



SAVONIA

■ **OPINNÄYTETYÖ** - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

OHJE RAKENNUSTYÖMAAN TÄRINÄ- JA MELUMITTAUKSIIN

TEKIJÄ/T: Ilkka Hyvönen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Ilkka Hyvönen	
Työn nimi Ohje rakennustyömaan tärinä- ja melumittauksiin	
Päiväys	27.4.2014
Sivumäärä/Liitteet	51/6
Ohjaaja(t) Teemu Räsänen, päätoiminen tuntiopettaja	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Peab Infra Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tilaajana oli Peab Infra Oy, ja tavoitteena oli koota rakennustyömailla tapahtuvissa tärinä- ja melumittausprosesseissa tarvittavat asiakirjat, mittauksiin vaikuttavat lainsäädännöt sekä ohjearvot ja prosessien vaiheet yhdeksi kokonaisuudeksi. Tärinä ja melu voivat liian voimakkaina aiheuttaa haittaa ihmisille ja lähiympäristölle. Tärinä- ja melumittauksien avulla pyritään valvomaan ja säätämään rakennustyömaiden toimintaa niin ettei lähiympäristölle ja ihmisille aiheutuisi tarpeetonta haittaa. Opinnäytetyötä voidaan käyttää ohjeena tärinä- ja melumittausprosessien toteuttamiseen rakennustyömaalla.</p> <p>Aluksi tutkittiin lähdeaineiston pohjalta tärinää ja melua ilmiönä. Toisena tehtävänä oli esitellä tärinälle ja melulle asetettuja lainsäädännöllisiä rajoitteita. Ympäristömelulle on annettu ympäristölainsäädännössä tarkat ohjearvot, joiden mukaan rakennustyömaan on toimittava. Tärinän suurimman mitatun heilahdusnopeuden ohjearvojen määrittämiseksi on olemassa aikaisempien kokemusten pohjalta laadittuja laskukaavoja. Tärinän ohjearvot ovat työmaakohtaisia, ja jokaisen uuden kohteen alkaessa tärinän raja-arvot määritetään kyseiselle työmaalle ja sen lähiympäristölle sopiviksi. Tärinän raja-arvot määräytyvät laskukaavoilla lähialueen rakennusten rakennus- ja perustamistavan, etäisyyden ja maaperäolosuhteiden mukaan. Kolmanneksi esiteltiin tärinä- ja melumittausprosessien eri vaiheet työmaan alusta loppuun. Työssä esiteltiin tarvittavat lupamenettelyt ja mittausjärjestelyt, sekä mittauksiin olemassa olevat ohjeistukset.</p> <p>Esimerkkimittauksina työssä esiteltiin Kuopion Matkuksen IKEA- ja IKANO-tavaratalojen rakennustyömaalla toteutettuja tärinä- ja melumittauksia. Mittauksista kerrottiin millainen työmaa ja lähiympäristö ovat sekä tärinä- ja melumittauspisteet ja ajankohdat, mittauksia edeltävä lupamenettely ja mittauksiin vaikuttaneet ympäristölainsäädäntö ja ohjearvot. Lisäksi mittauksista verrattiin ympäristölainsäädännössä ilmoitettuihin raja-arvoihin ja laskettuihin ohjearvoihin.</p>	
Avainsanat Tärinä, melu, tärinämittaukset, melumittaukset, Kuopio, Matkus	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author(s) Ilkka Hyvönen			
Title of Thesis Guide to Construction Site Vibration and Noise Measurements			
Date	27 April 2014	Pages/Appendices	51/6
Supervisor(s) Mr Teemu Räsänen, Lecturer			
Client Organisation /Partners Peab Infra Oy			
<p>Abstract</p> <p>This thesis was commissioned by Peab Infra Oy and its aim was to gather necessary documents, legislation and guideline values and phases of construction site vibration and noise measurement processes into the one entirety. Excessive vibration and noise can cause harm to people and vicinity. Vibration and noise measurements are made to monitor and impose actions on construction sites so that they do not cause unnecessary harm to people and vicinity. This thesis can be used as a guide to vibration and noise measurement on construction sites.</p> <p>The first task was to research vibration and noise phenomena from source materials. The second task was to study legislative restrictions which are set on vibration and noise measurements. Environmental legislation has specific guidelines for the environmental noise. To specify the guidelines for the biggest velocity amplitudes of vibration there are calculation formulas which are based on the earlier knowledge from vibration measurements. The guidelines for vibration are construction site-based, and they have to be specified suitable for each construction site and its vicinity. The guidelines for vibration are specified with calculation formulas, in which the structure and distance of the buildings in the vicinity and soil conditions are taken into account. The third task was to introduce different phases of the vibration and noise measurement processes on the construction site from the beginning to the end. The necessary license procedures and measuring arrangements as well as existing guides to the measurements were studied.</p> <p>As sample measurements, this thesis presented the vibration and noise measurements made on the construction site of the IKEA and IKANO department stores in Matkus, Kuopio. The construction site and its vicinity, times and measuring points of the vibration and noise measurements, the license procedures before measuring and effective environment legislation and guidelines for the measuring processes were described. In addition, the measuring results were compared to guidelines in the environmental legislation and to the calculated guidelines.</p>			
Keywords Vibration, noise, vibration measurements, noise measurements, Kuopio, Matkus			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tilattu Peab Infra Oy:n toimesta vuonna 2011, jolloin olin kesätöissä Peab Infra Oy:llä rakentamassa IKEA- ja IKANO-tavarataloja Kuopion Matkukseen.

Haluan kiittää Peab Infra Oy:tä ja silloista esimiestäni ja työni yhteyshenkilöä Simo Sariolaa kärsivällisyydestä ja avusta työn tekemisen eri vaiheissa, ohjaajaani Teemu Räsästä neuvoista ja ohjauksesta sekä kotijoukkojani ja koko muuta lähipiiriäni kannustuksesta opinnäytetyöprosessin aikana.

Kuopiossa 5.5.2014

Ilkka Hyvönen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
2	TÄRINÄ- JA MELUMITTAUKSET	8
2.1	Tärinän teoriaa	8
2.2	Tärinämittaukset.....	10
2.3	Melun teoriaa	10
2.4	Melumittaukset	11
2.5	Tärinä- ja melumittausten tarve työmaalla.....	11
2.6	Standardit mittauksille ja muu ohjeistus	12
2.6.1	Tärinä	12
2.6.2	Melu.....	12
3	TÄRINÄLLE JA MELULLE ASETETUT RAJOITUKSET	13
3.1	Aluekohtaiset rajoitukset	16
3.2	Viranomaisten asettamat rajoitukset	16
4	TÄRINÄ- JA MELUMITTAUSTEN ALOITTAMINEN	18
4.1	Huomioitavat tekijät.....	18
4.2	Tarvittavat asiakirjat ja lomakkeet.....	19
4.2.1	Ympäristöselvitys	19
4.2.2	Riskianalyysi	19
4.2.3	Kiinteistökatselmukset	20
5	TÄRINÄ- JA MELUMITTAUSTEN TOTEUTUS KUOPION MATKUKSESSA	21
5.1	Kuopion Matkukseksen työmaan kuvaus.....	21
5.2	Tärinämittauksien toteutus	22
5.3	Tärinämittauksien laitteisto.....	23
5.4	Melumittausten toteutus.....	24
5.5	Melumittausten laitteisto	25
6	MITTAUSTULOSTEN TARKASTELU.....	26
6.1	Tärinämittausten tulokset.....	26
6.2	Melumittausten tulokset.....	28
6.3	Johtopäätökset mittauksista	30
7	YHTEENVETO.....	32
	LÄHTEET	33

LIITE 1: TÄRINÄ- JA MELUMITTAUSPROSESSIEN VAIHEET

LIITE 2: ILMOITUSLOMAKE MELUA JA TÄRINÄÄ AIHEUTTAVASTA TILÄPÄISESTÄ TOIMINNASTA

LIITE 3: PÄÄTÖSPÖYTÄKIRJA YMPÄRISTÖNSUOJELULAIN 60§ MUKAISESTA ILMOITUKSESTA

LIITE 4: RAKENNUSTYÖMAAN LÄHISTÖLLE JAETTU ILMOITUS MELUA AIHEUTTAVISTA TÖISTÄ

LIITE 5: KIINTEISTÖKATSELMUSASIAKIRJA PIIRROKSINEEN (ALKUKATSELMUS)

LIITE 6: KIINTEISTÖJEN LOPPUKATSELMUSKYSELY SEKÄ LOPPUKATSELMUSRAPORTTI

1 JOHDANTO

Rakennustyömaiden eri työvaiheista aiheutuva tärinä ja melu voivat olla haitallisia ihmisille ja lähiympäristölle. Liian voimakas melu koetaan usein häiritsevänä ja siitä voi olla myös terveydellistä haittaa. Rakennustyömaalta aiheutuva tärinä voi liian voimakkaana haitata ihmisiä ja se voi myös vaurioittaa työmaan lähistöllä sijaitsevia rakennuksia. Työmailta aiheutuvaa tärinää ja melua seurataan tärinä- ja melumittauksin, ja niistä saatujen tulosten avulla toiminnanharjoittaja on tietoinen ympäristölle aiheutuvista haitoista ja voi parhaan kykynsä mukaan minimoida niitä. Tärinä- ja melumittausten avulla toiminnanharjoittaja ei myöskään tee töitä liian varovaisesti ja näin työn tehokkuus ei kärsi.

Tämän opinnäytetyön tilaajana on Peab Infra Oy. Opinnäytetyöni tavoitteena on koota rakennustyömailla toteutettavissa tärinä- ja melumittausprosesseissa tarvittavat asiakirjat, mittauksiin vaikuttava lainsäädäntö sekä ohjeistot ja prosessien vaiheet yhdeksi kokonaisuudeksi. Opinnäytetyössä myös esitellään Kuopion Matkuksessa IKEA- ja IKANO-tavaratalojen rakennustyömaalla toteutetut tärinä- ja melumittaukset. Opinnäytetyötä voidaan käyttää ohjeena tärinä- ja melumittausprosessien toteuttamiseen työmaalla.

Opinnäytetyön keskeisiä työmenetelmiä on lähdeaineistoon tutustuminen. Lähdeaineiston avulla tutustutaan tarkemmin tärinään ja meluun ilmiöinä sekä niiden vaikutuksiin työmaan lähialueen rakennuksissa, ympäristössä sekä ihmisissä. Lähdeaineistona työssä käytetään louhinta- ja räjäytysalan kirjallisuutta sekä verkkoaineistoja, ympäristömeluun ja sen mittaamiseen liittyvää kirjallisuutta sekä verkkoaineistoja ja ympäristölainsäädäntöä. Ympäristölainsäädännöstä tutkitaan työmaan tärinää ja melua rajoittavia asetuksia ja lakeja sekä toiminnanharjoittajan huomioon otettavia asioita. Ympäristömelulle on olemassa ympäristölainsäädännössä asetettuja melun raja-arvoja mutta tärinälle laissa säädettyjä raja-arvoja ei ole olemassa. Suurimmalle sallitulle tärinälle on aiempien kokemusten perusteella laadittu laskukaavoja, joiden avulla voidaan laskea kullekin työmaakohteelle turvalliset tärinän raja-arvot. Tärinän raja-arvoilla ilmoitetaan työmaan läheisyydessä olevien rakennusten vauriorajat, joiden alittavat mittaustulokset eivät voi aiheuttaa vahinkoa rakenteissa. Raja-arvot lasketaan kullekin rakennustyyppille laadittujen rakennustapakertoimien, rakennuksen etäisyyden tärinää aiheuttavasta pisteestä ja rakennuksen perustamistavan mukaan.

IKEA- ja IKANO-tavaratalojen rakennustyömaalla Kuopion Matkuksessa toteutettujen tärinä- ja melumittausten esittely tapahtuu työmaa-asiakirjojen ja mittaustuloksien kautta. Näiden pohjalta opinnäytetyöstä löytyy työmaakohteen esittely, viranomaisten työmaalle asettamat rajoitukset, työmaalla sekä sen läheisyydessä voimassa olleet tärinä- ja melurajat, tärinä- ja melumittausten ajankohdat sekä mittauspaikat ja mittaustulokset.

2 TÄRINÄ- JA MELUMITTAUKSET

Työmaiden eri rakentamisvaiheet ja työmaan raskaat työkoneet aiheuttavat tärinää ja melua lähiympäristöön. Pohjarakentamisessa tapahtuvat kaivu-, tiivistys-, paalutus- ja ennen kaikkea kallion louhintatyöt aiheuttavat työmaalle ja sen välittömään läheisyyteen lähes jatkuvaa tärinää ja melua, jotka voivat olla haitaksi lähiympäristön rakennuksille, laitteille ja ihmisille. Syntyviä tärinä- ja meluhaittoja seurataan mittarein, joista saatujen arvojen avulla voidaan työstä aiheutuvaa tärinää ja melua kontrolloida tarvittaessa pienemmiksi.

2.1 Tärinän teoriaa

Työmaan eri toiminnoista aiheutuneet tärinät käsitetään maanpinnan aaltoliikkeeksi, joka aiheutuu seismisten aaltojen etenemisestä. Erilaisia seismisiä aaltoja voivat aiheuttaa mm. maanjäristykset, räjäytykset, paalutus, liikenne ja erilaiset koneet. (Vuolio ja Halonen 2010, 298.)

Kun esimerkiksi räjähdyspanos räjähtää porausreiässä, saa syntyvä paineaalto kalliossa vastareaktioita. Nämä aiheuttavat aineen tiivistymistä ja usein myös pienen alueen murskautumista. Loppuosa paineaallon voimasta jatkaa etenemistä väliaineessa shokkiaaltona, joka on nopein kaikista räjähdysten aiheuttamista aaltoliikkeistä. Shokkiaalto tiivistää ja rikkoo kalliota, jolloin sen energiaa häviää ja etenemisnopeus pienenee, ja se muuttuu plastiseksi aalloksi. (Vuolio ja Halonen 2010, 299.) Aallon voimakkuuden vaimennettua niin paljon, ettei väliaineessa synny enää muutoksia, vaan ainehiukkaset palaavat puristuksen ja vedon loputtua alkuperäiselle paikalleen, on aalto muuttunut kimmoaallosi. (Vuolio ja Halonen 2010, 299.)

