

Louhintä ja koneohjaus

Niko Yliaho
A1602408
R51M16S

Opinnäytetyö
Tekniikan ja liikenteen ala
Maanmittaus

2021

Tekijä	Niko Yliaho	2021
Ohjaaja(t)	Timo Karppinen	
Työn nimi	Louhinta ja koneohjaus	
Sivu- ja liitesivumäärä	26	

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kerätä tietoa louhintaan liittyvistä laeista ja määräyksistä sekä kertoa louhintatöiden teknisestä puolesta. Tarkoituksena oli kertoa, mitä vaatimuksia louhintatyön tekemiselle on. Lisäksi tarkoituksena oli tuoda esiin poravaunujen koneohjausta.

Tässä työssä käytiin läpi panostajan lupakirjat, töiden aloittamiseen liittyvät määräykset ja luvat sekä käytiin vaihe vaiheelta louhintaa ja räjäytystä. Toisena osana työhön kuului porakaluston koneohjaus, jonka hyötyjä käytiin läpi.

Tuloksena saatiin kattava ja tiivis kokonaisuus louhinnasta, siihen liittyvästä lainsäädännöstä sekä koneohjauksesta. Oma käytännönkokemus auttoi työn tekemisessä.

Avainsanat louhinta, koneohjaus, räjäytys

Author	Niko Yliaho	Year	2021
Supervisor	Timo Karppinen		
Subject of thesis	Excavation work and machine control system		
Number of pages	26		

The purpose of this thesis was to gather information about the laws and regulations related to excavation work and to highlight the technical side of it. The purpose was to tell what the requirements were for doing excavation work. In addition, the purpose was to highlight the machine control system for drilling rigs.

In this work charges' certificates, regulations and permits required to start the work were reviewed, excavation work and blasting were carried out step by step. The second part of the work included machine control system of the drilling rig, from which the benefits were reviewed.

The result was a comprehensive and concise set of excavation work, related legislation and machine control system. My own work experience helped me to get the job done.

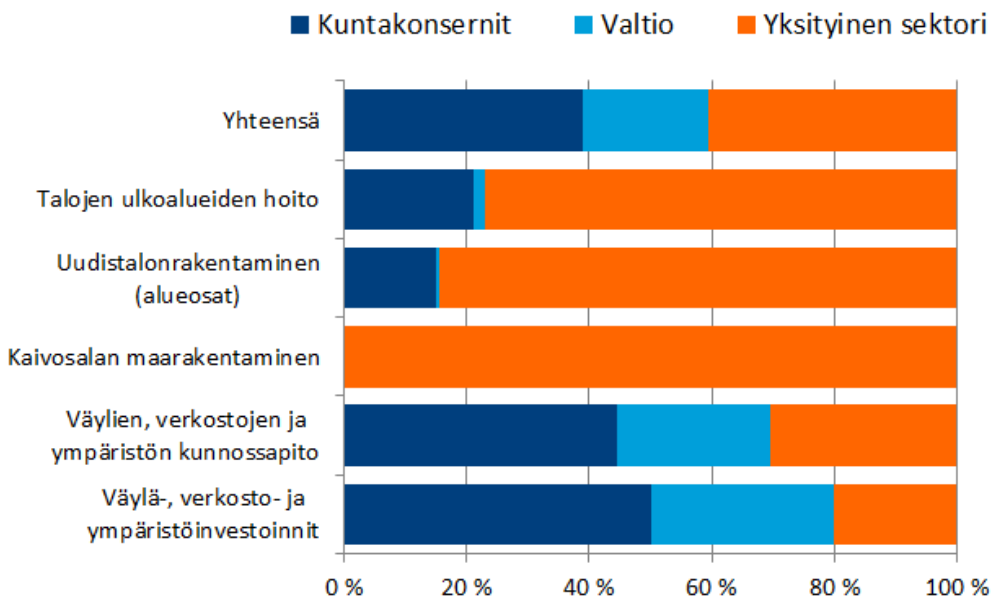
Key words excavation work, machine control system, blasting

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	5
2	LOUHINTA YLEISESTI	7
2.1	Louhintaan liittyvää lainsäädäntöä	7
2.2	Työhön liittyvää lainsäädäntöä	8
2.3	Rakentajan suojavarusteet	9
2.4	Panostajan pätevyyskirjat	10
2.5	Louhintaan tarvittavat selvitykset ja luvat	12
2.5.1	Kiinteistökatselmukset	12
2.5.2	Turvallisuussuunnitelma	13
2.5.3	Ilmoitus poliisille	13
2.5.4	Tärinämittaukset	13
3	LOUHINTATEKNIKKAA	16
3.1	Porauskalusto	16
3.2	Poraaminen	17
3.3	Räjähdysaineet	18
3.4	Panostaminen	19
3.5	Täkkäys	19
3.6	Louhintatöiden kustannuksia	20
4	KONEOHJAUS	22
4.1	Tim3D	23
5	POHDINTA	25

1 JOHDANTO

Rakentaminen mielletään monesti pelkästään talonrakennustuotannoksi. Sen lisäksi on yhteiskunnan toimivuuden kannalta erilaisia rakenteita, kuten kadut, tiet, sillat, vesiväylät tai viher- ja ympäristörakenteet. Näiden rakennuttamisesta, suunnittelusta ja kunnossapidosta muodostuu maa- ja vesirakennusalan toimintakokonaisuus. Maa- ja vesirakentamista kutsutaan nykyisin infrastruktuurin rakentamiseksi tai lyhyemmin infrarakentamiseksi. (Jääskeläinen 2010, 4.)



Kuvio 1. Infrarakentamisen sektorit ja tilaajat. (Tilastokeskus, VTT.)

