



TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# TYÖERGONOMIAN KEHITTÄMINEN RAKENNUSTYÖMAALLA

Käsitärinä- ja melualtistus

Anniina Tuulkari

Opinnäytetyö  
Huhtikuu 2016  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennustuotanto



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennustuotanto

TUULKARI ANNIINA

Työergonomian kehittäminen rakennustyömaalla  
Käsitärinä- ja meluallistutus

Opinnäytetyö 76 sivua, joista liitteitä 19 sivua  
Huhtikuu 2016

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia rakennustyöntekijöiden altistumista käsitärinälle ja melulle työmaan runkovaiheessa, tutkia nykyisten ennaltaehkäisytapojen toimivuutta sekä pohtia käytännöllisiä ennaltaehkäiseviä keinoja altistusten vähentämiseksi. Työn toimeksiantajana oli YIT Rakennus Oy.

Altistustutkimus toteutettiin mittauksin, joiden perusteella voitiin todeta, että työmaan runkovaiheessa esiintyy useita töitä, joissa Valtioneuvoston määrittämät melun ja tärinän päivittäisen määrän raja-arvot ylittyvät. Mittauksiin liittyvän kenttätutkimuksen perusteella voitiin lisäksi todeta, että sekä melu- että käsitärinäallistuksen ennaltaehkäisyssä on työmailla puutteita, joten ne vaativat tehostusta, päivitystä sekä tarkempaa käsittelyä ja perehdytystä.

Tärinäallistuksen havaittiin olevan työmailla vielä suhteellisen tuntematon käsite, joten sen nykyiset ennaltaehkäisytoimenpiteet ovat vähäiset. Aihetta käytiin siten läpi tarkemmin ja ennaltaehkäisytoimia voitiin miettiä uusista näkökulmista. Meluallistuksen nykyiset ennaltaehkäisytoimenpiteet todettiin itsessään toimiviksi, mutta päivitystä ja tehostusta vaativiksi. Molempien altisteiden tehokkain torjuntakeino todettiin olevan asenteiden ja perehtyneisyyden päivitys. Lisäksi työmaan työnjohdon avuksi tehtiin suunnittelua helpottavia työkaluja tärinä- ja meluallistumisen torjuntaan.

Melu ja tärinä ovat tuki- ja liikuntaelinten oireiden ohella yhdet rakennustyömaan suurimmista terveydellisistä riskeistä. Niiden ennaltaehkäisyyn keskittymällä voidaan parantaa työturvallisuutta, vähentää ammattitautikorvauksista aiheutuvia kuluja ja ennen kaikkea lisätä työntekijöiden viihtyvyyttä omassa työssään. Tämä työ toimii pohjana ja apuna riskien huomioonottamisessa sekä melu- ja tärinäallistusten haittojen ennaltaehkäisyssä.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Building Production

TUULKARI ANNIINA  
Work Ergonomics Improvement on Construction Site  
Exposure for Hand Arm Vibration and Noise

Bachelor's thesis 76 pages, appendices 19 pages  
April 2016

---

The aim of this study was divided in three sections: first to research construction workers' exposure for hand arm vibration and noise during the frame stage of construction. Then to analyze the functionality of the current methods for exposure prevention and finally, consider alternative practical methods for the prevention. The task was signed up by YIT Construction Ltd.

The field research was carried out by exposure measurements. The results showed that several works outreach the limits of a single working day defined by the Council of state. It was also noticed that the preventing acts for both hand arm vibration and noise are currently inadequate and require further inspection and update.

The research showed that hand arm vibration is still a quite unknown concept on construction sites and currently there are only a few preventing acts in use. This enabled a whole new approaching way. The current preventing acts for noise were found functional but they need to be updated and more supervised. In conclusion, the most effective preventing methods for both exposure sources are increasing knowledge and changing the attitudes. As a result, a few table tools were made to help the site management in estimating the risks and planning the tasks.

By paying attention to health risks in time it's possible to increase work safety and getting on with work as well as decrease the costs followed from occupational diseases. This thesis works as basis and tool in risk recognition and planning the preventing methods for hand arm vibration and noise exposure.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	ALTISTUMISEN VAIKUTUKSET TERVEYTEEN.....	7
2.1	Tärinä.....	7
2.1.1	Käsitärinä.....	7
2.1.2	Terveyshaitat.....	8
2.1.3	Tärinän aiheuttamien ammattitautien yleisyys.....	11
2.2	Melu.....	11
2.2.1	Melualtistus.....	12
2.2.2	Terveyshaitat.....	12
2.2.3	Melun aiheuttamien ammattitautien yleisyys.....	14
3	ALTISTUMINEN RAKENNUSTYÖMAALLA.....	16
3.1	Yleisimmät altistavat työkoneet ja -tilanteet.....	16
3.1.1	Tärinä.....	16
3.1.2	Melu.....	21
3.2	Kaluston käyttö työmailla.....	23
3.2.1	Työmailla tällä hetkellä käytössä oleva kalusto.....	23
3.2.2	Kaluston hankinta työmaalle.....	24
4	ALTISTUMISEN MITTAAMINEN RAKENNUSTYÖMAALLA.....	25
4.1	Tärinäaltistus.....	25
4.1.1	Mittausmenetelmä.....	25
4.1.2	Tulosten epävarmuustekijät.....	26
4.1.3	Mittaustulokset.....	27
4.1.4	Tulosten analysointi.....	30
4.2	Melualtistus.....	31
4.2.1	Mittausmenetelmä.....	32
4.2.2	Tulosten epävarmuustekijät.....	33
4.2.3	Mittaustulokset.....	33
4.2.4	Tulosten analysointi.....	34
5	TÄRINÄALTISTUMISEN ENNALTAEHKÄISY.....	36
5.1	Kalusto.....	36
5.1.1	Ergonomia ja muotoilu.....	37
5.1.2	Tärinäesto.....	38
5.2	Nykytoimenpiteet ja menetelmät.....	38
5.2.1	Työnjohdolliset toimenpiteet.....	38
5.2.2	Henkilökohtaiset suojaimet.....	39
5.3	Ennaltaehkäiseviä vaihtoehtoja.....	39

5.3.1	Työnjohdolliset toimenpiteet .....	39
5.3.2	Henkilökohtaiset suojaimet .....	41
5.3.3	Työntekijän oma ennaltaehkäisy .....	42
5.4	Suosituksset .....	42
6	MELUALTISTUMISEN ENNALTAEHKÄISY .....	44
6.1	Kalusto .....	44
6.2	Nykytoimenpiteet ja menetelmät .....	44
6.2.1	Työnjohdolliset toimenpiteet .....	44
6.2.2	Henkilökohtaiset suojaimet .....	45
6.3	Ennaltaehkäiseviä vaihtoehtoja .....	46
6.3.1	Työnjohdolliset toimenpiteet .....	47
6.3.2	Henkilökohtaiset suojaimet .....	48
6.3.3	Työntekijän oma ennaltaehkäisy .....	49
6.4	Suosituksset .....	50
7	YHTEENVETO JA POHDINTA .....	52
	LÄHTEET .....	54
	LIITTEET .....	58
	Liite 1. Tärinämittauslomake .....	58
	Liite 2. Tärinämittaustulokset .....	59
	Liite 3. Melumittaustulokset .....	67
	Liite 4. Työkoneiden tärinäarvojen vaikutus suositeltuihin työskentelyaikoihin .....	72
	Liite 5. Kuulosuojainten käytön vaikutus meluun .....	74

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on YIT Rakennus Oy. Ammattitautikorvauksista aiheutuu YIT:lle usein työtapaturmia enemmän kustannuksia. Rakennustyömaalla tuki- ja liikuntaelimiin liittyvien riskien lisäksi suurimmat ammattitaudeille altistavat riskit syntyvät tärinästä ja melusta. Työn tarkoituksena on tutkia rakennustyöntekijöiden altistumista käsitärinälle ja melulle työmaan runkovaiheessa, tutkia nykyisten ennaltaehkäisytapojen toimivuutta sekä pohtia käytännöllisiä ennaltaehkäiseviä keinoja altistusten vähentämiseksi. Työssä keskitytään vain työmaalla työaikana toteutettaviin ennaltaehkäisy menetelmiin.

Opinnäytetyön altistustutkimusosio toteutetaan osana YIT:n työhyvinvointiyksikön vuosittaista valtakunnallista rakennustyöntekijän työpaikkaselvitystä, jonka tärinä- ja meluosiot päätettiin toteuttaa Tampereen työmailla. Altistusmittauksissa tehdään tiivistä yhteistyötä Mehiläinen Oy:n työterveyshuollon kanssa. Työn ennaltaehkäisyosiota varten haastatellaan rakennustyöntekijöitä, työnjohtoa sekä YIT Kalusto Oy:tä.

Työn ensimmäisessä osiossa käydään läpi käsitärinää ja melua käsitteinä sekä esitetään niistä aiheutuvia terveyshaittoja ja niiden yleisyyttä. Tämän jälkeen tutustutaan rakennustyömaalla esiintyviin altistusriskejä aiheuttaviin työkoneisiin ja -tilanteisiin sekä tutkitaan työmaiden työkonekaluston hankintatapoja ja – perusteita. Viimeisessä osiossa tutkitaan työmaiden nykytoimenpiteitä käsitärinä- ja melualtistuksen vähentämiseksi sekä pohditaan uusia ja vaihtoehtoisia ennaltaehkäisytoimenpiteitä. Tavoitteena on lisäksi kehittää työmaan työnjohdolle työn ja ennaltaehkäisytoimien suunnittelua ja valvontaa helpottavia työkaluja.

## 2 ALTISTUMISEN VAIKUTUKSET TERVEYTEEN

Rakennustyömaan työntekijöiden työkuva on monipuolinen. Työhön liittyy monia erilaisia työvaiheita ja – tehtäviä, joissa joutuu käyttämään jatkuvasti erilaisia koneita sekä työskentelemään kaikenlaisissa olosuhteissa. Rakennustyöntekijä altistuukin päivittäin useille terveydellisille riskitekijöille, joista keskeisimmät ovat tuki- ja liikuntaelimiin liittyvät riskit, kylmyys ja veto, melu sekä värinä. (Fysikaaliset vaaratekijät 2014.)

### 2.1 Tärinä

Tärinä on kiinteän aineen värähtelyä ja sitä syntyy yleensä liikkuvien koneenosien masivoimien vaikutuksesta. Tärinä voi edetä rakenteissa ja muuttua ilmaääneksi ja altistaa näin työntekijöitä tärinän lisäksi myös runkoäänenä etenevälle melulle. Liiallinen työntekijään kohdistuva tärinä aiheuttaa monia terveyshaittoja ja erilaisia tapaturmariskejä. Tärinä voidaan jakaa vaikutuskohteensa perusteella lähinnä käsityökaluista aiheutuvaan käsitärinään ja muun muassa erilaisten liikkuvien ja ajettavien työkonoiden aiheuttamaan koko kehoon kohdistuvaan tärinään. (Rantanen & Pääkkönen 2008, 58.)

#### 2.1.1 Käsitärinä

Käsitärinäksi kutsutaan tärinää, joka kohdistuu työntekijän käsiin ja käsivarsiin. Käsitärinä johtuu työvälineen värähtelystä, joka siirtyy välineen käyttäjän käsiin. Työterveyslaitoksen mukaan merkittävälle käsiin kohdistuvalle tärinälle altistuu Suomessa vuosittain jopa 130 000 työntekijää, minkä lisäksi monet käyttävät täriseviä työkaluja tilapäisesti sekä työssään että vapaa-ajallaan. Käsitärinälle selvästi altistuvia ammattiryhmiä ovat muun muassa metsurit, maanviljelijät, kaivostyöntekijät, metallityöntekijät sekä rakennustyöntekijät. (Käsitärinä 2014.)

Käsitärinän altistumisen määrää voidaan mitata käytetyille koneille määriteltyjen tärinäarvojen sekä altistusajan avulla laskemalla niiden yhteisvaikutuksesta saatava päivittäinen tärinäaltistus. Tärinäaltistukselle on määritelty raja-arvot, joihin tulokseksi saatuja arvoja voidaan verrata. Tärinäaltistuksen mittausta käsitellään tarkemmin luvussa 4.

Käsitärinän haitallisuus ei kuitenkaan riipu ainoastaan käytettyjen koneiden tärinäarvoista, vaan se koostuu useamman tekijän yhteisvaikutuksesta. Rantasen ja Pääkkösen mukaan (2008, 59) tärinän haitallisuuteen on todettu vaikuttavan:

- tärinän kiihtyvyys ja taajuus (tärinäarvo)
- tärisevän laitteen ja kehon välinen yhteys
- altistusaika ja tauotus
- työasento ja lihasjännitys
- sääolot, tupakointi, lääkkeet ja melu
- työntekijän yksilölliset ominaisuudet.

### **2.1.2 Terveyshaitat**

Käsitärinä voidaan katsoa haitalliseksi, jos koneen käytön jälkeen sormia pisteleä tai kädet ovat kipeät. Käsitärinä aiheuttaa erityisesti yläraajan verenkiertoon, tuki- ja liikuntaelimitykseen ja hermostoon liittyviä ongelmia. Suomessa ammattitautiasetus (1347/1988) määrittelee virallisiksi tärinän aiheuttamiksi ammattitautieiksi valkosormisuus-oireyhtymän ja yläraajan monihermovaurion, mutta eurooppalaisittain tärinätauti ymmärretään laajempuna oireyhtymänä, johon kuuluu lisäksi monia muitakin oireita. (Käsitärinä 2014.)

#### **Valkosormisuus-oireyhtymä**

Pitkäaikaisen käsiin kohdistuvan tärinän on osoitettu aiheuttavan verenkiertohäiriötä sormiin. Tyypillisin häiriö on kohtauksellinen sormien vasospasmia eli verisuonikouristus, jonka seurauksena sormien verisuonet sulkeutuvat kohtauksen aikana pahimmillaan kokonaan, jolloin sormet muuttuvat valkoisiksi, kylmiksi ja pisteleviksi. Verenkierron palautuessa ihon valkoisuus muuttuu ensin sinertäväksi ja siitä edelleen punoitukseksi, johon voi liittyä myös kipua. Tästä reaktiosta käytetään nimitystä valkosormisuus tai Raynaud'n ilmiö. (Käsitärinä 2014.)

Syytä valkosormisuuteen ei täysin tunneta, mutta katsotaan, että siihen liittyy sekä paikallisia että keskushermostotasoisia mekanismeja. Oireiden syntymisen on todettu aiheutuvan vuosia kestäneen tärinäaltistuksen seurauksena. (Käsitärinä 2014.) Kohtauksen laukaisee usein kylmyys, mutta pitkälle edenneinä oireita voi esiintyä myös lämpi-



missä olosuhteissa. Aluksi usein vain sormenpäät muuttuvat valkoisiksi, mutta taudin edetessä valkoisuus voi levitä kohtauksellisesti koko sormeen (kuva 1). Oireet alkavat yleensä juuri niistä sormista, jotka altistuvat eniten tärinälle. Oireiden aikana sormet voivat olla puutuneet, kipeät ja kömpelöt. (Käsitärinälle altistuvien terveysseuranta...)



KUVA 1: Valkosormisuus (Terveyskirjasto)

### **Hermostolliset oireet**

Käsiin kohdistuva tärinä aiheuttaa myös ääreishermostollisia häiriöitä, jotka kohdistuvat pääosin tuntohermoihin, mutta myös motorisiin hermoihin. Nämä häiriöt aiheuttavat tyypillisesti käsien ja sormien puutuneisuutta ja pistelyä, sormien kosketus- ja lämpö-tunnon alenemista, käsien kömpelyyttä sekä puristusvoiman heikkenemistä. Oireita voi esiintyä valkosormisuuskohtauksen yhteydessä, mutta niistä voi muodostua myös pysyvä haitta. (Käsitärinä 2014; Tärinätauti 2015.)

### **Tuki- ja liikuntaelimestön oireet**

Edellä mainittujen, yleisimpien oireiden lisäksi käsitärinä voi aiheuttaa monia muita oireita, joista on vaihtelevasti näyttöä. Useissa tutkimuksissa on kuitenkin todettu, että käsitärinälle altistuvilla henkilöillä on muita enemmän erilaisia yläraajojen tuki- ja liikuntaelinoireita. Tällaisia ovat muun muassa kipu, jäykkyys ja käsien alentunut puristusvoima. Syy-seuraus-suhde ei kuitenkaan ole yksiselitteinen, sillä täriseviä työkaluja käyttävät joutuvat usein käyttämään myös toistuvia, yksipuolisia ja paljon voimaa vaativia liikkeitä sekä työskentelemään huonoissa asennoissa. (Käsitärinä 2014.)

## **Rannekanavaoireyhtymä**

Rannekanavaoireyhtymällä tarkoitetaan käden keskihermon pinnetilaa, joka aiheuttaa puutumista ja tuntohäiriöitä peukalon, etusormen ja keskisormen alueella. Lisäksi kädessä voi esiintyä myös kipua ja kömpelyyttä. Hermon toiminta heikkenee sen joutuessa pinnetilaan, ja hoitamaton, pitkälle edennyt rannekanavaoireyhtymä saattaa johtaa pahimmillaan kädessä pysyvään lihasten surkastumiseen ja tuntuu puutokseen. (Rannekanavaoireyhtymä 2015.)

Rannekanavaoireyhtymän riskitekijöitä ovat käsiin kohdistuvan pitkäaikaisen tärinän lisäksi muun muassa suuri voiman käyttö, liikkeiden toistuvuus sekä ranteen taipuneet asennot yhdessä puristus- tai pinsettiotteen kanssa. Eri kuormitustekijöiden yhdistelmät voivat usein olla yksittäisiä tekijöitä haitallisempia. Rannekanavaoireyhtymän esiintyvyys väestössä on noin 2-4 % ja sitä on korvattu ammattitautina vuodesta 2003. Korvaus kuitenkin edellyttää, että työ on sisältänyt pitkäaikaisesti erilaisia ranteen kuormitusta lisääviä tekijöitä, kuten tärisevien työkalujen käyttöä. (Rannekanavaoireyhtymä 2015.)

## **Olkaluun sivunastan tulehdus**

Olkaluun ulomman sivunastan tulehdus, eli ns. tenniskyynärpää on usein rasitukseen liittyvä kyynärvarren kiputila, joka paikantuu kyynärvarren ulkosyrjälle, ranteen ja sormien ojentajalihasten kiinnittymiskohtaan. Tenniskyynärpäää edesauttavia riskitekijöitä ovat erityisesti paljon voimaa vaativat ranteen ja sormien koukistus-ojennusliikkeet, toistuvat liikkeet ja ranteen taipuneet asennot. (Tenniskyynärpää 2010.) Lisäksi kyynärvarren kiertoliike ja tärinä edistävät tenniskyynärpään syntyä (Vastamäki & Seit-salo 2001).

