

# HUMAK®

HUMANISTINEN AMMATTIKORKEAKOULU



**Teollisuuden**

**työpaikkojen**

**ääniympäristön**

**ratkaisukeskeinen**

**kehittäminen**

**HUMAK®**

**A-INSINÖÖRIT**



Työsuojelurahasto  
Arbetskyddsfonden  
The Finnish Work Environment Fund

Esa Nousiainen, Anu Järvensivu,  
Katri Otonkorpi-Lehtoranta ja Rauno Pääkkönen

A-Insinöörit

Humanistinen ammattikorkeakoulu

**Teollisuuden  
työpaikkojen  
ääniympäristön  
ratkaisukeskeinen  
kehittäminen,  
tunnus 210083**

ISBN 978-952-456-436-6

ISSN 2343-0664 (painettu)

ISSN 2343-0672 (verkkojulkaisu)

Humanistinen ammattikorkeakoulu julkaisuja, 156.  
© Tekijät ja Humanistinen ammattikorkeakoulu, 2023, Helsinki

Taitto: Emilia Reponen

# Sisällys

<b>Yhteenveto</b> .....	5
<b>Johdanto ja tausta</b> .....	7
<b>Käytännön meluntorjuntaa</b> .....	9
<b>Kohteet ja menetelmät</b> .....	14
<b>Tulokset: Melulle altistumisen selvittäminen ja tekninen meluntorjunta</b> .....	20
SSAB Europe Oy .....	20
AGCO Power Oy .....	22
JTK Power Oy .....	26
Fiskars Finland Oy litalan lasitehdas .....	28
<b>Haastattelut ja niistä saadut tulokset</b> .....	31
SSAB Europe Oy .....	31
AGCO Power Oy .....	37
JTK Power Oy .....	40
Fiskars Finland Oy litalan lasitehdas .....	43
Vastaukset tutkimuskysymyksiin .....	46
<b>Pohdinta</b> .....	49
Selvityksen vahvuudet ja heikkoudet .....	54
Vertailut kirjallisuudesta muiden saamiin tuloksiin .....	54
<b>Tulevaisuuden näkökulmat</b> .....	55
Liite 1 Melu haastattelurunko .....	58
Liite 2 Meluntorjunnan arviointi .....	60
Liite 3 Melutuloksia .....	61

# Esipuhe

Hanke sai alkunsa siitä, että työpaikoilla oli tehty paljon teknisiä ratkaisuehdotuksia melun torjumiseksi, mutta niitä ei useinkaan toteutettu. Tällöin huomio kiinnittyi siihen, että ei ole tutkittu ihmisten toimintaa riittävästi ja tarvittiin sosiokulttuurista arviointia myös meluntorjuntaan.

Projektia alettiin suunnitella vuonna 2020 käymällä keskusteluja Teollisuusliitto ry:n, Teknologiateollisuus ry:n, Työturvallisuuskeskuksen ja monien muiden järjestöjen kanssa. Hakemus tehtiin vuoden 2021 työsuojelurahaston helmikuun hakuun, mistä saatiin positiivinen päätös vuonna 2021 vapun jälkeen. Hanketta lähdettiin toteuttamaan sitten heti.

Tutkijaryhmä haluaa kiittää Työsuojelurahastoa, osallistuneita yrityksiä ja sen henkilöitä, ohjausryhmän jäseniä, A-Insinöörit Suunnittelu Oy, Humak Oy, Emilia Reposta raportin taitavasta julkaisukuntoon taittamisesta, sekä myös muuta projektiryhmää Ilkka Suorttia, Mikko Matalamäkeä ja Laura Castrénia.

Kiitämme myös huoltopäällikkö Henry Janeskaria ja Cargotec Finland Oy:tä ystävällisestä avusta ja menetelmäkehityksen ja mittauksen mahdolliseksi tekemisestä.

Tämä loppuraportti on kokonaiskuvaus hankkeesta.

**Tampereella 28.2.2023**

***Tekijät***

# Yhteenveto

Tässä tutkimuksessa melunhallintaa lähestyttiin laajasti yhdistämällä tekniikan, akustiikan ja työturvallisuuden näkökulmat työpaikkatason sosio-kulttuuristen tekijöiden tarkasteluun. Tätä voidaan pitää kansainvälisestäkin uutena avauksena meluntorjuntaan. Tutkimus perustui myös pohjoismaiseen työyhteisöjen tutkimuksen ja kehittämisen yhdistävään toimintatutkimukselliseen traditioon, jolle on keskeistä pyrkiä kehittämään ja demokratisoimaan vuorovaikutusta, autonomiaa ja yhteistoimintaa työpaikoilla. Perinteen mukainen onnistunut vuorovaikutus ja laajaan osallistumiseen perustuva yhteistoiminnallinen kehittäminen ajatellaan tässä tutkimuksessa sekä keinoiksi selvittää melunhallinnalle keskeisiä tekijöitä, että luoda pohjaa melunhallinnan kehittämiseksi.

*Hankkeen erityinen uutuusarvo oli monitieteisyys.* Tutkimus tuotti uutta ja aiempaa laajempaa tietoa meluntorjunnan esteistä ja sen vähäisyyden syistä sekä uudenlaisen tekniset ja sosiokulttuuriset seikat yhdistävän tutkimuksellisen lähestymistavan ja mallin meluntorjuntaan. Tätä voidaan pitää kansainvälisessäkin vertailussa innovatiivisena. Tutkimuksessa saatiin käsitys niistä esteistä, mitä meluntorjuntaratkaisuihin liittyy. Näiden perusteella luotiin toimintamalli, jota sovellettiin meluntorjunnan ratkaisujen hakemisessa.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin, millaisia käytännön ja koettuja esteitä meluntorjunnan toteuttamiselle yrityksissä on. Selvitettiin meluntorjunnan nykytila yrityksissä ja kehitettiin käytännön meluntorjuntaratkaisuja. Kehitettävistä ratkaisuja toteuttamalla selvitettiin, miten haastatteluissa havaittuja esteitä voidaan parhaiten poistaa ja miten meluntorjuntatoimet saadaan parhaiten oikeasti tehtyä ja meluallistusta vähenemään.

Hankkeeseen osallistuvat yritykset varasivat hankkeen käyttöön interventiotutkimukseen, kuten haastatteluihin, palaveriin ja kehittämistilaisuuksiin sekä työympäristön kartoitukseen, meluntorjunnan teknisen tilan selvittämiseen ja meluntorjuntaratkaisujen käytännön toteuttamiseen osallistuvan henkilötyömäärän. Hankkeen johtoryhmässä oli myös edustus Teknologiateollisuus ry:stä, Teollisuusliitto ry:stä ja Työturvallisuuskeskuksesta. Tutkimuskohteet edustivat neljää erilaista teollisuudenalaa. Yritykset olivat eri kokoisia, erilaisia konsernirakenteeltaan ja organisaatioiltaan ja niiden tekniseen meluntorjuntaan liittyvät haasteet ovat erilaiset. Yritykset olivat SSAB Europe Oy, AGCO Power Oy, JTK Power Oy ja Fiskars Finland

Oy Ab. Tutkimusta rahoittivat osallistuvat yritykset, Työsuojelurahasto, A-Insinöörit Oy ja Humanistinen ammattikorkeakoulu.

Tarkastelluissa tehtaissa meluntorjunta oli tavanomaisella tasolla, sitä oli kuitenkin tehty enemmän kuin samankaltaisissa yrityksissä keskimäärin. Näiden yritysten työsuojelun taso oli myös keskimääräistä parempi. Yrityksiä tutkittaessa huomattiin, että on paljon meluntorjuntaratkaisuja, joiden toteuttaminen ei ole järkevää tai ei tuota hyötyä esimerkiksi melulle altistumiseen. Esimerkiksi valtavien levyhallien akustinen vaimentaminen ei tuota tulosta työntekijöiden melulle altistumisen vähentämiseksi. Sen sijaan pienemmissä kohteissa tilojen akustinen vaimentaminen tuottaa sekä miellyttävämmän ääniympäristön että vähentää melulle altistumista.

