käytössä ympäristöhaittojen minimoinnin lisäksi myös se, että työtä voi suorittaa ilman räjäytystyöhön tarvittavia pätevyyyksiä ja lupia. [3, s. 101.]

BETEC -etanadynamiitin käyttömäärät kuutiometrille murrettavaa kohdetta kohden.

Murrettava kohde	Kevyt murtaminen Jääkäsittely paineilma- tai käsityökaluilla kg	Huomattavat murtumishalkeamat kg	Voimakas murtaminen kg
Pehmeä kivi	2 - 5	4 - 7	6 - 12
Kova kivi	3 - 6	5 - 8	7 - 13
Pehmeä kallio	4 - 6	6 - 8	8 - 14
Kova kallio	6 - 8	8 - 12	10 - 18
Syvennys kallioon \varnothing 1,5 m	6 - 9	8 - 14	10 - 22
Betoni – vapaassa tilassa	2 - 3	3 - 4	4 - 7
Betoni – ahtaassa tilassa	4 - 6	6 - 9	8 - 14
Betoni – kevyesti raudoitettu	8 - 11	11 - 20	18 - 35
Törsäbetoni	12 - 18	16 - 30	20 - 45

Kuva 6. Paisuntalaastin käyttömäärät murrettavaa kuutiometriä kohden. [4, s.415]

2.6 Kevytpanoslouhinta

Kevytpanos on hitaasti palava tuote, joka perustuu punneaineeseen hylsyssä. Sähkönalli on sisäänrakennettu panokseen ja se täyttää saman turvaluokituksen, kun vakioluokka 3 nalleissa. Palava punneaine laukaisussa aiheuttaa laajentuvan kaasun (typpi, vesihöyry ja hiilidioksidi) tilavuuden. Suomessa markkinoilla olevat punneaineet on luokiteltu samaan luokkaan ilotulitteiden kanssa. Säilytys- ja rahtivaatimukset ovat alhaisemmat kuin varsinaisilla räjähdysaineilla. [5.]

2.7 Vajerisahaus

Vajerisahauksessa käytetään timanttivajeria, joka sahaa mitä tahansa timanttia heikompa. Louhintatöissä tätä menetelmää on käytetty vasta viime aikoina enemmän, timanttivajerin hinnan alentumisen myötä. Tarvekilouhimoilla tämä menetelmä on ollut pidempään käytössä. Nykyään on myös saatavilla automatisoituja koneita vajerisahaukseen. Tekniikan kehittyminen on siis lisännyt työvaiheen tekemistä louhintatöissä. Menetelmä soveltuu käytettäväksi tilanteeseen, jossa ympäristö asettaa haasteita perinteiselle louhinnalle. Vajerisahaukseen tarvittava kalusto on alapuolella kuvassa oleva vajerisahausyksikkö, poravaunu (vaaka- ja pystyreikä), iso kompura ja sähkö (tarve noin 125-150A). Sahaustyö aloitetaan tekemällä niin sanottu sahausmonttu suunnitelman mukaiseen louhintapohjan tasoon. Sahausmontun valmistuttua päästään poraamaan vaakareikää, joka tulee louhintatason alapuolelle. Tämän jälkeen porataan pystyreikä samaan linjaan kuin vaakareikä ja kun reiät ovat kohdanneet, puhalletaan naru läpi, josta sitten vedetään timanttivajeri tällä narulla läpi. Vajerisahausyksikkö asennetaan teräskiskojen päälle sahattavan alueen taakse. Ennen sahausta täytyy saada vesisyöttö letkulla timant-

tivaijeriin, kun laitteeseen on saatu sähkö ja timanttivaijeri kytketty laitteeseen, niin vaijerisahauksen voi aloittaa. Timanttivaijerisahaus on nykyään louhintatyömailla irtiporausta parempi vaihtoehto kalliorailon tekemiseen, koska siinä ei ole ympäristöhaittoja niin kuin irtiporauksessa (melu ja pöly) myös aikataulullisesti vaijerisahauksen työsaavutus on moninkertainen verrattuna irtiporaukseen. Käyttökohde voi myös olla esimerkiksi kuilulouhinta, jossa viimeinen pudotus päältä pohjalle tapahtuu sahausella. [3, s. 99.]



Kuva 7. Speedcut vaijerisahausyksikkö työmaalla sahaamassa railoa kalliioon.