## **Kiertäjäkalvosinoireyhtymä**

Erityisasiantuntija Mika Nybergin (2016) mukaan myös kiertäjäkalvosinoireyhtymän ilmenemiseen voidaan yhdistää käsitärinän vaikutus. Kiertäjäkalvosinoireyhtymä on yleisin olkapään sairaus. Vaurio tai tulehdus syntyy kohtaan, jossa kiertäjäkalvosinjän-teet kiinnittyvät olkaluuhun. Sen tavallisin oire on liikekipu olkapään ja olkavarren ulkoreunassa, jolloin etenkin olkavarren aktiiviset sivusuuntaiset liikkeet ovat kivuliaita ja rajoittuneita, eikä yläraaja nouse normaalisti sivulle. Käsitärinän lisäksi myös etenkin

pitkäaikaiset ja toistuvat olkavarsien kohoasennot altistavat kiertäjäkalvosimien tulehdukselle. (Kipeä olkapää – kiertäjäkalvosinoireyhtymä 2015.)

### **2.1.3 Tärinän aiheuttamien ammattitautien yleisyys**

Ammattitautiasetus (1347/1988) määrittelee virallisiksi tärinän aiheuttamiksi ammattitaudeiksi vain valkosormisuus-oireyhtymän ja yläraajan monihermovaurion. Erityisasiantuntija Mika Nybergin (2016) mukaan käsitärinälle altistuminen liitetään myös useisiin muihin, jo edellä mainittuihin oireisiin ja tauteihin, mutta koska syy-seuraussuhteesta ei toistaiseksi ole olemassa yksiselitteistä näyttöä, oireet jäävät usein laittamatta tärinäaltistuksen syyksi. Niinpä toistaiseksi ei ole saatavilla selkeää tilastotietoa erilaisten käsitärinän aiheuttamien ammattitautien laajuudesta.

Yleisesti tärinätauti katsotaan työperäiseksi sairaudeksi, joka on seurausta pitkäaikaisesta, yleensä käsiin kohdistuvasta altistumisesta työkalujen tärinälle. Työperäisten sairauksien rekisteriin ilmoitetaan vuosittain 10–15 tärinätautitapausta, mutta todellinen määrä on todennäköisesti moninkertainen. (Tärinätauti 2015.) Esimerkiksi vuonna 2007 käsitärinästä aiheutuvia ammattitautiepäilyjä oli Suomessa 62 työntekijällä. Vuosittain noin 10 % työllisistä kokee käsitärinän haitalliseksi. (Käsitärinä 2014.)

## **2.2 Melu**

Ääni voi edetä ilmassa, nesteessä ja kiinteässä aineessa. Kaikki tarpeeton, häiritsevä ja haitallinen ääni katsotaan meluksi. (Rantanen & Pääkkönen 2008, 42.) Melu rasittaa sekä psyykkisesti että fyysisesti, ja tietyt raja-arvot ylitettyään se voi aiheuttaa pysyviä, parantumattomia kuulovaurioita. Melun häiritsevyys ja kuulovaurioiden syntyvyyden helppous ovat riippuvaisia ihmisen yksilöllisistä ominaisuuksista, mutta kaikille yhteistä on se, että melun vaikutus kasvaa sitä suuremmaksi, mitä pidempi on melussa vietetty aika. (Meluvamman synty 2009.)

### 2.2.1 Meluallistus

Melu on useiden kansainvälisten tutkimusten mukaan yksi laajimmista ja häiritsevimmistä työympäristöongelmista. Useat eri ammattiryhmät, kuten muusikot, opettajat ja bussikuskit, altistuvat päivittäisessä työssään melulle, ja monille puhetyöläisille melu aiheuttaa lisäksi ääniongelmia. (Työmelu 2013.) Usein melusta kärsivät eniten kuitenkin esimerkiksi teollisuuden ja rakennustyömaiden työntekijät, sillä näissä työympäristöissä esiintyy paljon kuulolle erityisen haitallista impulssi- eli iskemelua (Melu a. 2015).

### 2.2.2 Terveyshaitat

Melu aiheuttaa lukuisia erilaisia terveystaikutuksia, jotka voivat olla sekä fyysisiä, psyykkisiä että sosiaalisia. Kuuloaisti on yksi ihmisen perusaisteista ja siksi erittäin tärkeä. Melulle altistuminen voi aiheuttaa erilaisia kuulovaurioita, kuten kuulon heikentymistä, tinnitusta tai korvien soimista, ja vaikutukset voivat olla sekä lyhytaikaisia että pysyviä. (Rantanen & Pääkkönen 2008, 49.)

Melun määrää voidaan mitata äänenpainetasona, jonka yksikkö on desibeli (dB). Valtioneuvoston asetuksessa (85/2006) työympäristön melulle on määrätty toiminta- ja raja-arvot sekä kahdeksan tunnin altistuksena että impulssimelun huippuarvona. Raja-arvot on esitetty taulukossa 1:

TAULUKKO 1. Melun raja-arvot (Työmelun raja- ja toiminta-arvot 2010)

	<b>LAeq 8h</b>	<b>LCpeak, max</b>
<b>Alempi toiminta-arvo</b>	80 dB	135 dB
<b>Ylempi toiminta-arvo</b>	85 dB	137 dB
<b>Raja-arvo</b>	87 dB	140 dB

Työpäivän aikainen melu, joka ylittää 80 dB toiminta-arvon, voi olla kuulolle haitallista. Jos melu ylittää ylemmän toiminta-arvon 85 dB, kuulovaurion mahdollisuus on jo suuri ja työntekijällä on velvollisuus käyttää kuulosuojaimia. Lisäksi työnantajan on lain mukaan laadittava meluntorjuntasuunnitelma (Valtioneuvoston asetus 85/2006).

Kolmas raja-arvo ottaa huomioon kuulosuojainten vaikutuksen, eli arvo mitataan kuulosuojainten sisäpuolelta. Tämän raja-arvon ylittyminen ei ole hyväksyttävää, ja työntäjän onkin ryhdyttävä viipymättä toimenpiteisiin arvon pienentämiseksi. Impulssimelun arvot tulkitaan taulukosta samalla tavalla. (Työmelun raja- ja toiminta-arvot 2010.)

### **Kuulovaurio**

Ihmisen sisäkorvassa on lukemattomia, uusiutumattomia aistinsoluja, joiden tehtävä on vastaanottaa ääniaaltoja. Jatkuva liiallinen melutaso saa aistinsolun väsymään ja lopulta kuolemaan. Yleensä meluvammat syntyvätkin pitkäaikaisessa, useita vuosia kestäneessä altistuksessa. Myös äkillinen kova äänenpaine voi kuitenkin tuhota kerralla huomattavan suuren määrän aistinsoluja ja saada samalla aikaan repeämiä korvan kalvoissa sekä aiheuttaa verenvuotoja sisäkorvassa. Tällaisen äkillisen impulssimelun lähteitä ovat esimerkiksi räjähdykset, musiikki ja takomisesta lähtevät äänet. (Kuulovaurio 2010.) Kuulovaurio voi olla myös tilapäinen ja palautuva, jolloin kuulon aleneminen todennäköisesti johtuu kuulohermojen häiriöstä. Kuulon normaaliksi palautumiseen kuluva aika on yksilöllistä. (Tilapäinen kuulonalenema 2010.)

### **Tinnitus**

Tinnituksella tarkoitetaan ääniäistimusta, joka ymmärretään korvien soimisenä. Se on yleinen oire, eikä se aina välttämättä liity melulle altistumiseen. Tinnitus kuitenkin yhdistetään usein etenkin impulssimelulle altistumiseen. Tinnitusoireita voi olla sekä säännöllisesti että lyhytaikaisesti. (Tinnitus 2014.)

### **Psyykkiset vaikutukset**

Jatkuva melulle altistuminen aiheuttaa stressiä ja vaikeuttaa keskittymistä. Tällä taas on selvä vaikutus suorituskykyyn ja jopa käyttäytymiseen. (Työmelu 2013.) Melun aiheuttama elimistön stressireaktio on osittain tiedostamaton ja se voi ilmetä esimerkiksi verenpaineen ja sydämen sykkeen kohoamisena. On siis mahdollista, että melualtistuksen aiheuttama pitkittynyt stressi johtaa vakavampiinkin terveysongelmiin, kuten sydän- ja verisuonisairauksiin. Pitkäaikainen melualtistus voi myös aiheuttaa unettomuutta ja vaikuttaa unen laatuun. Lisäksi pitkäaikaisen melualtistuksen on arveltu olevan yhtey-

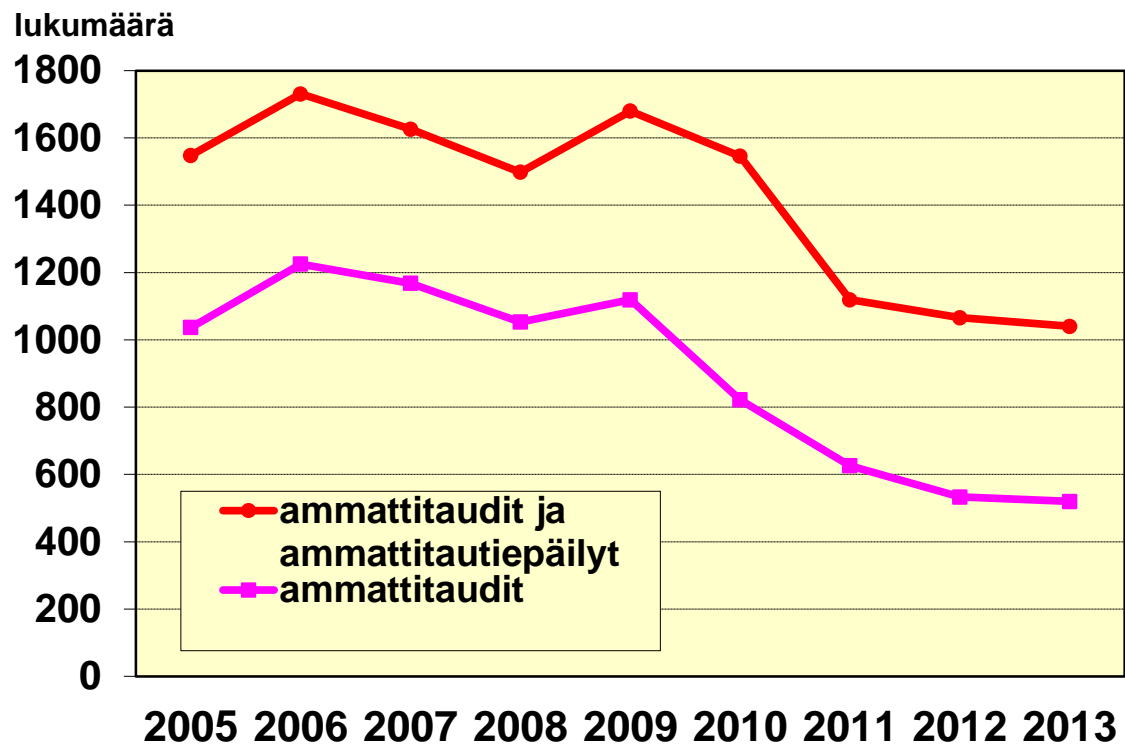
dessä masentuneisuuteen ja ahdistuneisuuteen. Meluherkkyys on kuitenkin yksilöllistä, mikä tekee psyykkisten vaikutusten arvioinnin hankalammaksi. (Melu b. 2014.)

### **Muut vaikutukset**

Melu voi olla häiritsevää ja ärsyttävää ja se voi siksi johtaa sosiaaliseen eristäytymiseen sekä töissä että vapaa-ajalla. Myös kynnys olla pois töistä saattaa alentua. (Melun terveysvaikutukset 2010.) Jo syntyneillä kuulovaurioilla voi lisäksi olla vaikutusta sosiaaliseen käyttäytymiseen. Melu voi myös lisätä tapaturmariskiä, sillä melussa on vaikea kuulla ja ymmärtää oikein puhetta ja varoitusaäniä (Työmelu 2013).

### **2.2.3 Melun aiheuttamien ammattitautien yleisyys**

Työterveyslaitoksen (Melu a. 2015) mukaan noin 480 000 työntekijää altistuu alemman toiminta-arvon (80 dB) ylittävälle melulle, ja noin 190 000 työntekijää ylemmän toiminta-arvon (85 dB) ylittävälle melulle. Melu onkin merkittävä ammattitautia aiheuttava altiste. Melun aiheuttamien, korvattavien ammattitautien määrä oli vielä 1980-luvulla 2000 tapausta vuodessa. Tapausten määrä on sittemmin laskenut tasaisesti (kuvio 1) muun muassa melutyötä tekevien määrän vähentymisen ja kuulosuojauksen parantumisen takia, mutta edelleen melusta johtuvia ammattitautiepäilytapausta on yli 1000 vuodessa.



KUVIO 1. Meluvammat v. 2005 – 2013 (Ammattitaudit ja ammattitautiepäilyt 2013)

Työterveyslaitoksen Ammattitaudit ja ammattitautiepäilyt – vuosiraportin mukaan meluvammoista johtuvia ammattitautiepäilyjä oli vuonna 2013 yhteensä 1040 kappaletta, ja ammattiryhmittäin eniten tapauksia oli metalli-, valimo- ja konepajatyössä (198 kpl), rakennustyössä (189 kpl) sekä korjaustyössä (97 kpl).

### **3 ALTISTUMINEN RAKENNUSTYÖMAALLA**

Rakennustyöntekijöillä on talonrakennuskohteissa lukuisia tärinälle ja melulle altistavia tekijöitä työpäivien aikana. Uudisrakennusprojekteissa eniten aikaa vievät runko- ja sisäarakennusvaiheet, ja etenkin runkovaiheessa erilaisten työkalujen ja – laitteiden käyttö on aktiivista. Niinpä tärinä- ja melualtistuminen kuuluu rakennustyöntekijän työarkeen ja niiden tiedostaminen on osa hyvän ja turvallisen työympäristön aikaansaamista.

#### **3.1 Yleisimmät altistavat työkoneet ja -tilanteet**

Rakennustyöntekijöiden työhön kuuluu olennaisesti erilaisten työkalujen ja – laitteiden käyttö. Perinteisten käsityökalujen, kuten vasaran, sahan ja puukon lisäksi usein käytettyjä työkaluja ovat erilaiset sähköllä, akulla tai kaasulla toimivat koneet. Nämä työkoneet aiheuttavat usein iskevää ja tärisevää liikettä ja vaativat yleensä myös voimankäyttöä. Koska työkoneita käytetään käsin, kohdistuvat myös tärinä ja iskut yläraajoihin ja altistavat työntekijän siten käsitärinän aiheuttamille terveyshaitoille. Työskentelystä ja koneista aiheutuu aina myös melua, mikä voi pahimmillaan altistaa työntekijät erilaisten kuulovaurioiden syntymiselle.

##### **3.1.1 Tärinä**

Rakennustyömailla on käytössä useita erilaisia käsitärinälle altistavia työkoneita. Eri työtehtäviin löytyy erityyppisiä koneita, ja niiden käyttöaste vaihtelee suuresti työvaiheista ja – tehtävistä riippuen. Lisäksi koneiden tärinätasot voivat vaihdella hyvinkin paljon tyyppistä ja valmistajasta riippuen. Alla on esitelty tavanomaisen kerrostalotyömaan runkovaiheessa eniten käytetyt, käsitärinälle altistavat työkoneet sekä niiden keskimääräiset tärinäarvot.



## Piikkausvasarat

Piikkausvasarat (kuva 2) on tarkoitettu betoni- ja tiiliseinien muokkaamiseen, kuten esimerkiksi pintojen siistimiseen, purkamiseen, roilojen, eli putkia ja kaapeleita varten tehtyjen urien, tekemiseen, laattojen ja laastin poistoon sekä aukkojen ja läpivientien tekemiseen. Piikkausvasaroiden käyttökohteet ovat riippuvaisia niiden koosta ja tyypistä.



KUVA 2. Piikkausvasara (Hilti a.)

## Poravasarat

Poravasarat (kuva 3) on tarkoitettu betonin tai muuratun rakenteen poraamiseen ja isku-poraamiseen. Erilaisten lisävarusteiden kanssa joillakin tyypeillä voi porata satunnaisesti myös puu- ja teräspintoja. Kaikista järeimmillä poravasarolla voi myös satunnaisesti tehdä kevyttä korjauspiikkaustyötä. Poravasarointa on sekä sähkö- että akkukäyttöisinä.



KUVA 3. Poravasara (Hilti b.)

## Kombivasarat

Kombivasaroita (kuva 4) voidaan käyttää sekä betonin, muuratun rakenteen tai luonnonkiven poraamiseen että piikkaamiseen. Erilaisten lisävarusteiden kanssa myös puu-

ja teräspintojen poraaminen onnistuu. Keveimmät kombivasarat on tarkoitettu vain poraustyöhön, mutta järeämpiä voidaan lisäksi käyttää piikkaustyöhön. Kombivasarat on kuitenkin tarkoitettu vain suhteellisen kevyeen piikkaustyöhön. Kombivasaroita on sekä sähkö- että akkukäyttöisinä.



KUVA 4. Kombivasara (Hilti c.)

### **Kulmahiomakoneet**

Kulmahiomakoneet eli rälläkät (kuva 5) on tarkoitettu teräksen ja metallin katkaisuun sekä esimerkiksi betonin katkaisuun ja kulmahiontaan ja hitsausnaamojen valmisteluun. Rälläköiden toiminta perustuu pyöriviin laikkoihin, joiden tyyppi valitaan työtehtävien mukaan. Rälläköitä on sekä sähkö- että akkukäyttöisinä.



KUVA 5. Kulmahiomakone eli rälläkkä (Hilti d.)

### **Hiomakoneet**

Käsi­käyttöisillä hiomakoneilla (kuva 6) voidaan hioa kovia mineraalimateriaalipintoja, kuten betonia, tai poistaa niistä pinnoitteita. Joissakin tyypeissä on mukana pölynpoistotoiminto. Hiomakoneista on olemassa myös pitkä­vartisia versioita.



KUVA 6. Hiomakone (HHTuonti)

### **Lattiahiomakoneet**

Lattiahiomakoneet (kuva 7) on tarkoitettu betoni- ja kivipintojen hiontaan ja kiillotukseen.



KUVA 7. Lattiahiomakone (Levanto)

### **Moottorisahat**

Moottorisahoja (kuva 8) käytetään rakennustyömailla nykyään harvemmin. Ne saattavat kuitenkin olla aktiivikäytössä etenkin runkovaiheessa, jolloin muottityötä ja erilaisten väliaikaisten rakennelmien tekemistä on paljon.



KUVA 8. Moottorisaha (Husqvarna)

### Tärysauvat

Tärysauvoja (kuva 9) käytetään betonivaluissa betonimassan tiivistämiseen. Sauvan tärinä nostaa betonimassaan kertyneen ilman pintaan ja siitä pois, jolloin saadaan aikaan tiivis ja vahva betoni. Sauvat voivat olla erillisellä moottorilla toimivia, tai suurtaajuusmuuttajasauvoja, jolloin tärymoottori on sauvan sisällä. Tärysauvoja on myös saatavilla pistoolikahvalla varustettuna.



KUVA 9. Tärysauva (Lieversholland)

### Työkoneiden tärinäarvoja

Työkoneille määritetyt tärinäarvot ( $\text{m/s}^2$ ) vaihtelevat suuresti valmistajasta ja tyyppistä riippuen. Taulukossa 2 on esitetty keskimääräisiä tärinäarvoja eräille työkoneille. Jokaiselle työkoneelle yksilöidyn tärinäarvon löytää koneen käyttöohjeesta. Valtioneuvoston asetuksen (400/2008) liitteessä 1 määrätään, että jokaisen koneen käyttöohjeissa on

kerrottava koneen tärinäarvo, mikäli se ylittää asetetun toiminta-arvon  $2,5 \text{ m/s}^2$ . Jos toiminta-arvo ei ylity, siitä on mainittava.