Ohjaamojen ja ohjaamotilojen rakentamiseen oli useimmiten potentiaalia kustannusten, ääniympäristön parantumisen sekä työntekijöiden näkökulmien kautta. Sama koskee seiniä ja seinäkkeitä silloin, kun ne eivät vaikeuta tuotantoa ja sen tehokkuutta tai tuota työntekijöille ja työnteolle muita merkittäviä haittoja. Prosesseihin kohdentuvat toimenpiteet kuten laatikoiden kolinoiden vähentäminen, tuotteiden muutokset tai työmenetelmät nähtiin usein mahdollisina, mutta joskus hyvin vaikeina toimenpiteinä, joita oli joissakin tapauksissa kokeiltukin huonolla menestyksellä.

Haastatteluissa nousi esiin työntekijöiden meluntorjuntaan liittyviä ideoita ja aloitteita. Samoin korostui toive yhteistoiminnallisesta meluntorjunnan mahdollisuuksien pohtimisesta työpaikoilla. Näitä käytäntöjä voisi toivoa yrityksissä jatkettavan ja kehitettävän. Tämä auttaisi sitouttamaan kaikkia melun vähentämiseen ja työsuojelutyöhön yleisemminkin. Tämänkaltaisiin mahdollisuuksiin yritysten ulkopuoliset akustiikkakonsultit eivät välttämättä osaa ideoita, mutta voivat arvioida näitä asioita ideavaiheen jälkeen.

Tutkimuksen perusteella on tärkeää, että melustan haitoista ja torjunnasta puhutaan yhdessä. Toisinaan tehtyjä parannuksia ei muisteta nostaa tarpeeksi esille, mikä kääntää työturvallisuuskulttuuria kielteiseen, alistuneeseen ja välinpitämättömään suuntaan. Näin koetaan, ettei kannata yrittää vähentää melua tai ideoita. Toisaalta taas innokkaat ihmiset esimerkiksi ja jakamallaan informaatiolla ovat saaneet muutkin tarttumaan asioihin.

Oleellista haastattelujen perusteella näytti olevan, että melunhallintaan ja -torjuntaan liittyvä toiminta pidetään tarpeeksi lähellä työntekijöitä ja työn tekemistä, jotta ihmisille syntyy kokemus omista vaikuttamisen ja muutoksen tekemisen mahdollisuuksista. Tämä edellyttää, että esille nousseisiin asioihin reagoidaan nopeasti ja saadaan aikaan näkyviä tuloksia. Tällöin ongelmien tiedostamisesta ja ratkaisemisesta tulee yhteinen ja tärkeä asia, jota halutaan viedä yhdessä eteenpäin. Tehokas toimiminen edellyttää, että prosessit ja vastuulliset toimijat ovat hyvin tiedossa ja toimivat tehokkaasti.

Äänimaailman arvotus on myös erilainen eri ihmisillä. Ihmisten mielessä ovat tapaturmien vaarat tai muut välittömät uhat ja ajatellaan melua josain määrin toisarvoisena asiana. Ei oteta huomioon, että melu aiheuttaa myös väsymistä, häiritsevyyttä ja viihtyisyyden vähentymistä. Eräällä työpaikalla meluntorjuntaa vaikeuttavaksi teijäksi arvioitiin työtapaturmakeskeinen turvallisuuskulttuuri ja yhteistoiminnallisuuden haasteet. Yhteistoiminnallisuuden haasteeksi voivat nousta niin ristiriitaiset näkemykset tai pitkän historian kuluessa vakiintuneet asetelmat, ettei yhteiseen ratkaisuun löydetä kompromissia.

Kehitettyä meluntorjunnan mallia testattiin palautetilaisuuksien yhteydessä yrityksissä ja huomattiin, että kehitetyn lomakkeen kautta käyty keskustelu laajensi meluntorjuntaan kuuluvaa ajattelua ja myös osaltaan yhdisti sosiokulttuurisia näkemyksiä akustisiin seikkoihin. Keskustelu lomakkeen ympärillä innosti kuulijoita nostamaan esiin ajatuksiaan. Näitä syistä lomakkeen käyttö nähtiin hyvänä asiana työpaikkojen meluntorjuntaa pohdittaessa sekä mietittäessä, onko jotakin unohtunut. Lomakkeen myötä syntyi näkemys meluntorjuntaohjelmasta ja sen mahdollisuuksista. Yllättävän vähän oli sellaisia lomakkeen kohtia ja kysymyksiä, mitkä eivät lainkaan koskeneet palautetilaisuuksien yrityksiä. Näillä perusteilla voidaan arvioida, että lomakkeesta oli hyötyä. Lomakkeen läpikäyntiin käytettiin palautetilaisuuksissa noin tunti ja tuli vaikutelma, että lomakkeesta olisi hyötyä muissakin yrityksissä.

Tässä kehitettyjä haastattelumenetelmiä, meluntorjunnan arviointimallia ja muita menetelmiä voidaan soveltaa meluntorjuntaa laajemminkin työympäristötekijöihin esimerkiksi lämpöolosuhteisiin, kemiallisiin ja biologisiin tekijöihin. Haastattelumenetelmät muodostavat myös perustaa ergonomisten ja henkisten kuormitustekijöiden hahmottamisessa. Tulevaisuuden riskinarviointi- ja hallintamallit ovat laajennettavissa.

Ei ole mallia melun torjumiseksi, mikä sopisi kaikkiin tilanteisiin. Tarvitaan lähestymistapoja eri suun-

nista, jotta voidaan hahmottaa merkittävät asiat. Jos ongelma on selkeä ja kapea-alainen, meluntorjuntaa voidaan edistää kapeallakin osaamisalueella. Kun kuitenkin tässäkin yritykset olivat monipuolisia ja missä meluntorjunnan perusratkaisut ovat jo olemassa, tarvitaan lisäkehittämiseksi laaja-alainen lähestymistapa. Tämä tutkimus osoitti, että sosiologinen lähestymistapa on yksi tärkeä osa ongelmien määrittämistä ja ratkaisuja.

# Johdanto ja tausta

Tutkimus kohdistui melunhallintaan teollisilla työpaikoilla. Meluntorjuntaa tehdään tekniikan, akustiikan ja työturvallisuuden lähtökohdista näiden alojen ammattilaisten toimesta (Sharland 1972, Beranek 1971, Miller & Montone 1978 ja Pääkkönen ym. 2014). Käytännön toimissa tai tutkimuskirjallisuudessa ei ole juuri mietitty, miksi ehdotettuja toimenpiteitä ei toteuteta. Tarkastelematta ovat jääneet työpaikan eri henkilöstöryhmien näkemykset ja ne syyt, joiden vuoksi ratkaisumahdollisuuksia ei nähdä toteuttamisen arvoisiksi. Tarvittiin laajempi näkökulma melunhallintaan teollisilla työpaikoilla, jotta ymmärrettäisiin paremmin vastustuksen ja vastarinnan todelliset syyt, jotka usein esitettiin rahan puutteeksi tai yksittäisten työntekijöiden välinpitämättömyydeksi.

Tässä tutkimuksessa melunhallintaa lähestyttiin laajasti yhdistämällä tekniikan, akustiikan ja työturvallisuuden näkökulmat työpaikkatason sosiokulttuuristen tekijöiden tarkasteluun. Tätä voidaan pitää kansainvälisestäkin uutena avauksena meluntorjuntaan. Tutkimuksen arvoa lisäsi sen toteuttaminen konstruktivisen interventiotutkimuksen (Kalleberg 1995) kehyksessä hyödyntäen vertailevan tapaustutkimuksen (Stake 1998) menetelmää, jolloin on mahdollista edetä kohti entistä laaja-alaisempaan ymmärrykseen perustuvia ratkaisuja. Tutkimus perustui myös pohjoismaiseen työyhteisöjen tutkimuksen ja kehittämisen yhdistävään toimintatutkimukselliseen traditioon, jolle on keskeistä pyrkiä kehittämään ja demokratisoimaan vuorovaikutusta, autonomiaa ja yhteistoimintaa työpaikoilla. Perinteen mukainen onnistunut vuorovaikutus ja laajaan osallistumiseen perustuva yhteistoiminnallinen kehittäminen ajatellaan tässä tutkimuksessa sekä keinoiksi selvittää melunhallinnalle keskeisiä tekijöitä, että luoda pohjaa melunhallinnan kehittämiseksi. (Esim. Gustavsen 2017; Kalliola ym. 2019.)

