

Liite 6

Lausunto räjäytyskenttien koon suhteesta louhinnan melu- ja
tärinävaikutuksiin. Finnrock Oy, 13.12.2017.

LAUSUNTO RÄJÄYTYSKENTTIEN KOON SUHTEESTA LOUHINNAN MELU- JA TÄRINÄVAIKUTUKSIIN

Olen laatinut tämän lausunnon Yara Suomi Oy:n pyynnöstä. Lausunnon antajan CV sekä käytetty lähtöaineisto ovat liitteenä.

Yleistä tietoa kallioräjäytyksiin liittyvistä tärinä- ja ilmanpaineilmiöistä sekä niiden aiheuttamasta vahinkovaarasta ja häiriöstä

Kun räjähdysaine räjähtää porareissä, välittyy kallioperään suuri määrä energiaa. Tämä energia aiheuttaa kallioperään pysyviä muutoksia, jotka ulottuvat yleensä muutaman metrin päähän räjähdysainepatsaasta. Suurimmat muutokset syntyvät porareian lähellä muutamien senttien päässä, missä lämpö- ja iskuenergia aiheuttavat kallion jauhautumista. Tämän lähivyöhykkeen takana, muutamien metrien etäisyydellä, räjähdysainekaasut avaavat voimakkaasti olemassa olevia rakoja ja synnyttävät uusia, aiheuttaen kallioperään paikallista säröilyä ja halkeilua. Räjätysreiän lähialueen ulkopuolella pysyviä muodonmuutoksia ei kuitenkaan esiinny vaan niitä ilmenee räjähdysainepatsaan paksuudesta riippuen muutamasta kymmenestä sentistä muutamaan metriin, erittäin harvoin kauempana kuin 10 m. Sitä kauempana nopeasti heikkenevät paineaallot saavat maan värähtelemään elastisesti, jolloin kivihiukkaset palaavat alkuperäisille paikoilleen paineaallon eli tärinän kuljettua ohi. Tämä seisminen aaltoliike aiheuttaa tärinää välittyessään rakenteisiin.

Räjäytyksessä vapautuvaa hukkaenergiaa välittyy ympäristöön myös ilman ylipaineaaltona. Osa ilmanpaineaallostaa välittyy sellaisella taajuusalueella, jonka ihminen kuulee (esim. pamauksena). Sekä ilman että maan kautta välittyvä aaltoliike aiheuttaa samanlaisia tärinä- ja ääni-ilmiöitä välittyessään ympäröiviin rakennuksiin, sillä myös ilmakehässä välittyvä ylipaineaalto muuttuu rakenteelliseksi tärinäksi kohdatessaan rakennuksen julkisivun ja välittyessään sen rakenteisiin. Tärinää ja ilman ylipainetta muodostuu aina, olipa räjäytys suunniteltu ja toteutettu kuinka hyvin tahansa, ja ne kulkevat säteittäisesti pois päin räjäytyspaikasta vaimeten nopeasti etäisyyden kasvaessa.

Ihmiset ovat herkkiä aistimaan näitä ilmiöitä ja kokevat ne joskus häiritsevinä, vaarallisina ja jopa pelottavina. Ihmisten reagointi tärinään on hyvin yksilökohtaista ja ihmisten välillä on hyvin suuria eroja. Ihmisen reaktio räjäytysten aiheuttamaan tärinään erityisesti rakennuksen sisällä on monimutkainen ilmiö. Ihmisen herkyys vaihtelee sen mukaan, mitä tärinän alkaessa ollaan tekemässä sekä iän, asenteen ja aiemman altistumisen perusteella.

Sekä maan että ilman kautta välittyvät häiriöt voivat aiheuttaa esineisiin ja seiniin pientä liikettä, mikä voi tuottaa enemmän melua rakennuksen sisällä kuin sen ulkopuolella. Tyypillisissä avolouhos- tai avokaivostilanteissa räjäytyksen aiheuttama äänetön ilman ylipaineaalto sekä maan liikkeestä (tärinästä) aiheutuva rakenteellinen melu tehostaa ihmisen reaktiota ja ihminen kokee tärinän olevan suurempaa kuin se onkaan.

Rakennuksissa havaittavissa olevat tärinäilmiöt voidaan siis jakaa kahteen osaan aiheutumismekanismiensa suhteen: maa- ja kallioperän kautta välittyvään tärinään sekä ilmanpaineiskujen aiheuttamaan tärinään. Molempien herätteet syntyvät räjäytyksestä ja ne ovat eri väliaineessa välittyvien aaltoliikkeiden aiheuttamia. Niitä mallinnetaan aaltoliikkeen yksiköin, mutta ne ovat monessa suhteessa silti hyvin erilaisia.

Maa- ja kallioperän kautta välittyvä värinä

Maa- ja kallioperässä räjäytystärinän heräte syntyy räjähdysaineen palaessa detonaatio-nopeudella ja kaasun paineen iskiessä räjäytysreiän seinämiin. Herätteenä toimii iskusta kallioperään välittyvä energia. Iskuja eli värinäherätteitä syntyy jokaisesta räjähtävästä reiästä joten värinääaltoja lähtee räjäytyskentästä liikkeelle niin monta kuin siinä on eri aikaan sytytettyjä reikiä. Suurin yhdellä ajanhetkellä sytytetty eli ns. momentaaninen panos aiheuttaa suurimman värinäpiikin eli huippuarvon ja määrittää värinän vahinkovaaran. Herätteen jälkeen värinääallot etenevät ympäristöön vaimentuen nopeasti etäisyyden kasvaessa. Kallioperässä välittyvän värinän nopeus ja energiasisältö vaimenevat etäisyyden suhteen nopeasti ensisijaisesti siksi, että aallon etureunan kattama ala laajenee ja toissijaisesti kivessä olevan sisäisen kitkahäviön vuoksi. Vaimeneminen on nopeampaa lähietäisyyksillä kuin kauempana johtuen siitä, että värinän taajuus on korkeampaa lähietäisyyksillä jolloin värinä vaimenee enemmän sen kohdatessa rajapintoja. Kauempana taajuuden laskiessa myös vaimeneminen hiukan hidastuu.