Infraa rakennetaan, korjataan ja hoidetaan noin 9 miljardilla eurolla vuosittain, ja siitä hieman alle 60 prosenttia kohdistuu julkiselle sektorille (kunnat 40 % ja valtio 20 %) ja loput 40 prosenttia yksityiselle sektorille, esimerkiksi talonrakennus- ja kaivosteollisuudelle. Infra-ala työllistää suoraan noin 45 000 suomalaista (Rakennusteollisuus, 2021), josta kaivos- sekä louhinta-alalla noin 5 000 (HE 134/2015 vp).

Infran lopputuotteet muodostuvat pohjarakenteista ja kalliorakenteista. Nämä rakennusosat syntyvät kaivuutöiden, stabiloinnin, kuljetuksen ja louhinnan työlajeilla.

Tässä opinnäytetyössä perehdytään louhintatöihin sekä siihen, mitä eri asioita tulee ottaa huomioon, kun louhitaan ihmisten ja rakennusten lähellä. Lisäksi tutustutaan porakaluston koneohjaukseen ja sen hyötyihin. Tavoitteena on kertoa louhintatöiden perusteista ja siihen kuuluvasta lainsäädännöstä ja muusta ohjeistuksesta. Taustatiedot tälle työlle saadaan alan kirjallisuudesta sekä omista, usean vuoden kokemuksista työmailla.

2 LOUHINTA YLEISESTI

Louhinta on työtä, jossa kiviainesta irrotetaan räjäytysaineiden avulla. Louhintatyöt voidaan jaotella eri ryhmiin, kuten avolouhintaan, kanaalilouhintaan, maanalaiseen louhintaan ja vedenalaiseen louhintaan. Louhinnan suorittamiselle on monia syitä. Rakennustyömailla louhintaa käytetään perustusten, kulkuväylien ja teiden tekoon. Kaivosteollisuudessa louhintaa käytetään malmin irrottamiseen isossa avolouhoksessa, maanalaisessa tunnelissa tai luolassa. Murskattua kalliota tarvitaan tarve- ja käyttökiveksi, esimerkiksi katukivetyksiin ja kalliomurskeeksi teiden ja talojen pohjille. (Vuolio & Halonen 2012, 101.)

Kiven rikkominen sopivan kokoiseksi lohkareeksi tai kallion sopivan pitkä siirtäminen eli heitto ovat tärkeimmät tavoitteet kallion irrotusräjäytyksessä. Sopivaan lopputulokseen vaikuttavat geologiset ominaisuudet, räjäytysgeometria, käytettävän räjähdysaineen ominaisuudet sekä sytytysaineet ja aikaväli räjähtävien reikäpanosten kesken. (Vuolio ym. 2012, 101.)

2.1 Louhintaan liittyvää lainsäädäntöä

Hiekan, soran, saven ja mullan ottamiseen sekä työmaa-alueella varastointiin tai jalostustoimintaan sovelletaan maa-aineslakia (555/1981). Laki pyrkii säätelemään maa-ainesten käsittelyä tukemalla kestävä kehitystä. Lupaa maa-ainesten ottamiseen haetaan kirjallisesti.

Asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (VNa 713/2006) määrää, että jos kiven, soran tai hiekanoton louhinta- tai kaivuualue on pinta-alaltaan yli 25 hehtaaria tai otettava ainesmäärä vuodessa on vähintään 200 000 kiintokuutiometriä, lupahakemukseen on liitettävä laajempi ympäristövaikutusten arviointi eli YVA. Asetus määrää toiminnan luvanvaraisuudesta. Kunnan ympäristönsuojeluviranomainen ratkaisee lupahakemukset, jossa

maaperän ainesten ottoon liittyvä kivenlouhinta kestää vähintään 50 päivää tai joko kiinteä tai siirrettävä murskaamon toiminta-aika on yhteensä vähintään 50 päivää.

2.2 Työhön liittyvää lainsäädäntöä

Työturvallisuuslain (738/2002) tarkoituksena on parantaa työympäristöä ja työolosuhteita työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ennaltaehkäistä ja torjua työtapaturmia, ammattitautoja ynnä muita haittoja. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (VNa 205/2009) määrää, että työnantajan on huolehdittava, ettei työstä aiheudu vaaraa. Asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta (VNa 644/2011) määrää puolestaan työnantajaa tekemään turvallisuussuunnitelman.

Vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta annetun lain (390/2005) tarkoituksena on ehkäistä ja torjua räjähteiden valmistuksesta, käytöstä, siirrosta, varastoinnista tai säilytyksestä aiheutuvia henkilö-, ympäristö- ja omaisuusvahinkoja.

Valtioneuvoston asetukset työntekijöiden suojelemisesta melusta aiheutuvilta vaaroilta (VNa 85/2006) ja työntekijöiden mahdollinen altistuminen tärinälle ja tunnistettava tärinää aiheuttavat tekijät (VNa 48/2005) ovat lakisääteisiä velvoitteita työnantajalle:

- Melu on häiritsevää ja kuulolle haitallista ääntä. Päivittäinen melualtistus, joka ylittää 80 dB(A) voimakkuuden, voi olla kuulolle vahingollista. Jos melu ylittää 85 dB(A) ylemmän toiminta-arvon, on työnantajan laadittava meluntorjuntaohjelma ja annettava työntekijöiden käyttöön kuulonsuojaimet. (TTLa.)
- Tärinän voimakkuutta arvioidaan tärinän kiihtyvyydellä (m/s^2) ja ominaisuutta taajuussisällöllä ja sitä kautta kokonaiskiihtyvyydellä. Tärinä voidaan jaotella käsitärinäksi ja kehotärinäksi. Käsitärinä aiheuttaa hermostoon, tuki- ja liikuntaelimistöön ja verenkiertoon liittyviä ongelmia. Kehotärinä aiheuttaa alaselän sairauksia tai selkärangan vammoja aiheuttavia riskitekijöitä.