Meluntorjuntaa on tehty ja melulle altistumista on yritetty vähentää yli sata vuotta. Painopisteet ovat olleet tilan akustiikassa, koneiden äänien vaimentamisessa (mm. Beranek 1971, Sharland 1972, Kuttruff 1979) ja kuulonsuojaimissa (Alberti 1982). Kirjallisuutta on vähän siitä, miten ehdotuksiin suhtaudutaan ja miksi ehdotuksista ei saada ratkaisuja. Työpaikoilla on toimijoita ja tekijöitä, joiden osuutta ei meluasiantuntija tai konsultti välttämättä hahmota. Yleisestikin ratkaisujen toteuttamista ja vaikutuksia meluntorjunnan osalta on kuvattu vähän.

Tutkimus perustuu myös pohjoismaiseen työyhteisöjen tutkimuksen ja kehittämisen yhdistävään toimintatutkimukselliseen traditioon, jolle on keskeistä pyrkiä kehittämään ja demokratisoimaan vuorovaikutusta, autonomiaa ja yhteistoimintaa työpaikoilla. Perinteen mukainen onnistunut vuorovaikutus ja laajaan osallistumiseen perustuva yhteistoiminnallinen kehittäminen ajatellaan tässä tutkimuksessa sekä keinoiksi selvittää melunhallinnalle keskeisiä tekijöitä, että luoda pohjaa melunhallinnan kehittämiseksi. (Esim. Gustavsen 2017; Kalliola ym. 2019.)

Tutkimuksen tavoitteena oli luoda kokonaisuymmärrystä, joka perustui niin teknisen tiedon kehittymiseen kuin sosiokulttuurisenkin ymmärryksen paranemiseen sekä erityisesti näiden yhdistämiseen. Suomalaiset työpaikat hyötyvät tutkimuksesta, koska sen pohjalta on mahdollista lähestyä melun hallintaa kokonaisvaltaisemmin ja kehittää kullekin työpaikalle sopivia melun torjunnan käytäntöjä. Erityisesti tutkimus valotti työpaikan koko henkilöstön mukaan ottamisen keskeisyyttä onnistuneelle melunhallinnalle. Tutkimus hyödynsi myös suoraan siihen osallistuvia työpaikkoja, koska sen aikana toteutettiin työpaikkakohtaiset interventiot, joissa selvitettiin melunhallinnan taso, siihen vaikuttavat tekniset ja sosiokulttuuriset tekijät sekä yhteistoiminnallisesti henkilöstön laajaan osallistumiseen perustuen kehitettiin yhdessä asiantuntijoiden kanssa uusia ratkaisuja. Koska osallistujayritykset hitsauskonepaja, kokoonpanotehdas, raskaan terästeollisuuden yritys sekä kevyemmän kappaletavaruotannon teollisuusyritys edustivat eri toimialoja, tutkimus tuotti kohdennetun näille eri toimialoille sovellettavaa tietoa kokonaisvaltaisesta melunhallinnasta ja sen keinoista. Mallin perusteella on myös mahdollista ulottaa sitä myös muihin työympäristötekijöihin ja niiden ratkaisuihin (Pääkkönen & Koponen 2018).

Meluntorjunta toteutetaan teollisilla työpaikoilla vaarojen tunnistamisen, altistumisen arvioinnin, riskien määrittämisen ja toimenpiteiden kautta (Starck ym. 2008). Prosessi näyttää suoraviivaiselta, mutta siitä puuttuu erilaisten ihmisten ja ryhmien vaikutus. Samoin taloudellinen näkökulma ja yrityksen investoinnit eivät prosessikaavioissa näy. Klassillinen kuva meluntorjunnan mahdollisuuksista tiivistetään yleensä melulähteen, melun leviämisen ja altistumisen hallinnan muotoon. Todellisuus on kuitenkin monimutkaisempi ja tapauskohtaisempi eikä prosesseja tai malleja voi suoraan soveltaa. Periaatekeinoja sovellettaessa



pitää ottaa huomioon työ, työn vaiheet, tilaratkaisujen reunaehdot, ihmisten vasteet, yrityksen ryhmien toiminta ja niin edelleen. Rydell ym (2019) mukaan toiminta etenee: 1. tarpeen tunnistaminen, riskin arviointi, asiantuntemuksen hankkiminen, tiedottaminen, ratkaisun hakeminen ja toteutus, työntekijöiden kouluttaminen ja investoinnin arviointi.

Tutkimus toteutettiin toimintatutkimuksellisessa kehyksessä. Kysymys on konstruktivisen interventiotutkimuksen ja vertailevan tapaustutkimuksen yhdistelmästä. Konstruktivisen interventiotutkimuksen peruselementit ovat 1) vallitsevan tilanteen kartoitus, 2) paremman vaihtoehdon rakentaminen asiantuntijoiden ja työpaikan johdon ja henkilöstön yhteistyönä sekä 3) vallitsevaa ja kehittyneempää tilannetta välittävien muutos- ja kehitymisprosessien hahmottaminen (Kalleberg 1995). Nämä osiot jäsenivät tutkimuksen toteutusta kullakin teollisuustyöpaikalla. Työpaikkatasolla toteutetut interventiotutkimukset palvelivat samalla kuitenkin laajempaa tutkimuksellista intressiä ja yhdessä ne muodostivat kollektiivisen instrumentaalisen tapaustutkimuksen, jossa usealta työpaikalta kerätty tieto parantaa ymmärrystä ja teorian rakentamisen mahdollisuuksia tutkimuksen kohteena olevasta ilmiöstä (Stake 1998), eli tässä tapauksessa melun hallinnasta, sen esteistä ja edellytyksistä, että melun yhteistoiminnallisesta torjunnasta teollisuustyöpaikoilla. Interventiotutkimusten ja työpaikkojen kehittämistä palvelevien tutkimusten osalta on viime aikoina suositeltu vertailevien tapaustutkimusten käyttöä tutkimusasetelmissa työpaikan tasoa laajemman vaikuttavuuden aikaan saamiseksi (Gustavsen 2017). Kerätyn aineiston analyysiin sovellettiin pääasiassa sisällönanalyysiä (Graneheim 2017).

*Hankkeen erityinen uutuusarvo on monitieteisyys. Se rakentuu melun hallintaan liittyvien tekijöiden ja ratkaisujen analysoinnista fyysikaalisten ja teknisten näkökulmien asiantuntijoiden sekä työpaikkojen sosiaalisten ja kulttuuristen tekijöiden asiantuntijoiden yhteistyönä. Tutkimus tuottaa uutta ja aiempaa laajempaa tietoa meluntorjunnan esteistä ja sen vähäisyyden syistä sekä uudenlaisen tekniset ja sosiokulttuuriset seikat yhdistävän tutkimuksellisen lähestymistavan ja mallin meluntorjuntaan. Tätä voidaan pitää kansainvälisessäkin vertailussa innovatiivisena.*

Hankkeessa rakennettiin monitieteinen toimintamalli, jolla työpaikkojen melunhallintaan liittyviä tekijöitä voitiin kartoittaa ja kehittää samanaikaisesti fyysikaaliset, tekniset ja organisaation sosiokulttuuriset tekijät huomioiden. Samalla saatiin käsitys niistä esteistä, mitä meluntorjuntaratkai-

suihin liittyy. Näiden perusteella saatiin toimintamalli, jota sovellettiin meluntorjunnan ratkaisujen hakemisessa. Kunnollisella lähtöselvityksellä voidaan välttää turhia töitä ja kustannuksia.

Tässä tutkimuksessa selvitettiin osallistuvissa yrityksissä, millaisia käytännön ja koettuja esteitä meluntorjunnan toteuttamiselle yrityksissä on. Selvitettiin meluntorjunnan nykytila yrityksissä ja kehitettiin käytännön meluntorjuntaratkaisuja. Kehitettäviä ratkaisuja toteuttamalla selvitettiin, miten kyselytutkimuksessa havaittuja esteitä voidaan parhaiten poistaa ja miten meluntorjuntatoimet saadaan parhaiten oikeasti tehtyä ja melualtistus vähenemään.