Maaperän kautta välittyvä värinä voi aiheuttaa rakenteille vahinkovaaraa kasvaessaan liian suureksi. Rakenteille värinän vahinkovaaran mittarina käytetään maailmanlaajuisesti sen heilahdusnopeuden huippuarvoa. Värinälle on Suomessakin asetettu ohjearvot heilahdusnopeuden huippuarvolle. Ohjearvot määräytyvät etäisyyden, perustamistavan ja rakennustavan perusteella RIL:in julkaiseman ohjeen mukaisesti /3/.

Värinän vahinkovaaraa kuvaavan heilahdusnopeuden käyttäytyminen ja vaimeneminen tunnetaan varsin hyvin. Suomalaisissa kiviolosuhteissa lähietäisyydellä värinän heilahdusnopeus vaimenee normaalisti $\frac{2}{3}$ – $\frac{3}{4}$ (66 – 75 %) etäisyyden kaksinkertaistuessa. Pitkillä etäisyyksillä vaimeneminen hidastuu ja on todettu, että värinä vaimenee yleensä vähintään n. $\frac{2}{3}$ (66 %) etäisyyden kaksinkertaistuessa /4/.

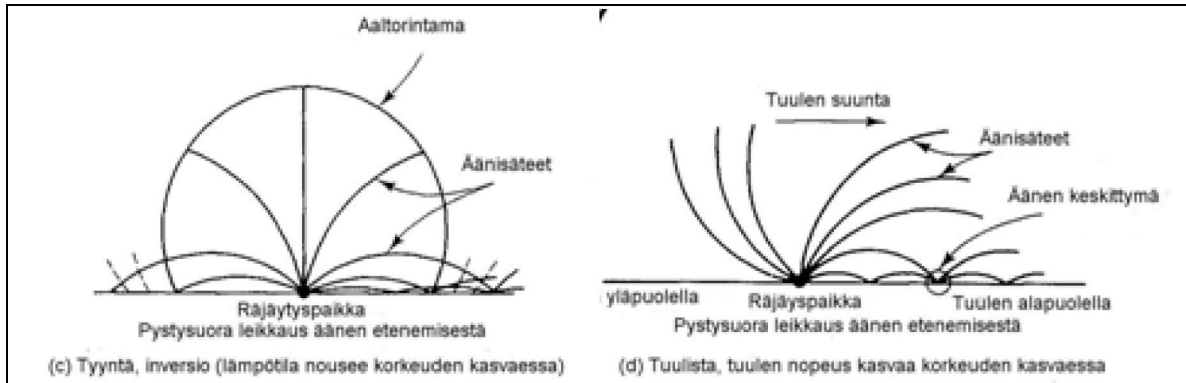
Suunnitteluohjearvot on määritetty siten, että niissä on huomattava varmuuskerroin. Vikaantumisriski alkaa lisääntyä merkittävästi vasta kun suunnitteluohjearvo on ylitetty yli 1.5-kertaisesti /1/, /2/.

Ilmakehän kautta välittyvä värinä

Myös ilman ylipaineaalto voi aiheuttaa häiriötä ihmisille sekä vahinkovaaraa rakenteille kasvaessaan suureksi. Ilman ylipaineaallon riskietäisyys on huomattavasti värinän vahinkovaaraa pienempi. Toisaalta ilman ylipaineaallon havaittavuuden säde on puolestaan huomattavasti värinän havaittavuutta pidempi. Ilman ylipaineaallolle herkimpiä rakenneosia ovat lasipinnat. Muut rakenneosat kestävät vahingoittumatta monin- tai monikymmenkertaisia ilmanpaineita verrattuna lasipintoihin.

Ilman ylipaineen vaihtelua esiintyy luonnossa räjäytysten lisäksi esimerkiksi hävittäjien ylilentojen, tuulenpuuskien ja pyörrevirtausten seurauksena. Ilman ylipainetta mitataan normaalin ilmanpaineen ylittävänä paineena. Yleensä käytetty yksikkö avolouhosräjäytysten ohjearvojen asettamiseksi on kPa.

Louhintäräjäytyksissä syntyvien ilmanpaineiskujen herätteenä toimii räjähdysaineen palaminen vapaassa ilmatilassa jolloin räjäytyksissä vapautuvien kaasujen paine nostaa räjäytyspistettä ympäröivän ilmatilan painetta nopeasti. Ilmakehän olosuhteiden vaihtelevuuden vuoksi ilman kautta välittyvä värinä on vaikeammin ennustettavissa kuin maan värinä. Se kuitenkin välittyy suotuisissa sääolosuhteissa selvästi ihmiselle havaittavissa olevalla tasolla huomattavasti pidemmälle kuin värinä kallioperässä. Tällaisia sääolosuhteita ovat esim. myötätuuli sekä ilmakehän lämpötilakerrostuneisuus eli ns. inversiot ja varsinkin näiden yhteisvaikutus (kuva alla).