Tärinän nopeudelle ja kestolle on annettu raja-arvot ja toiminta-arvot edellä mainitussa asetuksessa. Arvot on määritetty kahdeksan tunnin altistukselle:

	KÄSITÄRINÄ	KEHOTÄRINÄ
Toiminta-arvo (8 tuntia)	2,5 m/s ²	0,5 m/s ²
Raja-arvo (8 tuntia)	5,0 m/s ²	1,15 m/s ²

Toiminta-arvon ylittyessä työnantajan velvollisuus on laatia riskinarvioinnin perusteella tärinäntorjuntaohjelma, jonka tarkoituksena on vähentää altistumista. Raja-arvon ylittyessä työnantajan on heti selvitettävä ylityksen syyt ja tehtävä riittävät toimenpiteet, jotta ylitys ei enää toistu. (TTLb.)

2.3 Rakentajan suojaruusteet

Infrarakentajan suojaruusteet

Käytä aina vähintään näitä henkilönsuojaimia ja varusteita. Varmista, että tuote on EN-standardin mukainen.

Suojakypärä

- EN-standardi 397
- leukahihnalla, leukahihnassa nelipiste kiinnitys

Kuulonsuojain

- EN-standardi 352
- käytettävä jatkuvasti, jos melu ylittää 85 dB

Suojalasit

- EN-standardi 166
- käytettävä aina
- tyyppi valittava työtehtävän ja olosuhteiden mukaan
- tarvittaessa optisesti hiotut

Henkilötunniste

- kuvallinen ja veronumerollinen

Suojavaatteet

- EN-standardi ISO 20471
- heijastava vaatetus, suojausluokka 2
- liikenteenohjauksessa luokka 3
- tulitöitä tehtäessä palosuojattu vaate

Suojakäsineet

- EN-standardi 388
- valitaan suojaustarpeen ja työtehtävän mukaan

Turvajalkineet

- EN-standardi ISO 20345
- kärkivahvistus ja suojanauhaan astumista vastaan
- nilkkaa tukeva malli, jos mahdollista

Työlajikohtaisesti ja riskien arvioinnin perusteella saatat tarvita myös...

- **hengityksuojaimen** suojaamaan pölyltä, kaasulta tai höyryiltä
- **kasvosuojaimen** (visiiri, hiltsausmaski, huppuuojain) suojaamaan nesteroskkeit, kipinöiltä ja lentäviltä kappaleilta
- **turvaväljat**, jos putoamissuojasta ei ole hoidettu rakenteellisesti (EN361, kivi EN 1890)
- **paukkuliivit**, jos työssä on hukkumisaara
- **tai muun** riskien arvioinnin tai tilaajan vaatimusten perusteella tarvittavan suojaimen.

Kuva: Valtakausajaja.fi/kuva 3

INFRA

2.4 Panostajan pätevyyskirjat

Panostajalaissa (423/2016) säädetään panostajan oikeuksista ja velvollisuuksista, panostajan pätevyyskirjan myöntämisen, pätevyyskirjan uusimisen ja peruuttamisen edellytyksistä sekä pätevyyskirjan voimassaolosta. Laissa säädetään myös pätevyyskirjojen rekisteristä ja tietojen luovuttamisen rekisteristä.

Laki määrittelee henkilöt, joilla on oikeus tehdä räjäytystöitä. Panostajan pätevyyskirjoja ovat

- tehosteräjäyttäjän pätevyyskirja
- nuoremman panostajan pätevyyskirja
- vanhemman panostajan pätevyyskirja
- ylipanostajan pätevyyskirja
- räjäytystyön vastuuhenkilön pätevyyskirja-

Räjähteitä saa käsitellä ja käyttää tehosteräjäyttäjän, nuoremman panostajan, vanhemman panostajan, ylipanostajan tai räjäytystyön vastuuhenkilön pätevyyskirjan saanut henkilö ja hänen välittömässä valvonnassaan muu henkilö, jolla on kyseiseen räjäytystyöhön riittävä ammatillinen osaaminen.

Vanhemman panostajan pätevyyskirjan omaava henkilö saa käyttää räjähteitä asutulla alueella muualla kuin kaivoksessa enintään 500 kilogrammaa vuorokaudessa ja enintään 10 kilogrammaa panostilassa. Räjäytystyön vastuuhenkilön tai nuoremman panostajan pätevyyskirjan omaava henkilö saa käyttää räjähteitä enintään 25 kilogrammaa vuorokaudessa ja enintään yhden kilogramman panostilassa. Asutulla alueella he saavat kerrallaan räjäyttää vain yhden panoksen, jossa räjähdeainemäärä ei ylitä alla olevia määriä:

Yhtenä panoksena räjäytettävä räjähdemäärä kilogrammoina	Etäisyys metreinä asutusta rakennuksesta tai paikasta, jossa ihmisiä tavallisesti oleskelee
0,06	10
0,12	20
0,25	40
0,50	80
1,0	160

Räjäytystyönjohtaja johtaa ja valvoo työpaikalla räjäytystyötä. Räjäytystyön johtaja hyväksyy räjäytys suunnitelman ja siihen tehtävät muutokset sekä huolehtii suunnitelman toteuttamisesta (A 16.6.2011/644). Asutulla alueella muualla kuin kaivoksessa toimivalla räjäytystyön johtajalla on oltava räjäytystyön vastuuhenkilön pätevyyskirja. Muussa räjäytystyössä räjäytystyön johtajalla on oltava vanhemman panostajan pätevyyskirja.

Panostajan pätevyyskirjan myöntää aluehallintovirasto, ja se myönnetään hakijalle, joka on täyttänyt 20 vuotta, on terve ja hyvämaineinen, jolla on pätevä koulutus sekä riittävä työkokemus. Panostajan on suoritettava panostajan peruskurssi ja sen jälkeen kuulustelu. Panostajakoulutuksen asiantuntijaelimenä toimii sosiaali- ja terveysministeriön yhteydessä panostajakoulutuslautakunta.