TAULUKKO 2. Esimerkkejä tärinätasoista (Koneiden tärinätasoja, muokattu)

<b>Työkone</b>	<b>Koneen tärinätaaso (<math>\text{m/s}^2</math>)</b>
Moottorisaha	2 – 10
Piikkauskone	5 – 17
Piikkausvasara	11 – 22
Kulmahiomakone	3 – 10
Iskuporakone	7 – 18
Hiomakone	6- 9

### 3.1.2 Melu

Erilaiset työkoneet tuottavat aina myös ääntä. Kaikissa tapauksissa ääni ei välttämättä ole häiritsevää, mutta etenkin kun työskennellään kovien ja vahvojen pintojen, kuten kivirakenteiden kanssa, työskentelystä lähtevä ääni voidaan kokea meluna.

Koska ääni voi edetä sekä ilmassa että kiinteässä aineessa, melu ei läheskään aina ole peräisin työntekijän omasta työskentelystä. Betonirakenteisessa rakennuksessa yleisenä ongelmana ovat ns. runkoäänät, jotka syntyvät kun koneiden tärinä siirtyy kiinteisiin rakenteisiin. Äänenpainetason on todettu pienentyvän jonkin verran äänen siirtyessä rakennuksen kerroksesta toiseen, sillä ääni heijastuu eri rakenteiden, kuten seinien ja välipohjien, rajapinnoista. Ilmaäänät voivat kuitenkin myös käyttää rakennuksen runkoa hyväkseen siirtyessään huonetilasta toiseen joko suoraan tilojen välisen seinän läpi, tai kiertotietä pitkin. Jälkimmäistä ilmiötä kutsutaan sivutiesiirtymäksi, jolloin ääni kulkeutuu esimerkiksi ulkoseinien tai ilmanvaihtokanavien kautta. (Rantanen & Pääkkönen 2008, 49.)

Runkovaiheessa myös äänen kaikuminen saattaa aiheuttaa melun kokemista. Kaikua syntyy silloin, kun tilan pinnat eivät absorptoi, eli vaimenna ääntä riittävästi, vaan ääni-aallot heijastuvat edestakaisin pinnoista. Eri materiaaleille on määritetty ääniabsorp-

tiokertoimia, jotka kuvaavat materiaalin äänenvaimennuskykyä. Arvo 0 kuvaa äänen täydellistä heijastumista pinnoista ja arvo 1 täydellistä vaimennusta. Betonin ääniabsorptiokerroin on 0,02 – 0,04. (Äänenvaimennus.) Tämä tarkoittaa sitä, että betonirunko on varsin otollinen kaikuilmiön syntymiselle.

Eri työkoneille tyypistä ja valmistajasta riippuen on annettu erilaisia äänenpainearvoja. Todelliseen äänenpainetasoon vaikuttaa lisäksi esimerkiksi työympäristö ja työtehtävä, joten melun määrää on aina arvioitava tapauskohtaisesti. Taulukossa 3 on esitetty eräällä rakennustyömaalla mitattuja äänenpainetason arvoja erilaisista runkovaiheen työtehtävistä. Tulokset on mitattu työntekijän korvan kohdalta ja niissä on ilmoitettu sekä A-painotetut eli ihmisen kuuloaistin kanssa samaan tapaan suodatetut arvot että hetkelliset impulssimelun arvot. (Rantanen & Pääkkönen 2008, 46.)

TAULUKKO 3. Runkovaiheen melutasot (Rantanen & Pääkkönen 2008, 46, muokattu)

Työ tai kone	A-äänitason meluannos, dB	Hetkellinen meluannos, dB
Lattiahionta	85 – 97	
Poraus		94 – 102
Hionta		99 – 117
Piikkaus (ei vaimennettu)	96 – 99	100 – 117
Piikkaus (vaimennettu)	96 – 99	97 – 105
Sauvatärytin	87 – 88	85 – 92
Betonimyllyn vieressä	86	82 – 88
Betonivalaja		85 – 91
Pohjarakenteen paalutus	96	

Kun taulukon 3 meluarvoja verrataan valtioneuvoston asettamiin melun raja-arvoihin (kappale 2.2.2), voidaan todeta, että kaikkien mitattujen työtehtävien melutasot ylittävät sekä alemman että ylemmän toiminta-arvon. Kaikissa kyseisissä töissä kuulovaurion riski on täten olemassa, ja kuulon suojauksesta tulisi huolehtia. Sen sijaan hetkellisen impulssi- eli iskumelun arvot pysyttelevät kaikissa työtehtävissä alemman toiminta-arvon alapuolella.

Rakennustyömaalla melu ei aina ole peräisin työntekijän omasta työskentelystä. Kuulovaurion riski on kuitenkin olemassa myös silloin, kun esimerkiksi työskentelee meluaavaa työtä tekevän henkilön lähetyvillä tai jopa silloin, kun vain kulkee tämän ohi. Kuulovaurio syntyy yleensä pitkäkestoisen altistumisen seurauksena, mutta hetkellinen impulssimelu voi aiheuttaa vaurion hyvinkin nopeasti.

## **3.2 Kaluston käyttö työmailla**

Rakennustyömaalla käytettävä kalusto eli työmaatilat, koneet, laitteet ja erilaiset apuvälineet, kuten esimerkiksi telineet ja valaisimet, ovat yleensä joko työmaalle ostettuja tai vuokrattuja. Erilaisten työkoneiden kirjo on tämän vuoksi laaja, joten niiden valmistajat, tyypit ja iät vaihtelevat suuresti sekä eri työmaiden kesken että yksittäisen työmaan sisällä. Näillä koneiden ominaisuuksilla on vaikutusta tärinä- ja meluallistuksen määrään.

### **3.2.1 Työmailla tällä hetkellä käytössä oleva kalusto**

YIT:n työmailla käytössä oleva kalusto on sekä ostettua että vuokrattua. Se, missä suhteessa kumpaakin vaihtoehtoa on käytössä, vaihtelee työmaakohtaisesti. Työmaalle ostetut koneet ja laitteet jäävät usein käyttöön työmaan päättymisen jälkeenkin ja siirtyvät eteenpäin uusille työmaille. Jotkut työkoneet saattavat siten olla jopa yli kymmenen vuotta käytössä olleita.

Koneita ja laitteita voidaan satunnaisesti vuokrata ulkopuolisilta rakennuskonevuokraamoilta, mutta YIT vuokraa kalustoa pääosin suoraan YIT Kalusto Oy:n kalustokeskuksesta. Iso osa koneista vuokrataan *leasing-sopimuksella*, jolloin ne uusitaan kolmen vuoden välein. Koneiden käyttöikä ei näin pääse kasvamaan liian suureksi.

Työmailta siis löytyy sekä uutta, että vanhaa kalustoa. Vaikka koneet olisivat kestäviä ja toimivia, niiden tärinä- ja meluominaisuudet saattavat muuttua käyttöiän kasvaessa. On siis esimerkiksi mahdollista, että liki kymmenen vuotta käytössä olleille työkoneille annetut tärinäarvot eivät enää pidä täysin paikkaansa.

### 3.2.2 Kaluston hankinta työmaalle

Rakennustyömaat valitsevat yleensä vuokraamansa koneet pääosin sen mukaan, mikä on aikaisemmalla kokemuksella havaittu hyväksi. YIT Kalusto Oy:n kalustovuokraajan Panu Koivulan (2016) mukaan YIT Kalusto Oy:n prioriteetti kaluston hankintaperusteissa onkin nimenomaan kuunnella asiakasta. Toisena perusteena on löytää mahdollisimman kustannustehokkaat ja kestävät koneet. Vaikka tiedonhaku uusista tuotteista on aktiivista, tavoitteena ovat kuitenkin perusvarmat koneet, jotka joku muu on jo testannut. Useimmiten kalustokeskukseen hankittavat koneet ovat siis noin pari vuotta vanhaa mallistoa. Lisäksi tavoitteena on pitäytyä mahdollisimman paljon samojen tuoteperheiden tuotteissa. (Koivula, P. 2016.)

Tärinä- ja melualtistuksen huomiointi kalustoa hankkiessa ei Koivulan (2016) mukaan jää täysin huomiotta, mutta se ei ole painotettu hankintaperuste. Kalustokeskuksen näkemyksen mukaan asianmukainen henkilökohtainen suojaus työmaalla on usein oleellisempi altistuksen ehkäisykeino, kuin valita käyttöön koneet, joissa on viimeisimmät rakenteelliset altistuksenesto-ominaisuudet. Koivula (2016) kuitenkin painottaa, että pyrkimystä kaluston päivittämiseksi tältäkin näkökulmalta on, vaikka se ei tällä hetkellä olekaan aktiivista.

Kalustoa saadaan rakennustyömaille pääosin siten, että työmaan työnjohto hoitaa tilaukset tarpeen tullessa. YIT Kalusto Oy:llä on YIT:n sisäisessä verkossa oma osionsa, jonka kautta näkee listaukset saatavilla olevista tuotteista. Viralliset kalustoesitteet, joista löytyvät laitetypit, kuvat ja hinnasto, ovat toistaiseksi puutteelliset, mutta Koivulan (2016) mukaan niiden kehittäminen on aktiivinen prioriteetti. Tämä mahdollistaa myös entistä paremman tiedonkulun kalustokeskuksen ja työmaiden välillä. Koivula (2016) kuitenkin huomauttaa, että kalustokeskus julkaisee neljä kertaa vuodessa ilmestyvää tiedotelehteä, jossa esitellään kuvien ja tarkkojen tuotetietojen kanssa aina viimeisten neljän kuukauden aikana tehdyt uudet hankinnat. Tieto uudemmista tuotteista kulkee siten myös työmaille asti.



## 4 ALTISTUMISEN MITTAAMINEN RAKENNUSTYÖMAALLA

Sekä tärinä- että melualtistuksen määrää voidaan mitata ja arvioida. Molemmille altisteille on olemassa tietyt raja-arvot, joihin mittaustuloksia voidaan verrata. Altistumisen arviointi ei kuitenkaan ole täysin yksiselitteistä ja huomioon tuleekin aina ottaa myös muut työympäristöön liittyvät tekijät, kuten työskentelyolosuhteet, työasennot ja – liikkeet.

Tässä kappaleessa esitellään opinnäytetyön pohjana tehdyt käsitärinä- ja melumittaukset. Kaikki mittaukset on suoritettu YIT:n kerrostalotyömailla Tampereella ja ne on suunniteltu ja tehty yhteistyössä Mehiläisen työterveyden Tampereen yksikön kanssa.

### 4.1 Tärinäaltistus

Tärinäaltistuksen määrää mittaamalla voidaan selvittää ne työmaan runkovaiheen työt, joissa tärinäaltistuksen riski on suurin. Mitattavat työt valitaan etukäteen tehtävän riskiarvion pohjalta ja mittaamisessa noudatetaan Työterveyslaitoksen ja Mehiläisen määrittämiä ohjeita. Mittaustulosten pohjalta saadaan selville tämänhetkinen tilanne, minkä jälkeen voidaan pohtia altistumista ennaltaehkäiseviä toimia.

#### 4.1.1 Mittausmenetelmä

Käsitärinäaltistusta päätettiin arvioida työkoneiden *tärinätasojen* ja koneiden käyttämiin yhden kahdeksan tunnin työpäivän aikana kuluvan *liipasinajan* avulla. Työkoneiden valmistajien ilmoittamat tärinätasot saatiin koneiden käyttöohjeista tai valmistajien tai maahantuojien verkkosivuilta tai tarvittaessa suoraan maahantuojilta kysyttynä. Tärinäarvot ilmoitettiin työkoneen tärinän painotettuna kiihtyvyytenä ( $m/s^2$ ). Liipasinajaa arvioitiin mittausten aikana sekuntikellolla. Liipasinajaksi mitattiin kaikki se aika, jolloin työkone oli käynnissä ja käytössä niin, että käsitärinäaltistus oli mahdollista. Koko työpäivän aikainen liipasinajaksi jokaiselle käytetylle työkoneelle saatiin laskeamalla yhteen mittausjakson aikana mitatut ajat, jotka ilmoitettiin minuutteina.

Kun työkoneiden tärinätasot ja liipasinajat tiedetään, voidaan tärinäaltistus määrittää kaavalla (1). Kaavassa  $a_{nv}$  on kunkin koneen tärinätaaso ja  $T$  niiden liipasinaja tunteina.

(1)

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^n a_{nvi}^2 T_i}$$

Saatu tärinäaltistuksen yhteismäärää ( $m/s^2$ ) verrataan sille Valtioneuvoston asetuksessa 48/2005 annettuihin raja-arvoihin. Nämä raja-arvot kahdeksan tunnin työaikaan suhteutettuna ovat

- toiminta-arvo  $2,5 m/s^2$
- raja-arvo  $5,0 m/s^2$ .

Toiminta-arvon ylittyessä työnantajan on laadittava ja toimeenpantava tärinätorjunta-ohjelma. Altistuksen raja-arvoa ei saa ylittää. (Tärinäaltistuksen arviointi.)

Mittausta varten tehtiin mittauslomake (liite 1). Lomakkeessa huomioitiin liipasinajan ja kunkin käytetyn työkoneen tärinäarvon lisäksi koneen tarkka merkki ja ikä, työskentelyolosuhteet ja – lämpötila, työasennot, työtehtävät sekä suojakäsineiden tai huomattavan puristusvoiman käyttö. Lisäksi kysyttiin koehenkilöiden omia havaintoja käsitärinän aiheuttamista terveysongelmista.

Tärinämittaukset suoritettiin kolmella eri YIT:n kerrostalotyömaalla. Kaikissa työmaakohteissa oli käynnissä runkotyövaihe. Mittauksiin valittiin neljä erilaista työtä tekevää rakennustyöntekijää ja kaikkien työntekoa seurattiin aina yhden kahdeksan tunnin työpäivän ajan.

#### 4.1.2 Tulosten epävarmuustekijät

Käsitärinän altistusmittauksiin liittyy muutamia epävarmuustekijöitä, joiden vuoksi todelliset altistusmäärät saattavat olla hieman tulosten perusteella laskettuja arvoja suuremmat tai pienemmät (Ohjeellinen opas 2009). Epävarmuustekijöitä ovat muun muassa:

- Valmistajan työkoneille antamien värinärvojen paikkansapitvyys
- Koneenkäyttäjien erilaisuus (fysiikka, kokemus tai käyttötekniikka)
- Mittaustilanteen vaikutus työntekijän työskentelyyn
- Työtehtävän toistettavuus vertailun kannalta
- Käytettyjen koneiden ominaisuudet ja toiminta.

### 4.1.3 Mittaustulokset

Tässä kappaleessa esitetään mittauksissa tulokseksi saadut käsivärinäältistuksen arvot ja kuvaillaan lyhyesti mittausjaksojen työtilanteet sekä käytetyt työkonet. Värinämittaustulokset löytyvät kokonaisuudessaan liitteestä 2.

Ensimmäisessä värinämittauksessa seurattiin betoniseinien ja – kattojen hiomista. Mittausjakson työtehtäviin kuului lisäksi betonipintojen piikkaustyötä. Seinät hiottiin tavanomaisella käsikäyttöisellä hiomakoneella (FLEX LD 15-10 125 R) (kuva 10), mutta kattojen hionnassa oli käytössä pitkävirtainen hiomakone eli ns. kirahvi (FLEX WST1000FV) (kuva 11). Piikkaus tapahtui piikkausvasaralla (HILTI TE 300). Kun päivän aikana kirjatut liipasinajat ja työkonet värinäarvot sijoitettiin edellä mainittuun laskentakaavaan, saatiin ensimmäisen koehenkilön päivän käsivärinäältistukseksi  $4,19 \text{ m/s}^2$ .



KUVA 10. Betoniseinän hionta (Kuva: Anniina Tuulkari 2015)

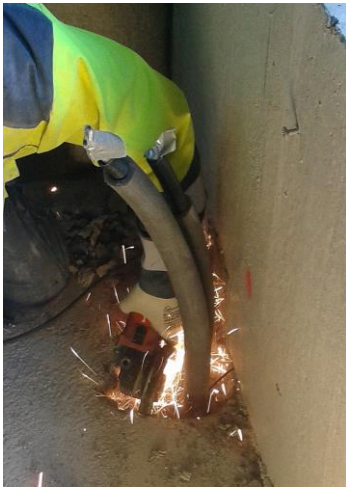


KUVA 11. Betonikaton hionta kirahvilla (Kuva: Anniina Tuulkari 2015)

Toisessa tärinämittauksessa seurattiin betonipintojen piikkausta. Mittausjakson työtehtäviin kuului lisäksi kulmahiontaa. Betonilattiaa piikattiin auki poravasaralla (HILTI TE 76) noin 8000 cm<sup>3</sup> kokoiselta alueelta. Samalla poravasaralla porattiin betoniseinän yläosaan reikä sähköjohtoa varten. Betonilattiaa piikattiin auki lämpöpatterien putkien ympäriltä kombivasaralla (HILTI TE 16 C) (kuva 12). Piikkauksen yhteydessä teräksiä katkaistiin tarvittaessa kulmahiomakoneella (HILTI AG 125 s) (kuva 13). Toisen koehenkilön päivän käsitärinäaltistukseksi saatiin 5,46 m/s<sup>2</sup>.



KUVA 12. Betonilattian piikkaus kombivasaralla (Kuva: Anniina Tuulkari 2015)



KUVA 13. Terästen katkaisu kulmahiomakoneella (Kuva: Anniina Tuulkari 2015)

Kolmannessa tärinämittauksessa seurattiin ns. sekatyömiehen päivää. Mittausjakson aikana betoniseinän alareunaa hiottiin kulmahiomakoneella (Black & Decker AST6), betoniseinän ja – lattian rajaa piikattiin poravasaralla (DUSS PKX4) ja betonimassaa sekoitettiin varsisekoittimella (Collomix CX 100 HF). Lisäksi päivän työtehtäviin kuului parvekeovien alareunojen kittaamista sekä parvekelaattojen ja ulkoseinien välien tiivistämistä vesikatolla, mutta koska näihin töihin ei liittynyt mahdollista käsitärinäaltistusta, niitä ei huomioitu mittauksessa. Kolmannen koehenkilön päivän käsitärinäaltistukseksi saatiin  $0,44 \text{ m/s}^2$ .

Neljännessä tärinämittauksessa seurattiin yläpohjan holvin betonivalun sauvatärytystä. Tärytyksessä käytettiin sauvatärytintä (Lievers LHF 57) (kuva 14). Holvivalu suoritettiin urakkana sujuvan betonoinnin aikaansaamiseksi, joten valun aikana oli vain yksi varsinainen tauko. Neljännen koehenkilön päivän käsitärinäaltistukseksi saatiin  $1,29 \text{ m/s}^2$ .



KUVA 14. Betonivalun sauvatärytys (Kuva: Anniina Tuulkari 2015)

Betonivalun tärytyksen tärinäaltistusta mitattiin vielä ylimääräisellä mittauksella toisella työmaalla siten, että liipasinajaksi saatiin reilusti pidempi ajanjakso. Mittausten perusteella koko kahdeksan tunnin työpäivän tärinäaltistuksen määräksi saatiin  $2,27 \text{ m/s}^2$ .