Kun ilman ylipaine pulssi saavuttaa rakenteen, sen sisä- ja ulkopuolelle muodostuu paine-ero. Paine-ero tuottaa voimia, jotka kohdistuvat rakenteen ulkoseinään, mikä puolestaan voi aiheuttaa liikettä rakenteen ulko- ja sisäseinissä, riippuen painepulssin aallonpituudesta (Rudenko 2002). Rakenteen vaste riippuu ilmanpainepulssin kestosta sekä painepulssin aallonpituudesta ja taajuudesta.

Ilman ylipaineaallon energiasisältö on huomattavasti alhaisempi kuin tärinän. Ilmanpainekuille ei ole Suomessa virallista ohjeavokäytäntöä, mutta Ruotsissa on Svensk Standard SS 02 52 10, jossa ohjearvo annetaan työmaan keston ja etäisyyden perusteella. Ruotsalaisen standardin mukaiset ohjearvot ovat kaivoslouhinnalle 250 - 500 Pa riippuen etäisyydestä ja rakennusmateriaaleista.

Ilmanpainemiljööt saattavat suotuisilla sääolosuhteilla olla havaittavissa huomattavan kaukana. Niiden havaittavuus on korkeampi keveissä ja joustavissa puurunkoisissa rakennuksissa. Ilmanpainemiljööt eivät muodosta kuitenkaan rakenteellisia riskitekijöitä lähelläkään avolouhintaräjähdyksiä, saati kaukana. Niiden voimaa ja vaikutusta voidaan verrata kovan tuulen aiheuttamaan paineeseen, joka kohdistuu julkisivuun.

Louhintatyön parametrit ja niiden vaikutus häiriöiden suuruuteen

Häiritsevyydelle on mahdotonta asettaa numeerista ohjeistusta tai raja-arvoa, sillä se perustuu subjektiivisille tuntemuksille. Häiriö perustuu kuitenkin ilmiöiden voimakkuuteen ja keston, joten on olennaista keskittyä näihin suureisiin kun arvioidaan häiritsevyyttä teknisesti. Tärinäilmiöiden voimakkuus ja vahinkovaara määräytyvät niiden herätteiden voimakkuudesta ja keston, jotka ovat panneet ilmiöt alulle. Herätteet eivät kuitenkaan yksin määritä lopputulosta vaan monet tekijät vaikuttavat myös energian välittymiseen herätteestä havaintopisteeseen. Eniten vaikuttaa etäisyys. Tärinän välittymiseen vaikuttaa paljon myös maa- ja kallioperän laatu. Tärinäherätteiden suuruudet ovat eniten riippuvaisia kerralla sytytettävän räjähdysaineen määrästä, räjähdysainepatsaan suunnasta ja sulkeutuneisuudesta sekä räjähdystapahtuman etenemisestä ja onnistumisesta.

Ilmanpaineaaltojen etenemiseen vaikuttaa puolestaan huomattavasti tuuli ja säätila

Räjätysreikien halkaisija ja pituus

Räjätysreiän halkaisija määräytyy pengerkorkeuden eli reikäpituuden mukaan. Mitä korkeampi pengeri, sitä pidempi ja suurempi reikä tarvitaan. Reiän pituus ja suuruus vaikuttavat sinne panostettavan räjähdysaineen määrään. Yleensä tärinän suuruuden ja vahinkovaaran määrittävä momentaaninen räjähdysainepanos on yhden (suurimman) reikäpanoksen suuruinen.

Louhintapenkereen madaltaminen ja räjäytysreikien lyhentäminen lyhentää myös räjäytysainepatsaan päälle asennettavaa etutäytettä joka puolestaan saattaa lisätä vapaaseen ilmatilaan purkautuvan kaasun määrää ja samalla ilmakehän ylipainetta.

Ominaispanostus

Ominaispanostuksella tarkoitetaan sitä räjähdemäärää, jota käytetään kohti louhittavaa kuutiota tai tonnia kiviainesta. Määrään vaikuttaa louhittavan kohdan laatu, kiviaineksen ominaisuudet, räjähdysaineen teho sekä tietysti tavoitteena oleva lohkokokojakautuma.

Ominaispanostuksen vaikutus louhintaräjähdyksien tärinätasoon on lähes merkityksetön.

Räjätyskenttien muoto

Räjätyskenttien muoto saattaa vaikuttaa hieman tärinän ja ilmanpainevaikutusten suuruuteen ja samalla häiritsevyyteen. Vaikutukset ovat vähäisimpiä kun irrotettava kallio mahtuu liikkumaan räjäytysuunnassa mahdollisimman vapaasti. Tällöin räjähdysaineen energiasta tulee käytettyä suurin osa kalliomassan hienontamiseen ja liikuttamiseen.

Räjätyskenttien koko ja kokonaisräjähdysainemäärä

Räjätyskenttien ja kokonaisräjähdysaineen kasvattaminen ei lisää merkittävästi vahinkovaaraa ja häiritsevyyttä silloin, kun räjäytys on toteutettu ja onnistuu louhintateknisesti oikein. Tärinän suuruuteen vaikuttava momentaaninen eli kerralla sytytettävä räjähdysainemäärä ei välttämättä kasva vaikka kenttäkoko kasvatetaan. Kokonaisräjähdemäärä jaetaan tällöin useampaan räjäytysreikään, jotka sytytetään eriaikaisesti, jolloin vältytään niiden yhteisvaikutukselta.