Panostajan pätevyyskirjan saamiseksi vaaditaan kyseisen pätevyyden työkokemusta seuraavasti:

- tehosteräjäyttäjältä vähintään kuusi kuukautta
- nuoremmalta panostajalta vähintään kuusi kuukautta
- vanhemmalta panostajalta räjäytys- ja louhintatyössä vähintään 12 kuukautta, josta vähintään 3 kuukautta on vanhemman panostajan pätevyyttä edellyttävässä räjäytystyössä
- ylipanostajan pätevyyskirja voidaan myöntää vanhemman panostajan pätevyyskirjan haltijalle. Ylipanostajalta vanhempana panostajana räjäytys- ja louhintatyössä vähintään 18 kuukautta, siitä vähintään 3 kuukautta tulee olla ylipanostajan pätevyyttä edellyttävässä räjäytystyössä

- räjäytystyön vastuuhenkilön pätevyyskirja voidaan myöntää ylipanostajan pätevyyskirjan haltijalle. Työkokemusta vaaditaan räjäytys- ja louhintatyössä asutulla alueella vähintään 24 kuukautta, josta vähintään kolme kuukautta tulee olla maanpäällisestä räjäytys- ja louhintatyöstä.

Ennen pätevyyskirjan myöntämistä aluehallintoviraston tulee hankkia hakijasta suppea turvallisuusselvitys. Panostajan pätevyyskirja myönnetään enintään viideksi vuodeksi kerrallaan, ja se on voimassa koko Suomessa. Pätevyyskirjan voimassaolo päättyy panostajan täyttäessä 68 vuotta. Aluehallintovirasto pitää työsuojelun edistämiseksi ja asianmukaista valvontaa varten panostajan pätevyyskirjoista rekisteriä. Panostajalain siirtymäsäännös päättyy syyskuussa 2021, ja arvion mukaan jopa puolet Suomen panostajien lupakirjoista vanhenee.

2.5 Louhintaan tarvittavat selvitykset ja luvat

2.5.1 Kiinteistökatselmukset

Ennen kuin räjäytys- tai louhintatyö aloitetaan, on kohteessa ja sen lähialueella tehtävä vaakuutusehtojen mukainen katselmointi. Sillä pyritään selvittämään, onko rakenteiden kunnossa tavanomaisesta ikääntymisestä ja mahdollisista vioista poikkeavaa kehitystä. Katselmoinnin kohteena ovat lähitalot ja muut rakennukset.



Kuva 2. Katselmuksen kohde sijaitsee Ylistaron työmaalla vuonna 2019. (Oma kuva.)

2.5.2 Turvallisuussuunnitelma

Työnantajan on räjäytys- ja louhintatyötä varten tehtävä työturvallisuuslain (738/2002) 10 §:n 1 momentissa tarkoitetun työn ja työympäristön vaarojen selvittämisen ja arvioinnin perusteella työpaikka- ja työvaihekohtaisesti tarkentuva kirjallinen turvallisuussuunnitelma. Siitä tulee ilmetä seuraavat asiat:

1. työkohde: kohteen maa- ja kallioperä ja muut geotekniset ominaisuudet
2. työpaikan ja työvaiheiden sähköistys, valaistus, yhteydenpito, louhintamenetelmä ja tila- ja muut tekniset ratkaisut
3. kulkuväylät, poistumisreitit ja suojapaikat
4. työvälineiden valinta, käyttö ja kunnossapito
5. turvalliset työtavat
6. käytettävät räjähteet ja terveydelle vaaralliset aineet ja niiden säilytys
7. hätätilanteista pelastautuminen ja pelastautumislaitteen tarve
8. muut räjäytys- ja louhintatyön terveyteen ja turvallisuuteen vaikuttavat tekijät.

