

Louhintatyön tärinän voimakkuuden selvitys mittauspisteissä ja lähialueen ulkopuolella

2021

Tilaaaja: NCC Industry Oy

Kohde: Hujala, Rusko

SELVITYS LOUHINTATÄRINÄN SUURUUDESTA

NCC Industry Oy
Marjo Sitkiä

Toimeksianto

Forcit Consulting Oy on NCC Industry Oy:n toimeksiannosta selvittänyt Ruskon Hujalan alueella suoritettujen räjäytysten aiheuttaman värinän voimakkuutta ja vaikutusta ympäristöön lähialueen ulkopuolella. Analysointi on suoritettu värinämittaustulosten ja räjäytyskohtaisten kenttäkorttien tietojen perusteella.

Tärinämittaustulokset

NCC Industry Oy:n räjäytyksissä mittauspisteenä on toiminut lähin rakennus eli sikalarakennus osoitteessa Hujalantie 279. Viimeisimmät mittaustulokset ovat olleet alle RIL 253-2010 Rakentamisen aiheuttamat värinät –ohjeen etäisyysidonnaisten ohjearvojen alapuolella seuraavasti:

7.7.2021	etäisyys n. 120 m	18,5 mm/s (68% kalliovaraisen rakenteen ohjearvosta)
27.7.2021	etäisyys n. 170 m	11,8 mm/s (51% kalliovaraisen rakenteen ohjearvosta)

Taulukko 3.2. Louhintätärinän heilahdusnopeuden perusarvo v_1 (mm/s) etäisyyden suhteen erilaisille maa- ja kallio pohjille perustetuille rakennuksille. Taulukon ylimmäisessä vaakasarakeessa on esitetty rakennuksen perustusten alapinnassa oleva maa- tai kallio pohja. Kun sora tai moreeni on löyhää, arvioidaan kerroin v_1 sarakkeen 3 perusteella.

1	2	3	4	5
Etäisyys (m)	Pehmeä savi, leikkauslujuus < 25 kN/m ²	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka	Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	Kiinteä kallio
1	9	18	35	140
5	9	18	35	85
10	9	18	35	70
20	8	15	28	55
30	7	14	25	45
50	6	12	21	38
100	5	10	17	28
200	4	9	14	22
500	3	7	11	15
1000	3	6	9	12
2000	3	5	7	9

RIL 253-2010 Rakentamisen aiheuttamat värinät

Mittaustuloksista voidaan todeta värinän voimakkuuden olleen turvallisella tasolla, eikä räjäytyksistä ole aiheutunut vaurioita mittauspisteenä toimineelle lähirakenteelle. Jäljempänä selvitetään värinän vaimenemista lähialueen ulkopuolella.

Tärinän voimakkuus laskennallisesti

Mittaustulokset osoittavat korkeataajuisen värinän vaimenevan nopeasti. Eräänlaisena nyrkkisääntönä pidetään ”etäisyyden kaksinkertaistuksessa värinä vaimenee neljännekseen”, joka on usein osoittautunut melko hyvin paikkaansa pitäväksi värinämittaustulosten perusteella, mutta värinäkonsultin näkökulmasta on turvallisempaa käyttää vaimenemista kolmannekseen etäisyyden kaksinkertaistuksessa. Menetelmä on kuitenkin korkeintaan suuntaa-antava parhaimmillaankin.

Kun käytössä ei ole tärinämittaustuloksia suoraan tarkasteltavasta kohteesta, tulisi tärinän vaimenemista tutkia ns. pseudovaimenemisen periaatteella, joka huomioi paremmin sekä geometrisen, että materiaalivaimenemisen, mutta myös aaltoliikkeen dispersiosta aiheutuvan vaimenemisen. Geometrisessa vaimenemisessa aaltoliike leviää etäisyyden kasvaessa laajentuvalla pinta-alalla, jolloin tärinän amplitudi pienenee ja materiaalivaimenemisessa energiaa kuluu maa-ainesten väliseen kitkaan. Dispersio liittyy eri taajuuksisältöisten aaltoliikkeiden kulkunopeuksiin ja energian hajoamiseen tämän johdosta.