3 Työnohjaus ja resurssit

Räjähdysaineettoman louhinnan menetelmän valinnassa tulee olla kokemusta louhintatöistä laaja-alaisesti, jotta saavutetaan haluttu lopputulos. Erilaisia vaihtoehtoja työn toteutukselle on useita. Näistä vaihtoehtoista pitää pystyä valitsemaan parhaiten toisiaan tukevat menetelmät. Työnohjauksella ohjataan työntekijöitä tekemään niillä resursseilla ja menetelmillä, millä päästään laadukkaaseen, tehokkaaseen ja turvalliseen ratkaisuun. Resursseja tässä työvaiheessa on kaikki edellä mainitut louhintatekniikkaan liittyvät asiat (poravaunu, kaivinkone, rakennusmies, työnjohto, hydraulinen kiila, rammeri, paisuntalaasti). Eri työmaatilanteissa tulee siis valita kyseiseen työhön sopivat resurssit.

Ennen kuin työmaalla aloitetaan tekemään räjähdysaineetonta louhintaa, niin työnjohtajan pitäisi tietää millä resursseilla kyseinen työ toteutetaan parhaan lopputuloksen saamiseksi. Yleensä räjähdysaineetonta louhintaa suoritetaan työmailla missä tehdään myös muita maanrakennustöitä, kuten esim. kunnallistekniikkaa, maankaivuuta, massanvaihtoa ja perinteistä louhintaa. Tällöin kalusto on myös riippuvainen muiden töiden tekemisestä, joten niitä ei voida pelkästään

spesifioida räjähdysaineettoman louhinnan tehokkaaseen suorittamiseen, vaan silloin täytyy miettiä sopivaa kombinaatiota, jolla työn suorittamisesta tulee myös taloudellisesti kannattavaa.

Työmailla tehtävien töiden monimuotoisuuden johdosta työnohjauksen merkitys korostuu. Eri-laisten töiden tekeminen samanaikaisesti vaatii työntekijöiltä sekä työnjohtajilta pelisilmää, jotta työt etenevät jouhevasti. Kun tehdään työmaalla perinteistä louhintaa sekä räjähdysaineetonta louhintaa, niin kalusto pitää miettiä molemmille menetelmille tehokkaaksi.

Perinteisessä louhinnassa asutuskeskusalueilla käytetään usein isompia päältä lyöviä poravaunuja sekä porataan isommalla porakruunulla (64-76 mm) kuin räjähdysaineettomassa louhinnassa. Räjähdysaineettoman louhinnan poraustyössä käytetäänkin usein Commando-tyyppistä pienempää poravaunua, koska kyseisen mallin porakruunu (41 - 51 mm) ja porakanget soveltuvat paremmin räjähdysaineettomaan louhintaan paitsi kaivinkonekiilauksessa, jossa tarvitaan vähintään 76 mm reiän halkaisijaa. Commando-poravaunulla poraustyö kestää kuitenkin kauemmin sen ollessa pienempi ja tehottomampi malli. Isommissa poravaunuissa porakanget ovat yleensä 51 mm paksuja, joten niillä joudutaan poraamaan 64 mm tai enemmän halkaisijaltaan olevaa kenttäreikää.

Yleisesti kallionporauksessa porakankien tulisi olla halkaisijaltaan ohuempia kuin porakruunu, koska poratessa syntyy kitkaa kallion ja metallin väliin, joka hidastaa työtä huomattavasti. Kallionporauksia suorittavat porarit osaavat tehdä yleensä oikeat materiaalivalinnat kyseiseen työhön liittyen, mutta työnjohtaja valitsee ja tilaa porauksen työmaalle, joten hänen tulee myös olla perillä näistä asioista. Näiden asioiden takia työnohjauksessa on tärkeää tiedostaa valintojen syyt ja seuraukset, kun hoidetaan tarvittavia resursseja työmaalle. Välillä työnsuorittaja on hieman vähemmän kokemusta omaava henkilö, jolloin on ehdottoman tärkeää huomata työnohjauksessa, että minkälaisessa paikassa ja miten hyvin kyseinen henkilö pystyy suoriutumaan. Räjähdysaineettoman louhinnan tehokkuus ja kustannukset ovat usein työnjohtajan valinnoista johtuvia asioita, jotka perustuvat työkokemukseen tästä aiheesta.



Kuva 8. Vaakapulttireikienporausta louhitussa metroasemakuilussa.