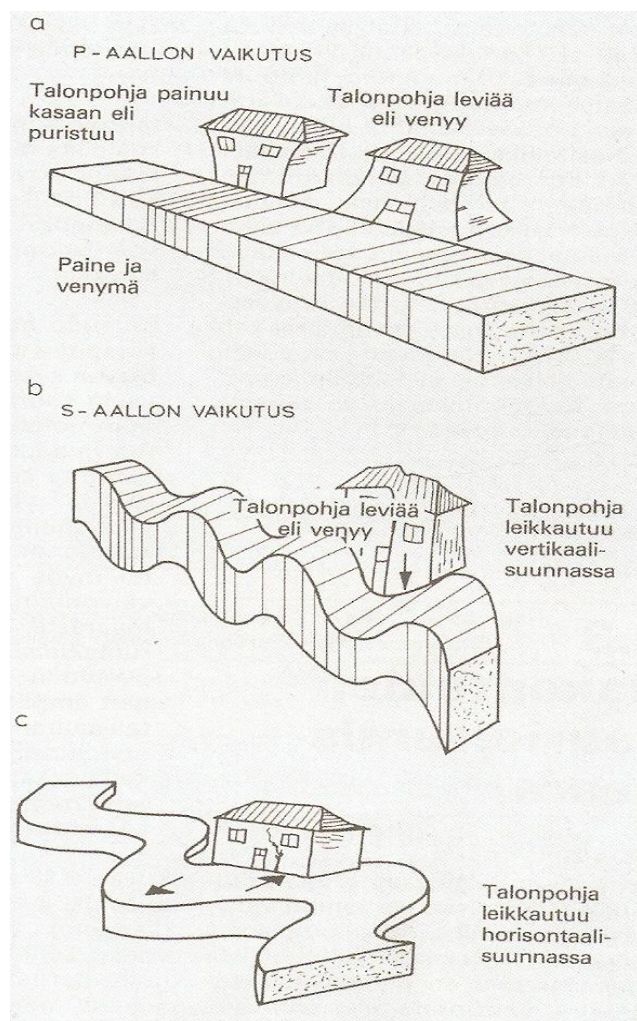
Kimmoaallot voidaan jakaa kahteen päätyyppiin, runkoaaltoihiin ja pinta-aaltoihiin (Vuolio ja Halonen 2010, 299.):

- Runkoaaltoja ovat P-aallot, joissa ainehiukkaset siirtyvä pitkittäisesti eli etenemissuunnassa, ja S-aallot, joissa hiukkaset siirtyvät poikittaisesti eli kohtisuorasti etenemissuuntaan nähden.
- Pinta-aalloista tunnetuin on Rayleigh-aalto, eli R-aalto.

Tärinän leviämiseen ja luonteeseen vaikuttavat monet erilaiset geologiset olosuhteet (Vuolio ja Halonen 2010, 301.):

- Perustan dynaamiset olosuhteet ovat tärkein tekijä aaltoliikkeen etenemisnopeuden kannalta.
- Perustan tyyppi ja kosteus vaikuttavat eniten taajuuden suuruuteen ja aaltotyyppiin.
- Kallio ja maaperän topografia (pinnan vaihtelut) saattavat aiheuttaa seismisten aaltojen heijastumista.
- Muina vaikuttavina tekijöinä voi pitää perustan kiinteyttä ja lämpötilaa sekä sen vaimennusominaisuuksia.

Tarpeeksi voimakas värinä voi aiheuttaa lähialueen rakennuksille vaurioitumisvaaran. Sen aikaansaama vaurioituminen rakenteissa voi johtua venymästä, repeämästä tai taipumisesta (kuva 1).



Kuva 1. Tärinän P- ja S-aaltojen vaikutukset rakenteisiin. (Vuolio ja Halonen 2010, 301.)

Ihminen on herkkä aistimaan värinää. Tärinän aistiminen kuitenkin vaihtelee ihmisten kesken ja tästä syystä myös värinästä johtuvat haitat koetaan yleensä hyvin eri lailla. Esimerkiksi räjäytyksistä seuraavat ääni- ja paineilmiöt voivat vaikuttaa negatiivisesti ihmisen kokemukseen värinästä. On syytä epäillä, että värinän tuntemukseen ja siitä syntyvään mielikuvaan liittyy voimakkaasti säikähdys kyseisessä tilanteessa. (Jääskeläinen 2010, 246.) Myös värinän taajuus on merkittävää värinää havaittaessa. Ihminen havaitsee matalataajuisen värinän huonommin kuin korkeataajuisen. (Tiainen Mikko 2010.)

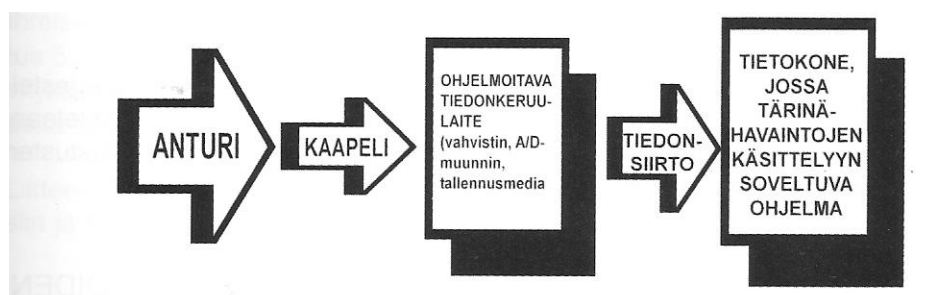
2.2 Tärinämittaukset

Asutuilla alueilla ja teollisuuskohteiden läheisyydessä maanrakennustöitä tehdessä käytetään tärinämittausta apukeinona työmaalla aiheutuvan tärinän suuruuden toteamisessa, tärinän vahingollisuuden arvioinnissa ja louhinnasta aiheutuvien rakenne- ja laitevaurioiden minimoimisessa.

Tärinämittauksilla on pitkä historia, joka juontaa juurensa aina 1940-luvulle saakka. 1940-luvun loppupuolella ryhdyttiin Ruotsissa hakemaan tärinämittausten avulla vaurioraja-arvoja rakennuksille (Vuolio ja Halonen 2010, 302.). Tarkastelen suomalaisia ja ruotsalaisia rakennuksille tarkoitettuja vaurioraja-arvoja tarkemmin työni kohdassa 3. Yleisimmin tärinämittauksissa mitataan kiihtyvyyttä ja heilahdusnopeutta. (Jääskeläinen 2010, 243.)

Tärinämittareilla mitataan seuraavia suureita:

- v = heilahdusnopeus (mm/s)
- f = taajuus (1/s)
- A = siirtymän heilahdusamplitudi (mm)
- a = kiihtyvyys (m/s^2 tai $9,81 m/s^2$)



Kuvio 1. Kaikkien nykyään käytössä olevien tärinämittausjärjestelyjen kokoonpano (RIL 253-2010, 38.)

Tärinämittauksella valvotaan, että esimerkiksi räjäytystärinän voimakkuus pysyy rakennuttajan ja suunnittelijan antamien ohjearvojen alapuolella, toisaalta taas urakoitsija ja panostaja voivat varmistua, ettei louhintatyötä tehdä tärinävaikutusten kannalta liian varovaisesti ja epätaloudellisesti. Koska työmailta aiheutuva tärinä on yleensä luonteeltaan epäsäännöllistä, esim. louhintaräjäytykset, on tarkoituksenmukaista mitata tärinäsuureiden huippuarvoa eikä esimerkiksi tehollisarvoa. (Vuolio ja Halonen 2010, 319.)

2.3 Melun teoriaa

Melu on ääntä, jonka ihminen kokee epämiellyttävänä tai se on ihmiselle haitallista. Melun eli äänenpaineen yksikkö on desibeli, dB. (Työterveyslaitos, 2013.)

Melu vaikuttaa ihmiseen monin eri tavoin. Pääasiassa se vaikuttaa ihmisen kuulosysteemiin ja sen toimintaan sekä sen välityksellä muuhun aivotoimintaan. Melun vaikutukset ihmiseen jaetaan

tavallisesti kuulovaikutuksiin ja kuulon ulkopuolisiin vaikutuksiin. (Björk 1997, 165.) Kuulovaikutuksilla tarkoitetaan kuulokyvyn tilapäistä tai pysyvää heikentymistä ja korvien tilapäistä tai pysyvää soimista, eli tinnitusta. Kuulon ulkopuolisilla vaikutuksilla tarkoitetaan vaikutuksia työhön, lepoon, uneen, viihtyvyyteen ja terveyteen. Lyhytaikainen voimakas melu aiheuttaa tilapäisen kuulokyvyn alenemisen. Pysyvä kuulon huonontuminen saattaa olla seurauksena pitkäaikaisesta voimakkaasta melusta. (Seppänen 1991, 170.)

Ihmiset reagoivat yleensä herkemmin poikkeavaan meluun, jota esimerkiksi lähistöllä aloitettu uusi rakennustyömaa ympäristöönsä aiheuttaa. Altistumisympäristön ja -tilanteen mukaan melu voidaan jaotella ympäristömeluksi, työpaikkameluksi ja yhdyskuntameluksi. Ympäristömelua on ihmisen asuin- ja elinympäristössä esiintyvä melu. Työpaikkamelusta puhutaan, kun tarkoitetaan työpaikoilla esiintyvää melua. Yhdyskuntamelulla tarkoitetaan taajamien ympäristömelua. (Björk 1997, 39.)

2.4 Melumittaukset

Työmailla syntyy työkonien takia melua. Syntynyt melu voi olla lähiympäristölle ja sen ihmisille aivan yhtä häiritsevää tekijä kuin tärinäkin. Ympäristöviranomaiset edellyttävät rakennustyömailta melumittauksia, joilla todennetaan toiminnan pysyvän myönnettyjen lupaehtojen sallimissa melurajoissa (Finnrock, 2014d). Melupäästöille on asetettu omat ohjearvonsa, joiden puitteissa työmaan tulee toimia. Melun mittauksen lähtökohtana on äänitasomittarilla tapahtuva äänen voimakkuuden eli äänekkyuden tekninen mittaus. (Björk 1997, 141.)

Melumittauksissa mitataan:

- Melun ekvivalenttiarvoa, eli keskiäänitasoa L_{Aeq} , joka arvo kuvaa äänenpaineen tehollisarvoa määrättyllä ajanjaksolla (T). Keskiäänitaso saadaan laskettua kaavalla (kaava 1):

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{L_A(t)/10} dt \right]$$

- Melun enimmäisäänitasoa L_{AFMax} , jolla kuvataan äänenpaineen määrättyllä ajanjaksolla esiintynyttä suurinta hetkellistä äänenpainetasoa.

Mittauksilla saadaan selville senhetkinen tilanne tarkasti, mutta tulos riippuu mittauspaikasta, -olosuhteista ja -ajankohdasta. (Björk 1997, 164.)

2.5 Tärinä- ja melumittausten tarve työmaalla

Tärinämittauksella voidaan valvoa maanrakennustöistä aiheutuvan tärinän voimakkuuden pysymistä tarpeeksi pienenä niin, ettei siitä aiheudu ympäristölle tai läheisille rakennuksille liiallista haittaa. Mittaamisen avulla urakoitsija voi myös varmistaa, että työmaalla aiheutuva tärinä ei riko sääntöjä tai määräyksiä ja ettei tärinä aiheuta kalliita vahinkoja.

Esimerkiksi louhintaurakoitsijat voivat tarkastella tärinämittausten avulla räjäytystöistä aiheutuneita tärinäarvoja ja arvioida niiden avulla, onko louhintatyö ollut tarpeeksi tehokasta ja sen myötä taloudellista. (Vuolio ja Halonen 2010, 319.)

Liian voimakas melu aiheuttaa myös haittoja lähiympäristöön. Ympäristöviranomaiset vaativat melua synnyttävien työkohteiden aiheuttamien haittojen mittaamista. Melumittauksien avulla toiminnanharjoittaja pystyy todistamaan, että työmaan meluhaitat pysyvät rakentamisen ajan annettujen raja-arvojen alapuolella. Jos taas mitatut arvot ovat liian suuria, pystytään turvautumaan tarvittavaan meluntorjuntaan meluhaittojen pienentämiseksi.

Ympäristönsuojelulaki ja ympäristönsuojeluasetus käsittelevät tarkemmin milloin työkohteisiin pitää hakea lupa tärinää ja melua aiheuttaville töille.

2.6 Standardit mittauksille ja muu ohjeistus

Tärinä- ja melumittaukset tulee suorittaa niille mahdollisesti säädettyjen standardien tai niille annettujen ohjeiden mukaisesti. Standardien ja ohjeiden tarkoituksena on varmistaa, että mittauksista saadaan käyttöön luotettavia mittaustuloksia.

2.6.1 Tärinä

Työmaan tärinöille ja tärinänmittaukselle on annettu ohjeita Rakennusinsinöörien liiton julkaisussa RIL 253-2010: Rakentamisen aiheuttamat tärinät. Myös Valtioneuvoston asetus räjäytys- ja louhintatyön turvallisuudesta (644/2011) antaa ohjeita räjäytys- ja louhintatöiden suorittamiseen.

2.6.2 Melu

Ohjeita melun mittaamiseen annetaan standardeissa:

- SFS-ISO 1996-1: Akustiikka. Ympäristömelun kuvaaminen ja mittaaminen. Perussuureet ja –menetelmät.
- SFS-ISO 1996-2: Akustiikka. Ympäristömelun kuvaaminen ja mittaaminen. Maankäyttöä koskevien mittaustietojen hankinta.
- SFS-ISO 1996-3: Akustiikka. Ympäristömelun kuvaaminen ja mittaaminen. Soveltaminen melurajoihin.

Ympäristöministeriö on julkaissut melutasomittauksille ohjeistuksen Ohjeita ympäristömelun mittaamiselle (Ohje 1: 1995).

3 TÄRINÄLLE JA MELULLE ASETETUT RAJOITUKSET

Tärinän suurimmalle sallitulle voimakkuudelle on olemassa kokonaan omat säädöksensä, joita ei kuitenkaan ole määritelty ympäristölainsäädännössä. Räjätystyöille on mm. määritelty suositusarvoja, jotka perustuvat siihen, että työmaan lähiympäristössä sijaitseville rakennuksille ei aiheudu vaurioita. Nämä ovat ohjearvoja räjäytystyön suunnittelijalle ja tekijälle ja ympäristönsuojeluviranomaiset eivät omissa päätöksissään näitä ohjearvoja pääsääntöisesti sovelle. (Pärjälä 2014, sähköpostikeskustelu) Ihminen havaitsee tärinää yksilöllisesti. Yleensä tärinän havaintokynnys on noin 0,1- 0,2 mm/s. Useat ihmiset kokevat tärinän häiritsevänä, kun tärinätaso on noin 0,4- 0,8 mm/s. (Vuolio ja Halonen 2010, 311)

Siinä missä jokainen ihminen kokee tärinän eri tavalla niin myös erilaiset rakenteet kestävät eri tavalla tärinää. Kuten edellä mainittiin, on räjäytystyöiden tekijöille olemassa räjäytystyön suunnittelussa käytettäviä ohjearvoja, joiden puitteissa louhintatyötä pyritään suorittamaan ja näin huolehtimaan ettei räjäytystyö tai muu pohjarakennustyö aiheuta haittaa alueen rakennuksille. Ohjearvot ovat ohjeellisia ja ne edustavat hyvää rakennustapaa tärinän vaikutusten huomioon ottamisessa (RIL 253-2010, 19).

Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry:n julkaisussa RIL 253-2010: Rakentamisen aiheuttamat tärinät on esitetty laskukaavat räjäytystärinöiden ohjearvojen määrittämiseksi.