#### 4.1.4 Tulosten analysointi

Tärinämittausten perusteella voidaan todeta, että piikkaus- ja poraustyötä sekä betonipinnan hiontaa tekevillä työntekijöillä päivän tärinäaltistusarvot ylittävät reilusti toiminta-arvon  $2,5 \text{ m/s}^2$ . Piikkaus- ja poraustyötä tekevillä työntekijöillä ylittyy lisäksi raja-arvo  $5,0 \text{ m/s}^2$ . Voidaan siis sanoa, että näissä runkovaiheen töissä tärinäriskit ovat suurimmat.

Tärinäaltistusta arvioidessa ei voida kuitenkaan vedota pelkkään tärinäarvoon, sillä tärinän haitallisuuteen vaikuttaa moni muukin tekijä (kts. kpl 2.1.1). Yksi oleellisimmista asioista on *työn säännöllisyys*. Mittaushenkilöitä haastatellessa kävi ilmi, että piikkaustyö on hyvin epäsäännöllistä. Joskus työviikkoon mahtuu paljon piikkaustyötä ja joskus taas piikkaustarpeiden välillä saattaa olla hyvinkin pitkä tauko. Työ saattaa myös olla kokonaisuudessaan vain muutaman minuutin kestoinen tai toisinaan koko päivän vievää. Betonipintojen hiontatyötä tekevä mittaushenkilö taas oli mittaushetkellä tehnyt samaa työtä jo useamman kuukauden ajan.

Työasenoilla on vaikutusta tärinän haitallisuuteen, joten niitä tarkkailtiin mittausten aikana. Suurimmalla osalla mittaushenkilöistä työasennot olivat hyvät, mutta myös parannettavaa löytyi. Esimerkiksi betoniseinää hiottaessa työ kohdistuu välillä selvästi työntekijän olkapäätason yläpuolelle, jolloin työntekijä joutuu nostamaan käsiään. Tällöin työkoneen painon kannattelu korostuu ja puristusvoimaa saattaa joutua lisäämään. Lisäksi käsi muodostaa ranteen kanssa selkeän kulman, mikä rasittaa rannetta ja lisää tärinän haittavaikutusta. Mahdollisimman suoran linjan aikaansaamiseksi olisi hyvä käyttää työpukkia heti, kun käsi joutuu nostamaan liian korkealle. Betonikattoa hiottaessa mittaustilanteessa käytettiin innovatiivista pitkävartista hiontakonetta, ns. kirahvia. Kirahvin avulla työskentely pysyy ergonomisena, ja pitkä varsi vaimentaa tehokkaasti käsiin välittyvää tärinää. Myös piikkaustyössä ranteen asentoon tulee kiinnittää huomiota ja lisäksi välttää olkapäälinjaa yläpuolelle suuntautuvaa työskentelyä.

Sauvatärytyksessä käsiin välittyvän värinän määrä on suhteellisen vähäinen. Mittaustulosten perusteella työpäivän *kokonaisliipasinajan* tulisi olla vähintään 2 tuntia, jotta toiminta-arvo ylittyisi. Todellisuudessa sauvatärytystä tehdään kuitenkin betonivalun etenemisen mukaan noin 1-3 minuutin jaksoissa, eikä toiminta-arvon ylittymiseen tarvittava liipasin aika yleensä täyty tavanomaisen kerrostalon holvivalun aikana. Koska värinää syntyy lähinnä tärysauvan kärjessä, sauvatärytyksessä värinää haitallisempi rasite tulee tärysauvan painosta ja työasunnoista. Mittaushenkilöt kertoivat työn raskauden tulevan siitä, että tärysauvaa tulisi pitää koko tärytyksen ajan mahdollisimman pystysuorassa asennossa.

Mittausten perusteella havaittiin lisäksi, että työkoneiden merkki ja tyyppi vaikuttaa niille määriteltyjen värinäarvojen suuruuteen. Esimerkiksi mittaustilanteissa käytetylle Hiltin piikkausvasaralle määritetty värinäarvo on  $13,5 \text{ m/s}^2$ , poravasaraalle  $17,0 \text{ m/s}^2$  ja kombivasaraalle  $11 \text{ m/s}^2$ . Mittauksissa käytetyn Duss – poravasaran värinäarvo on  $7,3 \text{ m/s}^2$ . Kenttätutkimuksen perusteella työntekijät usein ottavat käyttöönsä ensimmäisen vapaan työhön soveltuvan työkoneen. Tämän vuoksi töissä saatetaan käyttää joko liian tehokkaita tai vastaavasti liian tehottomia koneita tehtäviin nähden, tai koneita, joita ei suoraan ole tarkoitettu kyseisiin tehtäviin. Esimerkiksi kombivasarat on tarkoitettu yleensä kevyempään piikkaus- ja poraustyöhön, mutta niitä saatetaan käyttää myös isommissa töissä. Tämä saattaa aiheuttaa tarpeettoman suurta värinäältistusta ja lisäksi nopeuttaa työkoneiden ikääntymistä.

Yksikään koehenkilöistä ei ollut havainnut värinästä johtuvia terveydellisiä haittoja. Aihe on kuitenkin niin tuntematon, että vaivoja ei välttämättä osata yhdistää käsitärinään. Myös työterveydenhuollossa tyyppillisten yläraajaongelmien yhdistäminen käsitärinäältistukseen on haastavaa.

## 4.2 Meluältistus

Meluältistuksen määrää mittaamalla saadaan selville runkovaiheessa olevilla työmailla tällä hetkellä syntyvät meluannokset. Saatuja tuloksia voidaan verrata kuulosuojainten käytön aktiivisuuteen ja muiden meluntorjuntatoimenpiteiden toimivuuteen, minkä jälkeen voidaan pohtia muita melua ennaltaehkäiseviä toimenpidevaihtoehtoja. Melumittauksissa on noudatettu Mehiläisen työterveyshoitajien määrittämiä ohjeita.

#### 4.2.1 Mittausmenetelmä

Melualtistuksen määrää tutkittiin meluannosmittarilla (Larson Davis Spark 706). Tutkimus perustuu melun äänenpainetason mittaamiseen ja lisäksi mittarissa on peak-ilmaisim, jolla mitataan impulssimelun huipputasoa (Melun mittaaminen 2015). Mittari sijoitettiin työpäivän ajaksi koehenkilön taskuun ja siihen kiinnitetyn kaapelin toisessa päässä oleva mikrofoni sijoitettiin mahdollisimman lähelle koehenkilön korvaa, kuten esimerkiksi työtakin kaulukseen. Ennen mittauksia mittari oli kalibroitu, ja virheiden välttämiseksi sen käynnisti ja sammutti aina mittaja, eikä koehenkilö. Mittaus oli käynnissä taukoamatta koko työpäivän ajan ja mittausjakson lopuksi mittaja otti tulokset ylös. Ennen seuraavaa mittausta tulokset nollattiin.

Mittarin näytöstä otettiin ylös seuraavat tulokset:

- LAFmx, maksimiäänitaso koko mittausjakson ajalta
- LAFmn, minimiäänitaso koko mittausjakson ajalta
- LAFeq, painotettu keskiäänitaso koko mittausjakson ajalta
- LCpk, impulssimelun huippuäänitaso.

Painotetun keskiäänitason arvo kertoo koko työpäivän melualtistuksen keskiarvon, ja impulssimelun huippuäänitaso kuulolle erityisen haitallisen, nopean iskumelun äänenpainetason maksimisuuruuden. Tuloksesi saatuja äänenpainetasoja (dB) verrataan valtioneuvoston asettamiin toiminta- ja raja-arvoihin (kts. kappale 2.2.2), jolloin saadaan selvyyttä melualtistuksen suuruudesta. Nämä raja-arvot ovat:

- Alempi toiminta-arvo 80 dB (impulssimelulla 135 dB)
- Ylempi toiminta-arvo 85 dB (impulssimelulla 137 dB)
- Raja-arvo 87 dB (impulssimelulla 140 dB).

Melualtistusmittaukset suoritettiin kahdella eri YIT:n kerrostalotyömaalla. Molemmissa kohteissa oli käynnissä runkotyövaihe. Mittauksiin valittiin viisi erilaista työtä tekevää ja erilaisissa olosuhteissa työskentelevää rakennustyöntekijää ja kaikkien melualtistusta mitattiin koko työpäivän ajan. Mittausta varten tehtiin mittauslomake, johon kirjattiin mittausjakson lopuksi meluannosmittarin antamat tulokset. Lisäksi ylös kirjattiin mittausaika, työtehtävät ja mittauspisteen sijainti.



#### 4.2.2 Tulosten epävarmuustekijät

Melumittauksiin liittyy joitakin epävarmuustekijöitä, jotka saattavat vaikuttaa tulosten tulkintaan:

- Melumittarin kalibroinnin onnistuminen ja toiminnan varmuus
- Melutaso voi vaihdella, kun työtehtävät vaihtelevat
- Jokainen työpäivä on erilainen
- Työntekijöiden melun häirttekijöille altistavat ominaisuudet ovat henkilökohtaisia.

Siten ei voida täysin yksiselitteisesti liittää koko työpäivän aikana saatuja tuloksia tiettyihin yksittäisiin työtehtäviin. Lisäksi saatuja tuloksia ei voida yksiselitteisesti yleistää kaikkien työntekijöiden kohdalle, sillä työntekijöiden meluherkkyys vaihtelee. Tuloksia voidaan kuitenkin käyttää yleispätevänä, suuntaa antavana pohjana.

#### 4.2.3 Mittaustulokset

Tässä kappaleessa kuvaillaan lyhyesti mittausjaksojen työtilanteet sekä esitetään mittauksissa tulokseksi saaduista melualtistuksen arvoista painotettu keskiäänitaso ja impulssimelun huippuäänitaso. Melumittaustulokset löytyvät kokonaisuudessaan liitteestä 3.

Ensimmäinen melumittaus toteutettiin ensimmäisen käsitärinämittauksen yhteydessä. Mittausjakson aikana hiottiin betoniseiniä ja – kattoja sekä piikattiin betonipintaa. Työskentely tapahtui asuinhuoneistoissa ja osittain porraskäytävissä. Koehenkilöllä oli koko työskentelyajan käytössä kuulosuojaimet (3M Peltor Radio). Melualtistuksen painotetuksi keskiäänitasoksi saatiin 95,7 dB ja impulssimelun huippuäänitasoksi 123,0 dB.

Toisessa melumittauksessa seurattiin työmaan pihaympäristössä työskentelevän torninosturin apulaisen, ns. koukkumiehen melualtistusta. Mittausjakson työtehtäviin kuului seinäelementtien siirtojen järjestelyä ja avustamista sekä muiden tavaroiden, kuten roskalavojen tai muottikaluston, siirtojen avustamista. Puheyhteys nosturinkuljettajaan hoidettiin radiopuhelimella, eikä koehenkilöllä ollut käytössä kuulosuojaimia.

Työmaa-alueella oli samanaikaisesti käynnissä paalutustyöt. Meluallistuksen painotetuksi keskiäänitasoksi saatiin 84,1 dB ja impulssimelun huippuäänitasoksi 123,0 dB.

Kolmas melumittaus toteutettiin toisen värinämittauksen yhteydessä. Mittausjakson työtehtäviin kuului asuinhuoneistoissa betonilattian ja -seinän piikkaamista sekä raudotteiden katkaisua kulmahiomakoneella, ja piha-alueella muottilevyjen sirkkelointiä. Piikkaus- ja kulmahiontatöiden ajan työmaaimuri oli käynnissä. Kaikkien työtilanteiden aikana koehenkilöllä oli käytössä kuulosuojaimet (3M Peltor). Meluallistuksen painotetuksi keskiäänitasoksi saatiin 93,8 dB ja impulssimelun huippuäänitasoksi 123,0 dB.

Neljäs melumittaus toteutettiin kolmannen värinämittauksen yhteydessä. Mittausjakson työtehtäviin kuului porraskäytävillä betoniseinän alareunan kulmahiontaa ja kittaamista, asuinhuoneistoissa betonikaton paikkausta, parvekeovien alareunan saumojen imuroimista ja kittaamista sekä betonilattian piikkaamista, ja vesikatolla parvekelaattojen ja ulkoseinien välien tiivistämistä. Koehenkilöllä oli kulmahiontatöiden aikana käytössä kuulosuojaimet (3M Peltor). Vesikatolla oli samaan aikaan käynnissä betonivalu ja bitumieristystyö. Meluallistuksen painotetuksi keskiäänitasoksi saatiin 81,2 dB ja impulssimelun huippuäänitasoksi 123,0 dB.

Viidennessä melumittauksessa seurattiin työmaan pihaympäristössä työskentelevän toisen koukkumiehen työskentelyä. Mittausjaksolla työtehtävät olivat samankaltaisia kuin toisessa melumittauksessa, ja pihassa oli jälleen samaan aikaan käynnissä paalutustyöt. Koska puheyhteys nosturinkuljettajaan hoidettiin radiopuhelimen välityksellä, koehenkilöllä ei ollut käytössä kuulosuojaimia kuin tarvittaessa. Meluallistuksen painotetuksi keskiäänitasoksi saatiin 84,7 dB ja impulssimelun huippuäänitasoksi 123,0 dB.

Kaikilta koehenkilöiltä kysyttiin lisäksi, ovatko he itse havainneet melusta aiheutuvia terveydellisiä häiriötekijöitä tai haittoja. Yksi viidestä vastasi, että välillä esiintyy tinnitusta. Muut eivät olleet huomioineet mitään oireita.

#### **4.2.4 Tulosten analysointi**

Melumittaustulosten perusteella voidaan todeta, että kaikilla mittaushenkilöillä meluallistus ylitti alimman toiminta-arvon (80 dB). Piikkaus- ja poraustyötä sekä betonipinnan

hiontaa tekevillä työntekijöillä meluallistutus ylitti reilusti lisäksi ylemmän toiminta-arvon (85 dB). Kaikkein hiljaisinta työtä tehneellä mittaushenkilöllä (mittaus 4) päivän keskimääräinen meluannos oli 81,2 dB. Kuulosuojainten käyttö on siis vähintään suositeltavaa kaikille mitatunlaisia töitä tekeville työntekijöille.

Kenttätutkimuksissa todettiin, että työntekijät käyttävät kuulosuojaimia kiitettävästi silloin, kun he tekevät itse melutyötä. Muiden melutyön huomioinnissa on kuitenkin puutteita. Kuulovaurion riski on olemassa, vaikka ei itse työskentele melun *välittömässä* läheisyydessä. Asiaa on käsitelty tarkemmin kappaleessa 6.3.3.

Piha-alueella työskentelevillä henkilöillä ei aina ole käytössä kuulosuojaimia. Alueella saattaa kuitenkin samanaikaisesti olla käynnissä jatkuvaa taustamelua aiheuttavia töitä, kuten maanrakennus- tai paalutustöitä. Vaikka melu ei välttämättä tunnu työntekijöistä häiritsevältä sillä hetkellä, pitemmän päälle jatkuvassa taustamelussa oleskelu saattaa lisätä kuulo-ongelmien riskiä.

Vain yksi koehenkilö totesi kokevansa välillä tinnitusta. Kuulovauriot saattavat kuitenkin muodostua kaikessa hiljaisuudessa pitkän ajanjakson aikana, eikä niitä välttämättä itse heti tiedosta. Osa työntekijöistä kuitenkin toteaa kuulon heikentyneen vuosien varrella. Vaikka kuulosuojaus työmailla onkin nykyään kiitettävää, meluntorjunnassa on edelleen parannettavaa.

## 5 TÄRINÄALTISTUMISEN ENNALTAEHKÄISY

Tätä opinnäytetyötä varten tehdyn tutkimuksen pohjalta voidaan todeta, että tärinäaltistus on työmailla sekä työntekijöiden, että toimihenkilöiden keskuudessa vielä suhteellisen outo asia. Tärinä tiedostetaan lähinnä epämieluisana lisänä, jota syntyy tiettyjä työtehtäviä tehdessä, ja joka saattaa olla terveydelle haitallista. Epätietoisuudella on todennäköisesti vaikutusta tällä hetkellä käytössä oleviin tärinäaltistuksen torjuntamenetelmiin. Tärinäaltistuksen tehokkain ennaltaehkäisymenetelmä onkin tiedon lisääminen ja perehdytys sekä työntekijöiden, että toimihenkilöiden keskuudessa.

### 5.1 Kalusto

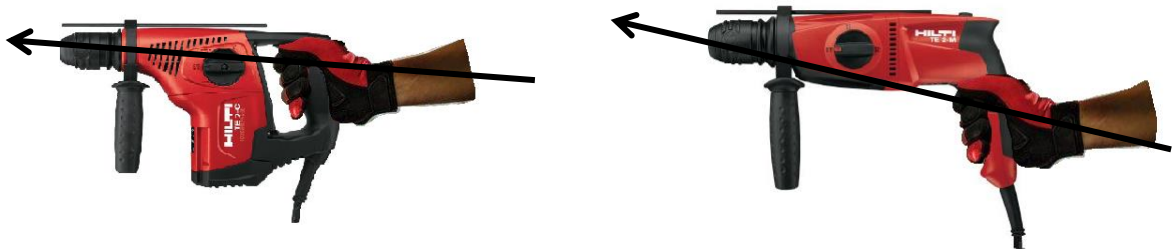
Työkoneiden ominaisuuksilla on suuri vaikutus tärinäaltistuksen suuruuteen. Kalustovalinnat ovat siksi olennainen osa tärinänestoa ja niihin tulisikin kiinnittää huomiota sekä jo työkoneita työmaille hankittaessa että erilaisiin työtehtäviin koneita valittaessa. Tehokkaalla työkoneella työnteko on nopeampaa, mutta koneen aiheuttama tärinä on usein myös suurempi. Liian pienitehoisella työkoneella taas työnteko kestää kauemmin, ja tärinäaltistus voi olla siten jopa suurempaa. Olennaista on siis miettiä työtehtävien sisältöä ja pohtia, millainen työkone ko. työtehtäviin soveltuu parhaiten.

Työmailla käytössä oleviin, vanhempiin työkoneisiin on harvoin merkitty niiden tärinäarvot tai varoitus tärinästä, tai olemassa olevat merkinnät saattavat olla pois kuluneita. Mikäli merkintä olisi selkeästi näkyvässä, kyseisen koneen aiheuttamaa tärinäaltistuksen suuruutta voisi etukäteen arvioida. Merkitseminen on hyvä ottaa huomioon työmailla tai mahdollisesti jo YIT Kalustolla.

Työmailla on useimmiten käytössä ns. vanhan malliston kalustoa, mutta enenevässä määrin myös uudempi mallisto alkaa löytää tietään yhä useammalle työmaalle. Työkoneiden aiheuttamaan tärinäaltistukseen kiinnitetään jatkuvasti enemmän huomiota, ja uudemmissa työkoneissa altistuksen riskiä onkin pystytty pienentämään monin erilaisin keinoin. Jokaisella laitevalmistajalla on hieman erilaiset menetelmät, mutta pääpiirteittäin keinot ovat samanlaisia. Seuraavissa kappaleissa näitä keinoja on tarkasteltu laitevalmistaja Hiltin näkökulmasta.