Joissain tapauksissa kenttäkoon kasvattaminen saattaa kuitenkin lisätä vähitellen räjäytysten havaittavuutta eli häiriötä. Tämä saattaa toteutua jos räjäytystapahtuman kesto pidentyy. Ihmisten reagoiminen tärinäherätteen keston kasvamiseen on hyvin yksilöllistä eikä sitä voi mitata subjektiivisesti. Mitattavissa oleviin suureisiin vaikuttaa huomattavasti kestoja enemmän esimerkiksi muutokset kallioperän geoteknisissä ominaisuuksissa sekä säätilassa. Molemmat voivat aiheuttaa aaltoliikkeen heijastumisien kasvua, joka lisää tärinätuntemuksen kestoja samalla tavalla kuin reikälukumäärän kasvattaminen. Keston pidentymistä voi rajoittaa jakamalla räjäytykset pienempiin osiin ja jättämällä niiden väliin muutaman sekunnin taukoja.

Kenttäkokojen kasvattaminen nostaa lievästi myös häiritsevyyden lisääntymisen todennäköisyyttä. Tämä riski perustuu siihen, että räjäytyksen reikälukumäärän kasvaessa myös todennäköisyys sille kasvaa, että jonkun reiän räjäytys jollain tavalla epäonnistuu. Epäonnistuminen voi aiheuttaa esimerkiksi sen, että räjäytetty kiviaines ei liiku suunnitellulla tavalla. Tämä voi puolestaan johtaa etutäytteen peittämiseen, joka lisää ilmanpaineilmiöitä ja/tai tärinäherätettä. Näitä riskejä ja todennäköisyyksiä voi ehkäistä huolellisella ja onnistuneella poraus- ja panostustyöllä sekä etutäytteen asentamisella.

Useat eri lähteet suosittelvat kuitenkin räjäytyskoon kasvattamista kunhan pysytään selkeästi tärinän ohjearvojen alapuolella. Ihmiset kokevat yleensä usein toistuvat pienemmät räjäytykset häiritsevimpänä (sama tärinän ja ilmanpaineen taso, hiukan lyhempi kesto) kuin harvemmin toistuvat isommat kertäräjäytykset (hiukan pidempi kesto). Ihmisissä on kuitenkin tärinään reagoimisen ja sitä kautta myös tämän valinnan suhteen eroja. Oikea (kuin myös väärä) informaatio tärinän vahinkovaarasta saattaa vaikuttaa epäilevimpien ja herkempien ihmisten lopulliseen asennoitumiseen.

Louhintaräjätysten rajoittaminen koon perusteella

Louhintaräjätysten rajoittamiselle puhtaasti koon suhteen ympäristövaikutusten rajoittamiseksi ei ole teknisiä perusteita. Isojakin tuotantolouhinnan mittakaavan mukaisia kallioräjätysten voidaan toteuttaa nykytekniikalla ja -tietämyksellä täysin turvallisesti ja lähes samoin ympäristövaikutuksien kuin pienempiä tuotantoräjätysten. Tämä pätee myös lähellä olemassa olevia rakennuksia. Nykyisin voimassa oleva lainsäädäntö ja virallinen ohjeistus eivät rajoita mitään kallionlouhintatyötä räjäytyskoon suhteen. Tutkimukset osoittavat, että räjäytyskokojen kasvattaminen saattaa vaikuttaa häiriöihin jopa vähentävästi.

Rakennus- ja kaivoslouhinnassa räjäytysten värähtelyvaikutuksia (vahinkovaaraa) rajoitetaan värähtelymittauksin ja ohjeavokäytännöllä. Suomessa on käytössä vastaava rakennuksiin välittyvän värähtelyn suuruutta rajoittava ohjeistus kuin muissakin pohjoismaissa. Se on ollut käytössä jo vuosikymmeniä ja sen on todettu olevan toimiva ja tehokas tapa rajoittaa kaikista räjäytystyöistä välittyvän värähtelyn voimakkuutta sellaiseksi, että se on turvallista ympäröiville rakenteille.