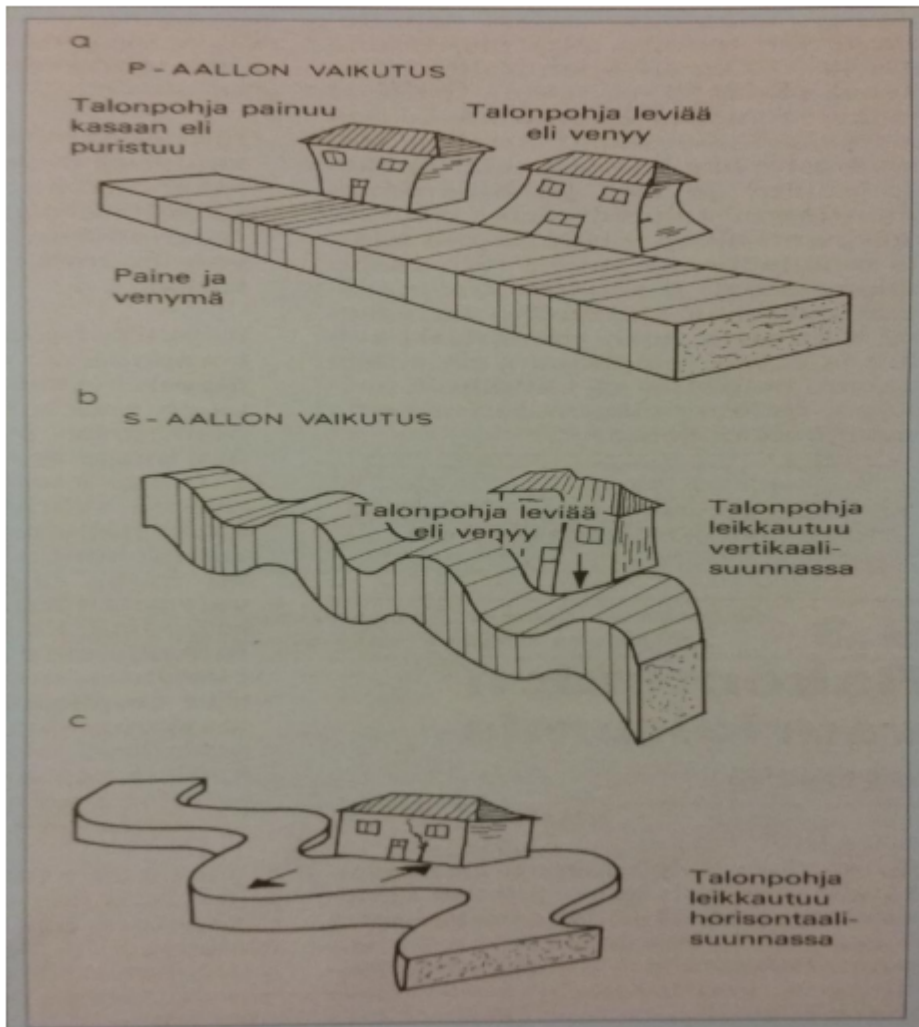
2.5.3 Ilmoitus poliisille

Räjätystyöstä on ilmoitettava joko sähköisesti tai kirjallisesti räjäytyspaikkakunnan poliisille viikkoa ennen työn aloittamista. Ilmoituksella tulee ilmoittaa räjäytystyömaan sijainti, työmaan arvioitu kesto aika, käytettävien räjähteiden lajit, räjähteiden säilytys- ja varastopaikat sekä räjäytystyön johtajan tiedot. (Poliisi, 2021.)

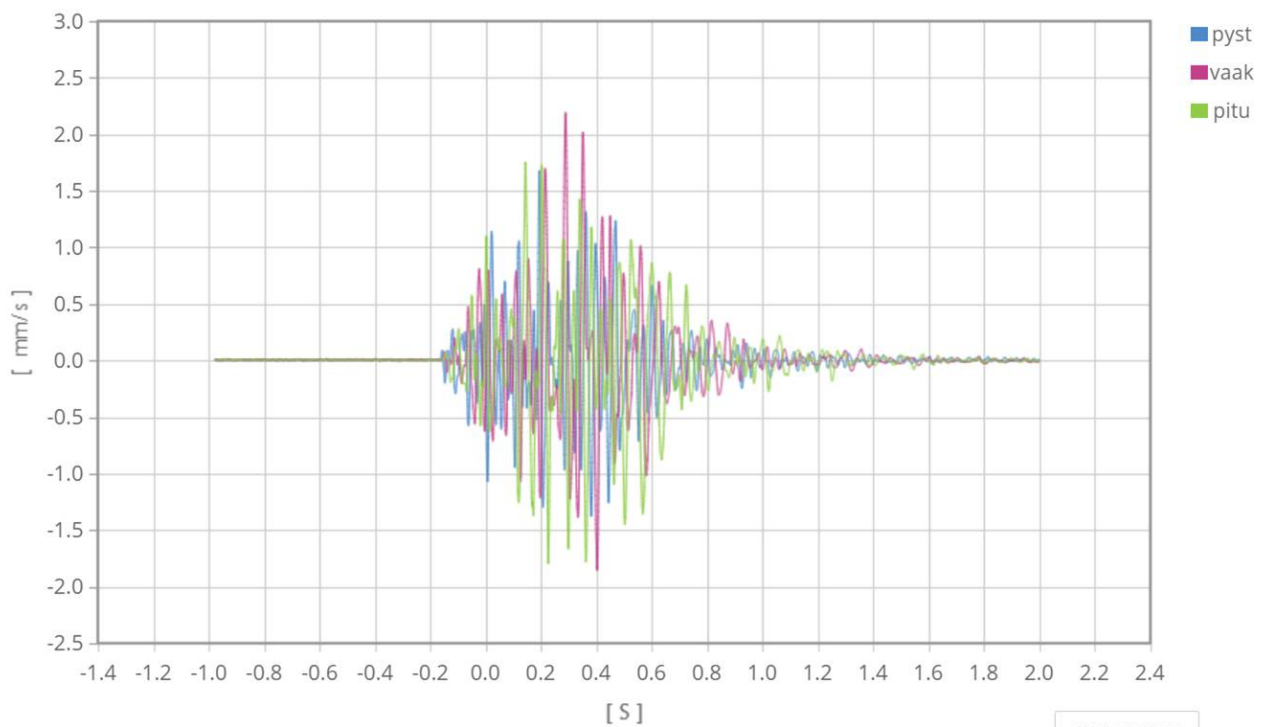
2.5.4 Tärinämittaukset

Tärinämittarit tulee olla sijoitettuna lähellä oleviin rakennuksiin tai muihin kohteisiin, joissa tärinä saattaa aiheuttaa vahinkoja. Räjäytykset synnyttävät kallioon jännitysaallon, joka aiheuttaa väliaineen hiukkasissa siirtymistä eli tärinää. Maantärinät ovat maanpinnan aaltoiliikeitä, jotka aiheutuvat seismisten aaltojen liikkeistä. Aaltoja on kahdenlaisia eli P-aaltoja

ja S-aaltoja. P-aalloissa liike tapahtuu pitkittäisesti ja S-aalloissa poikittaisesti. Alla on kuvattu eri aaltomuotojen vaikutus maaperässä:



Tärinämittaukset hoitaa yleensä ulkopuolinen tahon, jotta tulosten luotettavuus säilyy. Nykyisin tärinämittauksia voidaan seurata reaaliajassa netissä. (Vuolio ym. 2017, 319–322, 325–332.)



Kuva 3 .Tärinämittaus. (Forcit).

Räjäytystyöt luokitellaan yleisvaarallisiin töihin, joten niihin sovelletaan tuottamuksesta riippumatonta ankaraa vastuuta. Tärinän hallinta määritellään sopimuksissa tilaajan ja toteuttajan kesken (RIL 2010).