Tärinän heilahdusnopeuden sallittu arvo voidaan määrittää seuraavan kaavan avulla (kaava 2):

$$V_{sall} = F_k \times v_1, \text{ jossa}$$

F_k = Rakennustapakerroin

v_1 = Louhintatärinän heilahdusnopeuden ohjearvon perusarvo

Maa- ja pohjarakennustöistä rakennuksiin kohdistuvan tärinän ohjearvot saadaan kaavalla (kaava 3):

$$V_{sall} = F_k \times v_0, \text{ jossa}$$

F_k = Rakennustapakerroin

v_0 = Maa- ja pohjarakennustöiden tärinän heilahdusnopeuden ohjearvon perusarvo

Suomessa käytettävät rakennustapakertoimet tärinän ohjearvojen määrittämiseksi löytyvät sivun 14 taulukosta 1. Louhintatärinän ja maa- ja pohjarakennustöiden tärinän heilahdusnopeuden perusarvot erilaisille maa- ja kallioperille perustetuille rakennuksille löytyvät sivun 15 taulukosta 2 ja taulukosta 3.

Tärinän taajuus vaikuttaa merkittävästi tärinän vaikutuksiin (RIL 253-2010, 21). Tärinän taajuus mitataan tärinämittauksen yhteydessä, vaikka sitä ei pääsääntöisesti ole esitetty vaatimuksissa. Tärinän taajuus on otettu ohjearvoja määrittäessä välillisesti huomioon etäisyyden ja maapohjakertoimien välityksellä. (Vuolio ja Halonen 2010, 311)

Taulukko 1. Rakennustapakertoimet F_k tärinän ohjearvojen määrittämiseksi. Taulukossa esitetyllä kelpoisuudella tarkoitetaan vastaavan pohja-, kalliorakenne- tai rakennesuunnittelijan tai tärinäasiantuntijan kelpoisuutta. (RIL 253-2010, 24.)

Rakenneluokka (hyväkuntoinen rakenne)	Rakennustapakerroin F_k , (kelpoisuus a-luokka)	Rakennustapakerroin F_k , (kelpoisuus aa-luokka)
1. Raskaat teräsbetoni- tai teräsrakenteet, kuten sillat ja laiturit	1,75	2,00
2. Teräsbetoniset, teräksiset ja puurakenteiset teollisuus ja varastorakennukset, ruiskubetonoidut kalliotilat, yleensä staattisesti määrätty rakenteet, joissa ei asuta tai työskennellä	1,25	1,50
3. Pilariperustuksille rakennetut elementtirakenteiset teräsbetonirakenteet, teräksiset ja puurakenteiset toimisto ja asuinrakennukset, muut puu- ja teräsrakennukset, johdot ja maakaapelit	1,00	1,20
4. Massiiviseinäiset tiili-, kevytsoraharkko-, ja teräsbetonirunkoiset teollisuus-, toimisto- ja asuinrakennukset, lasiseinäiset teräsrunkoiset sekä tiiliverhotut puurunkoiset rakennukset, ruiskubetonimattomat kalliotilat	0,85	1,00
5. Rakennukset, joissa on kevytbetoni- tai kalkkihiekkatiilirakenteita, tai muuta vaurioherkkää materiaalia, tärinä- ja värähtelyherkät vanhat rakennukset, kuten kirkot tai korkeita holveja käsittävät rakennukset	0,55	0,65

Taulukko 2. Louhintatärinän perusarvo v_1 (mm/s) etäisyyden suhteen erilaisille maa- ja kallioperille perustetuille rakennuksille (RIL 253-2010, 25)

Etäisyys (m)	Pehmeä savi, leikkauslujuus <25 kN/m ³	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

Taulukko 3. Heilahdusnopeuden perusarvo v_0 (mm/s) työmenetelmittäin ja erilaisille maa- ja kalliopohjille perustetuille rakennuksille (RIL 253-2010, 26)

1	2	3	4	5
Työmenetelmä	Pehmeä savi, leikkauslujuus < 25 kN/m ²	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka	Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	Kiinteä kallio
Pudotustiivistys, lyöntipaalutus, maankaivu, työmaaliikenne, pontitus lyömällä ja täryttämällä, tärytiivistys, porapaalutus, iskuvasaran käyttö eri tarkoituksiin *)	5	7	10	12

*) kun iskuvasaralla hakataan kalliota, ohjearvot määritetään louhinnan arvojen mukaisesti (taulukko 2).

Melulle on annettu ympäristölainsäädännössä ohjearvot, joita käsitellen tarkemmin työni kohdassa 3.2. Työmaiden melurajoitukset voivat olla esimerkiksi kellonaikaisidonnaisia, jolloin tiettyinä aikoina vuorokaudessa melua aiheuttavien töiden tekeminen on kokonaan kiellettyä.

3.1 Aluekohtaiset rajoitukset

Suomen ympäristölainsäädännön asettamat rajoitukset melulle ovat yleispäteviä koko Suomen alueella, joten aluekohtaisia eroja melumittauksien suorittamisen ja melun raja-arvojen kohdalla ei ole. Melun raja-arvojen ja melua aiheuttavien työvaiheiden rajoitukset määräytyvät ympäristön asutuksen ja ihmisten mahdollisen häiriintymisen mukaan.

Tärinän osalta jokainen rakennuskohde, joka vaatii louhimista, on yksilöllinen ja raja-arvot tärinälle arvioidaan ja suunnitellaan kohteen ympärillä olevien rakennusten ja niiden etäisyyden sekä niissä mahdollisesti olevien herkkien laitteiden mukaan tapauskohtaisesti. Myös rakennustyömaan ja sen ympäristön maaperän koostumus vaikuttaa laskettuihin tärinän raja-arvoihin.

3.2 Viranomaisten asettamat rajoitukset

Tärinä kuuluu ympäristölain tarkoittamiin päästöihin tai altisteisiin, joka voi aiheuttaa ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa. Ympäristönsuojelulain nojalla ei ole kuitenkaan annettu mitään tärinää koskevia ohje- tai tavoitearvoja. Liikenteen tärinälle sovelletaan epävirallisesti VTT:n julkaisemia suosituservoja, mutta vastaavia suosituservoja ei ole olemassa esimerkiksi rakennustyömaan räjäytystöille, ja niille VTT:n julkaisemat suosituservot eivät räjäytyksistä aiheutuneen tärinän erilaisesta luonteesta johtuen sovellu. (Pärjälä 2014, sähköpostikeskustelu)

"Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista.

*2 §
Ohjearvot ulkona*

Asumiseen käytettävillä alueilla, virkistysalueilla taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevilla alueilla on ohjeena, että melutaso ei saa ylittää ulkona melun A-painotetun ekvivalenttitason (L_{Aeq}) päiväohjearvoa (klo 7-22) 55 dB eikä yöohjearvoa (klo 22-7) 50 dB. Uusilla alueilla on melutason yöohjearvo kuitenkin 45 dB. Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei kuitenkaan sovelleta yöohjearvoja.

Loma-asumiseen käytettävillä alueilla, leirintäalueilla, taajamien ulkopuolella olevilla virkistysalueilla ja luonnonsuojelualueilla on ohjeena, että melutaso ei saa ylittää päiväohjearvoa 45 dB eikä yöohjearvoa 40 dB. Loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamassa voidaan kuitenkin soveltaa 1 momentissa mainittuja ohjearvoja. Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä." (Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992, 2§.)

Taulukko 4. Ympäristömelun ohjearvot (Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista 993/1992)

Alue	Päivä (07-22)	Yö (22-07)
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet ja hoitolaitoksia palvelevat alueet	55dB(A)	50dB(A)
Loma-asumiseen käytetyt alueet, leirintäalueet, taajamien ulkopuoliset virkistysalueet ja luonnonsuojelualueet	45dB(A)	40dB(A)

4 TÄRINÄ- JA MELUMITTAUSTEN ALOITTAMINEN

4.1 Huomioitavat tekijät

Ympäristönsuojelulain 60§:ssä todetaan ympäristömelua ja tärinää aiheuttavasta toiminnasta seuraavaa:

”Melua ja tärinää aiheuttava tilapäinen toiminta

Toiminnanharjoittajan on tehtävä kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle kirjallinen ilmoitus tilapäistä melua tai tärinää aiheuttavasta toimenpiteestä tai tapahtumasta, kuten rakentamisesta tai yleisötilaisuudesta, jos melun tai tärinän on syytä olettaa olevan erityisen häiritsevää.” (Ympäristönsuojelulaki 86/2000, 60§.)

Ympäristönsuojelulain mukaisesti tärinää ja melua aiheuttavissa väliaikaisista rakennusprojekteista tulee tehdä kirjallinen ilmoitus kyseisen kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle ennen häiriötä aiheuttavan työvaiheen aloittamista (liite 2). Ilmoitus on tehtävä hyvissä ajoin ennen toimenpiteeseen ryhtymistä tai toiminnan aloittamista, kuitenkin viimeistään 30 vuorokautta ennen tätä ajankohtaa (Ympäristönsuojelulaki 86/2000, 60§).

Työmailla tehtävien louhintatöiden suorittamiseen löytyvät ohjeistusta MaaRYL:istä (MaaRYL 2311.8.5):

”Louhintatyö on suoritettava siten, etteivät syntyvät louhintätärinät vaurioita ympäristön rakenteita tai laitteita. Tarvittavat suojaustoimenpiteet ja tärinämittaukset kuuluvat louhinnan suorittavalle urakoitsijalle. Kaikista louhinnan aiheuttamista vahingoista vastaa urakoitsija.”

”Tärinämittauksia on suoritettava koko louhintatyön ajan käyttäen jatkuvatoimisia tärinämittareita. Mittareilla mitataan kaikkia tärinän suureita 3-komponenttisesti (heilahdusnopeus, kiihtyvyys, taajuus ja siirtymä).”

Tärinää ja melua aiheuttavien työvaiheiden alkaessa on hyvä tiedostaa lähiympäristössä olevat ja työtä mahdollisesti rajoittavat seikat. Lahirakennuksissa mahdollisesti olevat herkät laitteet ja koneet tulee ottaa huomioon. Sairaala on hyvä esimerkki työmaan lähistöllä sijaitsevasta erikoishuomiota vaativasta rakennuksesta.

Meluntorjuntalain (328/87) mukaan ”melun aiheuttajan on huolehdittava meluntorjunnasta siinä laajuudessa kuin kohtuudella voidaan edellyttää. Melun aiheuttajan on oltava riittävästi selvillä toiminnastaan aiheutuvasta melusta. Meluntorjuntaa koskevaa velvollisuutta arvioitaessa otetaan huomioon asutus, melulle herkät alueet ja toiminnot, alueen melutaso ja toiminnan vaikutus siihen sekä meluntorjuntatoimien merkitys melutason kannalta ja niiden toteuttamisen tekniset ja taloudelliset edellytykset.” Meluntorjunnan yleinen päämäärä on terveellinen ja viihtyisä elinympäristö missä ei ole meluhaittoja (Seppänen 1991, 234).

4.2 Tarvittavat asiakirjat ja lomakkeet

Alkavien louhintatöiden ympäristössä tehtävät esitutkimukset jakaantuvat kahteen päätyyppiin riippuen niiden laajuudesta ja määrästä. Suppeampaa tutkimusta kutsutaan ympäristöselvitykseksi ja laajempaa, sekä samalla perusteellisempaa tutkimusta, riskianalyysiksi. (Rakentajain kalenteri, 2010.)

Aloittaessaan tilapäistä tärinää- tai melua aiheuttavan rakennusprojektin on toiminnanharjoittajan tehtävä työstä kirjallinen ilmoitus kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle. Ilmoituksen pohjalta kunta tekee viranomaispäätöksen, jossa tärinää ja melua tuottavalle toiminnalle asetetaan ehdot.

Lähialueella sijaitseviin kiinteistöihin suoritetaan kiinteistökatselmuksat ja lähialueen asukkaita tulee ympäristöviranomaisen vaatimuksesta informoida työn aiheuttamista mahdollisista melu- ja tärinähaitoista.

4.2.1 Ympäristöselvitys

Ympäristöselvityksessä selvitetään rakennustyömaan ympäristössä sijaitsevat kohteet sekä määritellään niiden työn suunnittelulle ja toteuttamiselle asettamat tärinä- ja melurajoitukset sekä vaadittavat varotoimenpiteet. Ympäristöselvityksen teettäminen kuuluu rakennuttajalle. Ympäristöselvityksessä määritellään (Finnrock, Ympäristöselvitys, 2014)

- työmaan ympäristössä yleisesti käytetyt rakennusten perustamis- ja rakennustavat
- rakennusten katselmuksalue (työmaan kesto ja mittasuhteet huomioiden)
- kohteet ja toiminnot, jotka asettavat työmaalle erityisiä tärinä- ja/tai melurajoituksia sekä tarvittavat suojaus- tai muut varotoimenpiteet
- tärinäherkät laitteet sekä niille sallittavat tärinän ohjearvot sekä vaimennus- ja muut varotoimenpiteet
- työn kestäessä käytettävät tärinämittauspisteet sekä niissä käytettävät mittaussuureet.
- mittauspisteissä noudatettavat ohjeelliset tärinäraja-arvot
- tärinämittaustulosten raportointijärjestelyt.

4.2.2 Riskianalyysi

Työmaakohteen ympäristön riskianalyysi on ympäristöselvitystä laajempi asiakirja. Riskianalyysissa pyritään kuvaamaan louhintatöiden suunnitteluun ja toteutukseen liittyviä suunnittelijaa, rakennuttajaa, urakoitsijaa sekä ympäristöä ja edellä mainittujen keskinäisiin suhteisiin liittyviä mahdollisia riskitekijöitä. (Rakentajain kalenteri, 2010.)

Riskianalyysi sisältää ympäristöselvityksessä mainittujen asioiden lisäksi:

- Arviot rajoitusten mukaisista odotettavissa olevista louhinnan irrotustehoista, niihin liittyvistä riskeistä (tekniset ja taloudelliset) ja niiden jakautumisesta osapuolten kesken.

- Riskien analysointi, niiden merkitys ja seuraamukset kuten louhintalaatu, aikataulukysymykset ja eri toteutustapojen vaikutukset lopputulokseen.

4.2.3 Kiinteistökatselmuks

Jotta rakennustyömaan tärinän aiheuttamiksi väitettyjen vaurioiden korvauskysymykset voitaisiin hoitaa mahdollisimman oikeudenmukaisesti, toteutetaan työmaan ympäristössä kiinteistökatselmuks. Kiinteistökatselmuksissa todetaan lähiympäristön rakennuksien kunto juuri ennen tärinää aiheuttavien töiden alkua ja loppukatselmuksissa todetaan rakentamisen aikana mahdollisesti syntyneet vauriot ja aikaisempien vaurioiden suurentuminen. (Vuolio ja Halonen 2010, 317.)

Kiinteistökatselmuksissa suoritetaan pääsääntöisesti kaksi katselmusta. Alkukatselmuksessa, eli tärinää aiheuttavan työn alussa suoritettavassa katselmuksessa, kirjataan piirtämismenetelmää käyttäen kiinteistöjen kaikissa valetuissa, muuratuissa ja laatoitetuissa pinnoissa näkyvät vauriot. Tarvittaessa piirtämismenetelmää voidaan täydentää valokuvin ja videoinnilla. Katselmuksista laaditaan pöytäkirja, joka toimitetaan kopiona kaikille katselmuksien osapuolille. (Finnrock, 2014b.)