#### **Tutkimuskysymykset:**

1. Selvittää sosiokulttuurisesta näkökulmasta meluntorjunnan ja melunhallinnan esteitä teollisilla työpaikoilla. Millaiset työpaikan kulttuuriin (kuten arvoihin ja arvostuksiin), sosiaalisiin yhteisöihin, yhteisöjen välisiin dynamiikkoihin, työn virallisiin ja epävirallisiin tavoitteisiin, palkitsemiseen ja työprosessien sujuvuuteen liittyvät tekijät mahdollisesti selittävät meluntorjunnan vähäisyyttä?
2. Rakentaa monitieteinen lähestymistapa yhteistoiminnalliseen melun kartoitukseen. Ovatko olemassa olevat tekniset meluntorjunnan keinot sopivat ja riittävät? Miten sosiokulttuuriset tekijät yhdistyvät teknisiin ratkaisuihin? Miten henkilöstön yhteistoimintaa voisi lisätä kartoitustilanteissa?
3. Rakentaa teollisuustyöpaikoille monitieteinen ja yhteistoiminnallinen melunhallinnan malli. Miten melunhallintaa voidaan parantaa vaikuttaen samanaikaisesti sekä teknisiin että sosiokulttuurisiin tekijöihin? Miten jäsenittää meluntorjunnan mahdollisuudet erilaisissa yrityksissä ja millaiset toimenpiteet ovat hyväksyttävämpiä kuin toiset?



# Käytännön meluntorjuntaa

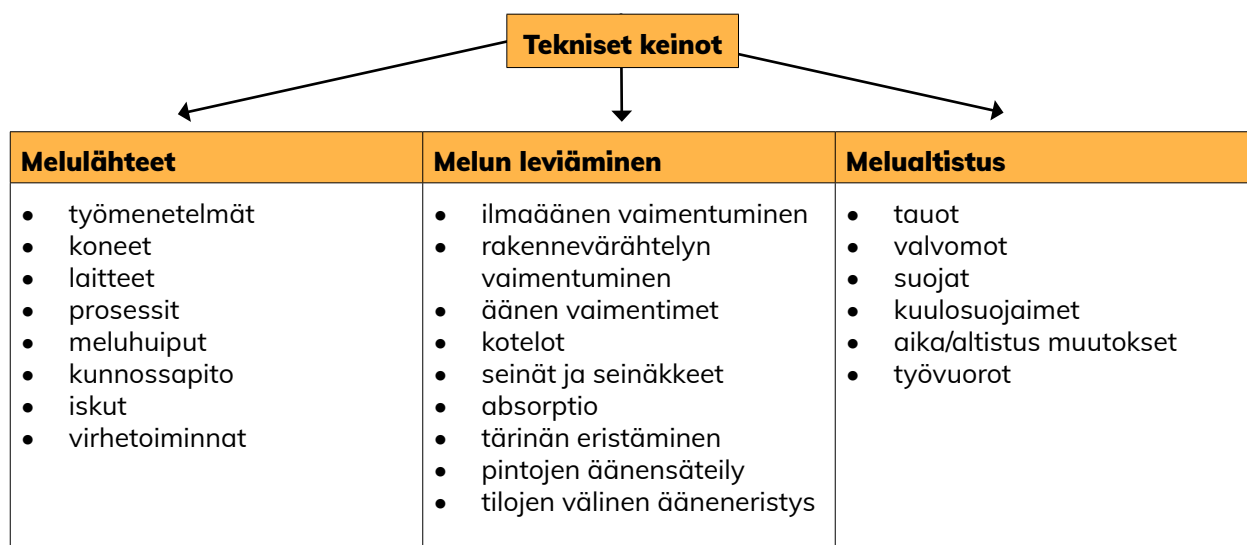
Melun hallintaa käsittelevä kirjallisuus kertoo usein desibelien määrän, jonka tietyn hallintatoimenpiteen tulisi melua vähentää. Kuitenkin kuulovaurion tai äänen häirinnän riski riippuu melun immissiosta. Tämä riippuvuus on yksi melun hallinnan peruselementeistä. Jos melu ei aiheuta vahinkoa, miksi vähentää sitä? Siksi melunhallintatoimenpiteet ohjataan siihen, mihin niitä tarvitaan tai missä ne ovat välttämättömiä. Lisäksi korkeimmilla melutasoilla on suurimmat vaikutukset melun altistavuuteen ja siksi ne ovatkin ensimmäisiä kohteita melunhallinnalle. Melunhallinnassa käytetään monia teknisiä metodeja. Kuva 1 kuvaa joitakin näistä metodeista ja niiden käyttöjärjestystä. Meluntorjuntaohjelma määrää järjestyksen, jossa toimenpiteet suoritetaan ja verrataan erilaisia mahdollisuuksia. Jos ylemmät toiminta-arvot ylittyvät, viranomaistahot edellyttävät meluntorjuntaohjelmaa (VNa 85/2006).

Työn järjestelyillä tai työtavan muutoksella meluallistusta saatetaan helpommin ja halvemmin kustannuksin vähentää kuin esimerkiksi konetta kotoimalla. Edellä olevien tekijöiden yhteisvaikutusta voidaan arvioida esimerkiksi siten, että jos äänieristetyssä valvomossa ollaan työajasta 50 - 70 %, on valvomon todellinen melunvaimennuskyky 5 - 8 dB(A), vaikka valvomon ääneneristävyyden voi olla jopa 35 dB(A). Jos otetaan huomioon ns. huippumelutasot, voidaan joskus vähentää merkittävästi kuulovaurioriskiä. Esimerkiksi 15 min altistus 115 dB(A):n melulle vastaa kuulovaurioriskinä noin

6,5 työviikon jatkuvaa altistusta 85 dB(A):n melulle (ISO 1999). Työviikon aikana tällaisia lyhytaikaisia altistuksia huippumelutasoille saattaa helposti syntyä. Samalla tavalla, jos työvaiheeseen sisältyy lyhytaikaisia meluhuippuja, kannattaa juuri niitä vaimentaa ekvivalenttitason ( $L_{Aeq}$ ) alentamiseksi.

Hallinnolliset keinot kuten ohjeavrot, toimintaajat, työn kierto sekä työmenetelmien ja koneiden muutokset ovat esimerkkejä keinoista, jotka joissakin tapauksissa voivat olla ratkaisevia melun hallinnan kannalta. Hallinnollisiin keinoihin kuuluvat myös työpaikan eri henkilöryhmien asenteet ja valmius meluntorjuntatoimenpiteisiin. Edelleen liian usein kuulee ajatuksia, ettei melulle voi tehdä mitään, vaan tilanne on hyväksyttävä. Tässäkin tulee muistaa, että jos melulle ei tehdä mitään, se aiheuttaa kustannuksia kuten työn tuottavuuden, työtehon tai viestinnän suhteen. Hallinnolliseen meluntorjuntaan kuuluu myös työsuojeluhenkilöstön ja työnjohdon systemaattinen kannustus, että kaikki pohtivat työpaikan meluntorjuntamahdollisuuksia.

Usein melu havaitaan vasta prosessin käynnistämisen jälkeen, ja jo rakennettuja prosesseja ja tiloja on hankala korjata. Siksi melunhallintaa tulisi olla esillä, kun prosesseja suunnitellaan. Tehtäessä analyysijä melunhallintatoimenpiteitä varten melunlähteet, melulle altistuminen ja melun leviäminen ovat olennaisia. Rakenteellinen melunhallinta määrittää tarkat vaatimukset seinille, oville, ikkunoille,



Toimenpiteiden tärkeysjärjestys

**Kuva 1.** Meluntorjunnan mahdollisuuksia äänen synnyn, leviämisen ja vastaanottajan suhteen.

**Taulukko 1.** Erilaisten melunvaimennustoimenpiteiden vaikutuksesta keskitaajuista teollisuusmelua vastaan.

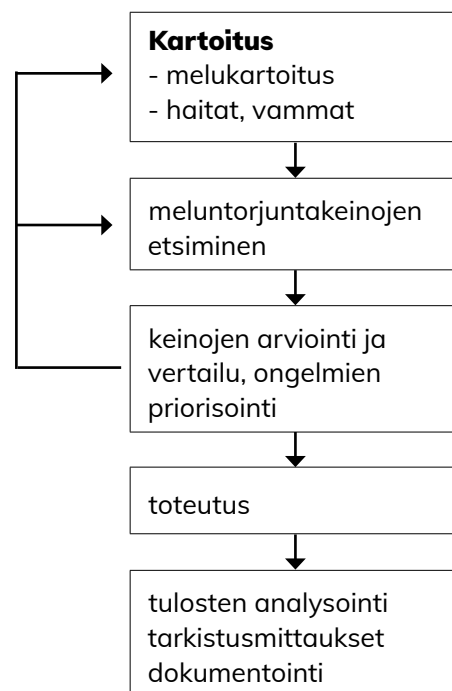
Toimenpide	melun vaimentuminen, dB	arviokustannus, dB
Tiivis kotelo	10–40	10–40 k€
Osittainen kotelo	3–10	3–15 k€
Äänenvaimennin	10–50	10–20 k€
Valvomo	10–40	10–40 k€
Seinä	5–35	10 k€/m
Seinäke	3–10	5 k€/m
Katon absorptio	0–5	50 €/m <sup>2</sup>
Kuulonsuojaimet	10–30	40 k€/200 h

lattioille ja muille rakenteille, jotka vaikuttavat melun eristämiseen. Kaikkien rakennuksen rakentamisvaiheeseen liittyvien osapuolten tulisi ymmärtää nämä vaatimukset. Materiaalien ja rakenteiden melun eristävyys voidaan määrittää analysoimalla äänitasoja, ennakkolaskelmilla ja mallintamalla.