3 LOUHINTATEKNIKKAA

Louhintaräjäytys luo kallioon jännitysaallon, joka irrottaa kiven aiheuttaen väliaikaista tärinää. Tärinä saattaa aiheuttaa vauriota herkille laitteille sekä rakennuksiin, mutta se voi myös aiheuttaa ihmiselle häiriötä. Räjäytys aiheuttaa paineaallon, joka voi aiheuttaa ja häiritä ympäristöä enemmän kuin tärinä. Nykyään räjäytyksistä on paljon tietoa, jotta ne voidaan suunnitella turvallisiksi ilman, että rakennuksille tai herkille laitteille tapahtuu vaurioita. Suurimmat vaaratekijät ovat kivien heitto ja sinkoutuminen mattojen alta. Näitä vaaratekijöitä on pyritty estämään oikeanlaisella ominaispanostusmäärällä, porauksen suuntauksilla ja huolellisella porauksella, nallittamista unohtamatta, joka määrittää räjäytyksen. (Vuolio ym. 2017, 298.)

3.1 Porauskalusto

Kalustoa valitessa on otettava huomioon työmaan aikataulu, sijainti ja tilat sekä irrotettavan kallion määrä. Porauskaluston valintaan vaikuttavat myös porattavien reikien halkaisijan koko, määrä sekä syvyys. Porauskalustoa on pienistä, kevyistä käsikäyttöisistä porista suuriin, yli 50 000 kilogrammaa painaviin poravaunuihin.



Kuva 4. Tamrock CHA660, soveltuu keskisuuresta isoihin louhintatöihin, tarvittaessa myös murskalle. (Oma kuva.)



Kuva 5. Tamrock Commando, pienempiin louhintatöihin. (Oma kuva.)

3.2 Poraaminen

Kanaalilouhinta:

Kanaalilouhinnassa paikalleen jäävät kallion sivupinnat haittaavat kallion irtoamista ja vaativat erilaisen porauksen ja panostuksen. Kanaalissa porattavia reikiä on suhteessa enemmän tilavuuteensa nähden. Se tarkoittaa kovemman panostuksen kuutiota kohden.

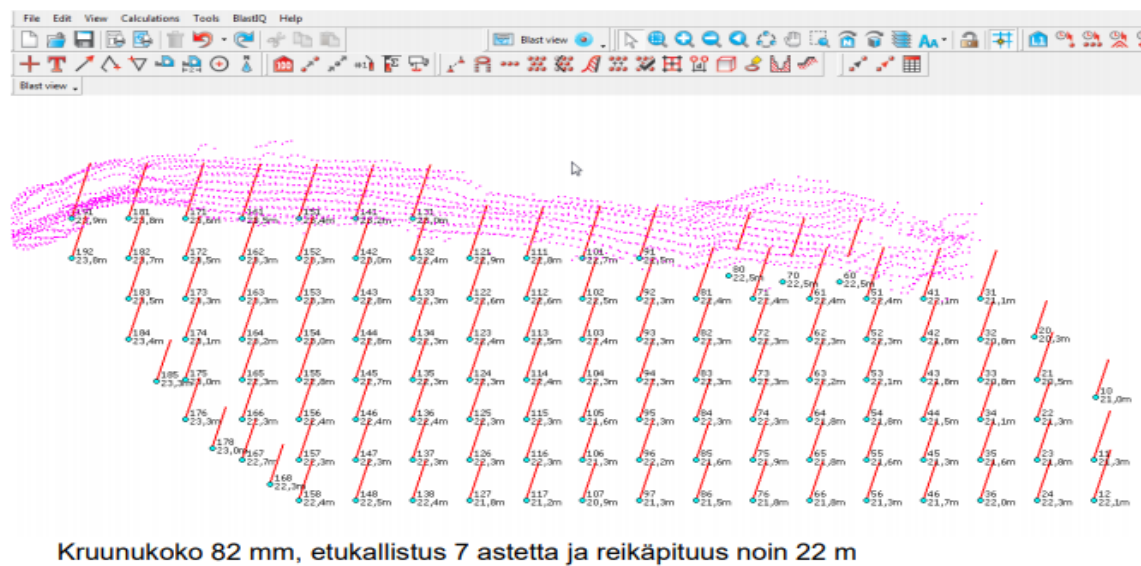
Avolouhinta:

Avolouhinta on kallion päällä louhittavaa kiveä. Ennen louhinnan aloitusta kallio putsataan, jonka jälkeen työvaiheet ovat mittaus, poraus, panostus ja räjäytys, myös tarvittaessa rikotus, jonka jälkeen tulee lastaus ja kuljetus. (Kaiva 2014, 9.)

Pengerloughinta:

Pengerloughinta etenee ylhäältä alaspäin tasoittain. Esimerkiksi kun ensimmäinen taso on saavuttanut tavoitetason tai sitä on louhittu riittävästi, avataan uusi taso. (Kaiva 2014, 8.)

SUUNNITeltu PORAKENTTÄ



3.3 Räjähdysaineet

Louhintaräjähdysaineet jaetaan nitroglyseroli- ja nitroglykoli-räjähdysaineisiin (käytetään myös lyhennettä NG-räjähdysaineet) sekä ANO-, Anfo-, vesigeeli- ja emulsioräjähdysaineisiin. Räjähdysaineet ovat olomuodoltaan kiinteitä, rakeisia aineita tai jäykkiä nesteitä. (Vuolio & Halonen 2012, 58–59; Jääskeläinen 2010, 192.) Käytettävä räjähdysaine valitaan käyttökohteen mukaan.

3.4 Panostaminen

Panostussuunnitelmien lähtökohtana on pohjapanostus, mikä on yleisimmin ominaispanostus $0,40/\text{kg}/\text{m}^3$, porareikä on 40–65 millimetriä ja pengerkorkeus on alle 5 metriä. Minimipanos, jolla irrottaminen tapahtuu, on 0,4–0,5 kertaa pohjapanos (kg/m^3), tarvittaessa ominaispanostus kasvaa pengerkorkeuden ja porausreiän suurentuessa.