### 5.1.1 Ergonomia ja muotoilu

Työkoneiden muotoilulla ja muilla ominaisuuksilla on vaikutusta työn ergonomisuuteen. Yksi merkittävimmistä asioista on työkoneen kahvan muotoilu ja sijoitus. Työntekijän työhön keskittämä voima suuntautuu eri tavalla riippuen koneen kahvan mallista (kuva 15). Akselin suunnan lisäksi voimaa on suunnattava työkoneen painon kannateluun sekä kierto- ja värinäliikkeen vastustamiseen (Launis & Lehtelä 2011). Useissa töissä mahdollisimman vaakalinjainen voiman suuntaus on paras vaihtoehto. Opinnäytetyön altistusmittausosiossa tiiviisti mukana olleiden Mehiläinen Oy:n työterveyshoitajien mukaan ranteen voimakkaat koukistus- tai ojennusasennot yhdistettynä puristusotteeseen voivat lisätä värinän aiheuttamia haittoja (kuva 16). Työkoneen kahvan muotoilulla on vaikutusta tähän, ja käytetyissä työkoneissa tarvittavan käden puristusvoiman tulisi olla mahdollisimman vähäinen ja ranteen asento mahdollisimman suora (Launis & Lehtelä 2011).



KUVA 15. Kahvan sijainnin vaikutus voiman suuntaan (Launis & Lehtelä 2011, muokattu)



KUVA 16. Ranteen koukistusasento (Hilti e., muokattu)

Tärinää vaimentavat käsikahvat saattavat vähentää tärinää, mutta väärin valitut mallit ja materiaalit saattavat päinvastoin pahentaa tärinän vaikutusta. Kumin tai muun kimmoisan materiaalin kiertäminen kahvan ympärille saattaa parantaa käyttömukavuutta, mutta ei merkittävästi vähennä tärinän määrää altistukseen vaikuttavilla tärinätaajuuksilla.

Väärin valittu materiaali saattaa jopa voimistaa tärinän vaikutusta. Siksi onkin mieluiten aina käytettävä valmistajan hyväksymiä kahvoja. (Ohjeellinen opas 2009.)

Työkoneen paino vaikuttaa työn fyysiseen raskauteen ja sitä kautta myös tärinäaltistuksen riskin suuruuteen. Yleisesti ottaen työkoneiden tärinäarvon suuruus korreloi suoraan koneiden painon kanssa. Tämän vuoksi on tärkeää valita oikeankokoisia ja – tehoisia työkoneita tehtäviin nähden. Työkoneiden paino vaikuttaa lisäksi työasentoon, sillä useimmiten koneen painon joutuu kannattelemaan käsillä ja tämä johtaa helposti käsien ja selän haitallisiin asentoihin.

### **5.1.2 Tärinäesto**

Suuressa osassa uudemmista työkoneista on vakiovarusteluna sisäänrakennettu aktiivinen tärinäestotoiminto, jolla pystytään parhaimmillaan moninkertaisesti pienentämään työntekijän käsiin välittyvän tärinän määrää. Usein myös työkoneen kokonaistärinäarvo on muita vastaavia koneita pienempi. Koneen sisälle on lisätty jokin toiminto, kuten jousitus, joka vaimentaa tehokkaasti käsiin kohdistuvaa tärinää siirtämällä tärinävoiman pois käsiin. Tärinäestotoiminnolliset työkoneet tunnistaa usein jo laitetyypin tunnuksesta, kuten *AVR* (Active Vibration Reduction, Hilti), *AVT* (Anti Vibration Technology, Makita), *Vibration Control* (Bosch) tai *RVA* (Recoil Vibration Absorber, Duss).

## **5.2 Nykytoimenpiteet ja menetelmät**

Käsitärinän haitallisuus on työmailla toistaiseksi vielä suhteellisen tuntematon asia, joten sen nykyiset ennaltaehkäisykeinot ovat vähäisiä. Lisäksi aikataulut ja kustannukset asettavat omat haasteensa tärinäeston suunnitteluun. Nykytoimenpiteiden tutkimisessa on osittain käytetty apuna YIT:n työntekijöiden ja työnjohdon haastattelua.

### **5.2.1 Työnjohdolliset toimenpiteet**

Työmailla kalustovalinnat tehdään useimmiten sen perusteella, mikä aikaisemmalla kokemuksella on havaittu hyväksi. Tällä tavoin uudemmat, tärinän kannalta paremmat

työkoneet eivät päädy työmaille niin helposti. Palaute koneiden sopivuudesta tulee useimmiten työntekijöiltä, mutta nämä eivät välttämättä osaa arvioida koneita tärinän kannalta.

Työntekijöiden työtehtävät jaetaan yleensä osaamisen ja kokemuksen perusteella. Tämän vuoksi eri tekijöiden vaihtelu on vähäistä, ja usein sama henkilö tekee samantyylliset työt sitä mukaa kun niitä ilmaantuu. Sama henkilö saattaa siten altistua tärinälle muita enemmän useita viikkoja tai jopa kuukausia peräkkäin. Työtehtävien vuorottelu eri tekijöiden kesken on kuitenkin etenkin aikataulun pitämisen kannalta haastavaa.

### **5.2.2 Henkilökohtaiset suojaimet**

Henkilökohtaisten suojainten käyttö tärinäaltistuksen ehkäisyssä on tällä hetkellä vähäistä. Viiltosuojakäsineiden käyttöä työmaalla vaaditaan automaattisesti, mutta niiden käytöllä ei ole vaikutusta tärinänestoon. Kylmemmissä työskentelyolosuhteissa työntekijöiden käytössä saattavat olla paksummat suojakäsineet, jotka suojaavat kylmyyden haitalliselta vaikutukselta. Mehiläinen Oy:n työterveyshoitajien mukaan paksujen käsineiden käyttö saattaa kuitenkin jopa lisätä tärinän haitallisuutta. Lisäksi paksuilla käsineillä hienomotoriset liikkeet ja puristusotteet muuttuvat haastaviksi, ja siten työn sujuvuus huononee ja työturvallisuusriski kasvaa.

## **5.3 Ennaltaehkäiseviä vaihtoehtoja**

Työmaille vain vähän tunnetun tärinäaltistuksen ensimmäinen ja tehokkain ennaltaehkäisykeino on tietoisuuden lisääminen, sillä tietämättömyys lisää riskejä. Tärinäaltistuksen ehkäisyssä työnjohdollisilla toimenpiteillä ja työntekijän omilla valinnoilla on henkilökohtaista suojautumista suurempi merkitys.

### **5.3.1 Työnjohdolliset toimenpiteet**

Opinnäytetyöhön liittyvien kenttätutkimusten perusteella voidaan todeta, että käsitärinä on sekä työntekijöille että työnjohdolle uusi asia. Työntekijöille tulee tärinää sisältävien

töiden perehdytyksen yhteydessä selvittää, miten ehkäistä tärinän haittavaikutuksia työnteon aikana. Työntekijän omia vaikutusmahdollisuuksia käsitellään kappaleessa 5.3.3. Lisäksi käsitärinää on syytä käsitellä aina muiden työturvallisuusasioiden yhteydessä.

Kalustovalintoihin panostamalla tärinäaltistuksen suuruuteen voidaan vaikuttaa. Uusien työkonoiden ominaistärinäarvot ovat vain jonkin verran edeltäjiään pienemmät, mutta suosimalla työkonaita, joissa on aktiivinen tärinäestotoiminto, varsinaisen käsiin siirtyvän tärinän määrää voidaan vähentää. Kalustovalinnan lisäksi myös käytössä olevien työkonoiden huoltoon ja uusimiseen tulee panostaa. Paljon käytetyissä ja useita vuosia vanhoissa koneissa sille määritetyt ominaisuudet, kuten tärinäarvo, saattavat muuttua. Koneiden käyttö töihin, joihin niitä ei ole suoraan suunniteltu, saattaa nopeuttaa niiden vanhenemista tai lisätä tärinän vaikutusta. Opinnäytetyöhön liittyvien kenttätyöiden perusteella havaitaan, että työkonaita saatetaan joskus käyttää tällaisiin töihin. Asiaan liittyvää perehdytystä ja valvontaa olisikin hyvä tehostaa.

YIT:n työmailla on jo usein käytössä pitkävartinen betonihiomakone (kts. kpl 4.1.2, kuva 11), mutta sitä käytetään usein lähinnä kattojen hiontatyöhön. Pitkävartisilla hiomakoneilla (kuva 17) voidaan kuitenkin hioa myös esimerkiksi seinät. Pitkä varsi lisää käden ja hiontapään välistä etäisyyttä, ja pienentää näin käsiin välittyvän tärinän vaikutusta. Pitkä varsi parantaa myös työergonomiaa. Pitkävartisia hiomakoneita valmistaa muun muassa Flex.



KUVA 17. Pitkävartinen hiomakone (Flex)

Työn suunnittelu on oleellinen osa tärinätorjuntaa. Etenkin työtehtävien jakamiseen, sekä aikataulutukseen ja työn tauotukseen tulisi kiinnittää huomiota. Työn suunnitteluun ja työtehtävien aiheuttaman käsitärinäaltistuksen suuruuden arviointiin on apuna liitteen 4 taulukko 1. Taulukkoon on havainnollistettu eri runkovaiheen työtehtäviin käytettyjen



työkoneiden tärinäarvoja sekä niiden vaikutusta tärinän toiminta- ja raja-arvojen ylittymiseen. Tärinäarvojen perusteella on laskettu työskentelyajat, joiden jälkeen suositusrajat ylittyvät. On kuitenkin huomioitava, että työskentelyajat kuvaavat sitä aikaa, jolloin työtä todellisuudessa tehdään niin, että työkone on käynnissä. Ajoissa ei siten ole huomioitu esimerkiksi taukojen ja työpisteen valmistelun aikaa lisäävää vaikutusta. Internetistä löytyy lisäksi erilaisia tärinälaskureita, joiden avulla eri työkoneiden tärinäarvojen kautta voi arvioida toiminta- ja raja-arvot alittavaa työaikaa.

Suurimman tärinäriskin aiheuttava runkovaiheen työ on piikkaustyö. Piikkaustyötä tehdään useimmiten silloin, kun joudutaan purkamaan jotain tai korjaamaan syntyneitä virheitä. Työn hyvällä etukäteissuunnittelulla ja suunnitelmien tutkimisella voidaan vähentää piikkaustyön tarvetta. Lisäksi työn ja sen valvonnan tarkkuutta olisi hyvä tehostaa virheiden välttämiseksi.

Mikäli työntekijän tärinäaltistus ylittää toiminta-arvon ( $2,5 \text{ m/s}^2$ ), on työnantajan lain mukaan riskiarvioinnin perusteella laadittava ja toimeenpantava *tärinäntorjuntaohjelma*. Tärinäntorjuntaohjelmassa kiinnitetään huomiota vaihtoehtoisin työmenetelmiin, työvälineiden valintaan, työntekijöiden opastamiseen sekä työn suunnitteluun niin, että tärinäaltistuksen määrää tai kestoa voidaan rajoittaa. (Valtioneuvoston asetus 48/2005.)

### 5.3.2 Henkilökohtaiset suojaimet

Saatavilla on erilaisia tärinänestoon suunniteltuja suojakäsineitä. Ne saattavat olla kuitenkin rakennustyömaalla tarkkaa työskentelyä ja hyvää puristusotetta vaativissa töissä epäkäytännölliset. Euroopan komission tärinätyöoppaan (Ohjeellinen opas 2009) mukaan tärinää vaimentavat käsineet eivät vaimenna riskiä merkittävästi koneissa, joiden kierrosluku on alle 9000 kierrosta minuutissa ( $<150 \text{ Hz}$ ). Esimerkiksi Hiltin TE 30 AVR –kombivasarassa kierrosluku on parhaimmillaan 750/minuutti (lähde: käyttöohje). Tärinänestokäsineiden käytön vaikutus suurimmassa osassa tavanomaisista runkovaiheen töistä on siten lähes olematon. Sen sijaan esimerkiksi kulmahiomakoneiden käytössä niistä saattaa olla oikein käytettyinä ja valittuina hyötyä, sillä esimerkiksi Hiltin DAG 125-S –kulmahiomakoneessa kierrosluku on parhaimmillaan 11 000 kierrosta minuutissa (lähde: käyttöohje).

Kylmissä olosuhteissa työskentely lisää tärinän haitallista vaikutusta. Siksi kädet on pidettävä lämpiminä joko olosuhteisiin vaikuttamalla tai suojavarusteita käyttämällä. Käsiä kylmentäviä koneita, kuten teräsrunkoisia koneita ja paineilmatyökaluja, jotka puhaltavat poistoilman käyttäjän käsille, tulisi välttää. Myös sisätyölämpötilan tulisi olla mahdollisuuksien mukaan riittävä siten, että erityisvaatetusta ei tarvita. Ideaalilämpötila sisätiloissa on vähintään +16 astetta. (Ohjeellinen opas 2009.)

### **5.3.3 Työntekijän oma ennaltaehkäisy**

Ensisijaisesti työntekijän tietoisuutta tärinän aiheuttamista riskeistä sekä ennaltaehkäisytoimenpiteistä on lisättävä. Se auttaa rutiinien kehittämisessä ja asenteiden muuttamisessa. Työntekijän on hyvä itse kiinnittää huomiota työasentoihinsa ja käyttää tarvittaessa apuvälineitä, kuten työpukkeja. Etenkin ranteen mahdollisimman suoraan asentoon sekä liiallisen puristusvoiman käyttämiseen tulee kiinnittää huomiota. Lisäksi fyysistä voimaa vaativien ja tärinälle altistavien töiden aikana on hyvä pitää pieniä taukoja ja tarpeen mukaan esimerkiksi venytellä.

Työntekijöiden tulisi lisäksi olla perehdytettyjä siihen, mitä työkoneita eri töihin voi käyttää. Sekaannusta aiheuttavat helposti muun muassa piikkaus-, pora- ja kombi-vasarat. Käytettävän työkoneen koon, tehon ja ominaisuuksien tulee olla oikeanlaiset suhteessa tehtävään työhön.

## **5.4 Suositukset**

Kalustovalinnoilla on suuri merkitys käsitärinäaltistuksen ehkäisyssä. Uudemmissa työkoneissa on usein sisäänrakennettu tärinänestotoiminto, joka vaimentaa tehokkaasti käsiin välittyvän tärinän määrää. Käden ja työkoneen tärinälähteen väliseen etäisyyteen voi vaikuttaa suosimalla mahdollisuuksien mukaan pitkävirtaisia työkoneita. Työmailla on usein käytössä myös reilusti vanhempia työkoneita, joiden huolto- ja uusimistarpeeseen tulee kiinnittää huomiota. Lisäksi eri työtehtäviin käytettävien työkoneiden valintaan tulee kiinnittää huomiota. Käytetyn koneen tulisi olla teholtaan ja ominaisuuksiltaan sopiva työtehtävään nähden.

Työt on hyvä suunnitella mahdollisuuksien mukaan siten, että sama työntekijä ei altistu toimintarajan ylittävälle käsitärinälle huomattavan pitkää ajanjaksoa kerrallaan. Lisäksi paljon käsitärinää aiheuttavien töiden aikana tulee pitää riittävä määrä taukoja. Suurin tärinäaltistuksen aiheuttama riski on piikkaus- ja hiontatöissä.

Työasentoihin, – liikkeisiin ja – olosuhteisiin on kiinnitettävä huomiota. Tärinän haitallisuuden riskiä lisäävät ranteen koukistuneet asennot, runsas puristusvoiman käyttö sekä kylmissä olosuhteissa työskenteleminen. Lisäksi sekä työnjohdon että työntekijöiden tietoisuutta tärinän vaikutuksista ja niiden ehkäisemisestä tulee lisätä.

## **6 MELUALTISTUMISEN ENNALTAEHKÄISY**

Melualtistuksen ennaltaehkäisyn kehittäminen on haastava asia, sillä meluntorjunta on jo pitkään ollut työmailla osa arkipäivää, ja ennestään tuttuihin keinoihin on totuttu. Vaikka melusta aiheutuvien ammattitautien määrää onkin saatu huomattavasti vähennettyä (kts. kappale 2.2.3, kuvio 1), löytyy työmailta edelleen puutteita, joita korjaamalla työmaista saataisiin entistä turvallisempi ja terveellisempi ympäristö.

### **6.1 Kalusto**

Työkoneiden ominaisuuksilla ei tällä hetkellä ole suurta vaikutusta työskentelyn aiheuttaman melun määrään. Esimerkiksi piikkausvasaroiden ja kulmahiomakoneiden tuottamia äänenpainetasoja on uudemmissa malleissa saatu jonkin verran alaspäin, mutta tämä laskee kokonaismelumäärää vain muutamilla yksiköillä. Tyypillisten runkovaiheen työkoneiden tuottama meluarvo on edelleen reilusti yli ylemmän toiminta-arvon (85 dB). Melun lopulliseen määrään vaikuttaa lisäksi työtehtävä ja – ympäristö. Rakennustyömaalla suurin osa töistä aiheuttaa aina melua, joten meluntorjunnassa muut keinot ovat kalustovalintoja tehokkaampia. Tarpeettoman suurta melua voi kuitenkin välttää valitsemalla työtehtäviin tehoiltaan ja ominaisuuksiltaan sopivat työkoneet.

### **6.2 Nykytoimenpiteet ja menetelmät**

Tällä hetkellä rakennustyömailla ehkäistään meluhaittoja lähinnä työntekijöiden kuulosuojauksen avulla. Käytössä olevat menetelmät ovat toimivia, mutta vaativat tehostusta ja rohkaisua asenteiden muuttamiseen.

#### **6.2.1 Työnjohdolliset toimenpiteet**

Kuulosuojainten käyttö meluavissa työtehtävissä on ollut YIT:n työmailla suositeltua jo useita vuosia. Työntekijät ohjeistetaan jo työsuhteen alussa työmaan perehdytyksen yhteydessä käyttämään kuulosuojaimia ja käyttöä valvotaan perehdytyksen jälkeenkin.

Selkeästi meluavissa töissä työntekijöitä kehoitetaan kuulosuojainten käyttämiseen niiden puuttuessa, mutta vähemmän meluavissa töissä kehoitus jää usein puutteelliseksi, ja suojainten käyttö työntekijöiden oman harkinnan varaan.

Työntekijöitä tiedotetaan melusuojauksesta työturvallisuusasioiden yhteydessä, ja tämän lisäksi työmailta löytyy julisteita ja esitteitä vaadittavista henkilökohtaisista suojavaarusteista, joihin kuulosuojaimetkin kuuluvat. Kuulon suojaus jää kuitenkin viime kädessä työntekijöiden omalle vastuulle ja täten helposti puutteelliseksi.

Vierailijoiden huomioon ottaminen työmaalla on melusuojauksen osalta usein puutteellista. Vierailijat saavat käytettäväkseen usein vain välttämättömimmät suojavälineet eli kypärän, turvakengät, suojalasit ja huomioliivin. Syksystä 2015 lähtien on vaadittu lisäksi suojakäsineiden käyttöä. Kuulosuojainten, yleensä korvatulppien, käyttö jää kuitenkin usein vierailijoiden oman huomioinnin varaan. Työmaalla kulkiessa saatetaan ohittaa hyvinkin meluisia työtehtäviä tekeviä henkilöitä tai jopa oleskella pidemmän aikaa jatkuvaa taustamelua sisältävässä tilassa, jolloin melun haittavaikutusten riski on olemassa.