Toiset katselmuks, eli loppukatselmuks, toteutetaan tärinää aiheuttavien työvaiheiden loputtua. Kaikkiin alkukatselmoituihin kiinteistöihin lähetetään loppukatselmukskysely, jonka avulla selvitetään onko työn aikana tai päätyttyä havaittu rakenteissa mitään normaalista poikkeavaa. Loppukatselmus suoritetaan kaikissa kiinteistöissä, joista on kyselyssä tehty ilmoitus vahinkoepäilystä. Ilmoitukset ja havainnot kirjataan alkukatselmukspöytäkirjan havaintoihin käyttäen alkuperäisistä merkinnöistä poikkeavaa väriä. Loppukatselmuksista laaditaan pöytäkirja, ja pöytäkirjasta toimitetaan kopio kaikille katselmuksien osapuolille. (Finnrock, 2014b.)

Alku- ja loppukatselmuksen ohella voidaan erillissopimuksesta suorittaa myös välikatselmuksia. Jos kiinteistönomistajalla on epäily työmaan tärinän aiheuttamista vahingoista, tehdään vahinkoepäilyn pohjalta erillinen vauriokatselmus.

5 TÄRINÄ- JA MELUMITTAUSTEN TOTEUTUS KUOPION MATKUKSESSA

Esittelen opinnäytetyössäni tärinä- ja melumittaukset, jotka toteutettiin Kuopiossa Matkuksessa IKEA ja IKANO tavaratalojen rakennustyömaalla vuoden 2011 aikana. Tavaratalotyömaan tärinämittaukset toteutti Oy Finnrock Ab ja melumittaukset Symo Oy (nykyisin Ramboll).

5.1 Kuopion Matkuksen työmaan kuvaus

Kuopion Matkus sijaitsee Pitkässälahdessa noin kymmenen kilometriä Kuopiosta etelään Valtatie 5:n varrella. Matkuksen yritysalueelle rakennettiin IKEA- ja IKANO-tavaratalot ja niiden rakentaminen alkoi maaliskuussa 2011. Rakennustyömaan kokonaispinta-ala oli lähes 20 ha. Alueen lähin vesistö on Kallavesi.

Matkuksen rakennustyömaan pohjarakentamisesta vastasi Peab Infra Oy ja louhimisesta Varkauden Louhinta Oy. Rakentamisen aikana tontilla suoritettiin louhintatöitä aikavälillä 6.3.- 31.12.2011 etenkin IKANON puoleisella eteläisellä tontin osalla ja putkikanaalien osalta louhintatöitä tehtiin myös IKEAN puoleisella tontin osalla. Louhintatöissä oli käytössä 6 poravaunua, iskuvasara ja noin 20 kaivinkonetta. Lisäksi maansiirtotöissä oli käytössä puskutraktori, pyöräkuormaaja ja suurikokoisia dumper-kuorma-autoja. Louhinnassa irroitettujen kiviaineksen murskaus tapahtui paikan päällä kolmivaiheisella murskauslaitoksella. Kiviaineksen murskausta suoritettiin kahdessa eri vaiheessa yhteensä 8 viikkoa.

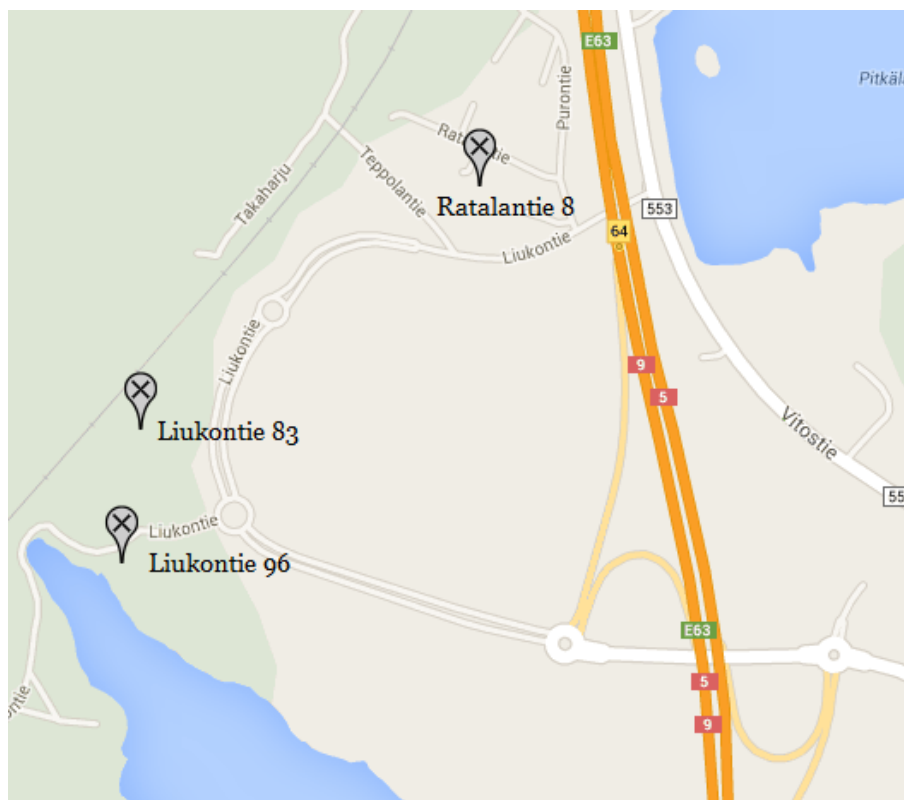
Ympäristösuojelulain 60§ mukaisen melua ja tärinää aiheuttavan työn ilmoituksen pohjalta Kuopion ympäristöviranomaiset määrittivät työmaalle päivittäiset toiminta-ajat, joiden puitteissa melua ja tärinää aiheuttavat työt tuli suorittaa. Louhintaa, louheen lastausta, louheen murskausta ja kallion porausta sai tehdä ma-pe klo 7.00 - 20.00 ja lauantaisin klo. 8.00 - 18.00. Räjätystöitä sai tehdä ma-pe klo. 8.00 - 18.00.

Tavaratalotyömaan lähiympäristössä sijaitsee useampia asuttuja kiinteistöjä, joista suurin osa tontin pohjoispuolella. Muut asuinkiinteistöt sijaitsevat rakennustyömaan itäpuolella. Matkaa lähimpiin asuinkiinteistöihin työmaalta on lyhimmillään noin 100 metriä. Kuopion kaupungin ympäristöviranomaisten päätöksessä määrättiin ilmoittamaan melusta kirjallisesti kaikille niille kiinteistöille, jotka jäivät alle 400 metrin etäisyydelle louhinta- ja murskauskohteista. Louhinnasta ja murskauksesta aiheutuvien melutasojen mittaus lähimmillä asuinkiinteistöillä tuli tehdä heti toiminnan alussa. Mittaukset tuli tehdä Kuopion kaupungin ympäristöpalvelun hyväksymällä tavalla ja mittaustulokset oli toimitettava ympäristöpalvelulle välittömästi niiden valmistuttua.

5.2 Tärinämittauksien toteutus

Rakennustyömaan tärinämittauksesta vastasi Oy Finnrock Ab. Heillä oli tärinämittareita käytössään kolme kappaletta ja ne olivat toiminnassa jatkuvatoimisina koko tontin louhintaaurakan ajan. Kaksi mittareista sijaitsi tontin lähiympäristössä itäpuolella Liukontieellä ja yksi tontin pohjoispuolella Ratalantiellä sijaitsevien asuinrakennuksien kivijaloissa, työmaata lähimpänä olevassa nurkassa (kuva 2). Ratalantie 8:ssa sijainnut mittari oli toiminnassa 13.5.2011 - 29.11.2011. Muut Liukontie 83:ssa ja 96:ssa sijainneet mittarit olivat toiminnassa 13.5.2011 - 9.2.2012.

Kuopion kaupungin ympäristöviranomaisien vaatimuksesta lähialueen asuinkiinteistöihin lähetettiin ilmoitus melua ja tärinää aiheuttavan työvaiheen alkamisesta (liite 4) ja työmaan lähistöllä sijaitseviin kiinteistöihin suoritettiin kiinteistökatselmuksset (liite 5).



Kuva 2. Matkuksen työmaan tärinämittareiden sijainnit kartalla (NCVIB)

Louhintaaurakan päätyttyä lähialueen kiinteistöihin lähetettiin loppukatselmuskyselyt (liite 6), joissa kysyttiin kiinteistöjen omistajilta työn aikana tai sen päätyttyä havaituista mahdollisista vaurioista. Loppukatselmuksset suoritettiin niissä kiinteistöissä, joista ilmoitettiin kyselyssä vahinkoepäilystä.

5.3 Tärinämittauksien laitteisto

Kaikki Oy Finnrock Ab:n käyttämät mittauslaitteet ovat jatkuvatoimisia. Kuopion IKEAn työmaalla käytössä oli Sigicomin INFRA tärinämittareita (kuva 3), jotka ovat monikanavaisia kaukokäyttöisiä aaltomuoto/taajuus- ja huippuarvomittauslaitteistoja. Ne tallentavat useammasta kaapelilla yhdistettävästä anturista tärinän pysty- tai kaikkien kolmen komponentin heilahdusnopeuden, taajuuden, kiihtyvyyden ja amplitudin aikahistoriakäyrän.

Mittauslaitteet soveltuvat myös monien muiden suureiden kuten esimerkiksi ilmanpaineen ja melun, rakojen ja pohjavedenpinnan muutosten, sitoutuvan betonin kosteuden ja lämpötilan jatkuvatoimiseen rekisteröimiseen. Mittaustulokset voi lukea näytöltä, tekstiviestistä tai internetistä. (Oy Finnrock Ab, 2014a.)



Kuva 3. Sigicom INFRA V12-tyypin tärinämittausanturi. (Sigicom, 2014)

Oy Finnrock Ab:n käyttämien tärinämittareiden histogrammin voi säätää eri intervalleille 1 minuutista eteenpäin. Louhintatyön yhteydessä mittareihin asetetaan haluttu kynnyсарvo, jonka ylittävistä tuloksista taltioidaan kaikki mittarin mitaamat mitausyksiköt.

Tärinämittareiden mitaamat lukemat tallentuivat NCVIB-järjestelmään, josta Peab Infran toimihenkilöiden oli mahdollista seurata mittareiden mitaamia lukemia. Isojen räjäytysten yhteydessä toimihenkilöillä oli mahdollista seurata reaaliajassa mittareiden lukemia, jolloin he saivat tietoa erikokoisten räjäytysten vaikutuksista mitauspisteissä. NCVIB-järjestelmään tallennettuja mitaustuloksia käsitellään tarkemmin kohdassa 6 MITTAUSTIETOJEN TARKASTELU. Tietokantaan tallentuneiden tietojen tarkasteluun tarvittiin henkilökohtainen kirjautumistunnus. NCVIB-järjestelmän avulla tärinämittaukset on mahdollista sitoa louhintaurakkaan. Silloin järjestelmän karttapalvelusta on nähtävissä kunkin räjäytyksen sijainti koordinaatteineen ja etäisyys kustakin tärinämittarista.

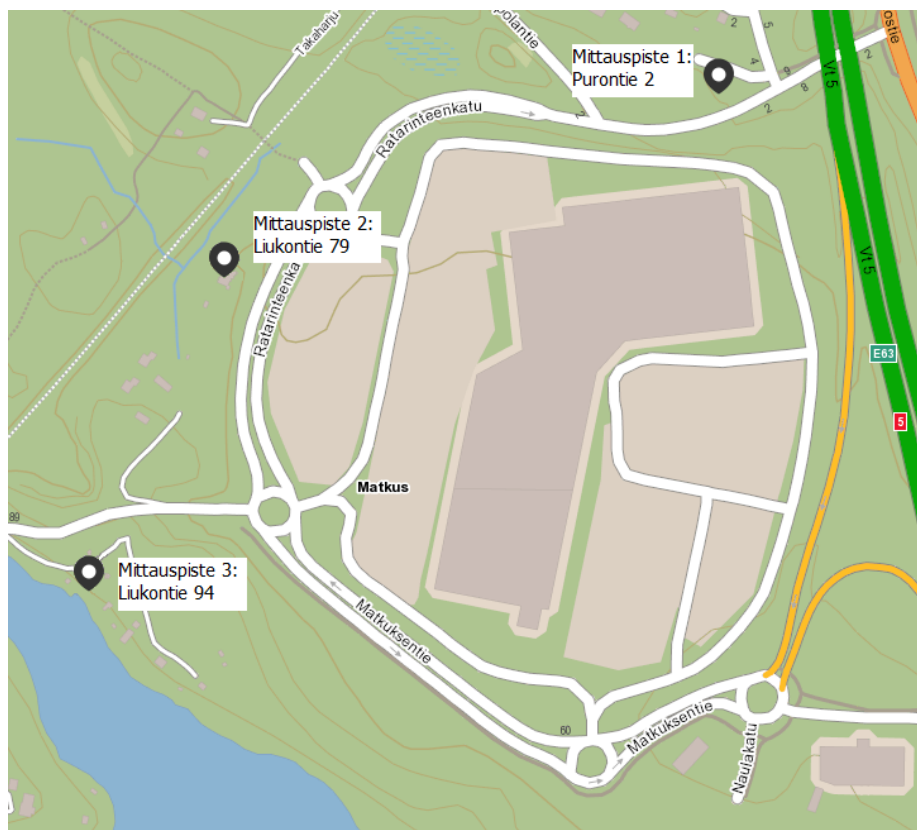
NCVIB-järjestelmä on Nitro Consult nimisen yhtiön tarjoama tärinämittaustulosten seuranta- ja raportointijärjestelmä. Nitro Consult on euroopan suurin räjäytyksiin ja siihen liittyvien palveluiden

konsultointiin keskittynyt yritys. Nitro Consultin pääkonttori sijaitsee Tukholmassa, Ruotsissa. (Nitro Consult, 2014.)

5.4 Melumittausten toteutus

Matkusen työmaan melumittauksen suoritti Symo Oy. Melumittaus toteutettiin 6.5.2011 klo 07.00 - 13.45. Mittauksia tehtiin kolmella eri melumittauspisteellä, jotka sijaitsivat rakennustyömaan välittömässä läheisyydessä.

Mittauspiste 1 sijaitsi Purontie 2:ssa, mittauspiste 2 Liukontie 79:ssä ja mittauspiste 3 Liukontie 94:ssä (kuva 4).



Kuva 4. Matkusen työmaan melumittauspisteiden sijainti kartalla. (Fonecta)

Mittauksilla seurattiin rakennustyömaan aiheuttamia melutasoja läheisissä häiriintyvissä kohteissa. Mittauksissa seurattiin mittauspisteillä esiintyviä keskiäänitasoja (L_{Aeq}) ja enimmäisäänitasoja (L_{AFMax}). Melusomittauksissa noudatettiin ympäristöministeriön ohjeita ympäristömelun mittaamiselle Ohje 1: 1995.