3.5 Täkkäys

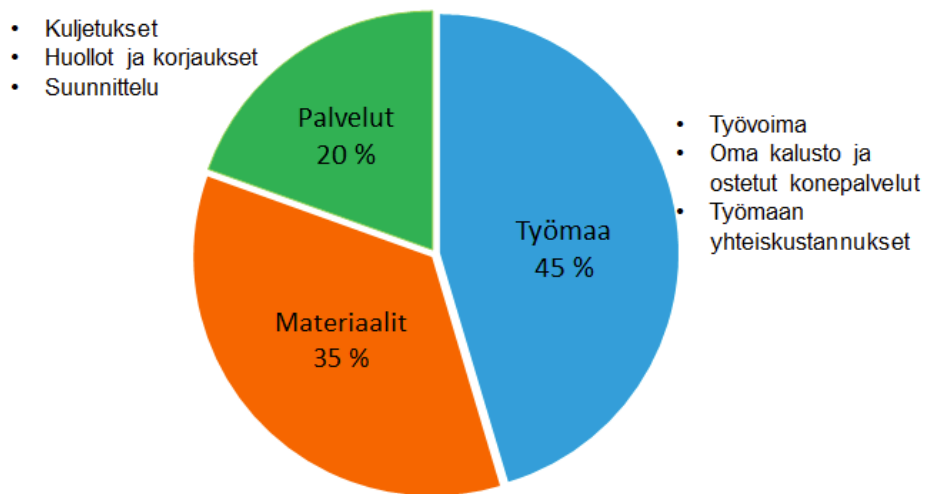
Täkkäyksellä tarkoitetaan räjäytyskentän suojausta peitematoilla kivien lentämisen estämiseksi. Etu-täkkäys tarkoittaa panostetun reiän täyttämistä murskeella. Tarkoituksena on pitää paine reiässä.



Kuva 6. Täkkäysmattoja suojana. (Oma kuva.)

3.6 Louhintatöiden kustannuksia

Kustannukset jaotellaan yleensä työkustannuksiin ja yhteiskustannuksiin eli kiinteisiin kustannuksiin. Työkustannukset ovat koko ajan pyörivät kustannukset eli työnteosta aiheutuvia kuluja. Työkustannuksen osuus kokonaiskustannuksista on avolouhinnan kohteista 75–80 prosenttia. Työkustannukset voidaan jaotella seuraavasti:



Kuva 7. Työkustannukset. (VTT, Tilastokeskus.)

Yhteiskustannukset ovat kaikille kustannuspaikoille yhteisiä, ja niitä ei voi tarkasti määritellä esimerkiksi edellä mainituista työkohdista.

Esimerkkihintoja louhintatyölle; oikeat hinnat ovat liikesalaisuuksia:

- suurikokoinen kivilohkare
 - kivilohkareen mitat: 2 m * 1 m * 1 m
 - halkaisu ja louhiminen 3–4 osaan
 - louhintamenetelmä: räjäytys
 - **kivilouhintahinta hinta: 350,00 €**

- omakotitalo
 - runsaasti kalliota
 - kallion määrä: yhteensä noin 140 kuutiota
 - suurin osa avolouhintaa, jonkin verran kanaalilouhintaa
 - **omakotitalon räjäytys- ja pohjalouhinta hinta: 4 700,00 €**
- uusi tietyömaa
 - runsaasti kalliota pitkin työmaata
 - paljon räjäytystä ja kiilausta
 - murskeen ja lohcareiden poisajo
 - **louhintatyöt hinta: 19 850,00 €.**

4 KONEOHJAUS

Koneohjaus mahdollistaa maanrakennusprosessin tehostamisen. Koneohjauksen avulla saadaan työ tehtyä kerralla oikein ja samalla säästetään aikaa, materiaaleja sekä polttoainetta. Koneohjaus voidaan suorittaa 1D:nä (korkeus), 2D:nä (tasokuvaus) tai 3D:nä (korkeus ja tasokuvaus). Tavallisimmin tähän käytetään GPS-/GNSS-paikannusta radiomodeeilla tai GSM-verkkokorjauksella. (Ostromap.)

Koneohjauksessa maastomerkinnän tarvetta vähennetään ja tarvittavaa mittaustarkkuutta ja projektinvalvontaa täydennetään, järjestelmä parantaa tehokkuutta ja turvallisuutta sekä auttaa koneenkäyttäjää.



Parempi
tehokkuus ja
tuottavuus



Parempi
työmaaturvallisuus
– ei törmäyksiä



Ajansäästö – työ
kerralla oikein



Korkea tarkkuus



Skaalautuvuus



Kustannussäästöt
maanmittauksessa



Kokonaiskustannussäästöt

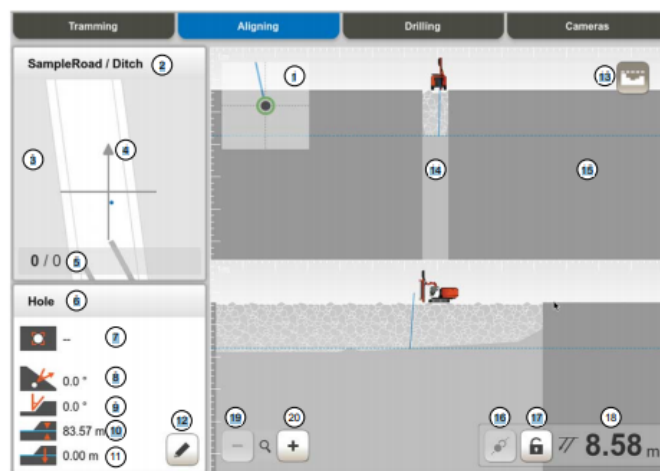
Koneohjausta hyödynnetään jyrsimissä, kaivinkoneissa, maanrakennuskoneissa, metsäkoneissa, tasoittajissa ja traktoreissa (Satel).