4 Työmaatoteutukset

4.1 HSY:n jätevesipumppaamo

Ilmalassa sijaitseva työmaa, jossa junarata ja vilkkaasti liikennöity ajotie olivat työmaan välittömässä läheisyydessä. Sijainnista ja ympäröivistä rakenteista johtuen räjähdysaineettomalla louhinnalla kalliota irrotettiin huomattava määrä. Tilaajana projektissa toimi HSY ja pääurakoitsijana Louhintahiekka Oy .Monesti räjähdysaineetonta louhintaa tehdään muutos- ja lisätyönä kallion tärinöiden ja kiven sinkoamisten estämiseksi. Tässä kohteessa urakkalaskennassa oli kuitenkin osittain otettu huomioon räjähdysaineeton louhinta junaradan läheisyyden vuoksi.

Projektin alussa ennen louhintatöiden aloitusta työmaalla tehtiin liikennejärjestelyjä ja aidattiin työmaa-alue. Resurssit valittiin tuleville työvaiheille sopiviksi perinteinen ja räjähdysaineeton louhinta, kallionlujitus sekä louheen kuormaus ja ajo. Räjähdysaineettoman louhinnan aloitus suunniteltiin ylipanostajan (räjäytystyönjohtaja) ja työnjohtajan kesken. Räjähdysaineeton louhinta aloitettiin poraamalla reikiä lujituspulteille, jonka jälkeen Atlas Copco D-7 -poravaunulla porattiin kenttäreikiä paisuntalaastille kallion päältä. Niin sanotut ”kylmät” (ei juotoslaastia) 32 mm halkaisijaltaan olevat harjateräspultit (4-6-metriset) asennettiin ennen louhinnan aloitusta, jotta mahdolliset rikkonaisuusvyöhykkeet ja lustat saatiin pysymään stabiileina louhinnan aikana ja jälkeen. Tämän jälkeen alettiin tekemään paisuntalaastiseosta, joka sekoitettiin Putzmeister pystysekoittimella ja kaadettiin porattuihin reikiin, jonka jälkeen kalliokenttä suojattiin suodatinkankaalla. Tämän seoksen annettiin vaikuttaa kalliossa päivän verran, jotta se saatiin mahdollisimman rikkonaiseksi paisuntalaastin vaikutuksesta.

Seuraavana päivänä kalliota rammeroitiin hydraulisella vasaralla pienemmäksi ja rikkonainen kiviaines rusnattiin pois. Tässä kohteessa paisuntalaastin käyttö oli ainut toteutuskelpoinen menetelmä kallion korkeimmalla kohdalla, koska junarata sijaitsi kyseisen kallion alapuolella ja välittömässä läheisyydessä. Paisuntalaasti valittiin ja todettiin parhaaksi räjähdysaineettoman louhinnan työmenetelmäksi tässä kohteessa. Myöhemmin, kun kalliota oltiin saatu irrotettua 3-4 metriä alaspäin (junaradan tason alapuolelle), niin pystytettiin aloittamaan perinteinen louhinta räjähdysaineilla.

Resursseina räjähdysaineettomassa louhinnassa oli 20t. tela-alustainen kaivinkone, 14t. tela-alustainen kaivinkone + hydraulinen vasara, Atlas Copco D-7 -poravaunu, Putzmeister-pystysekoitin ja 2 rakennusammattimiestä sekä työnjohtaja.



Kuva 9. Paisuntalaastin vaikutuksen jälkeinen kallion riktus ja rusnaus (Ilmalan juna-asema taustalla).

4.2 Metropolia Myllypuron kampus

Myllypurossa kehä I:n ja metroradan välissä sijaitsevalla tontilla aloitettiin louhintatyöt helmikuussa 2016 tulevaa Metropolian kampuista varten. Kohteessa tilaajana toimi Helsingin kaupungin Tilakeskus, louhinta ja MRU-vaiheen pääurakoitsijana Louhintahiekka Oy. Projektissa kalliota irrotettiin yli 20 000 m³, josta suurin osa tehtiin massalouhinnalla perinteisillä räjähdysaineilla. Metroradan sijaitessa louhittavan kallion välittömässä läheisyydessä viimeiset metrit louhinnasta radan vierestä tehtiin räjähdysaineettomalla menetelmällä. Alkutilanteessa louhittavan kallion korkotaso oli kauttaaltaan noin 9 metriä ylempänä, kuin suunniteltu louhinnan tavoitetaso. Tämä asetti siis paljon haasteita tulevalle metroradan vieressä tehtävälle louhinnalle.