Mittauksissa laitteisto asetettiin seuraamaan 1 sekunnin keskiäänitasoja. L_{AFMax} -arvolla kuvataan äänenpaineen mittausajalla (1 sekunti) suurinta hetkellistä (125 ms) äänenpainetasoa.

5.5 Melumittausten laitteisto

Mittauspaikkojen melutasot määritettiin jatkuvatoimisella äänianalyysattorilla NOR118, johon oli kytketty ympäristömelumikrofoni Norsonic 1225 Environmental Microphone (kuva 5). (Symo Oy, Melumittausraportti 485/2011, 5)

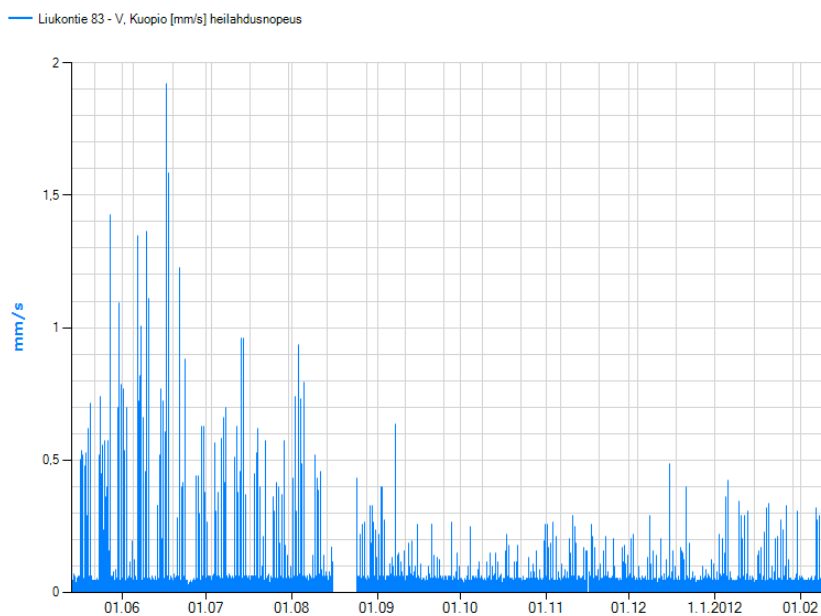


Kuva 5. Melumittauksessa käytetty laitteisto (Kuva: Olli Pärjälä, 2014)

6 MITTAUSTULOSTEN TARKASTELU

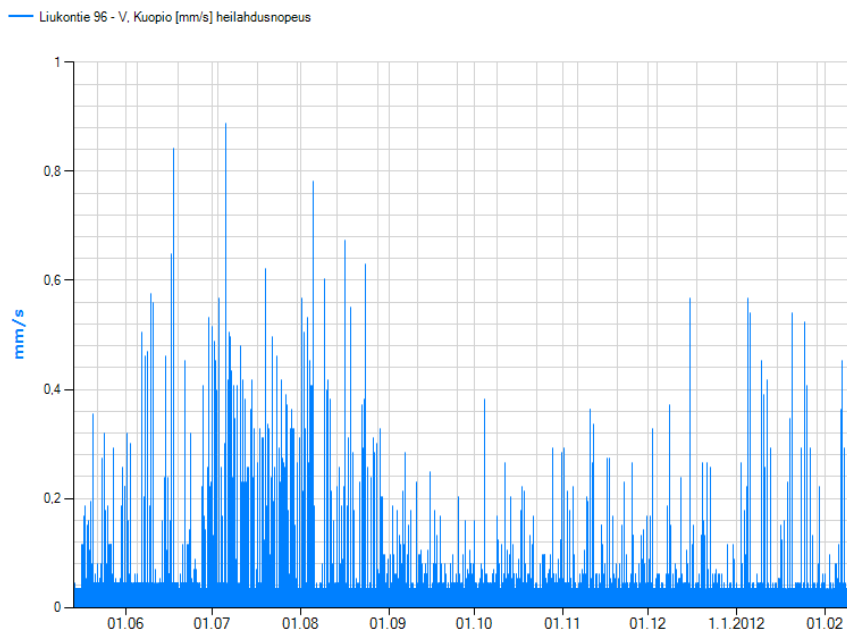
Tärinämittauksissa tarkasteltava komponentti oli tärinän pystysuuntaisen heilahdusnopeuden komponentti (mm/s). Melumittauksissa seurattiin mittauspisteissä esiintyviä keskiäänitasoja L_{Aeq} ja enimmäisäänitasoja L_{AFMax} .

6.1 Tärinämittausten tulokset



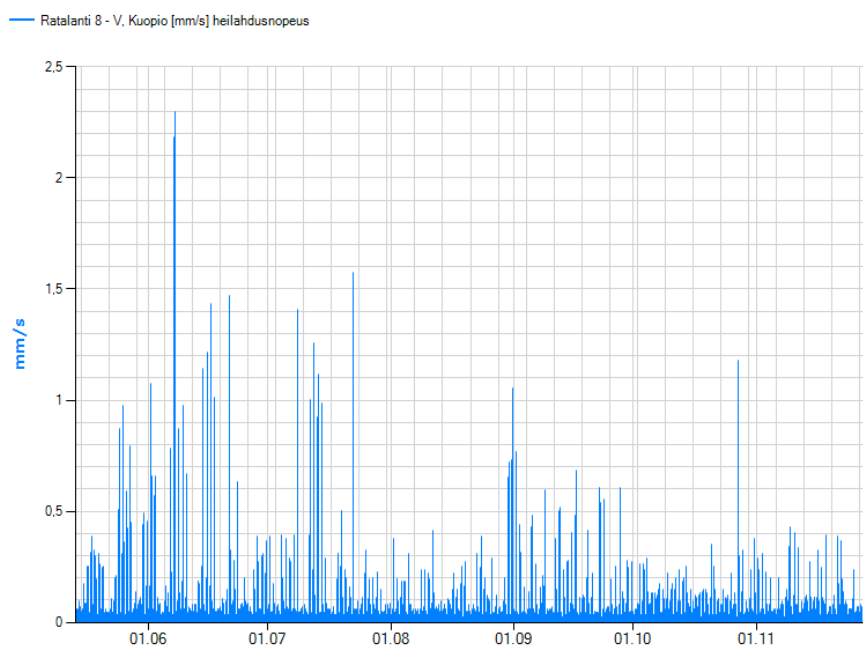
Kuvio 2. Liukontie 83:een asennetun tärinämittarin mittausarvot intervalliarvoraporttina 13.5.2011 - 9.2.2012. (NCVIB)

Liukontie 83:ssa sijainneen mittarin korkein mitattu heilahdusnopeuden arvo oli 1,9 mm/s ja se on mitattu 16.6.2011 klo 16.22. Ajanjaksolla 16.08 - 24.08.2011 mittari ei ole jostain syystä mitannut lukemia ollenkaan, ja näin ollen intervalliarvoraportissa on kyseisen aikavälin kohdalla aukko.



Kuvio 3. Liukontie 96:een asennetun tärinämittarin mittaamat arvot intervalliarvoraporttina 13.5.2011 - 9.2.2012. (NCVIB)

Liukontie 96:ssa sijainneen mittarin korkein mitattu heilahdusnopeuden arvo oli n. 0,9 mm/s. Tarkkaa arvoa ja ajanhetkeä ei kyseiselle tulokselle ole NCVIB-järjestelmästä saatavissa, sillä mittareihin on asennettu kynnsarvo, jonka alittavilta tapahtumilta ei ole saatavissa tarkempaa informaatiota intervalliarvoraportista.

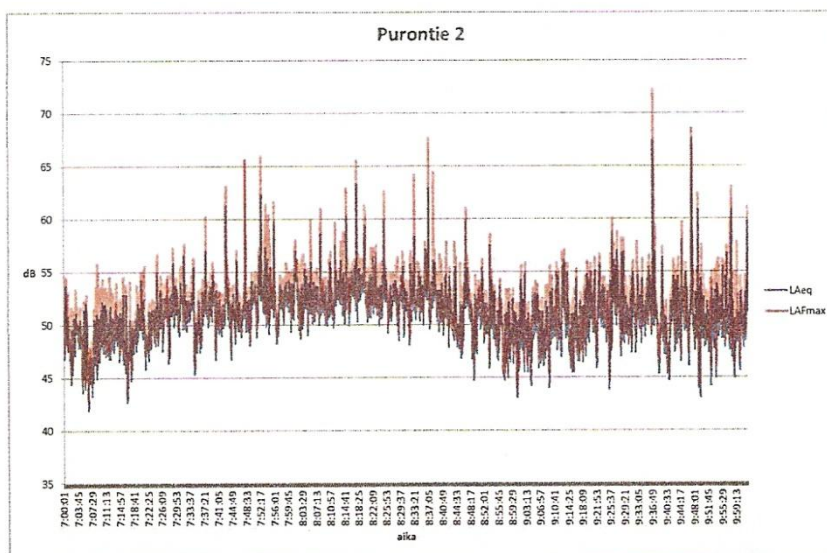


Kuvio 4. Ratalantie 8:aan asennetun tärinämittarin mittaamat arvot intervalliarvoraporttina 13.5.2011 - 29.11.2011. (NCVIB)

Ratalantie 8 sijainneen mittarin korkein mitattu arvo on 2,3 mm/s ja se on mitattu 7.6.2011 klo 12.02.

6.2 Melumittauksen tulokset

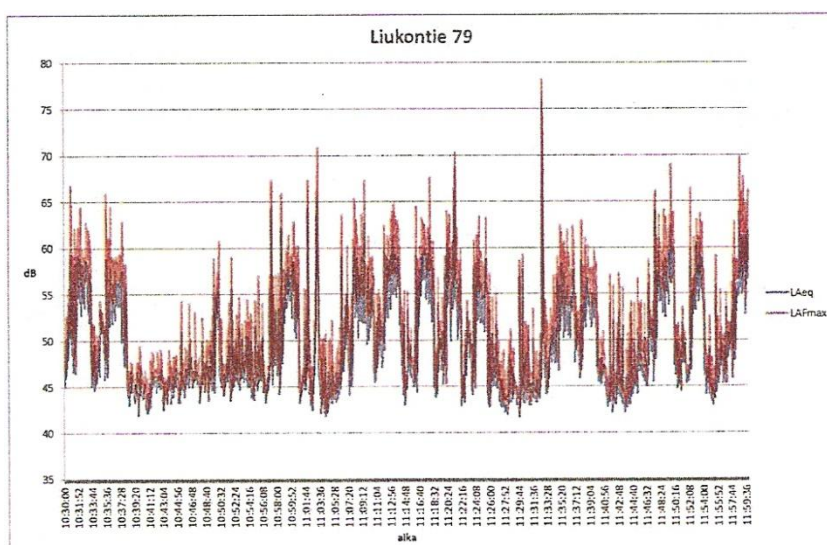
Mittauspiste 1:



Kuvio 5. Mittauspisteen 1 (Purontie 2) 6.5.2011 klo 7.00- 10.00 mitatut keskiäänitasot ja enimmäisäänitasot.

Tuloksista ei ole poistettu häiriöääniä, joten ohiajavat autot sekä mittauspisteen pihamaalla tapahtuva toiminta on nostanut hiukan keskiäänitasoja. Mittausajan keskiäänitaso (L_{Aeq} 07-10) oli 52 dB.

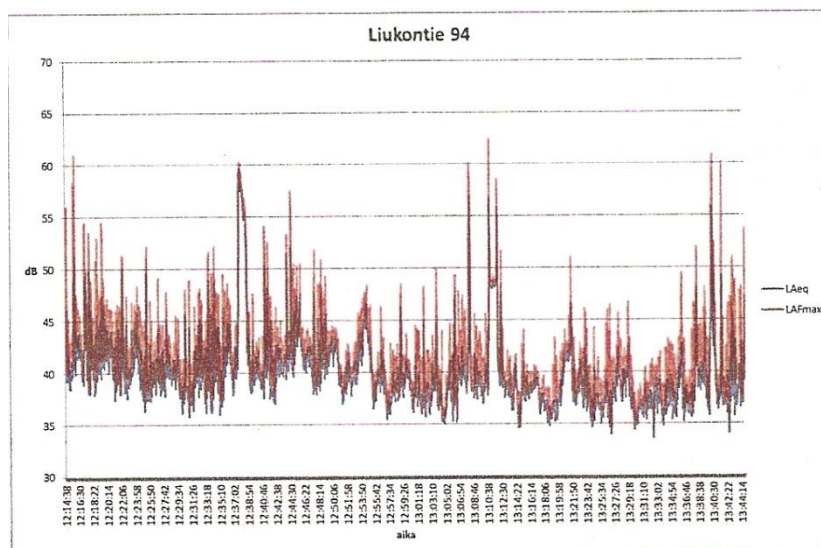
Mittauspiste 2:



Kuvio 6. Mittauspisteen 2 (Liukontie 79) 6.5.2011 klo. 10.30- 12.00 mitatut keskiäänitasot ja enimmäisäänitasot.

Tuloksista ei ole poistettu häiriöääniä, joten ohiajavat autot sekä mittauspisteen pihamaalla tapahtuva toiminta on nostanut hiukan keskiäänitasoja. Mittausajan keskiäänitaso ($L_{Aeq\ 10.30-12}$) oli 53 dB.

Mittauspiste 3:



Kuvio 7. Mittauspisteen 3 (Liukontie 94) 6.5.2011 klo. 12.15- 13.45 mitatut keskiäänitasot ja enimmäisäänitasot.

Tuloksista ei ole poistettu häiriöääniä, joten ohiajavat autot sekä mittauspisteen pihamaalla tapahtuva toiminta on nostanut hiukan keskiäänitasoja. Mittausajan keskiäänitaso ($L_{Aeq\ 12.15-13.45}$) oli 43 dB.

6.3 Johtopäätökset mittaustuloksista

Tärinä- ja melumittauksissa ei havaittu ohjearvoja ylittäviä mittaustuloksia. Tärinämittauksissa suurin havaittu heilahdusnopeuden arvo oli 2,3 mm/s, joka on louhintatärinäksi alhainen lukema. Melumittauksessa suurimmaksi keskiäänitason arvoksi saatiin 53 dB.

Tärinämittauksissa saadut tulokset olivat alhaisia ja suurimpana syynä tähän voidaan pitää mittauspisteiden kaukaista sijaintia työmaan tärinän aiheuttajista. Mittauspisteet ja työmaan ympärillä sijaitsevat asutut kiinteistöt olivat 100 - 350 metrin päässä louhinnan räjäytyksistä, jolloin räjäytyksistä syntyneet tärinät ovat vaimentuneet merkittävästi rakennuksien etäisyyksille päästessään.

Ihminen aistii herkästi tärinää ja kykenee havaitsemaan jo alle 0,2 mm/s suuruista tärinää. Useat ihmisistä kokevat 0,4 - 0,8 mm/s suuruisen tärinän häiritseväksi, joten tontin rakentamisesta aiheutunut tärinä on voinut olla joidenkin lähialueen asukkaiden mielestä häiritsevää. Rakennuksien kannalta aiheutuneesta tärinästä ei ole ollut haittaa. Lähialueen rakennuksille voidaan määrittää niiden rakentamistapakertoimen ja heilahdusnopeuden ohjearvon perusarvon perusteella tärinän raja-arvot, joiden alittavilla tärinöillä ei ole rakenteille minkäänlaista haittaa, vaikka ihminen kyseiset tärinät selvästi havaitsisikin.