Seinän äänieristävyys on taajuuden funktio, joten suuremmat taajuudet vaimenevat yleensä enemmän, jos ei tarkastella resonansseja (massa, koin-sidenssi, jne.). Kun uusia koneita otetaan käyttöön, tulisi niiden meluominaisuuksia arvioida. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (VNa 400/2008 ja 265/2011) vaatii, että valmistajan tulee tarjota tietoa melusta teknisissä erittelyissä ja kaupallisissa esitteissään koneesta aina, kun koneen melutaso ylittää 70 dB tason koneen käyttäjän kohdalla, tai 130 dB huipputasoa. Eräät yritykset käyttävät tämänkaltaisissa tuotteissa melutakuuta. On aina mahdollista vähentää koneen melupäästöjä, mutta samalla yleensä vähennetään myös koneen tehokkuutta. Nämä kaksi vaatimusta ovat ristiriitaisia, ja siksi usein melupäästöt ovat vähemmän tärkeitä tekijöitä tuotantolinjassa. Taulukko 1 antaa joitakin näkökulmia keskitaajuisten teollisuusmelun vähentämisen vaikutuksista.

Melusta tulee käytännön ongelma vasta kun koneet käynnistetään. Valmiisiin rakenteisiin, koneisiin ja laitteisiin tehtävät meluntorjuntamuutokset ovat kalliita ja hankalia toteuttaa verrattuna jo esimerkiksi prosessin suunnitteluvaiheessa tehtyihin meluntorjuntasuunnitelmiin ja toteutuksiin. Meluntorjuntatoiminnan runkona olevaa meluntorjuntaohjelmaa on hahmoteltu kuvaan 2.

Meluntorjuntaohjelmassa tuotanto jaetaan osiin ja osien melulle altistuminen analysoidaan. Jos melulle altistuminen on alle 75 dB, tilanteen dokumentointi riittää. Jos melulle altistuminen on 75–85 dB, tilanne pitää arvioida tarkemmin, erityisesti jos altistuminen on yli 80 dB. Jos altistuminen on 80–85 dB, tarkempi melulle arviointi tai mittaami-



**Kuva 2.** Meluntorjuntaohjelma

nen pitää toteuttaa. Jos melulle altistuminen ylittää 85 dB, täytyy toteuttaa kaksi asiaa: 1) melulle altistuminen pitää olla alle 87 dB kuulonsuojainten sisäpuolella, ja 2) meluntorjuntaohjelma pitää tehdä. Meluntorjuntaohjelmassa esitetään ne työtehtävät ja henkilöt, missä melulle altistuminen ylittää 85 dB päivän keskiäänitasona tai joiden huipputaso ylittää arvon 137 dB.

Seuraavassa esitetään työturvallisuuslain prioriteettiperusteisesti erilaisia meluntorjunnan toimenpiteitä:

1. melua vähentävät vaihtoehtoiset työmenetelmät;
  - esimerkki: puristaminen hakkaamisen sijaan, esimerkiksi sitkeävetoiset mutterinvääntimet iskevien sijaan

2. Sellaisten työvälineiden valinta, jotka aiheuttavat mahdollisimman vähän melua kyseinen työ huomioon ottaen;
  - esimerkki: koneiden hankinta, koneiden käyttöönottoarviointi, paineilmapistoolien käyttö
3. Melun tekninen vähentäminen
  - esimerkkejä: kotelot, seinäkkeet, ääntä imevä vuoraus, vaimentimet
4. Työvälineiden, laitteiden ja järjestelmien huolto- ja kunnossapito-ohjelmat ja niiden vaikutus meluun;
  - esimerkiksi paineilmauudot
5. Työpisteiden ja työskentelypaikkojen suunnittelun ja sijoittelun kehittäminen melun kannalta;
  - esimerkkejä; sijoitetaan meluisa kohde omaan tilaansa, erotetaan esimerkiksi hiljaisempi alue meluavista kohteista
  - esimerkiksi kompressorin sijoittaminen
6. Työntekijöiden opastaminen työvälineiden oikeaan ja turvalliseen käyttöön melulle altistumisen vähentämiseksi mahdollisimman alhaiselle tasolle;
  - esimerkki; kerrotaan melusta ja suojautumisesta ja kannustetaan työntekijöitä ideoimaan keinoja melualtistumisen vähentämiseksi ilman että tuottavuus huonontuu
7. Altistuksen keston ja melun voimakkuuden rajoittaminen;
8. Työn suunnittelu siten, että riittävät lepojaksot huomioon ottaen melulle altistuminen mahdollisuuksien mukaan aika ajoin vähenee tai keskeytyy.

Meluntorjunnan suunnitteluvaiheessa täytyy asettaa tavoitteet (esim. 85 dB(A)), koska tavoitteet määräävät jossain määrin käyttökelpoisia torjuntakeinoja. Kun tilan meluntorjuntaa lähdetään suunnittelemaan, täytyy ensin selvittää melun lähteet, melulle altistuminen ja mitata melutasot mielellään taajuusanalyysinä. Paitsi mittaustietoja, tulisi kerätä tietoja melun syntytaavoista, etenemisteistä, voimakkuudesta tilan eri osissa, kaiunnasta, eristävyksistä sekä aikaisemmista torjuntatoimenpiteistä ja niiden onnistumisesta. Vasta tämän jälkeen voidaan lähteä etsimään melun torjuntakeinoja ja arvioida eri keinoilla saavutettavia tuloksia työtilassa työskentelevien melualtistukseen. Jos esimerkiksi tilassa on 20 työntekijää, jotka synnyttävät pääasiallisen melualtistuksensa omilla käsityöka-

luillaan, ei tilassa olevan yhden koneen melunvaimennuksella saavuteta tulosta meluallistukseen.

Käytännössä yritystasolla joudutaan tarkastelemaan meluntorjunnan **kustannuksia** ja hyötynäkökohtia ja tekemään johtopäätöksiä myös taloudellisin perustein. Yritys voi hankkia tarvitsemansa meluntorjuntatiedon palkkaamalla asiantuntijan tai kouluttamalla omaa henkilöstöään. Meluntorjuntatoimenpiteillä on mahdollisuus onnistua, jos ehdotetut ratkaisut eivät ole ristiriidassa tuotannollisten tai taloudellisten tekijöiden kanssa, sekä ratkaisuja on muualla toteutettu vastaavissa olosuhteissa onnistuneesti tai kokemuksen perusteella uskotaan ratkaisun soveltuvan omaan prosessiin.

Uusia laitteita hankittaessa tulisi kiinnittää huomiota laitteen meluun ja saattaa olla paikallaan vaatia laitetoimittajalta hankintasopimuksessa, ettei koneen melutaso saa ylittää tiettyä desibeliarvoa (ns. melutakuu) tai ainakin tiedot koneen äänitehosta. Etukäteen tulisi tarkkaan miettiä miten melutakuun täytyminen tai täyttymättömyys todetaan, koska esim. työpaikalta koneen melutaso voi olla eri kuin laitteen valmistuspaikassa mitattu arvo. Koneen tai laitteen kunnossapidossa voidaan melua torjua kiinnittämällä huomiota liikkuvien osien voiteluun, laitteiden asennukseen ja tasapainotukseen sekä rikkinäisten ja vioittuneiden osien vaihtoon (esim. laakerointi). (STANDARDI PSK 4101)

Koneen, laitteen tai työtavan korvaaminen hiljaisemmalla voi olla esimerkiksi leikkaaminen sahaamisen sijaan, puristus iskemisen sijaan, sähkömoottorin vaihto polttomoottorin tilalle, hihnavälitys ketjuvälityksen tilalle tai vaihtamalla toiseksi iskupinnaksi kumipinta metallipinnan sijaan. Esimerkiksi metallisen kappaleen pudotuskorkeuden vähentäminen 5 m:stä 5 cm:iin vähentää melua 20 dB. Iskevien mutterinväntimien vaihto sitkeävetoisiin alentaa melua A-äänitasona noin 10 dB. Koneen melun syntyyn voidaan vaikuttaa. Esimerkiksi sorvauksessa muuttamalla terän asetuksia lähemmäksi kiinnityspisteitä on päästy eroon kirskuvasta äänestä. Sorveihin on myös valmistettu meluvaimennettuja teränpitimiä.