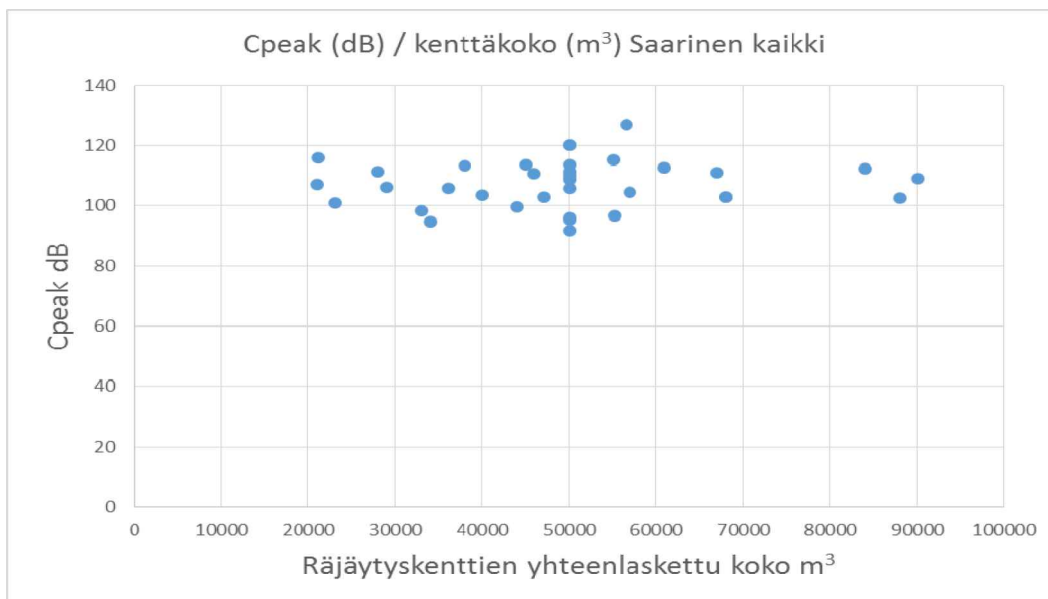
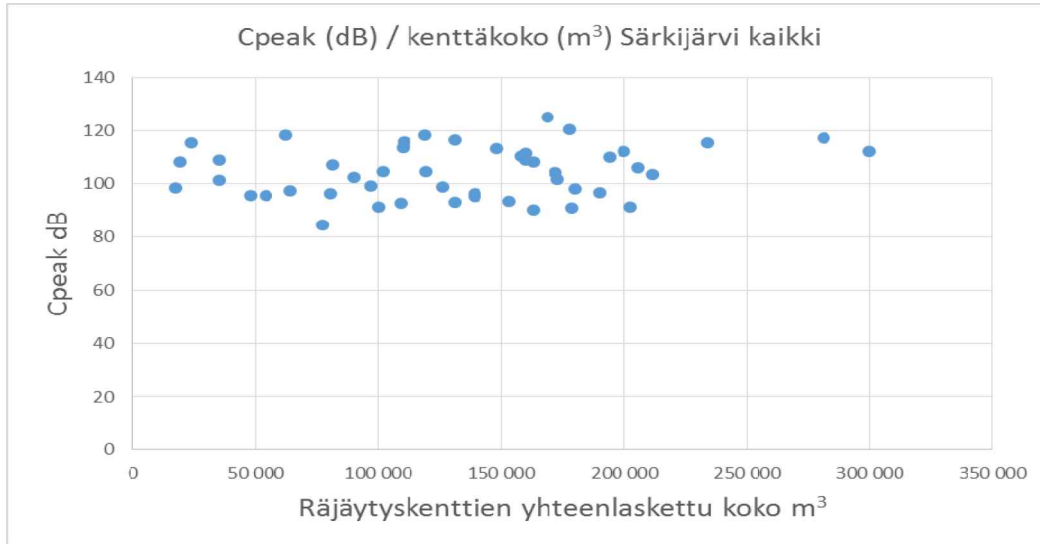
Räjäytysten koko ei vaikuta suoraan värähtelyn voimakkuuteen tai häiritsevyyteen. Pienestä räjäytyskentästä välittyvä värähtely häiritsee rakennuksessa olevia ihmisiä lähes yhtä paljon kuin isosta kentästä välittyvä värähtely, ehkä jopa enemmän. Räjäytysten häiritsevyyteen vaikuttaa tutkitusti se kuinka usein räjäytykset toistuvat, värähtelyn taajuus (suhteessa rakenteiden ominaistajuuksiin) sekä ilmiön yllätyksellisyys ja kestoaika. Häiritsevyyteen vaikuttaa tutkitusti myös useat henkilökohtaiset seikat kuten henkilön asennoituminen tehtävää työtä tai toimintaa harjoittavaa yritystä kohtaan ja aiempi altistuminen värähtelylle sekä täysin yksilölliset tekijät kuten ikä ja herkkyys. Usein on havaittu, että isommat harvemmin toistuvat räjäytykset ovat vähemmän häiritseviä kuin useimmin toistuvat pienemmät räjäytykset. Tämän vuoksi asiantuntijat usein jopa suosittelivat tutkimaan räjäytysten koon kasvattamisen mahdollisuuksia tuotantolouhinnassa häiriövaikutusten minimoimiseksi. On myös havaittu, että kauempana tehdyistä räjäytysten välittynyt värähtely saattaa vaikuttaa ihmisistä hieman pelottavammalta ja häiritsevämmältä kuin lähellä tehdyistä räjäytysten välittynyt värähtely. Tämä johtuu siitä, että kauempaa välittyneen värähtelyn kesto on havaintopisteessä pidempi, koska rakennukseen välittyy useita eri reittejä välittyneitä ja heijastuneita värähtelyaaltoja peräjälkeen kasvattaen värähtelyn ja liikkeen tunteen kesto havaintopisteessä. Kauempaa välittyneen värähtelyn taajuus on myös alempi ja lähempänä yleisimpien rakennusmateriaalien ominaistajuuksia, aiheuttaen näin rakenteiden kasvanutta ääntelyä ja ihmisille helpommin havaittavia värähtelytaajuuksia.