Ennen räjähdysaineettoman louhinnan suorittamista työvaiheet suunniteltiin työnjohtajien ja tekijöiden kanssa turvallisen, tehokkaan ja laadukkaan työn toteuttamiseksi. Resursseina räjähdysaineettomassa louhinnassa oli kaksi 35 tonnin painoluokassa olevaa tela-alustaista kaivinkonetta + 1 hydraulinen vasara, 2 - 3 rakennusammattimiestä, 2 kpl poravaunuja ja työnjohtaja. Työvaihe aloitettiin poraamalla kallion pinnalta 8 - 10 metriä syviä reikiä niihin paikkoihin joissa todettiin olevan irtonaisia kivenlohkareita ja paljon rikkonaisuusvyöhykkeitä. Näihin reikiin asennettiin "kylmiä" (ei laastijuotosta) 32 mm harjateräspultteja, joiden tarkoitus oli vakauttaa kalliossa olevat irtonaiset kivenlohkareet ja rikkonaisuusvyöhykkeet. Tämän jälkeen tehtiin kallioverko-

tus, jolla pyrittiin estämään irtonaisten kivilohkareiden tippuminen metroradalle. Verkon asennus tehtiin yöaikaan, jolloin metrot eivät liikkuneet. Teräsverkko kiinnitettiin metroradan puoleiseen kallionseinämään sinkityillä teräspulteilla, jotka juotettiin kallioon kiinni. Lopuksi asennettiin puottuja teräsvaijereita verkon yläpäähän tukemaan verkotusta.



Kuva 10. Louhittava verkotettu kallioalue metroradan vieressä.

Kaikkien valmistelevien töiden ollessa tehty aloitettiin poraus räjähdysaineettomalle louhinnalle. Poraustyötä suunnitellessa todettiin, että porataan 51 mm porakruunulla, 30 cm x 30 cm ruutuun noin 2 metriä syviä reikiä. Tällä porauskaaviolla poratessa työn suoritus soveltui pienemmälle poravaunulle, mutta aikataulussa pysymisen johdosta jouduttiin muuttamaan porausta isommalle poravaunulle sopivammaksi sekä vaihtamaan kalusto sen mukaiseksi. Kenttäreikien ruutukokoa saatiin harvennettua isomman reiän halkaisijan johdosta (64 mm) myös porausvyvyys vaihdettiin 3 metriin. Paisuntalaastia kului enemmän tässä menetelmässä, mutta kallio saatiin halkeamaan paremmin, joten kiven irrotus ja rikotus rammeroimalla helpottui. Kalliossa olevia kenttäreikiä kun oli tarpeeksi, niin aloitettiin paisuntalaastin teko. Paisuntalaasti sekoitettiin Putzmeister pystysekoittimella kylmän veden kanssa. Vesi/laastisuhte on määritelty valmistajien käyttöohjeissa, mutta ilman lämpötila pitää ottaa myös huomioon sekoittaessa.

Nämä asiat huomioon otettuna paisuntalaastia tehtiin oikealla vesi/laastisuhteella. Paisuntalaastin vaikutettua kalliossa yhden vuorokauden kallio saatiin tarpeeksi rikkonaiseksi. Kallion irrotus toteutettiin seuraavaksi hydraulisella iskuvasaralla rammeroimalla. Tässä työvaiheessa toinen kaivinkone suojasi kynsikauhalla ja räjäytysmatolla mahdollisia kiven sinkoamisia metroradalle,

kun toinen kaivinkone rammeroi kalliota hydraulisella vasaralla. Aina kun metroraitteen viereistä kalliota tiputettiin alaspäin, niin kaikkien metrojen liikennöinti siirrettiin kauimmalle raiteelle sekä kaksi työntekijää oli aina vahdissa, kun metroja tuli ulommaista raidetta pitkin. Metron nähtyään siitä välitettiin välittömästi tieto radiopuhelimella kaivinkoneenkuljettajille. Kohteessa räjähdysaineeton louhinta toimi tavoitellusti ja halkaisi kalliota halutuilta alueilta. Tästä johtuen rammerointi ja kallion irrotus saatiin tehtyä aikataulussa, tehokkaasti ja turvallisesti.



Kuva 11. Metroradan viereisen kallion rikutusta paisuntalaastin vaikutuksen (1vrk) jälkeen.