Esimerkiksi Matkuksen työmaan mittauspisteille voidaan määrittää tärinän raja-arvot laskemalla ne kaavalla

$$V_{sall} = F_k \times v_1, \text{ jossa}$$

F_k = Rakennustapakerroin

v_1 = Louhintatärinän heilahdusnopeuden ohjearvon perusarvo

Jokaisen mittauspisteen kohdalla lyhimmän etäisyyden louhinnan räjäytyspisteeseen voidaan olettaa jossain vaiheessa olleen 100 m. Työmaan lähialueen maaperäolosuhteiden voi hyvin olettaa olevan lähellä työmaan maaperäolosuhteita, eli tiivistä hiekkaa, soraa, moreenia ja rikkonaista tai löyhää kalliota. Louhintatärinän perusarvoksi saadaan näin 100 metrin etäisyydellä arvo 17 mm/s (taulukko 2). Alueen rakennukset ovat puu- ja tiilirunkoisia, joten niiden rakennustapakertoimiksi saadaan tiilirunkoisille asuinrakennuksille 0,85 ja puurunkoisille asuinrakennuksille 1,00 (taulukko 1).

Lähialueen rakennuksien raja-arvot ovat siis tiilirunkoisille rakennuksille olleet luokkaa:

$$V_{sall} = 0,85 \times 17 \frac{mm}{s} = 14,45 \text{ mm/s}$$

Puurakenteisille rakennuksille raja-arvoiksi saadaan:

$$V_{sall} = 1,00 \times 17 \frac{mm}{s} = 17 \text{ mm/s}$$

Kumpikin laskennallisesti saatu raja-arvo on huomattavasti tärinämittauksissa mitattuja arvoja suurempi. Näinpä onkin turvallista sanoa, että Matkuksen työmaalta ei ole aiheutunut lähialueen rakennuksia vahingottaneita tärinöitä. Tontilla tapahtuneet louhinnat suoritettiin niin kaukana lähialueen asutuksesta, että syntynyt tärinä ja sen vaikutukset ovat olleet mittauspisteiden ja niiden lähistöllä sijaitsevien rakennusten etäisyydellä varsin pieniä.

Melumittauksissa suurin mitattu keskiäänitason arvo oli 53 dB. Valtioneuvoston päätöksen ohjearvon päiväaikaisen melun (07 - 22) raja-arvo asutuilla alueilla on 55 dB (taulukko 4). Loma-asutukseen tarkoitettulla alueella vastaava raja-arvo olisi 45 dB. Matkuksen tontin läheisyydessä on kuitenkin pääasiassa normaaliasumiseen tarkoitettuja asuinrakennuksia, joten alueen ympäristömelun raja-arvo on 55 dB. Ohjearvolla tarkoitetaan melun ekvivalenttiarvoa, eli mittauksista saatua melun keskiäänitasoa. Melutaso on varmasti räjäytysten takia hetkellisesti noussut valtioneuvoston antamia ohjearvoja suuremmaksi, mutta melu on kyseisissä tapauksissa ollut niin lyhytaikaista, ettei se aiheuta melurajojen ylitystä.

Melumittaustuloksiin epävarmuutta aiheuttavat mittalaitteiden tarkkuus, häiriöäänät, sää- ja ympäristöolosuhteet, mittausten kesto sekä toimintojen vaihtelut. Merkittävimmin melun leviämiseen ja melutasoihin vaikuttavat sääolosuhteet. Mittaustuloksiin onkin näihin tekijöihin perustuen arvioitu melutasomittausten kokonaismittausepävarmuudeksi ± 3 dB.

7 YHTEENVETO

Työmailla syntyy työkoneiden, louhinnan ja muiden työvaiheiden takia lähiympäristöön tärinää ja melua. Tärinä- ja melumittauksilla voidaan varmistaa, että työmaan tärinän ja melun voimakkuus pysyy niille säädettyjen ohje- ja raja-arvojen alapuolella.

Tärinän raja-arvot lasketaan kunkin työmaan yhteydessä tapauskohtaisesti. Raja-arvojen suunnittelulla pyritään välttämään rakennustärinän aiheuttamia vahinkoja lähialueen rakennuksissa ja niissä mahdollisesti olevissa herkissä laitteissa.

Louhintätärinälle ja maa- ja pohjarakennustöissä syntyvän tärinän raja-arvojen määrittämiseen löytyvät laskukaavat Suomen rakennusinsinöörien liiton julkaisussa RIL 253-2010: Rakentamisesta johtuvat tärinät sekä Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisussa Räjätysalan normeja, Turvallisuusmääräykset 16:0. Laskukaavoissa raja-arvot selvitetään määritettyjen rakennustapakertoimien sekä heilahdusnopeuden perusarvojen avulla. Heilahdusnopeuden perusarvotaulukossa on otettu huomioon rakennuksen etäisyys tärinää aiheuttavasta pisteestä sekä rakennuksen perustana olevan maaperän laatu. Lähialueen rakennusten tärinäraja-arvot määritetään asiaan perehtyneen konsultin toimesta.

Rakennustyömaalla aiheutuvalle melulle on annettu raja-arvot ympäristölainsäädännössä. Valtioneuvoston päätös ympäristömelun ohjearvoista määrittää ympäristömelulle sallitut melurajat. Kunkin alkavan työmaan yhteydessä ympäristöviranomaiset vaativat ilmoituksen tärinää ja melua aiheuttavista töistä. Ilmoituksen perusteella ympäristöviranomaiset tekevät viranomaispäätöksen ja asettavat rakennustyömaalle päivittäiset kellonaikaan sidotut toiminta-ajat, joiden puitteissa tärinää ja melua aiheuttavia töitä saa rakennustyömaalla tehdä.

Rakennustyömailla toteutettavien tärinä- ja melumittausprosessien vaiheet selityksineen löytyvät liitteestä 1.

LÄHTEET

BJÖRK, Erkki, 1997: Meluntorjunta. Kuopion yliopisto, Ympäristötieteiden laitos.

INSTANTEL, 2014: Products. Minimate Pro 6. [Verkkoaineisto]. [Viitattu: 2014-04-14].

Saatavissa: <http://www.instantel.com/products/MinimatePro6.aspx>

JÄÄSKELÄINEN, Raimo, 2010: Maarakennuksen ja louhinnan perusteet. Tammertekniikka / Amk-kustannus Oy.

NITRO CONSULT, 2014: About us. Nitro Consult at a glance. [Verkkoaineisto]. [Viitattu: 2014-04-14].

Saatavissa: <http://www.nitroconsult.co.uk/about-us.aspx>

OY FINNROCK AB, 2014a: Mittauskalusto. [Verkkoaineisto]. [Viitattu: 2014-04-14].

Saatavissa: <http://www.finnrock.fi/mittauskalusto/>

OY FINNROCK AB, 2014b: Palvelumäärittelyt. Kiinteistökatselmukset. [Verkkoaineisto]. [Viitattu: 2014-04-14].

Saatavissa:

<http://www.finnrock.fi/palvelut/toimitusehdot/palvelumaarittelyt/#kiinteist%C3%B6katselmukset>

OY FINNROCK AB, 2014c: Palvelumäärittelyt. Ympäristöselvitys. [Verkkoaineisto]. [Viitattu: 2014-04-14].

Saatavissa:

<http://www.finnrock.fi/palvelut/toimitusehdot/palvelumaarittelyt/#ymp%C3%A4rist%C3%B6selvitys>

OY FINNROCK AB, 2014d: Palvelut. Tärinämittaukset ja melu- sekä ilmanpainemittaukset. [Verkkoaineisto]. [Viitattu: 2014-04-27].

Saatavissa:

<http://www.finnrock.fi/palvelut/tarina-melu-ja-ilmanpainemittaukset/>

PÄRJÄLÄ, Erkki, 2014: Tärinän raja-arvot. [sähköpostikeskustelu]. Ympäristönsuojelutarkastaja, Kuopion kaupungin ympäristönsuojelupalvelut.

RAKENNUSALAN YLEISET LAATUVAATIMUKSET RYL 2000, MaaRYL 2311.8.5

RAKENTAJAIN KALENTERI, 2010: Rakennustietosäätio RTS, Rakennustieto Oy ja Rakennusmestarit ja Insinöörit AMK RKL ry. Ohjeistus tärinää aiheuttavien rakennustyömaiden organisaatioille. [Verkkoaineisto]. [Viitattu: 2014-04-14].

Saatavissa:

[https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A\\$47\\$RK100501\\$46\\$pdf/RK100501.pdf](https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A47RK100501$46$pdf/RK100501.pdf)

SEPPÄNEN, Harri, 1991: Ympäristönsuojelutekniikan perusteet. Helsinki: Otatieto Oy.

SUOMEN RAKENNUSINSINÖÖRIEN LIITTO RIL RY: RIL 253-2010: Rakentamisen aiheuttamat tärinät.

SYMO OY, melunmittausraportti, 2011: Melunmittausraportti 485/2011, Kuopion Ikean rakennusmelumittaukset.

TIAINEN, Mikko 2010: Kiviainestuotannon tärinävaikutukset. Hämeen ammattikorkeakoulu. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. [Verkkoaineisto]. [Viitattu: 2014-14-04]. Saatavissa: http://www.infrary.fi/files/3177_Kiviainestuotannontrinaivaikutukset.pdf

TYÖTERVEYSLAITOS, 2013: Melu. Kuuletko sinä hyvin, ymmärrätkö puheen selvästi? [Verkkoaineisto]. [Viitattu: 2014-04-14]. Saatavissa:

http://www.ttl.fi/fi/toimialat/maatalous/tyoolot_ja_terveys/fysikaaliset_tekijat/melu/Sivut/default.aspx

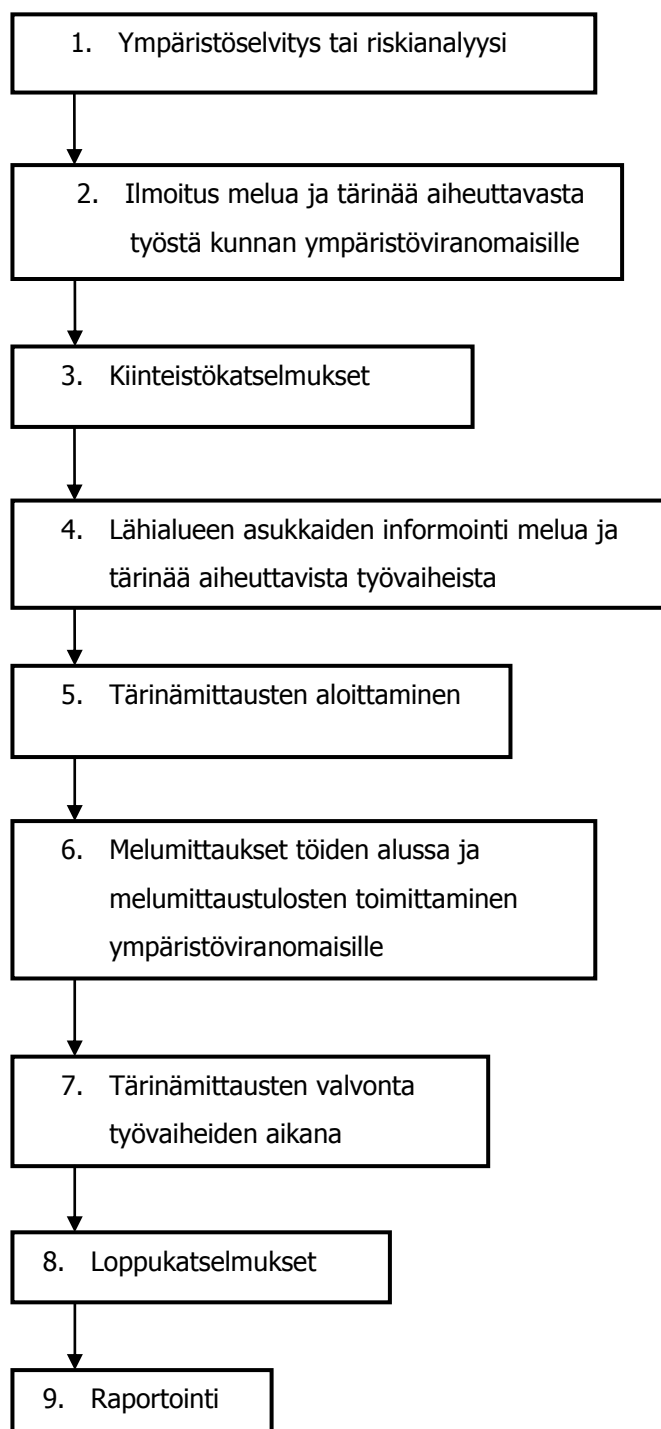
VUOLIO, Raimo ja HALONEN, Tommi, 2010: Räjätystyöt. Helsinki: Suomen Rakennusmedia Oy:n julkaisuja.

VALTIONEUVOSTON PÄÄTÖS MELUTASON OHJEARVOISTA 993/1992 2§. [Verkkoaineisto]. [Viitattu: 2014-04-14]. Saatavissa: <http://finlex.fi/fi/laki/alkup/1992/19920993>

YMPÄRISTÖNSUOJELULAKI 86/2000 60§: Melua ja tärinää aiheuttava tilapäinen toiminta. [Verkkoaineisto]. [Viitattu: 2014-04-14]. Saatavissa:

[http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086?search\[type\]=pika&search\[pika\]=ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojelulaki#L10P60](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086?search[type]=pika&search[pika]=ymp%C3%A4rist%C3%B6nsuojelulaki#L10P60)

LIITE 1: TÄRINÄ- JA MELUMITTAUSPROSESSIEN VAIHEET



Kuvio 8. Rakennustyömaan tärinä- ja melumittausprosessien vaiheet.

1. Ympäristöselvityksen tai riskianalyysin tekeminen on rakennuttajan vastuulla. Ympäristöselvityksessä ja riskianalyysissa selvitetään rakennustyömaan ympäristössä olevien rakennusten rakennus- ja perustamistavat, rakennusten katselmuksalue, erityisiä tärinä- ja/tai melurajoituksia aiheuttavat kohteet ja toiminnot, tärinäherkät laitteet sekä niille sallittavat tärinän ohjearvot sekä vaimennus- ja muut varotoimenpiteet, työn kestäessä käytettävät tärinämittauspisteet sekä niissä käytettävät mittaussuureet, mittauspisteissä noudatettavat ohjeelliset tärinäraja-arvot sekä tärinämittauksetulosten raportointijärjestelyt.