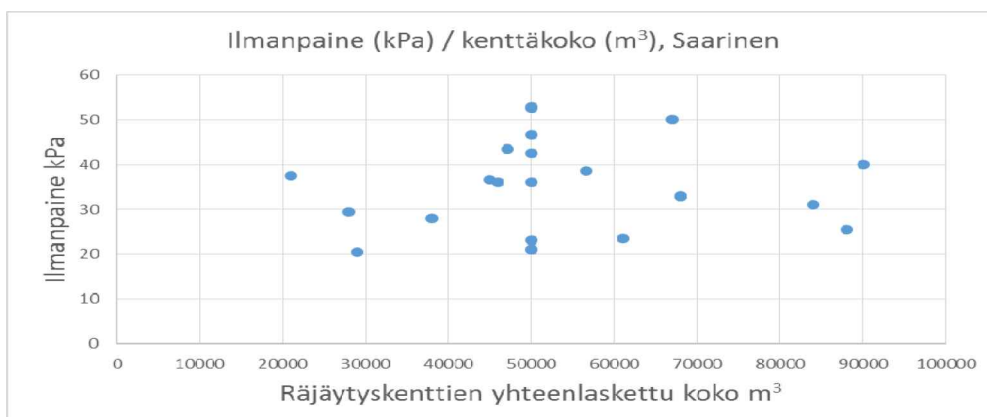
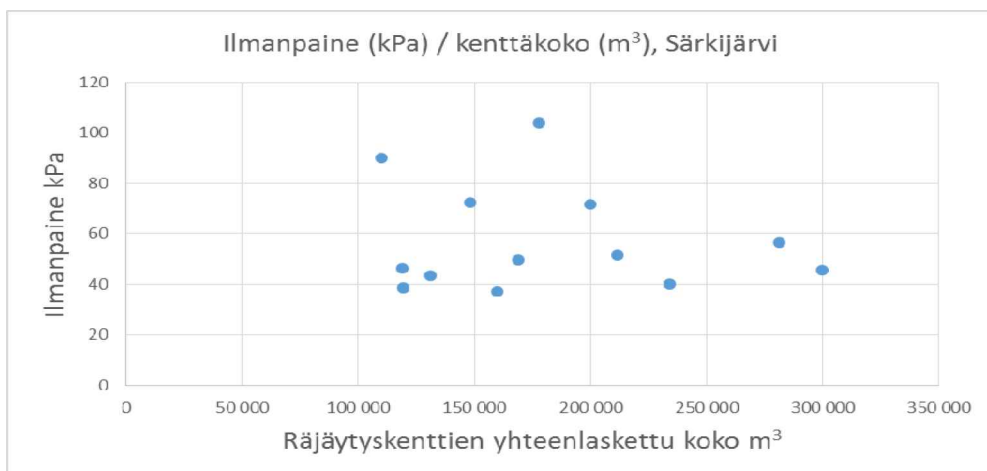
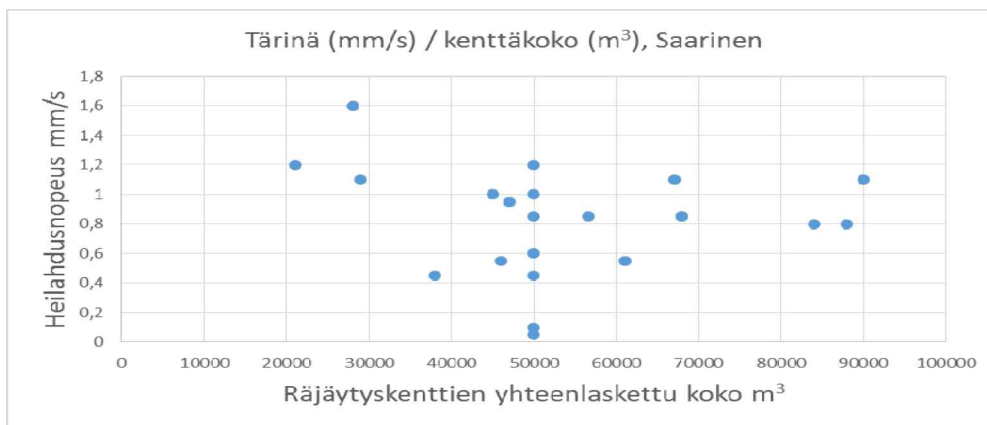
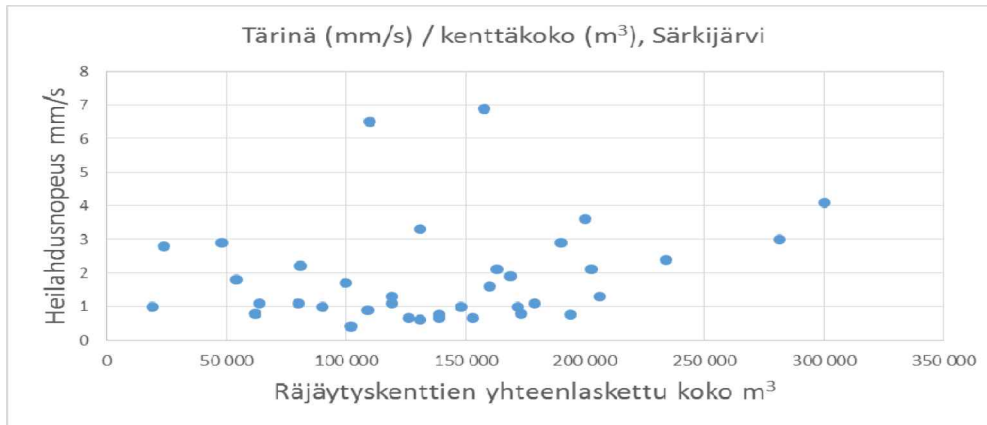
Lähellä tehdyt räjäytykset eivät ole häiritsevempiä eivätkä myöskään oikein toteutettuina vaarallisempia rakenteille. Räjäytysten välittävää värähtelyä voidaan kontrolloida tehokkaasti jakamalla räjähdystä (ja samalla värähtelyherätettä) pienempiin osiin sytyttämällä kerralla pienempiä räjähdysainemääriä. Tuhansienkin kilojen räjäytyskenttä on voitu jo pitkään sytyttää siten, että jokainen reikä räjähtää omalla ajan hetkellään aiheuttaen vain yhden reiän panoksen suuruisen värähtelyherätteen. Kerralla sytytettävän räjähdysainemäärän minimoiminen vaikuttaa sekä maa- ja kallioperän että ilmakehän kautta välittyvään värähtelyyn.