Tällä työmaalla kemiallinen paisuntalaasti oli paras vaihtoehto räjähdysaineettomaan louhintaan, koska louhittava kallio oli korkeudeltaan noin 8-9 metriä. Normaalin räjähdysaineilla tehtävän louhinnan ollessa tehtynä muualla työmaalla, niin räjähdysaineetonta louhinta päästiin tekemään kokonaisvaltaisesti kallion edustan ollessa kokonaan auki, jolloin halkeaminen paisuntalaastilla onnistui paremmin, kun oli niin sanottu vapaa tila mihin kallio halkeaa.

Vertailuna, jos olisi valittu toinen räjähdysaineeton louhintamenetelmäkaivinkoneella tehtävä hydraulinen kiilaus, niin oltaisiin päästy noin 90 cm syvälle yhdellä kiilauksella, joten sillä työtavalla olisi joutunut puhdistamaan kalliota aina 90 cm kallion rikotuksen jälkeen ja mahdollisesti puhaltamaan poratut reiät tyhjäksi kiviaineksesta, jota ensimmäisestä rikotuksesta oli mennyt niihin. Kun taas paisuntalaastilla tehtäessä saatiin kerralla aina noin 3 metriä syvälle rikottua kalliota. Hydraulinen kiilaus soveltuu yleensä parhaiten tehtäväksi kalliokanaaleihin ja paikkoihin, joissa poistettavaa kalliota on noin 1 metrin paksuudelta.

5 Yhteenveto ja pohdinta

Työssä tavoiteltiin työnohjauksen selkeyttämistä sekä oikeiden resurssien valintaa työn laadukkaassa, tehokkaassa ja turvallisessa toteutuksessa. Esitutkimuksessa käytiin läpi erilaisia menetelmiä räjähdysaineettoman louhinnan suorittamisessa. Tutkimustyö tehtiin keskittymällä työn tekemiseen vaikuttaviin asioihin, kuten resurssit ja työnohjaus.

Työnohjauksessa tärkeintä on hoitaa oikeanlainen kalusto räjähdysaineettoman louhinnan suorittamiseen sekä varmistaa, että suojavarusteet ja tietotaito on riittävällä tasolla henkilöillä, jotka suorittavat räjähdysaineetonta louhintaa. Poraustyön seuraaminen ja kontrolli on myös tärkeä asia tässä työmenetelmässä, koska se on kustannuksiltaan kallein työvaihe räjähdysaineettomassa louhinnassa. Nykypäivänä tekniikan kehittymisen myötä räjähdysaineeton louhinta kehittyi jatkuvasti tehokkaammaksi ja paremmaksi tavaksi irrottaa kalliota työmailla. Kaivinkonekiilauksella hyvänä esimerkkinä tämän hetken räjähdysaineettoman louhinnan menetelmien kehittymisestä. Kaivinkoneella tehtävällä kiilauksella työsaavutus on huomattavasti parempi kuin käsin tehtävällä kiilauksella. Timanttivaijerisahaus on todettu myös erittäin hyväksi uudeksi työtavaksi tehdä railo kallioon irtiporaamisen sijaan, joka pienentää louhinnan ääriävaikutusta ympäristön rakennuksiin ja rakenteisiin. Tämä työmenetelmä on siis ennen louhintaa tehtävää työtä. Kokeuksen mukaan voisi sanoa, että lähestulkoon jokaisella työmaalla asutuskeskusalueilla missä tehdään louhintaa, niin tarvitaan myös räjähdysaineetonta louhintaa, koska louhittavalla alueella on paikkoja joissa täytyy minimoida tai kokonaan ehkäistä louhinnan ääriävaikutukset, kiven turpoaminen tai sinkoaminen ympäristöön.

Laskenta ja tarjousvaiheessa on jo suuri etu yritykselle, joka urakkaa tarjoaa, että löytyy tietotaitoa ja osaamista räjähdysaineettomaan louhintaan, koska nykyään tilaajat ja pääurakoitsijat etsivät usein kokonaisvaltaista maanrakentamisen tekijää, että heidän ei tarvitse erikseen kilpailuttaa työmaan tulevia työvaiheita usealle eri yritykselle. Työmaan etenemisen kannalta on helppointa, kun maanrakennukseen liittyvät työt tilataan yhdeltä urakoitsijalta, jolloin pääurakoitsijan on helppo hallita työmaata yhden aliurakoitsijan kanssa.