Paineilmapuhalluksessa voidaan käyttää monireikäisiä suuttimia, kartion muotoisia ulospuhallushajottimia tai puhalluskohdan äänenvaimentamista. Esimerkiksi polttoleikkauksessa joskus käytettävä vesimantteli liekin ympärillä alentaa melua A-äänitasona noin 15 dB. Rämisevät koneet aiheuttavat voimakasta melua. Tällöin melu syntyy pinnan värähdellessä. Pinnan synnyttämää äänitehoa voidaan vähentää pienentämällä värähtelevää pinta-alaa, pienentämällä pintaan kohdistuvaa

voimaa, lisäämällä kappaleen massaa tai muuttamalla pinnan säteilykerrointa (tai häviämiskerrointa). Aineen akustinen häviämiskerroin on aineeseen johdetusta värähtelyenergiasta lämmöksi muuttuneen osan suhde aineeseen johdettuun värähtelyenergiaan. Kotelopintoja jäykistämällä, rei'ittämällä ja pinnoittamalla päästään vähentämään pinnan äänensäteilyä. Räminänvaimennusaineita voidaan teipata, liimata, sivellä tai ruiskuttaa metallipintoihin. Kaikki vähänkin irtonaiset ja löyhät liitokset ja osien kiinnitykset lisäävät yleensä melua merkittävästi (esimerkiksi 3–8 dB(A)).

Melun ns. siirtoteiden katkaisua voidaan toteuttaa esimerkiksi kumitetuilla vaimentimilla koneen alla sekä käyttämällä vaimentimia ilmastointikanavissa ja putkistoissa. Koneessa melun eteneminen kotelopintaan tulisi pyrkiä katkaisemaan esimerkiksi kiinnitystavan muutoksella. Ruuvi- ja niittiliitos aiheuttavat vaimennusta, koska ne sallivat pienen liikkeen liitettävien kappaleiden välillä. Pyörteistä kaasuvirtausta syntyy esimerkiksi höylän terän ja pöytäpinnan välissä tai paperikoneen imutelassa. Syntyvää melua voidaan vähentää muotoilemalla terää ja vähentämällä pyörimisnopeutta (jos mahdollista). Kierroslukualueella 4000–6000 r/min höylän kierrosnopeuden muutos 100 r/min muuttaa vastaavasti melutasoa noin 1 dB.

Koneen koteloointi ja osittainen koteloointi on tehokas ja paljon käytetty keino, jolla kuitenkin on omat rajoituksensa. Koteloinnin seurauksena kone saattaa kuumentua, jos jäähdytystä ei ole järjestetty. Koneella työskentely tai koneen huolto saattavat vaikeutua. Paloturvallisuus, sähköturvallisuus, valaistus tai sprinklerien toiminta voivat heikentyä. Yksittäisten koneiden koteloinnin sijasta saattaa joskus olla järkevämpää tehdä valvomo esimerkiksi työskentelypaikkaan. Koteloilla saavutettava melun vaimentuminen riippuu melulähteen taajuusjakautumasta siten, että korkeataajuinen melu vaimenee enemmän kuin pientaajuinen. Kotelon tulisi periaatteessa olla tiivis, painava, jäykkä, värähtelyeristetty

ja varustettu sisäpinnaltaan absorptiomateriaalilla. Väliseinillä saavutettavasta äänen eristävytydestä eri materiaaliratkaisuun ovat seinämateriaalien toimittajat ja tutkijat julkaisseet mittaustuloksia. Seinän ääneneristävyys riippuu seinän kiinnityksestä, melun taajuusominaisuuksista, seinän massasta pintayksikköä kohti ja seinän tiiviyydestä. Seinäkkeen avulla voidaan varjostaa melua ja vähentää sen leviämistä tilassa. Seinäkkeen vaikutus on paras suuritaajuuselle melulle ja välittömästi seinäkkeen takana. Seinäkkeen yläpuolinen kattokohta (5 m seinäkkeestä molempiin suuntiin) tulisi päällystää melua vaimentavalla materiaalilla (absorptiomateriaali). Seinäkkeen tulisi laskeutua tiiviisti lattiaa vasten. Seinäke vaimentaa korkeataajuista melua, mutta huonosti pienitaajuisia. Ainakin seinäkkeen melulähteen puoleiselle pinnalle kannattaa asentaa absorptiomateriaalia. Jos käytetään mineraalivillaa, tulisi sen paksuuden olla ainakin 100 mm, jos melu on pienitaajuisia. Kattoon tai seiniin asennettavien absorptiomateriaalien vaikutus on paras silloin, kun tilassa on vähän melulähteitä, joita ei voida muuten vaimentaa ja työntekijät ovat yli 5 m etäisyydellä melulähteistä. Yleensä kattoabsorptiomateriaaleilla saavutettava melun vaimeneminen 10 m etäisyydellä melulähteestä on 1–5 dB A-äänitasona.

Kun kaikki muut keinot epäonnistuvat, ovat kuulonsuojaimet viimeinen keino melunhallinnassa. Monissa maissa turvallisuuslainsäädäntö suosittaa, että teknisiä melunhallintakeinoja tulisi suosia, mutta monissa tapauksissa kuulonsuojaimet ovat ainoa mahdollinen vaihtoehto. On olemassa monen tyyppisiä kuulonsuojaimia, kuten tulppasuojaimia, kupusuojaimia, sankasuojaimia ja kypäräsuojaimia. Nykypäivänä elektroniikka on enenevässä määrin lisäämässä kuulonsuojainten kommunikaatio-ominaisuuksia, joten on mahdollista keskustella toisten kuulonsuojaimia käyttävien kanssa, ja käyttää matkapuhelinta samanaikaisesti kuulonsuojainten kanssa. Taulukko 2 tarjoaa arvioita kupusuojainten melun vaimennusominaisuuksista.

**Taulukko 2.** Henkilökohtainen meluallistutus mitattuna (10 minuuttia) kupusuojainten molemmilta puolilta. Esimerkit viiden työpaikan mittaustuloksista. N = mittausten (työntekijöiden) lukumäärä. Lähde TTL/Pääkkönen  
Henkilökohtainen meluallistutus mitattuna (10 minuuttia) kupusuojainten molemmilta puolilta. Esimerkit viiden työpaikan mittaustuloksista. N = mittausten (työntekijöiden) lukumäärä. Lähde TTL/Pääkkönen

Työpaikka	N kpl	L <sub>Aeq</sub> ulko dB	L <sub>Aeq</sub> sisä dB	ΔLA <sub>Aeq</sub> dB
valimo	16	101	81	20
metallipakkaustehdas	20	94	76	18
muovipakkaustehdas	12	85	73	12
telakka	15	97	82	15
paino	10	96	83	13

Vaimennus on kupusuojainten ulko- ja sisäpuolelta mitattujen ekvivalenttitasojen erotus  $\Delta L_{Aeq}$ . Eräässä tutkimuksessa käytössä olleet kupusuojaimet vaimensivat A-painotettua ekvivalenttitasoa keskimäärin 17 dB. Vaimennuksen suurin arvo oli 36 dB ja pienin arvo 3 dB. Tutkimuksen perusteella kupusuojaimet vaimentavat melun ekvivalenttitason lisäksi myös sen impulssimaisuutta. Kuulonsuojainten vaimennuskyky riippuu voimakkaasti melun taajuudesta. Pienet taajuudet vaimenevat vähiten ja suuret taajuudet eniten (kuva 2).

ihmisten välinen viestintä häiriinny. Häiritsevääkin melua pitää arvioida tuottavuuden parantamiseksi. Jos sitten mikään muu ei auta, pitää käyttää kuulonsuojaimia.