2. Tärinää ja melua aiheutuvista töistä tulee tehdä Ympäristönsuojelulain 60§ mukainen kirjallinen ilmoitus kunnan ympäristösuojeluviranomaisille (liite 2). Ilmoituksesta tulee käydä ilmi ilmoitusvelvollisen yhteystiedot, tärinää ja melua aiheuttavan työn aiheuttamispaikka, tärinää ja melua aiheuttavan toiminnan luonne ja kesto, tärinän ja melun leviäminen sekä kuinka melua ja tärinää torjuntaan ja seurataan kohteessa. Ilmoitus tulee tehdä viimeistään 30 päivää ennen tärinää ja melua aiheuttavan toiminnan alkamista.
3. Rakennustyömaan lähialueen kiinteistöihin suoritetaan kiinteistökatselmukset ympäristöselvityksessä tai riskianalyyssissa määritetyn katselmualueen mukaisesti. Työmaan alkaessa tehtäviä katselmuksia kutsutaan alkukatselmuksiksi. Katselmuksissa kirjataan piirtämismenetelmää käyttäen kaikki kiinteistöjen muuratuissa, valetuissa ja laatoitetuissa pinnoissa näkyvät vauriot (liite 5). Alkukatselmuksista tehdään raportti ja raportti toimitetaan kopiona kaikille katselmuksien osapuolille.
4. Lähialueen asukkaita tulee informoida kirjallisesti tärinää ja melua aiheuttavan työn alkamisesta ja siitä mahdollisesti aiheutuvasta häiriöstä (liite 4). Ilmoituksessa tulee esittää tärinää ja melua aiheuttavien töiden päivittäiset työajat. Kunnan ympäristöviranomaiset määrittävät päivittäiset työajat sekä kirjallista informointia vaativan alueen työmaan alussa tehdyn ilmoituksen pohjalta tehdyssä päätöksessään (liite 3).
5. Tärinämittarit asennetaan ympäristöselvityksessä tai riskianalyyssissa määritetyille paikoille. Mittarit asennetaan mittauspisteenä toimivan kiinteistön kivijalkaan, rakennustyömaata lähimpänä olevaan nurkkaan.
6. Melumittaukset suoritetaan melua aiheuttavan työn alussa. Melumittaukset tulee suorittaa ympäristöviranomaisten hyväksymällä tavalla. Mittaustulokset tulee ilmoittaa viranomaisille välittömästi tulosten valmistuttua.
7. Tärinämittausten valvonta työn aikana. Toimihenkilöt voivat seurata tärinämittaustuloksia reaaliajassa sähköisestä raportointijärjestelmästä ja olla selvillä rakennustyömaan aiheuttamien tärinöiden voimakkuudesta sekä reagoida nopeasti mahdollisiin raja-arvojen ylityksiin.
8. Louhintaurakan päätyttyä alkukatselmoituihin kiinteistöihin lähetetään loppukatselmuskyselyt (liite 6), joissa tiedustellaan louhintaurakan aikana mahdollisesti havaituista muutoksista kiinteistön valetuissa, muuratuissa tai laatoitetuissa pinnoissa. Loppukatselmukset suoritetaan vain niissä kiinteistöissä, joista vastattiin loppukatselmuskyselyyn ja ilmoitettiin vahinkoepäilystä.
9. Rakennustyömaalla suoritetuista mittauksista raportoidaan ympäristöselvityksessä tai riskianalyyssissa sovitulla tavalla.

LIITE 2: ILMOITUSLOMAKE MELUA JA TÄRINÄÄ AIHEUTTAVASTA TILÄPÄISESTÄ TOIMINNASTA



Kuopion kaupunki
Kaupunkiympäristön palvelualue
Ympäristönsuojelupalvelut

**Ilmoitus melua ja tärinää aiheuttavasta
tilapäisestä toiminnasta**
(Ympäristönsuojelulaki 60 §)

(Viranomaisen täyttää) Diaarimerkintä	Viranomaisen yhteystiedot
	Kuopion kaupunki Kaupunkiympäristön palvelualue Ympäristönsuojelupalvelut PL 1097 70111 KUOPIO Käynti Suokatu 42
Ilmoitus on tullut vireille	

1. ILMOITUSVELVOLLINEN

Ilmoitusvelvollisen nimi tai toimিনি
Lähiosoite
Postinumero ja postitoimipaikka
Yhteyshenkilön nimi ja yhteystiedot (puhelin, faksi, sähköposti)

2. AIHEUTTAMISPAIKKA

Osoite
<input type="checkbox"/> Sijainti on esitetty kartalla, liitteessä nro

3. TOIMINTA

Rakentaminen
<input type="checkbox"/> louhinta <input type="checkbox"/> murskaus <input type="checkbox"/> paalutus <input type="checkbox"/> muu
Tapahtuma
<input type="checkbox"/> ulkoilmakonsertti <input type="checkbox"/> muu

4. TOIMINNAN KESTO

Aloittamispäivä
Päätymispäivä
Ma – pe (klo)
La
Su

5. MELUPÄÄSTÖT

Koneet, laitteet tai toiminnot sekä niiden lukumäärä
Melutaso 10 metrin päässä, dB(A)

6. MELUN JA TÄRINÄN LEVIÄMINEN

Häiriintyvät kohteet ympäristössä ja niiden etäisyys toimipaikalta
Toiminnan vaikutus häiriintyvien kohteiden melutasoon, dB(A)



Kuopion kaupunki
Kaupunkiympäristön palvelualue
Ympäristönsuojelupalvelut

**Ilmoitus melua ja tärinää aiheuttavasta
tilapäisestä toiminnasta**
(Ympäristönsuojelulaki 60 §)

liitteenä esitetään kartta toimipaikasta ja häiriintyvistä kohteista

7. MELUN JA TÄRINÄN TORJUNTA JA SEURANTA

Torjuntatoimenpiteet
Melutilanteen seuranta
Tiedottaminen <input type="checkbox"/> talokohtainen <input type="checkbox"/> huoneistokohtainen <input type="checkbox"/> porraskäytäväkohtainen
Tiedotteen jakelualueen laajuus ja katuosoitteet

8. LISÄTIEDOT

Aineisto ja arviointimenetelmät, joihin tiedot perustuvat

liitteenä muita lisätietoja

9. ALLEKIRJOITUKSET

Paikka	Päivämäärä
Allekirjoitus	
Nimen selvennys	

LIITE 3: PÄÄTÖSPÖYTÄKIRJA YMPÄRISTÖNSUOJELULAIN 60§ MUKAISESTA ILMOITUKSESTA

Kuopion kaupunki
Kaupunkiympäristön palvelualue

Päätöspöytäkirja

Sivu 1



Ympäristöjohtaja

02.05.2011

8 §

KOPIO

Peab Infra Oy

Alvar Aallonkatu 3
 60100 Seinäjoki

Päätös annetaan julkipanon jälkeen
 3.5.2011

2192 / 121 / 2011

Ympäristöluvut ja ilmoitukset

Päätös ympäristönsuojelulain 60 §:n mukaisesta ilmoituksesta/Louhinta- ja murskaustyö, Ratarinteenkatu 2, Matkus

Toiminnanharjoittaja ja yhteystiedot

Peab Infra Oy
 Alvar Aallonkatu 3
 60100 Seinäjoki

Yhteyshenkilö: Simo Sariola, p. 040 5701 066

Toiminnan kuvaus ja sijainti

Pitkälahdessa valtatie 5:n varrella louhitaan Matkusen yritysalueen kaava-alueeseen liittyviä tontteja aikavälillä 6.3.- 31.12.2011. Työhön liittyy kiviaineksen murskausta kahdessa eri vaiheessa yhteensä noin 8 viikkoa.

Päivittäisiksi työajoiksi on ilmoitettu ma-pe klo 6.00-22.00 ja la klo 6.00-18.00.

Louhintatöissä on käytössä 6 poravaunua, iskuvasara ja noin 20 kaivinkonetta. Murskaus tapahtuu kolmivaiheisella murskauslaitoksella.

Työkohteen ympäristö

Louhinta- ja murskaustyö sijoittuu Matkuksen yritysalueelle, josta matkaa lähimpiin asuinkiinteistöihin on lyhimmillään noin 100 metriä.

Ilmoitetut ympäristönsuojelutoimet

Toiminnasta aiheutuvaa pölyämistä estetään kastelemalla.

Arvio toiminnan ympäristövaikutuksista ja selvitykset ympäristöhaitoista

Ilmoituksen mukaan toiminnasta aiheutuva melutaso 10 m:n etäisyydellä työkoneista on noin 55 dB.

Ympäristökeskuksen kokemusten ja melumittausten perusteella avoimessa maastossa louhinta- ja murskaustyön aiheuttama 55 dB -melualue ulottuu noin 500 m:n etäisyydelle työkohteesta.

Asian vireilletulo ja käsittely

Ilmoitus on saapunut ympäristökeskukseen 13.4.2011. Toiminnanharjoittajan kanssa on neuvoteltu puhelimitse 29.4.2011 (puhelinkeskustelu Mikkonen/Sariola). Tällöin ilmoituksen tietoja täydennettiin.

Ympäristöjohtajan ratkaisu

Ympäristöjohtaja hyväksyy ilmoituksen seuraavin määräyksin:

1. Louhintaa, louheen lastausta, murskausta ja kallion porausta saa ilmoitetuissa työkohteissa tehdä ma-pe klo 7.00–20.00 ja la klo 8.00-19.00. Räjäytystöitä saa tehdä ma-pe klo 8.00-18.00.

Perustelu: Määräyksellä on annettu sallitut työajat. Työkohteiden läheisyyteen vajaan 350 m:n etäisyydelle jää lukuisia asuin- ja loma-asuntokiinteistöjä, joille louhintatyön melusta voi olla haittaa. Työaikoja on rajoitettu ilmoitetusta aikaisin aamulla, myöhään illalla sekä viikonloppuisin. Tällöin asuin- ja loma-asuntokiinteistöillä on tarvetta alhaisempaan melutasoon levon ja virkistäytymisen vuoksi.

(YsL 4 ja 64 §)

2. Meluhaitasta on välittömästi tiedotettava kirjallisesti kaikille niille kiinteistöille, jotka jäävät alle 400 m:n etäisyydelle louhinta- ja murskauskohteista. Tiedotteessa tulee ilmetä tieto aiheutuvasta haitasta, sen kestosta ja päivittäisistä työajoista. Lisäksi tiedotteeseen on merkittävä yhteyshenkilön nimi ja puhelinnumero.

Perustelu: Tiedottamalla syntyvästä meluhaitasta, asukkaille annetaan etukäteen mahdollisuus varautua haittaan.

(YsL 64 §)

3. Louhintatyöt, louheen lastaus sekä kiviaineksen murskaus on tehtävä siten, ettei pölyä leviä haitallisessa määrin alueen ulkopuolelle. Myös alueet, joilla työkoneet ja kuljetuskalusto liikkuvat, tulee hoitaa niin, että haitallinen pölyäminen estetään. Pölyämistä on tarvittaessa vähennettävä esimerkiksi kastelemalla. Poravaunut on varustettava pölynkeräyslaitteistolla, jota ei saa tyhjentää räjäytyspaikalle. Murskauslaitoksella pölyämistä on tarvittaessa estettävä kastelemalla ja koteloidamalla pölyäviä kohteita, kuten kuljettimia ja murskaimia.

Perustelu: Pölystä voi olla haittaa työmaan läheisyydessä sijaitseville asuintaloille. Tämän vuoksi pölyntorjuntaan on varauduttava niin, että haitallinen pölyäminen voidaan estää.

(YsL 4 ja 64 §)

4. Murskauslaitos on sijoitettava työmaa-alueella mahdollisuuksien mukaan mahdollisimman kauas lähimmistä asuinkiinteistöistä.

Perustelu: Melun ja pölyn leviämistä murskauslaitoksilta voidaan rajoittaa sijoittamalla murskauslaitokset mahdollisimman kauas lähimmistä asuinkiinteistöistä.

(YsL 64 §)

5. Louhinnasta ja murskauksesta aiheutuva melutaso lähimmillä asuin- ja lomakiinteistöillä on mitattava heti toiminnan alussa. Mittaukset tulee tehdä Kuopion kaupungin ympäristöpalvelun hyväksymällä tavalla. Mittaustulokset on toimitettava ympäristöpalvelulle välittömästi niiden valmistuttua.

Perustelu: Toiminnanharjoittajan tulee olla tarpeellisessa määrin selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista. Melumittaukset ovat tarpeen, sillä murskauksen ympäristövaikutukset ulottuvat lähimmille kiinteistöille.

(YsL 5, 64 ja 108 §)

6. Erityisesti murskauslaitosten melun rajoittamiseksi on varauduttava rakentamaan tilapäisiä melusteitä murskauslaitoksen ja lähimpien asuin- ja loma-asuinkiinteistöjen väliin, jos lupamääräyksen 5 mukaisissa melumittauksissa melusta todetaan olevan merkittävää haittaa kiinteistöillä.

Perustelu: Tarvittaessa melusteillä voidaan varsin tehokkaasti estää melun leviämistä lähimpien asuin- ja lomakiinteistöjen suuntaan.

(YsL 64 §)

7. Toiminnan aiheuttamia pölypitoisuuksia tulee seurata mittauksin lähimmillä asuin- ja lomakiinteistöillä, jos toiminnasta todetaan aiheutuvan poikkeuksellista tai odottamatonta pölyhaittaa. Mittausten tekijällä tulee olla riittävä kokemus ja asiantuntemus pölypitoisuuksien mittauksista. Mittausjärjestelyt on esitettävä Kuopion kaupungin ympäristöpalvelun hyväksyttäväksi. Mittaustulokset on toimitettava ympäristökeskukselle välittömästi niiden valmistuttua.

Perustelu: Pölymittaukset on tarpeen käynnistää sellaisissa tilanteissa, joissa pölystä selvästi todetaan aiheutuvan haittaa tai haitoista perustellusti valitetaan valvontaviranomaiselle. Mittaustulosten luotettavuuden kannalta on tarpeen, että mittauksista vastaa taho, jolla on siihen riittävät edellytykset.

(YsL 5, 64 ja 108 §)

8. Mahdollisia päästöjä tai jätteitä muodostavista onnettomuus- ja häiriötilanteista on ilmoitettava välittömästi Kuopion kaupungin ympäristöpalvelulle.

Perustelu: Määräyksen mukainen ilmoittaminen päästöjä tai jätteitä muodostavista onnettomuus- tai häiriötilanteesta on tarpeen että mahdollisia ympäristövaikutuksia voidaan arvioida nopeasti ja voidaan ryhtyä tarpeen mukaan torjuntatoimiin.

(YsL 64 ja 76 §)

9. Murskauksen alkamisesta ja päättymisestä tulee ilmoittaa tarkempi ajankohta Kuopion kaupungin ympäristöpalvelulle hyvissä ajoin niin, että toiminta voidaan tarvittaessa tarkastaa.

Perustelu: Määräys on tarpeen valvonnan kannalta.

(YsL 64 §)

Kuopion kaupunki Päätöspöytäkirja
Kaupunkiympäristön palvelualue

Sivu 5

10. Tämä päätös on annettava tiedoksi kaikille työmaalla toimiville urakoitsijoille.

Perustelu: Määräyksellä varmistetaan, että mm. annetut työaika- ja rajoitukset ovat kaikkien urakoitsijoiden tiedossa.