Lähteet

1. Louhintahiekka Oy tilinpäätös 2018. (<http://www.louhintahiekka.fi/index.html>)
2. Vuolio, Raimo. 1991. Räjätystyöt. Helsinki: Suomen maanrakentajien keskusliitto
3. Vuolio, Raimo. 2008. Räjätysopas 2008. Helsinki: Suomen rakennusmedia
4. Vuolio Raimo, Halonen Tommi. 2012. Räjätystyöt. Helsinki: Suomen rakennusmedia
5. Royex. 2015. Ponneaineet royex. Verkkodokumentti. (www.royex.fi/stensprackning-fragor.html#royex-fly-rock-shrapnel) Julkaistu 2015, Luettu 28.9.2016

Liitteet

TYÖVAIHEEN TYÖOHJE

Projekti, urakkaosa	Työnumero
Tilaaaja	Laatija
Työvaihe Kemiallinen kiilaus (etanointi)	PVM

RESURSSIT .. Käytettävä kalusto .. Työryhmä .. Käytettävät materiaalit	<ul style="list-style-type: none"> - 2 x RAM - KKht + rammeri - poravaunu - mittamies - työnjohto
VALMISTAVA VAIHE .. Edelliset työvaiheet .. Ilmoitukset ja informointi .. Muut	<ul style="list-style-type: none"> - louhittavan / kiilattavan alueen merkinnät - työntekijät on perehdytetty
TYÖTURVALLISUUS JA YMPÄRISTÖ .. Suojavälineet .. Nostolaitteet .. Käyttöönottotarkastukset .. Turvallisuussuunnitelmat .. Varottavat laitteet .. Haitalliset aineet .. Liikenteen ohjaus .. Pohjavesialueet .. Materiaalien käsittely .. Melun torjunta .. Pölynsidonta .. Liukkauden torjunta	TYÖTURVALLISUUS -Liitteenä olevat käyttöturvallisuustiedote ja käyttöohjeet luettava -kaikilla jotka työskentelevät on tarvittavat pätevyudet ja kulkulupa/henkilökortti - työntekijät käyttävät varoitusvaatetusta, turvakengä, silmäsuojaimia ja kypärää sekä työssä mahdollisesti tarvittavia muita suojaimia (kumihanskoja ja pölyltä suojaavaa hengityssuojainta) -Kohteen alapuoliselle alueelle estettävä pääsy kivien putoamisvaaran vuoksi, lippusimalla ja huomio kyltillä. Riittävältä alueelta. -Lämpimällä säällä reikien suojaus esim. märällä suodatinkankaalla. Viileällä ilmalla ei välttämätöntä. -työmaalla tehdään viikoittaiset kunnossapitotarkastukset MVR-mittarilla - tiealueella työskenneltäessä käytettävä varoitusviikkuja - autoissa peruutushälyttimet - kohteen välittömässä läheisyydessä ei ole palavia materiaaleja VARASTOINTI <ul style="list-style-type: none"> - kosteudelta suojaavissa pakkauksissa - kuivassa tilassa VAROTTAVA *Aineen ulospuhallusta reiästä *Aineen joutumista silmiin tai iholle *yleinen liikenne * johto ja kaapeleita * sivulliset ohikulkijat * työpisteessä ei säilytetä öljyä eikä polttoainetta ylimääräisiä määriä YMPÄRISTÖ - öljyä vuotavat koneet korjataan tai vaihdetaan - öljyvahinkojen varalta on imeytysainetta työmaalla - työpisteessä ei säilytetä öljyä eikä polttoainetta ylimääräisiä määriä