4.1 Tim3D

Tim3D on Sandvikin kehittämä koneohjausjärjestelmä poravaunuihin, jolloin poravaunut saadaan 3D-työkoneiden koneohjauksen piiriin. Poimintaperiaate perustuu satelliitin GPS-paikannusjärjestelmään. Suunnittelija tekee poraussuunnitelman, ja satelliitin avulla saadaan mitattua poravaunun puomille tarkka aloituskohta ja heittosuunta. Tim3D-järjestelmä osaa lukea porakaaviota IREDRES-STANDARDIN ja LandXML-standardin mukaisia tiedostoja. Järjestelmä osoittaa käyttäjälle porauskaaviota ja pintamallin mukaisen reikien tarkan sijainnin, kulman ja syvyyden. Järjestelmää voi käyttää ilman porakaaviota, jolloin on itse määritettävä reikien sijainnit, mutta Tim3D avustaa käyttäjälle oikeat porauskulmat ja absoluuttiset poraussyvytydet. Jokaisen poratun reiän alku- ja loppukoordinaatit tallennetaan porausraporttiedostoon. (Sandvik 2018.)

Automaattisella reikänavigoinilla saadaan pienennyttyä porauksesta syntyviä yleisiä virheitä, joita on yleensä väärä aloituspaikka tai väärä suuntaus/kallistus sekä myös liian syvälle porattu reikä. Virheet ovat yleensä inhimillisiä tai kelistä riippuvia. Tim3D-järjestelmän on tarkoitus opastaa poraria osoittamalla porauskaaviota tai pintamallin mukaiset reiät. (Sandvik 2018.)

Suuntausnäkö



Pintamallinäkö



Kuva 8. Porausnavigoinnin tuloksia.

5 POHDINTA

Tässä työssä perehdyttiin louhintaan monipuolisesti sekä alaan liittyvien määräysten ja lakien ja teknisten asioiden avulla. Louhinta on luokiteltu vaaralliseksi työksi muun muassa melun, tärinän ja pölyn sekä räjäytysten vuoksi. Työt pyritään kuitenkin aina suorittamaan siten, ettei siitä aiheudu ulkopuolisille haittaa tai vaaratilanteita.

Koneohjaus tuo poraamiseen tarkkuutta, tietoa ja lopulta myös kustannussäästöä, kun työtä pystytään seuraamaan ja tarvittaessa korjaamaan virhesuunnat tai -syvyydet. Koneohjaus poravaunuissa on vielä vähäistä, mutta se yleistyy, kun konekantaa uusitaan ja huomataan sen hyödyt.

Kirjoittaja on suorittanut nuoremman panostajan pätevyyden ja työskennellyt alalla useita vuosia. Työt ovat jakautuneet omakotitalotonttien pohjien tekoon, kaupunkien infra-alueiden eli tiealueiden ja yhdyskuntatekniikan tekoon sekä erilaisten perusparannuskohteiden, esimerkiksi sairaaloiden työmaille.

Tähän työhön haasteen teki se, että moni eri taho säätää louhintatöistä, minkä vuoksi yhtä selkeää lähdettä, josta olisi kerralla saanut kaikki tiedot, ei ole. Selkeä lähde säästäisi aikaa ja vaivaa.

LÄHTEET

Hallituksen esitys eduskunnalle panostajalaksi HE 134/2015 vp.

Jääskeläinen, R. 2010. Maanrakennuksen ja louhinnan perusteet. Helsinki: Tammertekniikka Oy.

Kaiva. 2014. Kaivos- ja louhintatekniikka. Viitattu 17.5.2021. <https://kaiva.fi/wp-content/uploads/2014/12/Kaivos-ja-louhintatekniikka-kaiva.fi.pdf>.

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta 3.6.2005/390.

Maa-aineslaki 24.7.1981/55.

Ostromap. Ei päiväystä. Viitattu 10.5.2021. https://ostromap.fi/wp-content/uploads/2018/01/mita-on-koneohjaus_v2.pdf.

Panostajalaki. 3.6.2016/423.

Poliisi, 2021. Ilmoita räjäytystyöstä. Viitattu 14.4.2021. <https://poliisi.fi/ilmoita-rajaytystyosta>.

Rakennusteollisuus. Ei päiväystä. Viitattu 10.5.2021. <https://www.rakennusteollisuus.fi/INFRA/tietoa-alasta/Tilastot-suhdanteet-tutkimukset/>.

RIL. 2010. Rakentamisen aiheuttamat tärinät. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto.

Sandvik. 05.04.2018. Tim3D käyttöohje.

Satel. Ei päiväystä. Viitattu 10.5.2021. <https://www.satel.com/fi/sovellukset/koneohjaus/>.

Suojavarusteet. Ei päiväystä. Infrarakentajan suojavarusteet. Viitattu 6.5.2021. https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/infra/jasenpalvelu/sahkoiset-julkaisut/turvallisuusjuliste/infra_a4_fi_safetysign_cmyk_v4_5.pdf.

TTLa. Ei päiväystä. Melu. Viitattu 6.5.2021. <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/altisteet/melu/>.

TTLb. Ei päiväystä. Tärinä. Viitattu 6.5.2021. <https://www.ttl.fi/tyoymparisto/altisteet/tarina/>.

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta 26.11.2009/205.

Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta 16.6.2011/644.

Valtioneuvoston asetus työntekijöiden mahdollinen altistuminen tärinälle ja tunnistettava tärinää aiheuttavat tekijät 27.1.2005/48.

Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemisesta melusta aiheutuville vaaroilta 26.2.2006/85.

Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta 4.9.2014/713.

Valtioneuvoston asetus ympäristövaikutusten arviointimenettelystä 5.3.1999/268.

Vuolio, R. & Halonen, T. 2010. Räjäytystyöt. Helsinki: Suomen rakennusmedia Oy.

Vuolio, R. & Halonen, T. 2017. Räjäytysopas. 4. uudistettu painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.