Räjäytystärinän aiheuttama häiriö on hyvin suhteellista. Tärinäilmiöt kestävät kerrallaan muutaman sekunnin ajan. Niiden toistuminen riippuu tehtävästä työstä. Kaivoslouhinnassa toistot ovat tyypillisesti 1-2 krt viikossa, jolloin värähtelyvaikutuksen kokonaiskesto vuositasona on siis luokkaa muutamia minuutteja ja se ajoittuu aina ennalta tiedossa olevaan aikaan päivällä. Kaivostoiminnalla on yleensä suuri yhteiskunnallinen ja taloudellinen vaikutus ympäristöönsä, joten em. häiriötä ei voi arvioida kohtuuttomaksi. Tutkimukset osoittavat että räjäytystyöt koetaan 2,5 kertaa häiritsevimpinä, jos niitä tehdään ympäristön asukkaissa vastustusta herättävässä kohteessa verrattuna töihin, joita tehdään ympäristön asukkaiden kannattamassa kohteessa /4/.

Tärinä- ja ilmanpainevaikutukset Yara Suomi Oy:n Siilinjärven kaivoksella

Kaivoksen räjäytyksistä välittyneitä tärinä- ja ilmanpainevaikutuksia on seurattu useita vuosia Oy Finnrock Ab:n mittauslaitteistoilla. Melumittauksia suoritetaan ? laitteistolla. Mittaustulokset osoittavat, että ympäristöön ei välity rakenteille haitallisia tärinä- tai ilman ylipainetasoja. Mittaustuloksien perusteella on todettavissa että räjäytysten koon ja ympäristövaikutusten mitattavien suureiden välillä ei ole korrelaatiota (kuvat 1-6).





Tuotantomittakaavan räjäytysten tärinällä ja ilmanpaineella ei yleensä ole haitallista vaikutusta rakenteille jotka sijaitsevat yli 500 m etäisyydellä räjäytyspisteistä silloin kun räjäytykset toteutetaan oikein.

Helsingissä 13.12.2017

Jari Honkanen
DI, Räjätystyön vastuuhenkilö, Ylipanostaja, FISE AA-luokan tärinäasiantuntija
Konsernin johtaja, Forcit Consulting yhtiöt
Toimitusjohtaja, Oy Finnrock Ab

Liitteet: Lähdeluettelo
Lausunnon laatijan CV

Lähteet:

1. Räjätysopas 2008, Raimo Vuolio, SML
2. Räjätystyöt 2010, Raimo Vuolio, SML
3. Rakentamisen aiheuttamat tärinät, RIL-253-2010, Rakennusinsinöörien liitto ry
4. Blasters' Handbook 18th edition 2011, ISEE

Honkanen Jari (s. 1965)

Oy Finnrock Ab:n Toimitusjohtaja 1.1.2008 lähtien, Pääkonsultti 1.6.2011 lähtien
Johtava konsultti ja varatoimitusjohtaja 2004-2007
Hallituksen puheenjohtaja, Räjätyskonsultit Oy 2012-
Hallituksen puheenjohtaja, Bergsäker AB, 2015-
Hallituksen puheenjohtaja, BergUtbildarna AB, 2014-
Hallituksen puheenjohtaja, Spijkerman Berg & Sprängteknik AB, 2015-
Hallituksen puheenjohtaja, Bergcon AS, 2014-

DI, TKK, Helsinki, Kalliotekniikan laboratorio, 1995
Räjätystyön vastuuhenkilö 2017-
STM:n myöntämä oikeus toimia panostajan tutkintojen kuulustelijana
Ylipanostaja, maanpäälliset ja maanalaiset räjäytystyöt 2002-
Vanhempi panostaja 1995-2001
Räjäyttäjä A-luokka 1993-1995
EFEE European Shotfirer certificate 2015
Ruotsalainen panostajan pätevyyskoulutus 2014
SKOL 01/E konsulttipätevyysluokitus
FISE:n AA-luokan tärinäasiantuntijan suunnittelijapätevyys
Kielitaito: suomi, englanti, ruotsi, saksa, norja

Toiminut projektipäällikkönä, johtavana räjäytyskonsulttina ja louhintatöiden valvojana sekä johtavana tärinäasiantuntijana useassa mittavassa rakennushankkeessa.
Toiminut kouluttajana useilla räjäytys- ja louhintatekniikan, panostajan sekä tärinätekniikan kursseilla.