Voidaan myös kysyä, onko tuottavuus, tehokkuus ja koneiden teknologia tärkeämpää kuin työntekijöiden terveys? Jos tällaista epäillään, joudutaan pohtimaan työpaikan turvallisuuskulttuuria. Laatutekijöillä ja virheillä on myös tärkeä osa yritystasolla.

**Kuulonsuojaimen vaimennuskykyyn vaikuttavat seuraavat tekijät:**

1. työpisteessä vallitsevan melun taajuussisältö
2. työntekijän pään (korvakäytävän) muoto
3. kupusuojaimen sangan puristusvoima
4. tiivisterenkaan eheys
5. silmä- tai suojalasien käyttö kupusuojaimen kanssa
6. kuulonsuojaimen tyyppi ja merkki.

Rakojen aiheuttamista ilmapuodoista ja kuvun värähtelystä johtuen saattaa vaimennus olla pienillä taajuuksilla lähes olematon. Muutamana millimetrin suuruinen reikä kuvussa tai rako tiivisteen ja ihon välissä vähentää vaimennusta merkittävästi.

Meluntorjunnassa voidaan myös kysyä:

- Muodostavatko yksittäiset toimet meluntorjuntaohjelman?
- Voivatko työntekijät hyvin ja onko heitä koulutettu meluntorjuntatyöhön?
- Onko huolto ja kunnossapito hyvin organisoitu?
- Ovatko meluntorjunnan vastuut kunnossa?

Mikä on meluntorjunnan realismi teollisuudessa? Suomessa useimmat työpaikat ovat tehneet toimenpiteitä melun vaimentamiseksi kuten absorptiomateriaaleja kattoon ja seinille, uusien koneiden hankinnan melutakuut ja kuulonsuojainten käyttö. Systemaattista ja laaja-alaista meluntorjuntatyötä on kuitenkin tehty vähän, mihin syynä voi olla osaamattomuus. Perustavoite on vähentää melulle altistuminen niin pieneksi, ettei kuulovaurioita synny, kuulonsuojaimia ei tarvita eikä

# Kohteet ja menetelmät

## Tutkimuskohteet

Tutkimuskohteet edustivat neljää erilaista teollisuudenalaa. Yritykset olivat eri kokoisia, erilaisia konsernirakenteeltaan ja organisaatioiltaan ja niiden tekniseen meluntorjuntaan liittyvät haasteet olivat erilaiset. Yritykset olivat SSAB Europe Oy, AGCO Power Oy, JTK Power Oy ja Fiskars Finland Oy Ab.

**SSAB:n Europe Oy** Raahen tehtaalla valmistetaan ns. standardi-, premium- ja erikoisteräksiä. Päätuotteita ovat kuumavalssatut levyt ja kelatuotteet. Tehdas on kooltaan noin 500 hehtaarin suuruinen alue, joka sisältää tehtaita tehtaalla sisällä. Kahdessa masuunissa valmistetaan raakarautaa, joka jalostetaan teräkseksi terässulatolla. Sulasta teräksestä tehdään teräsaihoita, jotka valssataan tuotteiksi kuumavalssaamalla. Tehdasalueella on myös koksaamo, voimalaitos, oma satama ja yksi Suomen suurimmista laboratorionkokonaisuuksista. Alueella työskentelee noin 2500 SSAB:n omaa työntekijää sekä satoja urakoitsijoiden ja yhteistyökumppaneiden edustajia. Hankkeen meluntorjunta-kohteina olivat nauha- ja levyvalssaamo.

Linnavuorella sijaitseva **AGCO Power Oy** on yhdessä Kiinassa, Brasiliassa ja Argentiinassa toimivien tuotantolaitostensa kanssa eräs maailman johtavista dieselmoottorien valmistajista. Aiemmin Sisu Diesel -nimellä tunnettu AGCO Power on ollut osa AGCO-konsernia vuodesta 2004. Dieselmoottorit toimivat monien maailman suurimpien traktori-merkkien sekä maatalouskoneiden sydäminä. Myös lukemattomat laivat, generaattorit, pumppaamot sekä voimalat luottavat AGCO Power -tuotteisiin.

**JTK Power Vöyrin ja Isonkyrön tehdas** on keskikokoinen konepaja, jonka toimipisteet sijaitsevat Suomessa Vöyrillä ja Isonkyrössä. Tehtailla valmistetaan äänenvaimentimia, väestönsuojalaitteita, venttiili-istukkarenkaita ja niihin liittyviä tuotteita sekä he tarjoavat mekaanista ja akustista palvelua. Yritys on osa JTK Power Groupia. JTK Power Group on erikoistunut vaativien teräsratkaisujen valmistamiseen maailman johtaville yrityksille voimalaitoksiin, rakennusosalalle, laivaja kaivosteollisuuteen sekä logistiikka-alalle. Äänenvaimennus- ja väestönsuojatuotteissa on kyse terveyteen ja turvallisuuteen vaikuttavista asioista. Tuotteiden toimivuus takaa hiljaisen ja turvallisen ympäristön. JTK Powerin menestys syntyy työntekijöiden arvostamisesta ja tiiviistä yhteistyöstä asiakkaiden kanssa.

**Fiskars Finland Oy Iittalan tehdas** on suomalainen yritys, joka on erikoistunut sisustusmuotoiluun ja astioihin. Iittalan lasitehdas oli ensimmäisiä lasitehtaita maailmassa, jossa sarjatuotantoon ja lasinpuhallukseen tuotiin 100 % kierrätyslasiset esineet. Kierrätyslasimassa valmistetaan Iittalan tehtaalla syntyvästä hukkalasista. Iittala jatkaa matkaansa ajattoman pohjoismaisen muotoilun edelläkävijänä. Iittala uskoo muotoiluun, joka säilyy sukupolvelta toiselle ja jota ei koskaan heitetä pois. Mikä alkoi lasitehtaasta vuonna 1881, ilmenee tänä päivänä kokoelmana ajattomia esineitä, jotka on suunniteltu rikastuttamaan ihmisten arkea. Vuonna 2007 Iittala Groupista tuli Fiskarsin tytäryhtiö.

## Tekijätahot

A-Insinöörit Suunnittelu Oy vastasi projektin perustamisesta, projektin johtamisesta ja fyysisen meluntorjunnan nykytilan selvittämisestä ja meluanalyyseistä tekemisestä osallistuvissa yrityksissä. A-Insinöörit teki meluntorjuntaratkaisujen suunnittelun ja ohjasi käytännön toteutuksen yrityksissä. Hankkeen loppuvaiheessa A-Insinöörien asiantuntijat varmistivat toteutettujen meluntorjuntaratkaisujen vaikuttavuuden osallistuvissa yrityksissä. Humanistisen ammattikorkeakoulun (Humak) työyhteisöjen kehittämisen osaamiskärki vastasi meluntorjunnan sosiokulttuuristen tekijöiden tutkimisesta. Tehtävät kattoivat tähän liittyvän osallistumisen hankepalaveriin työpaikoilla, aineiston keruun ja analysoinnin sekä raportoinnin ja tulosten käsittelyn työpaikoilla sekä mahdollisista jatkotoimista sopimisen. A-Insinöörit Oy ja Humak tekivät tiivistä yhteistyötä paremman ja yleistettävän toimintamallin rakentamiseksi.

## Projektiorganisaatio

1. Esa Nousiainen  
A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
(Akustiikkasuunnittelu AKSU)  
esa.nousiainen@ains.fi  
projektipäällikkö
2. Rauno Pääkkönen  
A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
(Akustiikkasuunnittelu AKSU)  
rauno.paakkonen@ains.fi  
tutkija.

3. Anu Järvensivu,  
Suomen Humanistinen Ammattikorkeakoulu Oy  
anu.jarvensivu@humak.fi  
tutkija
4. Mikko Matalamäki  
A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
(Akustiikkasuunnittelu AKSU)  
mikko.matalamaki@ains.fi  
tutkija.
5. Katri Otonkorpi- Lehtoranta  
Suomen Humanistinen Ammattikorkeakoulu Oy  
katri.otonkorpilehtoranta@humak.fi  
tutkija
6. Ilkka Suortti A-Insinöörit Suunnittelu Oy  
(Akustiikkasuunnittelu AKSU)  
ilkka.suortti@ains.fi  
tutkija
7. Laura Castren  
Suomen Humanistinen Ammattikorkeakoulu Oy  
laura.castren@humak.fi  
tutkija

Hankkeeseen osallistuvat yritykset varasivat hankkeen käyttöön interventiotutkimukseen, kuten haastatteluihin, palavereihin ja kehittämistilaisuuksiin sekä työympäristön kartoitukseen, meluntorjunnan teknisen tilan selvittämiseen ja meluntorjuntaratkaisujen käytännön toteuttamiseen osallistuvan henkilötyömäärän. Hankkeen johtoryhmässä oli edustus Teknologiateollisuus ry:stä, Teollisuusliitto ry:stä ja Työturvallisuuskeskuksesta.