### **6.2.2 Henkilökohtaiset suojaimet**

Melurasituksen pienentämisessä tärkein ja paras keino on kuulon suojaaminen. Kenttä-tarkastelun perusteella havaitaan, että yleisesti ottaen työmailla käytetään kuulosuojaimia kiitettävästi, kun kyseessä on työntekijöiden oma, meluava työ. Kun taas työskennellään tai liikutaan toisen työntekijän meluavan työn läheisyydessä, kuulon suojauksessa on enemmän puutteita. Suojainten tarpeettomuutta perustellaan usein esimerkiksi sillä, että niitä käyttäessä ei voi kommunikoida, tai sillä, että tehtävä työ tai melulähteen ohitus on kestoltaan niin lyhyt, ettei suojausta tarvitse. Tämä ei kuitenkaan poista kuulovaurion syntymisen riskiä.

Työmailla on useimmiten käytössä suoraan suojakypärään kiinnitettävät kupumalliset kuulosuojaimet (kuva 18). Niiden merkittävin etu on helppokäyttöisyys, sillä ne ovat jatkuvasti mukana ja siten helppo ottaa käyttöön aina tarvittaessa. Kupumallisia kuulosuojaimia on jonkin verran käytössä lisäksi perinteisinä, sangallisina malleina. Käytetyimmät merkit ovat Peltor ja Zekler.



KUVA 18. Kypärään kiinnitettävät Peltor-kuulosuojaimet (Temrex)

Työmailla käytetään jonkin verran lisäksi perinteisiä, vaahtomuovisia korvatulppia. Korvakäytävän suulle asetettavien tulppien melun vaimennusteho ei juuri eroa kupumallisista suojaimista, mutta suojainten käytössä on huomattavia eroja. Korvatulpat on useimmiten suunniteltu kertakäyttöisiksi, joten tehokkaan vaimennuksen varmistamiseksi niitä täytyisi vaihtaa riittävän usein, mieluiten joka käyttökerran jälkeen. Lisäksi pienikokoiset tulpat täytyy erikseen muistaa varata mukaan. Korvatulpat saatetaan lisäksi kokea epämiellyttäväksi. Korvatulppia saattaa jonkun verran olla käytössä myös sangallisia versioina.

### 6.3 Ennaltaehkäiseviä vaihtoehtoja

Tämänhetkiset meluhaittojen torjuntakeinot ovat kokonaisuudessaan toimivia, mutta ne vaativat päivitystä ja tehostusta. Ylivoimaisesti tehokkain keino on tietoisuuden lisääminen ja asenteiden muuttaminen. Työmailla liikkuu lisäksi yhä enemmän aliurakoitsijoita ja vierailijoita, joten tarvitaan yksinkertaisia, mutta tehokkaita keinoja, joilla kaikille osapuolille varmistetaan viihtyisä ja turvallinen ympäristö.

Valtioneuvoksen asetuksen (85/2006) mukaan meluntorjuntakeinoista ensisijaisina ovat melun syntymisen ja sen etenemisen estäminen, ja vasta toissijaisina ratkaisuuina henkilökohtainen suojaus ja melussa oloajan rajoittaminen. Tämä on kuitenkin rakennustyömaalla etenkin runkovaiheessa hyvin haastavaa, sillä työmaaympäristö muuttuu jatkuvasti työvaiheiden edetessä.

### 6.3.1 Työnjohdolliset toimenpiteet

Tärkein ja oleellisin asia melualtistuksen vähentämisessä on tiedon lisääminen ja asian konkretisointi. Työsuhteen alussa pidettävässä perehdytystilanteessa usein vain huomautetaan, että kuulosuojaimia on käytettävä tarvittaessa. Työntekijöille saattaa kuitenkin jäädä helposti mielikuva siitä, että tilanteet joissa kuulosuojausta tarvitaan, ovat vain kaikkein meluisimmat työt. Lopputuloksena saattaa olla kuulosuojauksen tarpeen vähättelyä. Opinnäytetyöhön liittyvän kenttätutkimuksen perusteella voidaan havaita, että työmailla saatetaan tehdä esimerkiksi lattianhionta- ja kulmahiontatyötä, moottorisahausta tai betonimassan sekoitusta betonimyllyllä täysin ilman kuulosuojausta. Liitteen 5 taulukosta 1 nähdään, että kaikki mainitut työt ylittävät ylemmän toimintiarvon 85 dB, jolloin kuulosuojausta tulisi käyttää. Kuulosuojauksen tarvetta tulisi konkretisoida enemmän sekä työsuhteen aloitusperehdytyksessä että yksittäisen työtehtävän perehdytyksessä tai ohjeistuksessa.

Kuulosuojainten käyttöä valvotaan työmailla, mutta valvontaa tulisi tehostaa entisestään. Tehokkaan valvonnan takaamiseksi tulee varmistaa, että myös työnjohdolla on riittävän laaja tietämys eri töiden aiheuttamista melumääristä sekä melurajoista. Tähän apuna toimii liite 5. Lisäksi työnjohdon oma esimerkki on tärkeä ja oleellinen osa onnistunutta kokonaisuutta.

Työmailla käy nykyään enenevässä määrin erilaisia vierailijoita, kuten asiakkaita, yhteistyökumppaneita tai opiskelijoita. Tällä hetkellä vierailijoiden suojarusteista huolehditaan muuten, mutta kuulosuojaus jää usein puutteelliseksi (kts. kappale 6.2.1). Myös vierailijoille tulisi antaa käyttöön kuulosuojaimet, kuten perinteiset korvatulpat. On kuitenkin otettava myös huomioon, että työmaaympäristö saattaa olla osalle vieraista uusi ympäristö, ja kommunikoinnin vaikeutuminen voi pahimmillaan lisätä turvallisuusriskejä.

Kuulosuojainten vaimennustehoon vaikuttaa myös suojainten kunto. Esimerkiksi kupusuojainten sangan alentunut puristusvoima sekä kovettuneet ja rikkiäiset suojaosan tiivisterenkaat heikentävät vaimennustehoa (Henkilösuojaimet työssä 2007, 26). Suojaimia on tärkeää uusia ja huoltaa riittävän usein. Tieto uusimistarpeesta tulee useimmiten työntekijöiltä, joten heitä on rohkaistava ilmoittamaan asiasta ajoissa.

Joissain tapauksissa voidaan miettiä väliaikaista meluosastointia tai melutyön eristämistä. Tämä on kuitenkin runkovaiheessa hyvin haastavaa ja usein käytännössä mahdotonta, sillä työpisteet ja rakennettavat kohteet muuttuvat jatkuvasti rakentamisen edetessä. Pitkäkestoisissa melutöissä vaihtoehto on kuitenkin otettava mahdollisuuksien mukaan huomioon. Rakennuksen sisätyövaiheessa YIT esimerkiksi käyttää joillain työmailla keskuspölynimureita ja tasoitekompressoreiden kotelointia melun torjumiseksi.

Mikäli melualtistus työmaalla ylittää ylemmän toiminta-arvon (85 dB), on työnantajan lain mukaan laadittava ja toimeenpantava riskiarviointiin perustuva *meluntorjuntaohjelma* (Valtioneuvoston asetus 85/2006). Meluntorjuntaohjelmaa varten on selvítettävä altistusrajan ylittämisen syyt, etsittävä keinot altistusarvon alentamiseksi, esitettävä torjuntatoimien järjestys ja aikataulu sekä päätettävä ohjelman toteuttamisvastuut, seuranta ja uusiminen. (Meluntorjuntaohjelma 2010).

### 6.3.2 Henkilökohtaiset suojaimet

Kuulosuojaimia kehitetään jatkuvasti ja tarjolla on nykyään monia erilaisia suojainvaihtoehtoja. Rakennustyömaalla peruskäytössä käytännöllisimmät mallit ovat edelleen kypäräkiinnitteiset kupusuojaimet. Liitteen 5 taulukosta 1 nähdään, että nykykäytössä olevat kupusuojaimet vaimentavat riittävän tehokkaasti eri työtehtävistä aiheutuvaa meluannosta. Erityisen meluisissa työtehtävissä sekä töissä, joihin sisältyy paljon isku-melua, on suositeltavaa käyttää vielä tehokkaammin vaimentavia suojaimia.

Yksi yleisemmistä kuulosuojainten käyttämättömyyden syistä on se, että kommunikointi muiden kanssa on vaikeaa. On olemassa niin sanottuja *kuulevia kuulosuojaimia*, jotka vahvistavat ympäristön heikot äänet, kuten puheen, mutta vaimentavat haitalliset äänet ja impulssimelun niin, että korviin pääsevä melutaso ei nouse yli 82 dB:n (Elektroniset kuulosuojaimet, 2016). Kuulevat kuulosuojaimet ovat tavallisia kupusuojaimia kalliimpia, mutta todennäköisesti edistävät suojainten käyttöastetta ja yleistä työturvallisuutta mahdollistamalla kommunikoinnin muiden työntekijöiden kanssa. Elektronisia kuulosuojaimia valmistaa esimerkiksi Peltor, Zekler ja Bilsom.

Opinnäytetyötä varten tehtyjen melumittausten perusteella työmaan pihaympäristössä työskentelevät torninosturikuljettajan avustajat käyttävät harvoin kuulosuojausta, sillä



he joutuvat olemaan jatkuvassa radiopuhelinyhteydessä torninosturikuljettajan kanssa. Pihaympäristössä saattaa kuitenkin samanaikaisesti olla käynnissä erilaisia maanrakennustöitä, kuten maankaivua, tärytystä tai paalutusta, jolloin työntekijä altistuu jatkuvalla taustamelulle. Langaton radiopuhelinyhteys on mahdollista saada myös suoraan erityisiin kupusuojaimiin, jolloin niiden toiminta vastaisi kuulevia kuulosuojaimia (kuva 19). Tällaiset *kommunikointisuojaimet* toimivat lisäksi handsfree-toiminnolla, jolloin kädet jäävät kokonaan vapaiksi. Kommunikointisuojaimia valmistaa esimerkiksi Peltor ja Zekler, sekä yksilöityinä korvakäytävän suulle asetettavina versioina esimerkiksi Elacin.



KUVA 19. Langattomat kommunikointisuojaimet (3M)

Liian tehokkaasti vaimentavat kuulosuojaimet huonontavat kommunikointikykyä ja alentavat siten suojainten käytön mielekkyyttä. Kun kuulosuojaimet vaimentavat tehokkaasti kuulolle haitallisen melun, mutta mahdollistavat kommunikoinnin ja ympäristön hiljaisempien äänien, kuten lähestyvän auton tai varoitussäänten kuulemisen, paranee asenne suojainten käyttämisestä kohtaan. Lisäksi tällä on vaikutusta työturvallisuuteen.

### 6.3.3 Työntekijän oma ennaltaehkäisy

Tehokas kuulonsuojaus on riippuvaista työntekijän omasta toiminnasta joten on oleellista, että työntekijöillä on riittävä tietoisuus meluun liittyvistä riskeistä. Usein työntekijät ajattelevat, että lyhytkestoisissa tehtävissä kuulosuojausta ei tarvita, tai että lyhytkestoisilla tauoilla suojauksessa ei ole merkitystä. Kuulosuojaimia on käytettävä koko melussa olon ajan, sillä kokonaissuojaus heikkenee kahdeksan tunnin työpäivän aikana merkittävästi jo lyhyenkin käyttämättömyyden aikana (Henkilösuojaimet työssä 2007, 26). Suojaustehon kannalta on siis oleellista, pidetäänkö kuulosuojaimia melutyön aikana koko ajan, osan ajasta vai ei ollenkaan.

Opinnäytetyöhön liittyvän kenttätutkimuksen perusteella voidaan todeta, että työntekijät käyttävät kuulosuojaimia kiitettävästi selvästi meluisissa töissä silloin, kun kyseessä on heidän oma työskentelynsä. Sen sijaan toisten työntekijöiden melutyön huomioon on puutteita. Jos esimerkiksi työntekijän yläpuolella yhtä tai kahta kerrosta ylempänä tehdään piikkaus- tai poraustyötä, työntekijällä ei usein ole käytössään kuulosuojaimia. Yläpuolisen työn melu- ja värinäaallot kulkeutuvat kuitenkin rakennuksen betonirunkoa pitkin runkoäänenä vaimentuen matkalla vain hieman, jolloin työntekijä joutuu altistumaan melurasitukselle. Vaikka ääni ei sillä hetkellä tuntuisi työntekijästä riittävän häiritsevältä kuulosuojainten käyttöönottoa varten, pitempiaikainen altistus saattaa johtaa meluhaittoihin. Myös meluisten töiden ohituksiin esimerkiksi käytävillä tulisi kiinnittää huomiota.

Nopean iskumelun huomiointi on myös usein puutteellista. Lyhyen keston vuoksi se saatetaan kokea vähemmän haitalliseksi, mutta todellisuudessa iskumelu on tasaista taustamelua haitallisempaa, ja sitä esiintyy rakennustyömailla etenkin runkovaiheessa paljon. Tyypillisiä iskumelun lähteitä ovat muun muassa vasarointi ja erilaiset naulaimet. Liitteen 5 taulukossa 2 on esitetty esimerkkejä runkovaiheen tyypillisten iskumelua sisältävien töiden maksimimeluarvoista.

Melun häiritsevyyden kokemisen raja on henkilökohtainen ominaisuus, ja jotkut ihmiset saattavat kokea jo esimerkiksi kovaäänisen keskustelun melurasitteena. Lain mukaan työntekijän saatavilla on oltava kuulosuojaimet, kun meluarvo ylittää alemman toiminta-ajan 80 dB (Valtionneuvoston asetus 85/2006). Työntekijän on kuitenkin oltava itse aktiivinen ja vaadittava kuulosuojaimia tarvittaessa myös toiminta-arvon alittavissa melutöissä. Joskus kuulosuojainten käyttämättömyyden takana voi olla myös sosiaalisia syitä, kuten nolostumisen tai erilaisuuden tunnetta. Siksi onkin tärkeää lisätä tietoutta ja selvittää meluherkkyyden olevan synnynnäinen ominaisuus, ja että kuulosuojauksen tarvetta tulisi arvioida aina yksilöllisesti. Kuulo tulee suojata aina, kun henkilö itse kokee äänen häiritseväksi.

#### **6.4 Suositukset**

Kuulosuojainten käyttöä ja sen valvontaa tulisi tehostaa. Kuulo tulee suojata myös silloin, kun melu ei aiheudu työntekijästä itsestään, vaan esimerkiksi viereisessä tilassa

melutyötä tekevästä toisesta työntekijästä. Melun siirtyminen ilma- ja runkoäänenä tulee ottaa huomioon. Myös lyhytkestoisen iskumelun, kuten metallipinnan vasaroinnin aiheuttama melu tulee ottaa huomioon kuulosuojauksessa. Työntekijöiden tietoisuutta erilaisista meluisista töistä tulisi edistää esimerkiksi työtehtävien perehdytysten tai työturvallisuustilaisuuksien yhteydessä. Lisäksi työmaan vierailijoiden kuulosuojaukseen tulee kiinnittää enemmän huomiota.

Nykykäytössä olevat kuulosuojaimet vaimentavat rakennustyömaalla esiintyvää melua riittävästi, mutta niiden käyttämistä passivoi kommunikoinnin heikentyminen. Työmaille voidaan harkita esimerkiksi suojaimia, jotka vaimentavat haitallista melua, mutta mahdollistavat puheen ja varoitusäänten kuulumisen. Tämä lisää samalla työturvallisuutta.

## 7 YHTEENVETO JA POHDINTA

Käsitärinä- ja melualtisteet ovat rakennustyömaan runkovaiheessa yleisiä. Kenttätutkimuksen perusteella sekä käsitärinälle että melulle suurimman riskin muodostaa hionta- ja piikkaustyö. Näiden lisäksi on monia muita töitä ja työtilanteita, joissa haittavaikutusten riski on olemassa.

Tulosten ja kenttätutkimuksen pohjalta voidaan todeta, että molempien altisteiden ennaltaehkäisytoimenpiteissä on kehitettävää. Käsitärinä on suhteellisen tuntematon asia sekä työnjohdon että työntekijöiden keskuudessa, joten nykyiset ennaltaehkäisytoimenpiteet ovat vähäiset. Käytetyt meluntorjuntamenetelmät ovat toimivia, mutta päivitystä ja tehostusta vaativia. Keskeisin muutostarve on tietoisuuden lisäämisessä ja asenteiden muuttamisessa, sillä tietämättömyys ja välinpitämättömyys lisäävät riskejä. Molempia altisteita on hyvä käsitellä erilaisten työturvallisuustilaisuuksien sekä esimerkiksi viikko- ja mestaripalaverien yhteydessä.

Kalustovalinnoilla on oleellinen vaikutus tärinäaltistuksen suuruuteen, sillä työkoneiden ominaisuudet, ikä ja käyttötapa vaikuttavat tärinän määrään. Työmailla on käytössä monia erityyppisiä tärinää aiheuttavia työkoneita, joiden ikäjakama saattaa olla hyvinkin suuri. Tärinäaltistuksen kannalta paras ratkaisu on suosia uudempia työkoneita, joissa tärinä on huomioitu tärinäestotoiminnoilla. Mahdollisuuksien mukaan myös pitkävartisia työkoneita on hyvä suosia käden ja tärinälähteen välisen etäisyyden lisäämiseksi. Lisäksi tärinäaltistuksen riskin arviointia helpottaa, jos työkoneissa on selkeästi näkyvillä niille määrätty tärinäarvot. Melun määrään kalustovalinnoilla sen sijaan ei ole huomattavan suurta vaikutusta.

Työn ja tärinän ennaltaehkäisyn suunnittelulla on merkitystä tärinäaltistuksen suuruuteen, sillä tärinää sisältävän työn säännöllisyys on eräs riskitekijä. Työn jakaminen useamman työntekijän kesken on aikataulujen ja eritasoisen osaamisen vuoksi haastavaa, mutta se vähentää merkittävästi yksittäisen työntekijän tärinäaltistusta. Tämän lisäksi työasunnoilla ja –liikkeillä on tärkeä osa altistuksen ennaltaehkäisyssä. Suositeltavaa on kiinnittää huomiota etenkin ranteen asentoon ja voimakkaaseen puristusotteeseen. Lisäksi lyhyet tauot työn tekemisen välissä pienentävät jatkuvaa tärinäaltistetta.