Luottamustoimet:

Vuorimiesyhdistyksen (VMY) kaivos- ja louhintajaoston johtokunnan jäsenenä 1999-2008 josta sihteerinä 2000-2005 ja puheenjohtajana 2006-2008.
VMY:n hallituksen jäsen 2009-2012
Vuoden panostajan valintatoimikunnan jäsen 2007-
INFRA ry:n louhintajaoston johtokunnan jäsen 2010-
Vuoriteknikot ry jäsen 2009-
Maanalaisten tilojen rakentamisyhdistyksen MTR ry:n jäsen 2009-
EFEE (European Federation of Explosives Engineers) Suomen kansallinen edustaja 2010-
EFEE ympäristöasioiden komitean puheenjohtaja 2015-2017
EFEE varapuheenjohtaja 2017-
ISEE (International Society of Explosives Engineers) jäsen 2007-
Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry jäsen 2010-
Suomen rakennusinsinöörien Liitto RIL jäsen 2010-

Aikaisempi työkokemus:

- 1999-04 Sandvik Tamrock Oy, myyntijohtaja, louhinta- ja kaivoskoneet (5,5v)
- 1996-98 Tamrock Oy, Technology Center, tutkimusinsinööri louhintaporaus ja huolto (3v)
- 1995-96 Atlas Copco Louhintateknikka Oy, tutkimusins. louhintaporaus ja huolto (4kk)
- 1995 PDB-Louhinta Ky, työpäällikkö (6kk)
- 1995 Atlas Copco Louhintateknikka Oy, asiakkaiden ja henkilökunnan koulutus (1kk)
- 1994-95 Atlas Copco Rock Drills Ab, DI-työ porauslaitteen käytettävyyden merkityksestä
- 1991-94 PDB-louhinta Ky / Louhintaliike Kinnunen Oy, louhinta- ja räjäytystyönjohtaja (4v)
- 1991 Geologian tutkimuskeskus, tutkimusapulainen, kiviäytteen valmistus (12kk)
- 1990 KTM, Teknologian ryhmä, erikoisavustaja, Kaivosrekisterin kehitys (12kk)
- 1989 Y-Suunnittelu Oy, tutkimusapulainen, pohjatutkimusten suorittaminen (3kk)
- 1988 Oy Karl Forsström Ab, Förbyn kaivos, kaivostyöharjoittelija (3kk)

Merkittävimpiä räjäytys- ja louhintatyökohteita sekä asiantuntijatehtäviä:

- Vt4, Lahti-Heinola perusparannus 2004-2006
- VUOLI-projekti, TU1-TU6, Labbackan liikennetunneli sekä Savion rautatietunneli 04-08
- Kamppiparkin laajennus ja uusi ajoyhteys 2005-2009
- Keskustan huoltotunneli I-urakka 2005-2009
- E-18, Muurla-Lohja moottoritie 2005-2010
- Helsingin hätäkeskus-, sittemmin valtion luolahanke A4797 Katajanokalla 2007-2010
- VR Rata/RHK, Ohje louhintatöiden suorittamiseksi rautateiden läheisyydessä 2007
- Kehä I, Mestaritunneli 2008-2011
- Töölönlahden ajotunneli 2008-2009
- Museoviraston toimitilahanke Sturenkatu 2-4 (räjäytyskonsultointi ja valvonta) 2009-2010
- Kehä I, Vermon solmu 2008-2011
- Länsimetron ympäristöselvitykset ja rakentaminen Otaniemi-Matinkylä 2009-
- Pisara-radon ympäristöselvitys, 2010-2011
- Työturvallisuuskeskus, Räjäytys- ja louhintatyön turvallisuusohje 2011
- VR Rata/Liikennevirasto, Ohje louhintatöiden suorittamiseksi rautateiden läheisyydessä päivitys, 2012

Merkittävimpiä koulutustehtäviä:

- Johtanut yli 50 Finnrockin panostajan kertauskurssia vuodesta 2007 alkaen
- Johtaa Finnrockin Räjäyttäjäkursseja
- Johtaa Finnrockilla vuosittain useita 1-2 pv:n mittaisia louhinta- ja räjäytysteknisiä kursseja liittyen avo- ja maanalaiseen louhintatyöhön
- Pitänyt vuosittain useita eri laajuisia räjäytys-, louhinta- sekä tärinätekniisiä kursseja eri rakennusyritysten tilauksesta heidän henkilökunnalleen
- Pitänyt Rakennusmestarit ja insinöörit AMK RKL:n jäsenistön louhintatekniikan kursseja
- Räjäytystekniikan luennoitsijana Aalto-yliopiston Räjäytystekniikan kurssilla vuodesta 2008
- Vieraileva luennoitsijana TTYO:n Kalliorakentamisen kurssilla vuodesta 2009
- Vieraileva luennoitsijana Tampereen AMK:n Louhintatekniikan kurssilla vuodesta 2009
- Vieraileva luennoitsijana Amiedun panostajakursseilla vuodesta 2011

OY FINNROCK AB

Vuonna 1970 perustettu Oy Finnrock Ab on Suomen ensimmäinen sekä edelleen johtava räjäytys- ja tärinäalan konsulttitoimisto. Pitkäaikainen ja mittava kokemuksemme erilaisista projekteista on laajasti tunnustettu. Yrityksellä ja sen henkilöstöllä on yli 45 vuoden kokemus liittyen räjäytys-, rakennus- ja liikennetärinäiden konsultoinnista.

Yrityksen liikevaihto on n. 4M€ ja henkilöstö 30. Palveluihin kuuluvat mm.:

- Louhinta ja räjäytys suunnittelu
- Riskianalyysit ja ympäristöselvitykset
- Kiinteistö katselmuks
- Muut ympäristömittaukset
- Alan kurssitoiminta
- Työmaavalvonta ja konsultointi
- Herkkien laitteiden tärinäeristykset
- Tärinämittaukset (mm. räjäytys-, rakennus-, ja liikennetärinät)
- Melumittaukset

Yritys on menestyksekkäästi hoitanut useiden mittavien louhintahankkeiden konsultointitoimeksiannot. Lisätiedot: www.finnrock.fi