(YsL 4 ja 64 §)

Perustelut

Melua ja pölyä aiheuttava toiminta sijaitsee noin 100-350 metrin etäisyydellä lähimmistä asuinkiinteistöistä. Louhinnan ja murskauksen ympäristövaikutukset ulottuvat näille kiinteistöille. Tämän vuoksi määräykset melu- ja pölyhaittojen rajoittamiseksi ovat tarpeen.

Ottaen huomioon toiminnan kokonaiskesto, esitetyt ympäristönsuojelutoimet ja annetut määräykset, toiminnasta ei voida katsoa aiheutuvan ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa.

Ilmoituksen myöhäisen jättöajankohdan ja työn tavanomaisuuden vuoksi siitä ei ole erikseen kuultu mahdollisia asianosaisia.

Päätöksen voimassaolo

Tämä päätös on voimassa 28.2.2012 saakka.

Käsittelymaksu ja sen määräytyminen

Päätöksestä peritään 125,00 euroa. Käsittelymaksu perustuu tilapäistä melua tai tärinää aiheuttavasta toiminnasta tehtävän ilmoituksen käsittelymaksuun (250,00 euroa), josta on vähäisen työmäärän vuoksi vähennetty 50 % (125,00 euroa).

Muutoksenhaku

Tähän päätökseen saa hakea muutosta valittamalla Vaasan hallinto-oikeuteen.

Ympäristönsuojelulain 101 §:n nojalla määrätään, että tätä päätöstä on noudatettava mahdollisesta muutoksenhausta huolimatta, jollei valitusviranomainen toisin määrää.

Kuopion kaupunki **Päätöspöytäkirja**
Kaupunkiympäristön palvelualue

Sivu 6

Sovelletut oikeus- ja viranomaisohjeet

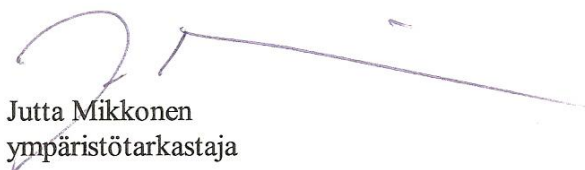
Ympäristönsuojelulaki (YsL) 4, 5, 7, 8, 60, 62, 63, 64, 76, 96, 101,
 105 ja 108 §
 Ympäristönsuojeluasetus (YsA) 26 ja 27 §
 Jätelaki 6 §
 Kuopion kaupungin ympäristölautakunnan päätös 15.12.2009/§ 80

Toimivalta

Kaupunkiympäristön palvelualueen toimintasääntö 13 a § kohta 12.



Lea Pöyhönen
 ympäristöjohtaja



Jutta Mikkonen
 ympäristötarkastaja

Liitteet

Valitusosoitus

Tiedoksi

Pohjois-Savon elinkeino-, liikenne- ja
 ympäristökeskus/ympäristövastuu
 Ympäristönsuojelutoimisto/lupien ja ilmoitusten valvonta/JM
 Ympäristölautakunta
 Ympäristönsuojelutoimisto/laskutus

Yhteystiedot

Kuopion kaupunki
Kaupunkiympäristön palvelualue
Ympäristönsuojelu
Puijonkatu 22 A (käynti Maljalahdenkadulta)
70110 KUOPIO

Puh. (017) 182 127
Faksi (017) 182 150

LIITE 4: RAKENNUSTYÖMAAN LÄHISTÖLLE JAETTU ILMOITUS MELUA AIHEUTTAVISTA TÖISTÄ



ILMOITUS MELUA AIHEUTTAVISTA TÖISTÄ

Peab Infra Oy ja heidän aliurakoitsijansa tekevät melua aiheuttavaa työtä IKEA / IKANO:n työmaalla osoitteessa Ratarinteenkatu 2.

Melua aiheuttavat murskaus, louhinta, louheen lastaus ja kallion poraus.

Melua aiheuttavaa työtä saa tehdä ma – pe kello 07.00 – 20.00 ja la kello 8.00 – 19.00 välisenä aikana.

Räjätystöitä saa tehdä ma – pe kello 08.00 – 18.00 välisenä aikana.

Melua aiheuttavasta työstä tehty ympäristösuojelulain mukainen ilmoitus Kuopion kaupunki, Kaupunkiympäristön palvelualueelle josta saatu lupa näille töille.

Päätös on voimassa 28.02.2012 saakka.

Yhteyshenkilönä

Pahoittelemme työstämme aiheutuvaa haittaa!

LIITE 5: KIINTEISTÖKATSELMUSASIAKIRJA PIIRROKSINEEN (ALKUKATSELMUS)



Mikkolantie 1 B, 00640 Helsinki

Kiinteistön kopio ()

Urakoitsijan kopio ()

Rakennuttajan kopio ()

TALOKATSELMUSASIAKIRJA Urakan / jakson: (X) alku-, () väli-, () lopputilanne
 (X) räjäytys-, () paalutus-, () tiivistystyö, () liikenne, () konetärinä, () muu: _____

Työmaa: Ikean / Ikanon pohjan louhinta, Kuopio

Rakennuttaja: Peab infra Oy

Urakoitsija: Varkauden louhinta Oy

Tarkastuskohde: Ratalantie

Postinro: 70800 Kuopio

Tarkastusajankohta: 13.5.2011 ulkoa ja 13.5.2011 sisältä

Kiinteistön omistaja:

KATSELMUKSEN AIHE:

Katselmuksen tarkoituksena on todeta rakennuksen kunto tarkastusajankohtana ja tuolloin olemassa olevien olosuhteiden vallitessa. Työn päätyttyä tai kestäessä voidaan, erillisen sopimuksen mukaan, pitää loppu- tai välitarkastuskyselyjä ja tarkastuksia. Tarkastuksista laadittavissa asiakirjoissa todetaan onko rakenteissa työn kestäessä ilmoitettu/havaittu/todettu **ao. työhön liittyviä, ja tavanomaisesta, kehityksestä oleellisesti poikkeavia, muutoksia.**

Mikäli työn aikana havaitaan sellaisia vaurioita, joita epäillään ko. työn aiheuttamiksi, pyydetään niistä ilmoittamaan **viipymättä** ja kirjallisesti työmaalle työnjohtolle:

Ville Karvonen puh:**OSALLISTUJAT:**

Ulkopuolinen katselmuksmies:

/ Oy Finnrock Ab

Kiinteistön edustaja:

KIINTEISTÖTIEDOT:

Valm.vuosi: 1952

Perustus: bet.sokkeili

Maaperä: kallio

Julkisivut: puu

Runko: puu

Peruskorjaus / muutostyöt / vuositakuut:

TARKASTUSTULOS:

Katselmukskirjauksissa käytettyjen merkkien selitykset ovat sivulla 2. Katselmus on pidetty ennalta ilmoitettuna /sovituna aikana tiloissa, joihin on tällöin päästy. Tarkastus on tehty silmämääräisesti noin 2 m etäisyydeltä. Katselmuksen piiriin on sisällytetty muuratut ja valetut rakenteet, tulisijat ja julkisivut, siltä osin kuin ne silmämääräisesti ovat tarkasteltavissa. Hitaasti kehittyviä, mm lämpö- ja kosteusliikkeistä aiheutuneita muodonmuutoksia (varsinkin puupohjaiset materiaalit, levyt, saumakohtat, vetomurtumat) ei huomioida tässä tarkastuksessa.

Vakuudeksi, katselmuksmies

Oy Finnrock Ab



FINNROCK
CONSULTING

pvm: 13.5.2011 Sivu: 3
Tekijä: MT
Kiinteistö: Ratalan tie

huone	katto	seinät		lattia	huom.
WC		saunaauki			VK
Köy N.			sauna		
PSU			sauna auki		VK
sauna					VK
WC					VK



FINNROCK
CONSULTING

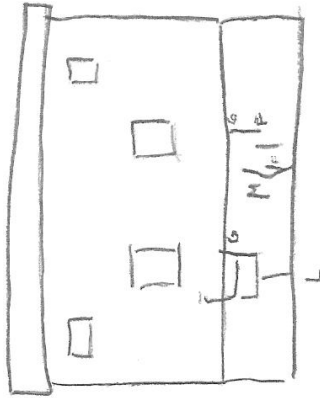
pvm: 13.5.2011 Sivuu: 41

Tekijä: MT

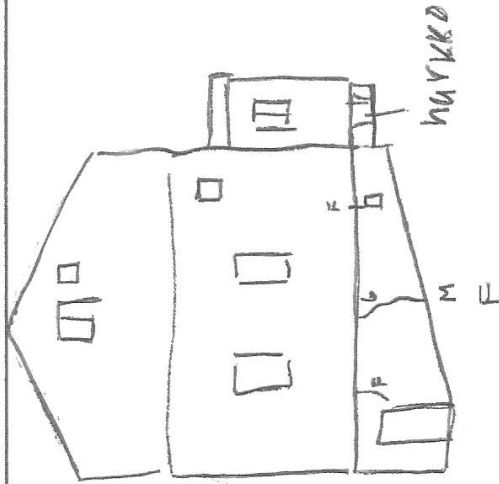
Kiinteistö: Ratalantie

JULKISIVUT

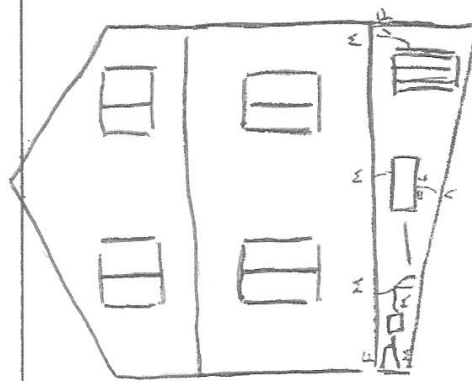
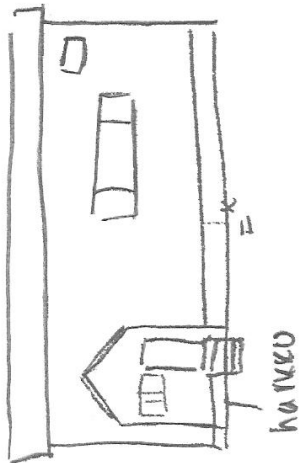
Pohjoinen



Länsi



Itä



LIITE 6: KIINTEISTÖJEN LOPPUKATSELMUSKYSELY SEKÄ LOPPUKATSELMUSRAPORTTI



Mikkolantie 1 B, 00640 Helsinki

LOPPUKATSELMUSKYSELY

Projekti / työ: Ikean / Ikanon pohjan louhinta
 Rakennuttaja: Peab Infra Oy
 Urakoitsija: Varkauden Louhinta Oy

Tarkastuskohde: Ratalantie
 Kiinteistön omistaja:

Postinro: 70800

KÄYTETTÄVISSÄ OLEVAT KATSELMUSTIEDOT:

Katselmustietoja: 13.5.2011

Tekijä:

/ Oy Finnrock Ab

KIINTEISTÖN ESITTÄMÄT HUOMAUTUKSET:

- Alakeran (maalakut seinät) ikkunoiden eshdalla levyjen saumoin on tullut hiinshalkeamat.
- Alakeran seinän nurkkasaamaa on tullut halkeamia.
- Ikean puoleisessa päädysse sokkeliin on tullut selvä halkeama.

Vaateita: rakallma korvaus tarvikkeista (hiinon maalaaja sokkeli oli tarkoitus tehdä kunnan hymnmaan päättyttyä.)

KIINTEISTÖN ILMOITUS (tarpeeton yliviivataan)

Suoritetun työn ei-ole / on havaittu aiheuttaneen vaurioita kiinteistölle / laitteille.

Katselmusmies esittää arvionsa em. asioista vain, mikäli sellaisesta erikseen sovitaan.

Paikka:

Kecopassa

Aika:

20.2.2012

Kiinteistön osoite:

Ratalantie

Kiinteistön edustaja:

Nimen selvennys ja puhelinnumero:

MUISTIO / KATSELMUSMIEHEN ARVIO ESITETYSTÄ VAHINGOSTA

Asia: Loppukatselmus
 Kohde: Ratalantie 70800 Kuopio
 Kiinteistön edustaja:
 Työmaa: Ikean / Ikanon pohjan louhinta, Kuopio
 Rakennuttaja: Peab infra Oy
 Urakoitsija: Varkauden louhinta Oy

Loppukatselmuksessa mukana:

Kiinteistön edustajat:

Rakennuttaja:

Oy Finnrock Ab:

Räjätystyömaa:

Räjätysten aiheuttamaa tärinää on mitattu Ikean / Ikanon työmaalla Oy Finnrock Ab:n laitteistoilla ja toimesta koko louhinnan ajan. Tärinää on mitattu useista eri mittauspisteistä. Suomessa käytetään RIL 253-2010 mukaisia ohjearvoja räjäytystärinälle. Mitattava komponentti on pystysuuntaisen heilahdusnopeuden huippuarvo (yksikkö mm/s). Ohjearvo on turvallisesti mitoitettu. Se ei ole arvo millä vaurioita/muutoksia rakenteissa alkaa tapahtua, vaan arvo jonka alittavilla tuloksilla muutoksia rakenteissa ei ole todettu tapahtuvan.

Suurin lähimmästä mittarista, joka sijaitsi Ratalantie 8:ssä, 7.6.2011–28.11.2011 välisenä aikana mitattu louhintatärinä on rekisteröity 7.6.2011 klo 12:00. Heilahdusnopeuden komponentti oli tällöin 2,3 mm/s ja etäisyys mittarille 100 m. Matkaa louhintakohdasta oli noin 120 m. RIL 253-2010 ohjeet sallivat 100 metrin etäisyydellä sijaitsevalle maanvaraisesti perustetulle betoniperustaiselle rakennukselle noin 16 mm/s heilahdusnopeuden komponentin.

Esitetyt louhintatöistä aiheutuneet vauriot 20.02.2012:

(vauriokohtaiset katselmusmiehen arviot/viittaukset tekstissä kursivoituna ja lihavoituna)

Ratalantie on alkukatselmus suoritettu allekirjoittaneen toimesta 13.5.2011.

- Ikean puoleiseen betonisokkeliin tullut halkeama.
Kirjattu alkukatselmukseen. Liite 1
- Alakerran WC:n nurkkasaumaan tullut halkeama.
Kyseessä sauma-aineen / silikonin kuivumisesta johtuva sauman aukeaminen.
Kirjattu alkukatselmukseen .Liite 2
- Alakerran ikkunoiden kohdalla levyjen saumoihin tullut hiushalkeamat.
Kyseessä levysauman aukeaminen. Ei louhintavaurio.



Huomattavasti alle raja-arvojen olevien tärinöiden ei voida katsoa kohottaneen rakennuksen vaurioriskiä. Louhintatärinöiden osalta räjäytystyö on suoritettu asianmukaisesti.

Litteet:

Liite 1: Kuvat alku- ja loppukatselmuksesta sokkelista

Liite 2: Kuvat alku- ja loppukatselmuksesta wc:stä

Jyväskylässä 8.5.2012

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mika S.', positioned above a horizontal line.

Konsultti
Oy Finnrock Ab