Yksinkertaistetuilla räjäytysteknisillä kaavoilla (mm. Vuolio, RIL) laskettuna 7.7.2021 ja 27.7.2021 suoritetuista räjäytyksistä tärinä vaimenisi siten, että etäisyydellä 900 m tärinän voimakkuus olisi luokkaa 3-4 mm/s ohjearvon vaihdelta eri maalajeille välillä 3-12 mm/s (pehmeä savi-kallio, rakennusten F_k ei tiedossa). Laskelmissa on käytetty momentaanisena räjähdysainemääränä kentän kokonaisräjähdysainemäärää ja k-arvona kaivosteollisuuden käyttämää tilastollista taulukkoa pidemmille etäisyyksille kuin mitä RIL käsittelee. Laskelmissa on luonnollisesti varmuutta mukana, koska on tekijöitä, joita kaava ei huomioi (mm. maalajit, vaihtuminen, kalliolaatu, räjäytettävän kentän suunta, käytetyn räjähdysaineen voimakkuus ym.).

Vertailu alueen muihin räjäytyksiin

Vertailuna laskelmille voidaan käyttää alueella suoritettuja muiden toimijoiden räjäytyksiä (Swerock Oy), joiden aikana on mitattu Forcit Consulting Oy:n toimesta tärinää eri suunnissa sijaitsevista rakennuksista (kalliovaraisperusteisia) etäisyyden ollessa suunnilleen sama eli noin 900 m. Tärinän voimakkuus on vaihdellut vuoden 2021 kevään aikana räjäytettyjen kenttien osalta välillä 1,5-6,6 mm/s. Tärinän siirtymäamplitudit olivat räjäytyksissä sadasosamillimetrien luokkaa ja suurimmillaan n. 20% siirtymäamplitudin ohjearvosta 0,2 mm, jonka ylittyessä ns. kosmeettisten pintavaurioiden ilmaantuminen rakenteisiin on mahdollista. Taajuus säilyi räjäytyksissä perustamistavan mukaisesti korkeana, mikä osaltaan selittää alhaiset amplitudit. Mittaustulokset tukevat laskelmien antamaa suuruusluokkaa tärinän voimakkuudesta lähialueen ulkopuolella.

Tärinän voimakkuudesta, lopputulema

Tärinä välittyy suoraan kalliolla oleviin rakennuksiin tavallaan ”paremmin ja kauemmas”. Se kuitenkin riippuu suuresti miten maalajit välissä vaihtuvat, kallion rakoisuudesta ym. Tärinän taajuus on yleensä korkeampi, jonka ansiosta rikkova voima eli siirtymäamplitudi on alhaisempi. Vaikutukset pidemmällä etäisyyksillä sijaitseviin rakenteisiin ovat lähinnä irtaimiston liikettä, ikkunoiden heiluntaa (myös paineiskut voivat aiheuttaa) tms. Vaikutukset irtaimistoon on hyvin verrattavissa laivan myymälöissä kuuluvaan lasipullojen kilinään, sillä esim. lasivitriinit käyttäytyvät hyvin samalla tavalla.

Korkeataajuinen tärinä vaimenee etäisyyden kasvaessa ja maalajien vaihtuessa voimakkaasti. Jokainen rajapinta vaimentaa voimakkuutta ja muuttaa tärinän taajuutta. Kalliovaraisen rakenteen tärinän keston perusarvo on kuitenkin lähes nelinkertainen verrattuna saven varaiseen.

Pidemmillä etäisyyksillä matalat taajuudet ja varsinkin ne, jotka etenevät maaperän ominaistajuudella, voivat tulla hallitseviksi. Tärinän taajuuden laskiessa, liike voi tuntua pienilläkin heilahdusnopeuksilla epämiellyttävältä rakennuksen sisätiloissa.

Mittaustulokset osoittavat tärinän heilahdusnopeuden pysyneen RIL 253-2010:n mukaisissa etäisyysidonnaisissa ohjearvoissa NCC Industry Oy:n suorittamissa räjäytyksissä, joten sen vaikutukset lähialueen ulkopuolella rajoittuvat luultavimmin lähinnä edellä kuvattuihin tuntemuksiin ja irtaimiston liikkumiseen. Rakennevaurioiden mahdollisuus näillä voimakkuuksilla on epätodennäköistä.

Turussa, 6.10.2021



RI(AmK) Toni Aalto
Aluepäällikkö Länsi-Suomi
aa-vaativuusluokan tärinäasiantuntija (FISE)
Forcit Consulting Oy