	<p>- työmaan jätehuolto on järjestetty</p> <p>HÄLYTYSNUMEROT</p> <p>- YLEINEN HÄTÄNUMERO 112</p>
<p>TYÖN SUORITUS</p> <ul style="list-style-type: none"> .. Menetelmät .. Aikataulu .. Vastuut .. Informointi .. Muut 	<p><u>Työn suoritus:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - porauskuvion suunnittelu niin, että kivellä on tilaa haljeta (vapaa sivu) - reikäkuvion poraus ja varmistus, että niissä ei ole vettä. Mikäli rei'issä on vettä, suoritetaan täyttö sukkaan. - massan sekoitus, käsisekoittimella - massan kaato reikiin sekoitusastiasta <p>Liitteenä käyttöturvallisuustiedote ja käyttöohjeet</p> <p><u>Erytispiirre:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Kiillattava alue on suuri.n.2mx3x15m=90m³ - Suoritetaan kiilaus useassa poralinjassa. Seuraavien reikälinjojen täyttö toteutetaan irtoamiseen mukaan. Seurataan päivittäin. - töiden yhteensovittaminen ja menettelytavat jo käynnissä olevien työvaiheiden kanssa. Alapuolisen alueen suojaus ulkopuolisilta, lippusiimalla ja huomio kyltillä. Riittävältä alueelta. - kylmällä ilmalla voi käyttää haaleaa tai hieman lämmintä vettä - talvella murrettava alue voidaan lämmittää ja kiilaus suorittaa esim. teltan suoja- sa - reikien suojaus sateelta; liika vesi pilaa seoksen.(esim.pressulla)
<p>Loppu-/laatu-dokumentointi</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tarkkeet - pöytäkirjat - (Katselmukset) - (Valokuvat)

Murtolaasti Käyttö- ja turvallisuusohje

10.12.2013/päivitetty 22.7.2014/päivitetty 26.5.2015

Käyttöohje**Poraus**

1. Käytä kiveen tai betoniin soveltuvaa poraa ja asianmukaisia poranteriä.
2. Reiät tulee porata noin 30-60 cm:n päähän toisistaan. HUOM: kun reiät porataan teräsbetoniin, niiden väli ei saa olla yli 30 cm toisistaan.
3. Suositeltava reiän koko on halkaisijaltaan 38 – 50 mm.

Materiaali	Reiän halkaisija, mm	Reikäväli, cm	Reiän syvyys
Kallio / graniitti	35-65	40-60	1,05 H
Kalliroleikkaus	30-40	20-40	H
Betoni	35-50	40-60	0,8 H
Teräsbetoni	35-50	15-30	0,9 H

H = rikottavan kappaleen halkaisija (kallion tapauksessa porataan 5 % ylisyväksi halutusta halkaisusyvyydestä)

Sekoittaminen

1. Käytä kumisia suojakäsineitä, hengityssuojainta ja silmien- tai kasvonsuojainta.
2. Sekoita Murtolaasti –jauhe puhtaaseen veteen puhtaassa astiassa. Suositeltava sekoitussuhde: 1,5 litraa vettä yhtä 5 kg:n Murtolaasti –säkkiä kohden.
3. Sekoita hyvin ja ripeästi laastisekoittimella. Varmista, että seos on täysin liuennut.

Reikien täyttäminen

1. Puhdista reiät esim. paineilmalla ennen täyttöä.
2. Kaada hyvin sekoitettu Murtolaasti –seos reikiin maksimissaan 10 min sisällä sekoittamisesta. Älä täytä reikiä täyteen. Suositeltava täyttömäärä: jätä noin 30 mm reiästä täyttämättä.
3. Täytön jälkeen poista reiästä ilmakuplat esim. pitkää tikkua käyttäen.
4. Vaakareian täytössä käytä tarvittaessa injektointipumppua. Tulppaa vaakareiat seoksen pitämiseksi reiässä.

Vaikutusaika

Reikien täytön jälkeen halkeamia alkaa syntyä noin 40-60 minuutin kuluttua riippuen säästä ja kiven tai betonin laadusta. Halkeamat kasvavat ajan myötä aina 48 tuntiin saakka.

Maahantuoja:*Louhintahiekka Oy, Tuotantotie 1, 04300 Tuusula.***Yhteystiedot:***puh. +358 9 2745 060, www.louhintahiekka.fi*

Murtolaasti Käyttö- ja turvallisuusohje

10.12.2013 / päivitetty 22.7.2014 / päivitetty 26.5.2015

Tarvittavat varusteet

1. Murtolaasti
2. Puhdasta ja kylmää vettä
3. Muovinen astia/ämpäri
4. Sauva laastin sekoittamiseen
5. Suojalasit tai kasvojen suojain
6. Kumihanskat
7. Hengityssuojain
8. Kypärä
9. Hiekkaa/mursketta mahdolliseen porausreiän tulppaukseen
10. Lämpömittari (suositellaan)