Melun tärkein ennaltaehkäisykeino on edelleen kuulosuojainten käyttö. Käytön aktiivisuuteen tulee kiinnittää huomiota etenkin töissä, joissa työntekijä ei ole melulähteen välittömässä läheisyydessä, tai jotka aiheuttavat lyhytkestoista iskumelua. Kommunikonin helpottamiseksi on olemassa erilaisia suojaimia, jotka vaimentavat tehokkaasti ympäristön haitallista melua, mutta tehostavat hiljaisemmat äänet, kuten puheen tai lähestyvän auton. Kommunikointikyky kuulosuojauksesta huolimatta lisää positiivisia kokemuksia sekä edistää työympäristön viihtyvyyttä ja työturvallisuutta. Lisäksi myös työmailla yhä useammin liikkuvien vierailijoiden, kuten asiakkaiden tai opiskelijoiden, kuulosuojaus tulee ottaa huomioon. Yksinkertaisin ratkaisu on tarjota esimerkiksi kertakäyttöisiä tulppasuojaimia ennen työmaakerrokselle lähtemistä. Vierailijoille mahdollisesti uuden ympäristön tuomat turvallisuusriskit tulee kuitenkin myös ottaa huomioon ja kuulosuojauksen tarvetta on siten arvioitava tapauskohtaisesti. Meluallistuksen vaikutusten seurannassa lisäksi säännöllisillä työterveystarkastuksilla on merkittävä rooli.

Ensimmäinen ja tärkein asia käsitärinä- ja meluallistumisen ennaltaehkäisyssä on tiedon lisääminen. Sekä työnjohdon että työntekijöiden tulee osaltaan tietää, miten edesauttaa turvallista ja terveellistä työympäristöä. Molempien altisteiden vaikutukset näkyvät usein vasta useiden vuosien altistumisen jälkeen, ja moni niiden aiheuttamista terveydellisistä ongelmista on pysyviä. Allistumisen ennaltaehkäisyyn panostamalla luodaan viihtyisä, turvallinen ja ennen kaikkea terveellinen ympäristö kaikille rakennustyömaalla liikkuville osapuolille ja samalla voidaan edesauttaa sitä, että työntekijät voivat nauttia terveellisestä elämästä myös työuransa jälkeen.

Tässä tutkimuksessa keskityttiin uudisrakennustyömaan runkovaiheeseen. Tärinä- ja melumittauksia sekä niiden tulosten perusteella pohdittavia allistusta ennaltaehkäiseviä toimenpiteitä olisi kuitenkin hyvä tutkia myös korjausrakentamisen kannalta. Piikkaustyö on yksi suurimmista käsitärinää aiheuttavista töistä, ja korjausrakentamisessa sitä esiintyy uudisrakentamista enemmän. Tämän lisäksi esimerkiksi maantiivistysten tai timanttikorauksen tärinäallistukset olisi hyvä tutkia. Kaikkiin edellä mainittuihin töihin voi liittää myös meluallistustutkimuksen, minkä lisäksi esimerkiksi sisävaiheen tasoitustöiden melumäärä olisi hyvä huomioida. Tärinäallistuksessa keskityttiin käsitärinään, mutta myös kehotärinää olisi hyvä tutkia esimerkiksi maanrakennustöiden kannalta. Työ sivusi oleellisesti myös työterveyshuollon näkökulmaa, joten jatkossa voitaisiin kehittää käsitärinän vaikutuksia ennaltaehkäiseviä fyysisiä toimenpiteitä, kuten taukoliikkeitä ja venytyksiä, tai vapaa-ajalle suositeltavia fyysisiä aktiviteetteja.

## LÄHTEET

Ammattitaudit ja ammattitautiepäilyt. 2013. 25.11.2015. Vuosiraportti. Työterveyslaitos. Luettu 15.2.2016.

[http://www.ttl.fi/fi/tyoterveyshuolto/ammattitaudit/ammattitautitilastot\\_ja\\_julkaisut/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoterveyshuolto/ammattitaudit/ammattitautitilastot_ja_julkaisut/sivut/default.aspx)

Ammattitautiasetus 29.12.1988/1347.

Elektroniset kuulosuojaimet. Temrex-verkkokauppa. Luettu 10.4.2016.

[http://www.temrex.fi/verkkokauppa/product\\_catalog.php?c=10](http://www.temrex.fi/verkkokauppa/product_catalog.php?c=10)

Fysikaaliset vaaratekijät. 21.11.2014. Työterveyslaitos. Luettu 9.2.2016.

<http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/rats/rakennusmies/fysikaaliset/sivut/default.aspx>

Henkilösuojaimet työssä. 2007. Työterveyslaitos. 5. painos. Vammala. Vammalan Kirjapaino Oy.

Kipeä olkapää – kiertäjäkalvosinoireyhtymä. 13.4.2015. Terveyskirjasto. Luettu

10.2.2016. [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk01041](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01041)

Koivula, P. kalustovuokraaja. 2016. Haastattelu 4.2.2016. Haastattelija Tuulkari, A. Tampere.

Koneiden tärinätaasoja. Työterveyslaitos. PDF-tiedosto. Luettu 16.3.2016.

Kuulo ei uusiudu. 2014. Työturvallisuuskeskus. PDF-tiedosto. Luettu 10.4.2016.

Kuulovaurio. 23.4.2010. Työterveyslaitos. Luettu 14.2.2016.

[http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun\\_terveysvaikutukset/kuulovaurio/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun_terveysvaikutukset/kuulovaurio/sivut/default.aspx)

Käsitärinä. 08.12.2014. Työterveyslaitos. Luettu 9.2.2016.

<http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/tarina/kasitarina/sivut/default.aspx>

Käsitärinälle altistuvien terveysseuranta työterveyshuollossa. Työterveyslaitos. PDF-tiedosto. Luettu 9.2.2016

Launis, M. & Lehtelä, J. 2011. Ergonomia. Työterveyslaitos. Tampere. Tammerprint Oy.

Melu a. 5.3.2015. Työterveyslaitos. Luettu 14.2.2016.

<http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/sivut/default.aspx>

Melu b. 29.12.2014. Terveiden ja hyvinvoinnin laitos. Luettu 15.2.2016.

<https://www.thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/melu>

Melun mittaaminen. 7.10.2015. Työterveyslaitos. Luettu 2.3.2016.

[http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun\\_mittaaminen/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun_mittaaminen/sivut/default.aspx)

Melun terveystvaikutukset. 11.3.2010. Työterveyslaitos. Luettu 15.2.2016.  
[http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun\\_terveysvaikutukset/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun_terveysvaikutukset/sivut/default.aspx)

Meluntorjuntaohjelma. 12.3.2010. Työterveyslaitos. Luettu 15.4.2016.  
<http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/meluntorjunta/meluntorjuntaohjelma/sivut/default.aspx>

Meluvamman synty. 2009. Kuuloliitto ry. Luettu 11.2.2016.  
[http://www.kuuloliitto.fi/fin/kuulo/kuulonsuojelu/meluvamman\\_synty/](http://www.kuuloliitto.fi/fin/kuulo/kuulonsuojelu/meluvamman_synty/)

Moottorisaha. 11.2.2013. Maatalousyrittäjien eläkelaitos. Luettu 10.4.2016.  
<http://www.mela.fi/fi/tyohyvinvointi/tyoturvallisuus/metsatyot/moottorisaha>

Nyberg, M. terveystieteiden maisteri, työfysioterapeutti ja erityisasiantuntija. 2016. Käsitärinä rakennusallalla. Sähköpostiviesti. Mika.Nyberg@ttl.fi. Luettu 10.2.2016.

Ohjeellinen opas. 2009. Hyvät toimintatavat direktiivin 2002/44/EY (altistuminen tärinälle työssä) täytäntöön panemiseksi. Luxemburg. Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto.  
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUK Ewj0y7LYnZrMAhWCAJoKHWo7BNMQFggeMAA&url=http%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Fsocial%2FblobServlet%3FdocId%3D3614%26langId%3Dfi&usg=AFQjCNH SgC ksXAQwUbO6p6gFcXC5Gi1g&cad=rja>

Ohjeellisia toimintamalleja. 2009. Ohjeellisia toimintamalleja meludirektiivin 2003/10/EY soveltamista varten. Luxemburg. Euroopan yhteisöjen virallisten julkaisujen toimisto.  
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiUnfP995zMAhXE8ywKHUn0DWUQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Fec.europa.eu%2Fsocial%2FblobServlet%3FdocId%3D3614%26langId%3Dfi&usg=AFQjCNH SgC ksXAQwUbO6p6gFcXC5Gi1g>

Rannekanavaoireyhtymä. 26.11.2015. Työterveyslaitos. Luettu 10.2.2016.  
[http://www.ttl.fi/fi/tyoterveyshuolto/ammattitaudit/tavallisimpia\\_ammattitauteja/rannekanavaoireyhtyma/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoterveyshuolto/ammattitaudit/tavallisimpia_ammattitauteja/rannekanavaoireyhtyma/sivut/default.aspx)

Rantanen, S. & Pääkkönen, R. 2008. Työhygienia. Kemiaalliset ja fysikaaliset tekijät. Tampere. Työsuojeluhallinto.

Tenniskyynärpää. 01.07.2010. Työterveyslaitos. Luettu 10.2.2016.  
[http://www.ttl.fi/fi/tyoterveyshuolto/ammattitaudit/tavallisimpia\\_ammattitauteja/tenniskyynarpaa/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoterveyshuolto/ammattitaudit/tavallisimpia_ammattitauteja/tenniskyynarpaa/sivut/default.aspx)

Tilapäinen kuulonalenema. 11.3.2010. Työterveyslaitos. Luettu 14.2.2016.  
[http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun\\_terveysvaikutukset/kuulonalenema/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun_terveysvaikutukset/kuulonalenema/sivut/default.aspx)

Tinnitus. 28.11.2014. Työterveyslaitos. Luettu 14.2.2016.  
[http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun\\_terveysvaikutukset/tinnitus/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun_terveysvaikutukset/tinnitus/sivut/default.aspx)

Työmelu. 2013. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 2. Tampere. Työsuojeluhallinto.

Työmelun raja- ja toiminta-arvot. 23.4.2010. Työterveyslaitos. Luettu 14.2.2016.  
[http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun\\_toiminta\\_arvot/sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/melu/melun_toiminta_arvot/sivut/default.aspx)

Tärinätauti. 26.11.2015. Työterveyslaitos. Luettu 9.2.2016.  
[http://www.ttl.fi/fi/tyoterveyshuolto/ammattitaudit/tavallisimpia\\_ammattitauteja/tarinatauti/Sivut/default.aspx](http://www.ttl.fi/fi/tyoterveyshuolto/ammattitaudit/tavallisimpia_ammattitauteja/tarinatauti/Sivut/default.aspx)

Tärinäaltistuksen arviointi. Neuvoja käsitärinäaltistuksen arviointiin. Työterveyslaitos. PDF-tiedosto. Luettu 2.3.2016.

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400.

Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemisesta melusta aiheutuville vaaroilta. 26.1.2006/85.

Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemisesta tärinästä aiheutuville vaaroilta. 27.1.2005/48.

Vastamäki, M. & Seitsalo, S. 2001. Tenniskyynärpään diagnostiikka ja hoito. Duodecim.

Äänenvaimennus. Paroc Group Oy. Luettu 15.3.2016.  
[http://www.paroc.fi/knowhow/aani/aanenvaimennus?sc\\_lang=fi-FI](http://www.paroc.fi/knowhow/aani/aanenvaimennus?sc_lang=fi-FI)

## KUVALÄHTEET

3M.

[http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_EU/PPE\\_SafetySolutions\\_EU/Safety/Product\\_Catalogue/~3M-PELTOR-LiteCom-Plus-Headsets?N=7576577+3294347236+3294857473&rt=rud](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_EU/PPE_SafetySolutions_EU/Safety/Product_Catalogue/~3M-PELTOR-LiteCom-Plus-Headsets?N=7576577+3294347236+3294857473&rt=rud)  
 Flex. [http://www.flex-tools.com/fi/Produkte/Sanierungsmaschinen/WST\\_1000\\_FV-Kit\\_Turbo-Jet/index.php#](http://www.flex-tools.com/fi/Produkte/Sanierungsmaschinen/WST_1000_FV-Kit_Turbo-Jet/index.php#)

HHtuonti. <http://www.hhtuonti.fi/ld15-10-125--betonihiomakone-125mm--1460-w.prod>

Hilti a. <https://www.hilti.fi/poraus-ja-piikkaus/piikkausvasarat/r1038488>

Hilti b. <https://www.hilti.fi/poraus-ja-piikkaus/akkuporavasarat/r4717>

Hilti c. <https://www.hilti.fi/poraus-ja-piikkaus/kombivasarat/r4236>

Hilti d. <https://www.hilti.fi/katkaisu-sahaus-ja-hionta/katkaisu-ja-hionta/kulmahiomakoneet/r3572>

Hilti e. <https://www.hilti.fi/poraus-ja-piikkaus/poravasarat/r3509>

Husqvarna. <http://www.husqvarna.com/fi/products/chainsaws/135/>

Levanto. <http://www.levanto.fi/portfolio/lattiahiontakone-floorman-500/>



Lieversholland <http://www.lieversholland.nl/?pid=139>

Temrex. [http://www.temrex.fi/verkkokauppa/product\\_details.php?p=118](http://www.temrex.fi/verkkokauppa/product_details.php?p=118)

Terveyskirjasto.

[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00542](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00542)

# LIITTEET

## Liite 1. Tärinämittauslomake

- Merkitse työkaluihin myös niiden merkki, valmistusvuosi ja tärinätaaso (m/s<sup>2</sup>)

- Merkitse yhtäjaksoiset työskentelyajat (min + s)

- Työskentelyolosuhteet: sisällä/ulkona, lämpötila, sade, tuuli jne.

- Muuta: työasento, suojakäsineiden käyttö, puristusvoiman käyttö jne

Mittaushenkilö: \_\_\_\_\_

Käytetyt työkalut	Aika 1	Aika 2	Aika 3	Aika 4	Työskentelyolosuhteet	Työtehtävät	Muuta

Oletko huomannut oireita, jotka voisivat johtua tärinäaltistuksesta?

## Tärinämittaus 1

20.10.2015

Hioja

Mittauksen kesto

7:05 - 15:10

Käytetyt työkalut (myös merkki, ikä ja tärinäntaso m/s <sup>2</sup> )	Lipiasaika yhteensä min/työpäivä	Työkentelyolosuhteet (sisällä/ulkona, lämpötila, sade, tuuli)	Työtehvät	Työasento	Muuta huomioitavaa (esim suojakäsineet, puristusvoima jne)
Hiomakone FLEX LD 15-10 125 R ikä: 2 kk 6,4 m/s <sup>2</sup>	55,3 min	suljettu sisätila, 4. krs ulkolämpötila +5°C lämmitys ei vielä päällä, sisälämpötila n. +15°C	Betoniseinien hionta (koko seinä)	Tasapuolisesti sekä kyykyssä, olkapäätasolla suoraan eteenpäin, että työpukilla seisten hieman olkapäätasosta ylöspäin	Viiltosuojakäsineet
Hiomakone FLEX LD 15-10 125 R ikä: 2 kk 6,4 m/s <sup>2</sup>	6,6 min	suljettu sisätila, 4. krs ulkolämpötila +5°C lämmitys ei vielä päällä, sisälämpötila n. +15°C	Betonikaton hionta	Työpukin päällä seisten ylöspäin suuntaava liike, työtä tekevää käsi n. 90° kulmassa	Viiltosuojakäsineet
Hiomakone FLEX LD 15-10 125 R ikä: 2 kk 6,4 m/s <sup>2</sup>	85,2 min	Osittain suljettu sisätila, 6. krs ulkolämpötila +5°C selkeästi viileämpää ja vetoista, sisälämpötila alle +10°C	Betoniseinien hionta (koko seinä)	Työpukin päällä seisten ylöspäin suuntaava liike, lisäksi seinien alareunat hiottiin kyykyssä	Viiltosuojakäsineet
Pitkävärtinen hiomakone FLEX WST1000FV (kirahvi) ikä: uusi 2,0 m/s <sup>2</sup>	7,3 min	suljettu sisätila, 4. krs ulkolämpötila +5°C lämmitys ei vielä päällä, sisälämpötila n. +15°C	Betonikaton hionta	Lattiatasolta apuvarren kanssa ohjaten, vasen käsi työskentelee oikeaa ylempänä, ei kuitenkaan nouse olkapääntason yläpuolelle	Viiltosuojakäsineet
Pitkävärtinen hiomakone FLEX WST1000FV (kirahvi) ikä: uusi 2,0 m/s <sup>2</sup>	49,8 min	Osittain suljettu sisätila, 6. krs ulkolämpötila +5°C selkeästi viileämpää ja vetoista, sisälämpötila alle +10°C	Betonikaton hionta	Lattiatasolta apuvarren kanssa ohjaten, vasen käsi työskentelee oikeaa ylempänä, ei kuitenkaan nouse olkapääntason yläpuolelle	Viiltosuojakäsineet
Piikkausvasara HILTI TE 300 ikä: n. 5 vuotta 13,5 m/s <sup>2</sup>	2,4 min	suljettu sisätila, 4. krs ulkolämpötila +5°C lämmitys ei vielä päällä, sisälämpötila n. +15°C	Betoniseinän siistiminen ja tasoittaminen piikkaamalla, seinän ja katon rajasta	Työpukin päällä seisten, lievä olkapääntason ylitys, kädet n. 90° kulmassa	Viiltosuojakäsineet
Piikkausvasara HILTI TE 300 ikä: n. 5 vuotta 13,5 m/s <sup>2</sup>	1,6 min	suljettu sisätila, 4. krs ulkolämpötila +5°C lämmitys ei vielä päällä, sisälämpötila n. +15°C	ikkunasmyygin tasoittaminen piikkaamalla	Piikkaus n. lannekorkeudella	Viiltosuojakäsineet
Piikkausvasara HILTI TE 300 ikä: n. 5 vuotta 13,5 m/s <sup>2</sup>	7,4 min	Osittain suljettu sisätila, 6. krs ulkolämpötila +5°C selkeästi viileämpää ja vetoista, sisälämpötila alle +10°C	Betoniseinän siistiminen ja tasoittaminen piikkaamalla, sekä seinän ja katon rajasta että seinän ja lattian rajasta	Työpukin päällä seisten, lievä olkapääntason ylitys, lisäksi seinien alareunat lattialla kyykyssä	Viiltosuojakäsineet

## Tärinämittaus 1

20.10.2015

### Tärinäaltistuksen määrittäminen

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i}$$

$$A(8) = \sqrt{\left[ \frac{1}{8} \left( 2,45h \cdot \left( \frac{6,4m}{s^2} \right)^2 + 0,95h \cdot \left( \frac{2,0m}{s^2} \right)^2 + 0,2h \cdot \left( \frac{13,5m}{s^2} \right)^2 \right) \right]} = 4,19 \text{ m/s}^2$$