Turvallisuusohjeita

1. Jokainen Murtolaastin kanssa työskentelevä henkilö on perehdytettävä aineen käyttöön ja sen ominaisuuksiin.
2. Säilytä kuivassa. Säilyvyys on noin yksi vuosi.
3. Säilytä lasten ulottumattomissa.
4. Roiskeet silmistä on huuhdeltava välittömästi runsaalla vedellä ja mentävä lääkäriin.
5. Käytä kumisia suojakäsineitä, hengityssuojainta ja silmien- tai kasvonsuojainta.
6. Jos ainetta on nielty, hakeudu heti lääkärin hoitoon ja näytä pakkauksen etiketti.
7. Varmista, että kaikki, jotka työskentelevät Murtolaastin kanssa ymmärtävät aineen ulospuhallusvaaran ja ovat tutustuneet huolellisesti käyttöohjeisiin.
8. Murtolaasti on erittäin emäksinen tuote. Aineen reagoitua veden kanssa PH -arvo nousee 13:sta. Aine voi aiheuttaa vakavaa ärsytystä limakalvoille ja erityisesti silmille. Jos ainetta joutuu iholle tai silmiin, huuhtelee runsaalla kylmällä vedellä hieromatta ja ota välittömästi yhteyttä lääkäriin.
9. Käytä kumisia suojakäsineitä, hengityssuojainta ja silmien- tai kasvonsuojainta kun työskentelet Murtolaastin kanssa. Hengityssuojaimen käyttö korostuu tiloissa, joissa on huono ilmanvaihto esim. tunneleissa.
10. Peitä porareivät heti täytön jälkeen esim. kostutetulla säkkikankaalla tai vastaavalla. Porareikien täytön jälkeen älä kohdista kasvoja porareikien suuntaan ja pysy etäällä porareivistä vähintään kolmen tunnin ajan välttääksesi mahdollisen seoksen ulospuhallusvaaran. Älä päästä ihmisiä työalueelle reikien täytön jälkeen.
11. Lämpimällä tai kuplivalla Murtolaastiseoksella ei saa täyttää porareikiä. Jos seoksella täytetystä reiästä alkaa nousta höyryä tai savua, saattaa se merkitä aineen ulospuhallusvaaraa. Tällöin tyhjennä alue ihmisistä välittömästi.
12. Pidä alue vapaana ihmisistä reikien täytön jälkeen. Jos ihmisten on työskenneltävä reikien läheisyydessä, kiinnitä erityistä huomiota reikien suojaamiseen ja suojarusteiden käyttöön.
13. Toimita Murtolaasti ja sen pakkaus ongelmajätteen vastaanottopaikkaan.

Lisäohjeita / vinkkejä

1. Käytä lämpimällä säällä mahdollisimman kylmää vettä ja tarvittaessa tulppaa porausreikä hiekalla/murskeella ulospuhalluksen estämiseksi.
2. Saavuttaaksesi parhaan lopputuloksen, suositellaan testin tekemistä ennen varsinaista aineen käyttöä kohteessa.

3. Jos käytät Murtolaastia huokosiin materiaaleihin esim. betoniin, reiät on kostutettava ennen niiden täyttöä. Varmista kuitenkin ettei rei'issä ole vettä.
4. Halkaisijaltaan isojen reikien sijoittaminen lähelle toisiaan nopeuttaa halutun tuloksen saavuttamista.
5. Varmista että reiät ovat puhtaat (ettei niissä ole vettä eikä pölyä). Puhdista reiät ennen täyttöä esim. paineilmalla.
6. Sekoitettu Murtolaastiseos on kaadettava porareikiin viiden minuutin sisällä seoksen valmistamisesta.
7. Älä sekoita kerralla yli 10 kg:n (kaksi laatikollista) erää.
8. Täytä reiät pohjaan asti.
9. Eri työvaiheet ja reikien täyttöjärjestys tulee miettiä ja synkronoida etukäteen mahdollisimman hyvin. Paras lopputulos saavutetaan kun Murtolaastin paisuminen tapahtuu samanaikaisesti läheisissä porarei'issä.
10. Älä koskaan käytä lasisia tai metallisia astioita Murtolaastiseoksen tekemiseen.
11. Jos seos alkaa hyöryämään sitä sekoitettaessa, lisää hieman vettä.
12. Peitä reiät esim. kostutetulla säkkikankaalla. Näin estät suoran auringonpaisteen seokseen ja vähennät mahdollisen ulospuhallusvaaran aiheuttamia riskejä.

Maahantuoja:

Louhintahiekka Oy, Tuotantotie 1, 04300 Tuusula.

Yhteystiedot:

puh. +358 9 2745 060, www.louhintahiekka.fi