$a_{hvi}$  on kunkin laitteen tärinätaaso

T on liipasinaika tunteina

**Työmiehen 1 itse havaitsemia tärinistä aiheutuvia terveysongelmia: ei ole**

## Tärinämittaus 2

29.10.2015

Mittauksen kesto

7:07 - 14:00

Piikkaaja

Käytetyt työkalut (myös merkki, ikä ja tärinäntaso m/s2)	Liipasin aika yhteensä min/työpäivä	Työskentelyolosuhteet (sisällä/ulkona, lämpötila, sade, tuuli)	Työtehtävät	Työasento	Muuta huomioitavaa (esim suojakäsineet, puristusvoima jne)
Poravasara HILTI TE 76 ikä max 3 vuotta 17,0 m/s2	Sisättila, 4. krs Ei suljettu, ikkunat ja parveke- ovet auki ulkolämpötila +2°C	Betonilattian piikkaus: lattiaan kolo viemäriputken kohdalle, n. 20cmx20cmx20cm alue	Kontillaan alaspäin piikaten. Välillä kone kohtisuoraan lattiaan, välillä ikään kuin lattiaa viistäen. "Pyöreät" liikkeet	Vilto suojakäsineet Hetkittäin joutuu puristamaan enemmän	
Poravasara HILTI TE 76 ikä max 3 vuotta 17,0 m/s2	Sisättila, 2. krs Ei suljettu, ikkunat ja parveke- ovet auki ulkolämpötila +5°C	Reiän poraus betoniseinään	Työpöydän päällä seisten, olkapäätasossa suoraan eteenpäin, osin konetta hartioilla kannatellen	Vilto suojakäsineet Hetkittäin joutuu puristamaan enemmän	
Kombivasara HILTI TE 16 C ikä max 3 vuotta 11 m/s2	Sisättila, 2. krs Ei suljettu, ikkunat ja parveke- ovet auki ulkolämpötila +2°C	Betonilattian piikkaus: lattiaan kolo seinän viereen patteriputkien kohdalle, n. 15cmx10cmx5cm alue	Kontillaan alaspäin piikaten. Kohtisuoraan lattiaan nähden, välillä hieman viistäen	Vilto suojakäsineet	
Kombivasara HILTI TE 16 C ikä max 3 vuotta 11 m/s2	Sisättila, 2. krs Ei suljettu, ikkunat ja parveke- ovet auki ulkolämpötila +5°C	Betonilattian piikkaus: lattiaan kolo seinän viereen patteriputkien kohdalle, n. 15cmx10cmx5cm alue	Kontillaan alaspäin piikaten. Kohtisuoraan lattiaan nähden, välillä hieman viistäen	Vilto suojakäsineet	
Kulmahiomakone HILTI AG 125 S ikä max 3 vuotta 3,8 m/s2	Sisättila, 4. krs Ei suljettu, ikkunat ja parveke- ovet auki ulkolämpötila +2°C	Betonilattian tehdystä reiästä raudoitteen pätkän katkaisu ja poisto, viemäriputken vierestä	Kontillaan alaspäin piikaten. Kohtisuoraan lattiaan nähden, välillä hieman viistäen	Vilto suojakäsineet	
Kulmahiomakone HILTI AG 125 S ikä max 3 vuotta 3,8 m/s2	Sisättila, 2. krs Ei suljettu, ikkunat ja parveke- ovet auki ulkolämpötila +2°C	Betonilattian tehdystä reiästä raudoitteen pätkän katkaisu, patteriputkien vierestä	Kontillaan alaspäin räiläköiden. Suht kohtisuoraan lattiaan nähden	Vilto suojakäsineet	
Kulmahiomakone HILTI AG 125 S ikä max 3 vuotta 3,8 m/s2	Sisättila, 2. krs Ei suljettu, ikkunat ja parveke- ovet auki ulkolämpötila +5°C	Betonilattian tehdystä reiästä raudoitteen pätkän katkaisu, patteriputkien vierestä	Kontillaan alaspäin räiläköiden. Suht kohtisuoraan lattiaan nähden	Vilto suojakäsineet	
Kulmahiomakone HILTI AG 125 S ikä max 3 vuotta 3,8 m/s2	Sisättila, 2. krs Ei suljettu, ikkunat ja parveke- ovet auki ulkolämpötila +5°C	Betonilattian tehdystä reiästä raudoitteen pätkän katkaisu, patteriputkien vierestä	Kontillaan alaspäin räiläköiden. Suht kohtisuoraan lattiaan nähden	Vilto suojakäsineet	

## Tärinämittaus 2

29.10.2015

### Tärinäaltituksen määrittäminen

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i}$$

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8} \left( 0,47h \cdot \left( \frac{17,0m}{s^2} \right)^2 + 0,84h \cdot \left( \frac{11,0m}{s^2} \right)^2 + 0,07h \cdot \left( \frac{3,8m}{s^2} \right)^2 \right)} = 5,46 \text{ m/s}^2$$

$a_{hv}$  on kunkin laitteen tärinätaaso

T on liipasaika tunteina

Työmiehen 2 itse havaitsemia tärinistä aiheutuvia terveysongelmia: ei ole

**Tärinämittaus 3**

30.10.2015

Mittauksen kesto  
7:24 - 14:00

Sekatyömieh

Käytetyt työkalut (myös merkki, ikä ja tärinätaaso m/s <sup>2</sup> )	Lipiasinaika yhteensä min/työpäivä	Työskentelyolosuhteet (sisällä/ulkona, lämpötila, sade, tuuli)	Työtehtävät	Työasento	Muuta huomioitavaa (esim suojakäsineet, puristusvoima jne)
Kulmahiomakone BLACK & DECKER AST6 ikä: n. 5 vuotta 7 m/s <sup>2</sup>	0,5 min	Suljettu sisätila, 3. krs Rakennuksessa lämmöt päällä, lämpötila n. +17°C	Betoniseinän alareunan kulmahionta (rälläköinti)	Kontillaan lattialla, alaspäin suuntautuva liike	Viiltosuojakäsineet
Betonin varsisekoitin COLLOMIX CX 100 HF ikä: n. 3 vuotta 2,0 m/s <sup>2</sup>	0,6 min	Suljettu sisätila, 3. krs Rakennuksessa lämmöt päällä, lämpötila n. +17°C	Betonimassan sekoittaminen	Suoraan seisten, kämmenet vyötärön korkeudella, käsissä n. 90° kulma, pyöriävä liike	Ei käsiineitä
Poravasara DUSS PKX4 ikä: n. 3 vuotta 7,3 m/s <sup>2</sup>	1,1 min	Suljettu sisätila, 1. krs Rakennuksessa lämmöt päällä, lämpötila n. +17°C	Betonilattian ja seinän rajan siistiminen ja tasoittaminen piikkaamalla	Alaspäin suuntautuva liike, jalat suorina, selkä kyyryssä, hetken myös kontillaan	Viiltosuojakäsineet

## Tärinämittaus 3

30.10.2015

### Tärinäaltistuksen määrittäminen

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i}$$

$$A(8) = \sqrt{\left[ \frac{1}{8} \left( 0,009h \cdot \left( \frac{7,0m}{s^2} \right)^2 + 0,01h \cdot \left( \frac{2,0m}{s^2} \right)^2 + 0,02h \cdot \left( \frac{7,3m}{s^2} \right)^2 \right) \right]} = 0,44 \text{ m/s}^2$$

$a_{hvi}$  on kunkin laitteen tärinätaaso

T on liipasinaika tunteina

Työmiehen 3 itse havaitsemia tärinistä aiheutuvia terveysongelmia: ei ole



#### Tärinämittaus 4

6.11.2015

Mittauksen kesto  
06:10 - 14:00

Vibraaja

Käytetyt työkalut (myös merkki, ikä ja tärinätaso m/s <sup>2</sup> )	Liipasin aika yhteensä min/työpäivä	Työskentelyolosuhteet (sisällä/ulkona, lämpötila, sade, tuuli)	Työtehtävät	Työasento	Muuta huomioitavaa (esim suojakäsineet, puristusvoima jne)
Sauvatärytin LIEVERS LHF 57 ikä: 5,25 m/s <sup>2</sup>	28,5 min	Vesikatto, 8. krs ulkolämpötila +5°C, tuuli ja ajoittain kevyt sade	Yläpohjavalun aikainen betonin vibraus	Suorassa seisten, vibraa kevyesti liikutellen. Välillä vibra kohti- suorassa lattiaan nähden, kädet ojennettuna suoraan (=raskasta)	Hieman viiltosuojakäsineitä paksummat käsineet. Joutuu hieman puristamaan, ajoittain raskasta
Huom! Valut usein lähes kokonaan tauottamattomia.					
Huom! Jos täryttimen tärinätaso >2,5m/s <sup>2</sup> , valmistaja suosittelee paksumpien hanskojen käyttöä!					

## Tärinämittaus 4

6.11.2015

### Tärinäaltistuksen määrittäminen

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8} \sum_{i=1}^n a_{hvi}^2 T_i}$$

$$A(8) = \sqrt{\frac{1}{8} \left( 0,48h * \left( \frac{5,25m}{s^2} \right)^2 \right)} = 1,29 \text{ m/s}^2$$

$a_{hv}$  on kunkin laitteen tärinätaaso

T on liipasinaika tunteina

Työmiehen 4 itse havaitsemia tärinästä aiheutuvia terveysongelmia: ei ole

**Melumittaus 1**

20.10.2015

Mittauksen kesto

7:05 - 15:15

Hioja

Mittauspiste työpiste	Työtehtävät mittauksen aikana myös huomioitavat asiat	Mittausaika	Tulokset
4. krs / 6. krs Sisätila	- Betoniseinien hionta - Betonikaton hionta - Piikkaus  Kaikkien em. töiden aikana käytössä kuulosuojaimet 3M Peltor Radio	07:05 - 15:15	LAFmx 110,3 dB LAFeq 95,7 dB LAFmn 43,3 dB LCpk 123,0 dB

Työmiehen 1 kokemia melusta aiheutuvia terveellisiä haittoja: ei ole

## Melumittaus 2

28.10.2015

Mittauksen kesto

7:09 - 14:40

Mittauspiste työpiste	Työtehtävät mittauksen aikana myös huomioitavat asiat	Mittausaika	Tulokset
Piha	Koukkumiehen tehtävät pihalla Elementin siirto	07:09 - 11:00	LAFmx 107,6 dB LAFeq 84,1 dB LAFmn 39,3 dB LCpk 123,0 dB
Piha	Koukkumiehen tehtävät pihalla Elementin siirto	11:30 - 13:30	
Piha	Tavarantoimittajan nosto	13:30 - 14:40	

Työmiehen 2 kokemia melusta aiheutuvia terveellisiä haittoja: ei ole

### Melumittaus 3

29.10.2015

Mittauksen kesto

7:07 - 13:55

Piikkaaja

Mittauspiste työpiste	Työtehtävät mittauksen aikana myös huomioitavat asiat	Mittausaika	Tulokset
Sisätila	<ul style="list-style-type: none"><li>- Kolon piikkaaminen betonilattiaan</li><li>- Raudotteiden katkaisu räälläkällä</li><li>- Sirkkelöinti</li><li>- Reiän poraaminen betoniseinään</li><li>- Työmaaimuri käynnissä piikkauksen ja räälläköinnin ajan</li></ul> <p>Kaikkien ylläolevien työtilanteiden aikana käytössä kuulosuojaimet 3M Peltor</p>	07:07 - 13:55	LAFmx 110,3 dB LAFeq 93,8 dB LAFmn 36,1 dB LCpk 123,0 dB

Työmiehen 3 kokemia melusta aiheutuvia terveellisiä haittoja: ei ole

## Melumittaus 4

30.10.2015

Mittauksen kesto

7:24 - 14:00

Sekatyömies

Mittauspiste työpiste	Työtehtävät mittauksen aikana myös huomioitavat asiat	Mittausaika	Tulokset
Sisätila	<ul style="list-style-type: none"><li>-Betoniseinän kulmahionta (rälläköinti)</li><li>- Betoniseinän alareunan saumaus</li><li>- Betonikaton paikkaus</li><li>- Saumojen imuointi</li><li>- Betonilattian nurkan piikkaus</li><li>- Parvekkeen ja vesikaton liitoksen välisien rakojen tiivistys vesikatolla</li></ul>	07:24 - 12:00	LAFmx 109,6 dB LAFeq 81,2 dB LAFmn 37,8 dB LCpk 123,0 dB
Vesikatto	Rälläköinnin aikana käytössä kuulosuojaimet 3M Peltor	12:00 - 14:00	

Työmiehen 4 kokemista aiheutuvia terveellisiä haittoja: ei ole

## Melumittaus 5

30.10.2015

Mittauksen kesto

7:47 - 13:35

Mittauspiste työpiste	Työtehtävät mittauksen aikana myös huomioitavat asiat	Mittausaika	Tulokset
Piha	Koukkumiehen tehtävät  Pihalla paalutus käynnissä koko päivän	07:47 - 13:35	LAFmx 108,2 dB LAFeq 84,7 dB LAFmn 42,5 dB LCpk 123,0 dB

Työmiehen 5 kokemia melusta aiheutuvia terveellisiä haittoja: välillä tinnittää

#### Liite 4. Työkoneiden tärinäarvojen vaikutus suositeltuihin työskentelyaikoihin

Taulukossa 1 on havainnollistettu eri runkovaiheen työtehtävissä käytettyjen työkoneiden tärinäarvoja sekä työskentelyaikoja, joiden jälkeen päivän kokonaistärinäaltistuksen suositusarvot ylittyvät. Taulukossa on huomioitu *vain yhden tärinää aiheuttavan työkoneen käyttö* päivän aikana.

Valtioneuvosto on määrittänyt päivittäisen käsitärinäaltistuksen määrälle rajat, joiden ylittyessä pitkäaikainen, säännöllinen altistuminen lisää riskiä tärinän haittavaikutuksille:

- Toiminta-arvon ylittyessä on laadittava tärinätorjuntaohjelma
- Raja-arvo ei saa ylittyä.

Kun päivän aikana käytössä on *useampi käsitärinälle altistava työkone*, tulee suositellut työajat arvioida tapauskohtaisesti ja päivän kokonaistärinäaltistukset laskea erikseen. Taulukon 1 avulla voidaan kuitenkin suuntaa antavasti arvioida työskentelyaikojen pituuksien vaikutusta tärinän haitallisuuteen.



Alla olevissa ajoissa EI ole huomioitu taukojen, työpisteen valmistelun ym tekijöiden lisäävää vaikutusta, vaan ajat tarkoittavat työnteon todellista aikaa.

TAULUKKO 1.Suosittelut työskentelyajat, kun käytössä vain yksi kone

Työtehtävä	Koneen tärinäarvo m/s <sup>2</sup>	Aika, jonka jälkeen toiminta-arvo 2,5 m/s <sup>2</sup> ylittyy	Aika, jonka jälkeen raja-arvo 5,0 m/s <sup>2</sup> ylittyy
Betonin hionta ki- rahvilla	≤ 2,5	8 h	33 h
	4	3 h	13 h
Sauvatärytys	5	2 h	8 h
Moottorisahaus	7	1 h	4 h
Kulmahionta	9	38 min	2,5 h
Betonin hionta (tärinäarvo 5 – 12)	11	25 min	100 min
	13	18 min	72 min
Piikkaus ja poraus (tärinäarvo 7 – 20)	15	14 min	55 min
	17	11 min	45 min
	20	8 min	30 min
	22	6,5 min	25 min
	25	5 min	20 min

Taulukossa 1 on esitetty kuulosuojainten käytön vaikutus runkovaiheen tavallisimpien työtehtävien aiheuttamaan meluannokseen. Kuulosuojainten taulukonmukaisen vaimennuksen edellytyksenä on, että niitä käytetään **koko melussa työskentelyn ajan**. Myös kuulosuojainten sangan alentunut puristusvoima ja rikkiäiset tiivisteet heikentävät vaimennustehoa. Taulukon arvoissa on käytetty esimerkkinä *Peltor Optime 1 kypäräkiinnitteisiä kuulosuojaimia*, joiden vaimennusteho on 23 dB. Työtehtävien meluarvot pohjautuvat taulukkoon 3 (kts. kpl 3.1.2).

TAULUKKO 1: Kuulosuojainten käytön vaikutus meluun

Työtehtävä	Meluannos ilman kuulosuojaimia	Meluannos kuulosuojainten kanssa*
Lattianhionta	85 - 97 dB	62 – 74 dB
Hionta	95 dB <sup>1</sup>	72 dB
Piikkaus ja poraus	96 – 99 dB	73 – 76 dB
Kulmahionta	105 – 115 dB <sup>2</sup>	82 – 92 dB
Moottorisaha	100 dB <sup>3</sup>	77 dB
Sauvatärytys	87 – 88 dB	64 – 65 dB
Betonimyllyn vieressä	86 dB	63 dB
Paalutus	96 dB	73 dB

\*Suojainten vaimennus laskettu HML-pikamenetelmällä

<sup>1</sup> Lähde: liite 3, melumittaus 1

(Henkilösuojaimet työssä. 2007. Työterveyslaitos)

<sup>2</sup> Lähde: Kuulo ei uusiudu, 2014

<sup>3</sup> Lähde: Moottorisaha, 2013

2(3)

Taulukossa 2 on esitetty runkovaiheen tyypillisimpien *iskumelun* lähteiden melumäärän huippuarvoja (LCpeak). Iskumelun huippuarvolla tarkoitetaan maksimimeluannosta ko. töistä.

TAULUKKO 2. Iskumelun huippuarvoja runkovaiheen töissä

Työkone	Meluannos ilman kuulosuojaimia
Kaasutoiminen naulain	138 dB <sup>1</sup>
Käsivasara (puun naulaaminen)	120 dB <sup>2</sup>
Käsivasara (metallin vasarointi) (mm. muottityö, holvituet)	145 – 150 dB <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Lähde: Hilti GX 90-WF, käyttöohje

<sup>2</sup> Lähde: Ohjeellisia toimintamalleja. 2009.

<sup>3</sup> Lähde: Kuulo ei uusiudu, 2014

Taulukossa 3 on esitetty melun toiminnalliset raja-arvot sekä niistä aiheutuva toimenpiteet.

TAULUKKO 3. Melun raja-arvot ja niistä aiheutuvat toimenpiteet

Melun määrä työympäristössä	Toimenpiteet
75 dB	Ei välttämätöntä tarvetta kuulosuojaimille
80 dB	Työntekijälle suositellaan kuulosuojaimia
> 85 dB	Työntekijöillä oltava kuulosuojaimet. Lain mukaan laadittava meluntorjuntahjelma.
87 dB (Huom! Arvo kuulosuojainten sisällä)	EI SAA YLITTYÄ. Ryhdyttävä viipymättä toimenpiteisiin työympäristön melutason alentamiseksi.

Taulukossa 4 on havainnollistettu riskirajoja eri melutasoille silloin, kun käytössä ei ole kuulosuojaimia. Melussaoloaika kuvaa aikaa, jonka jälkeen kuulovaurion riski on toistuvassa meluallistuksessa todennäköinen. Melutasot ja ajat on saatu Kuuloliitto Ry:n kotisivuilta (Meluvamman synty 2009), ja niitä on sovellettu havainnollistamaan tyypillisiä rakennustyömaan runkovaiheen töitä.

TAULUKKO 4. Melussa ilman kuulosuojausta työskentelemisen riskirajat

<b>Työtehtävä</b>	<b>Jatkuva melutaso</b>	<b>Melussaoloaika</b>
<b>Sauvatärytys Betoniomylyn vieressä olo</b>	<b>85 dB</b>	<b>8 h</b>
	<b>88 dB</b>	<b>4 h</b>
<b>Lattianhionta Betoni-pintojen hionta</b>	<b>94 dB</b>	<b>1 h</b>
<b>Paalutuksen vieressä olo</b>	<b>97 dB</b>	<b>30 min</b>
<b>Piikkaus, poraus</b>	<b>100 dB</b>	<b>15 min</b>
<b>Moottorisahan käyttö</b>		
<b>Kulmahionta</b>	<b>106 dB</b>	<b>4 min</b>
	<b>112 dB</b>	<b>1 min</b>
	<b>115 dB</b>	<b>Ei lainkaan</b>