Haettiin hankkeeseen loppuvaiheessa tilannekuva Ruotsista (Högskolan Dalarna) ja mahdollisesti Hollannista (esim. Arbo Unie), missä on tehty työhön ja työsuojeluun liittyvää laaja-alaista tutkimusta. Palaute oli kannustavaa ja vastasi esimerkiksi ruotsalaisten kokemuksista.

### **Aineiston keruu ja analysointi**

Tutkimuksessa selvitettiin haastatteluilla osallistuvien yritysten johdolta, työsuojelu-, työterveys- ja tuotanto-organisaatiolta ääniympäristöön, meluun ja sen torjuntaan liittyvät sosiaaliset ja kulttuuriset seikat. Haastatteluiden lisäksi osallistuttiin yrityksen sisäisiin tuotannon ja työsuojelun palaveriin ja fyysikaalisten tekijöiden kartoitustilanteisiin. Niin ikään selvitettiin erityisesti meluvamman riskin ja tapaturman riskin aiheuttaman melun esiintymisen teknisellä meluanalyysillä osallistuvien yritysten tuotantotiloissa. Analyysin pohjaksi selvitettiin yhdessä yrityksen työsuojeluorganisaation kanssa meluntorjunnan nykytila, mm. meluntorjunta-

ohjelman olemassaolo ja työntekijöiden kokemus tuotanto- ja taukotilojen melusta.

Yhdistämällä haastattelussa saatu yrityksen eri vastuorganisaatioiden kuva yrityksen meluntorjunnan tilasta tehtyyn fyysikaaliseen kartoitukseen ja selvitykseen aiemmasta meluntorjuntatyöstä saatiin tieto siitä, miten meluntorjunta yrityksessä oli toteutettu. Yrityksen johdon ja työsuojeluorganisaation haastatteluvastausten perusteella arvioitiin meluntorjunnan esteiden olemassaolo ja myös psykososiaalisesti kuormittavan melun esiintymisen yrityksessä. Kerätyn monialaisen ja yrityksen organisaation läpileikkaavan lähtöaineiston perusteella pystyttiin tekemään johtopäätökset ja meluntorjunnan tekniset ratkaisuehdotukset.

Tutkimus toteutettiin vuosina 2021–2022 neljässä teollisuusyrityksessä toimintatutkimuksellisessa kehyksessä, jonka osat olivat 1) vallitsevan tilanteen kartoitus, 2) paremman vaihtoehdon rakentaminen asiantuntijoiden ja työpaikan johdon ja henkilöstön yhteistyönä sekä 3) vallitsevaa ja kehittyneempää tilannetta välittävien muutos- ja kehitymisprosessien hahmottaminen (Kalleberg 1999). Mainitut osat limittyivät toisiinsa. Samoin ymmärrys äänimaisemista, melun torjunnasta teollisuustyöpaikoilla, melun merkityksistä eri työntekijöille ja henkilöstöryhmille sekä mahdollisuuksista kehittää yhdessä parempia ääniympäristöjä ja melun torjunnan käytäntöjä syveni koko hankkeen ajan.

Aineiston keruu käynnistyi kullakin työpaikalla päivän mittaisella käynnillä, johon osallistui työpaikan edustajien ohella sekä akustiikka-alaa tuntevia fyysikkoja että sosiokulttuurisia tekijöitä ymmärättäviä yhteiskuntatieteilijöitä. Päivän aikana kierrettiin tehdasta, tehtiin mittauksia ja keskusteltiin vapaamuotoisesti henkilöstön kanssa. Tehtaista oli valmiina aiempaa akustista mittausdataa, mikä helpotti meluisien työpisteiden hahmottamista. Monessa kohtaa keskustelu oli melun vuoksi vaikeaa, mutta onnistui kohtuullisesti hieman sivumalla. Työsuojelun vastuuhenkilöiden kanssa keskusteltiin pidempiä aikoja esimerkiksi palaverihuoneissa.

Tutkijoiden välisessä vastuunjaossa akustiikan asiantuntijat mittasivat äänitasoja ja sosiokulttuurisen työympäristön asiantuntijat keskustelivat työntekijöiden kanssa heidän työstään ja melun kokemuksestaan. Kaikilla työpaikoilla esiintyi kuuloa vaurioittavaa melua, eli päivittäiset melulle altistumiset olivat yli 85 dB (71–96 dB). Keskustelut ja mittaukset painottuivat ennalta työpaikkojen johdon ja työsuojelutoimijoiden kanssa paikallistettuihin erityisen meluisiin kohtiin. Mittausten lopputulemana kultakin työpaikalta piirrettiin melutasoa ja äänten



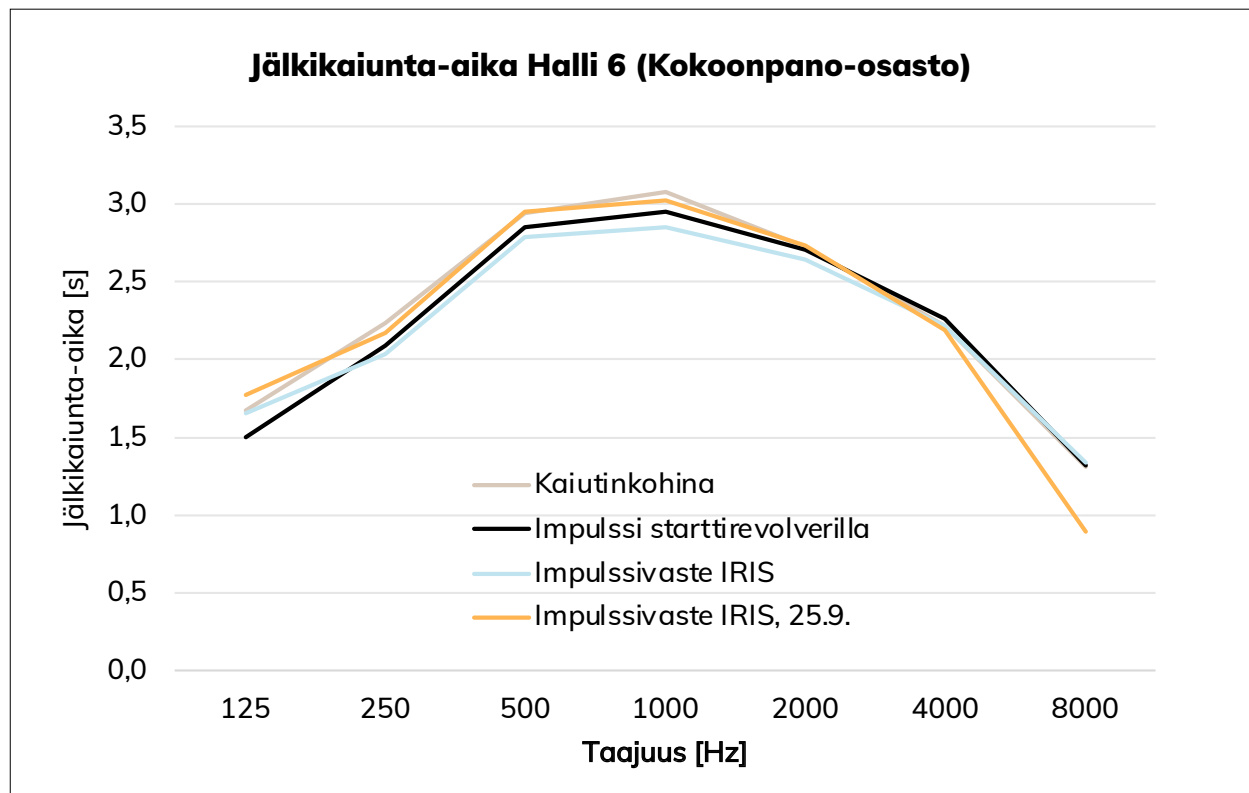
kulkua kuvaava kartta, ja akustiikan asiantuntijat tekivät ääniympäristöä parantavia ehdotuksia.

Kullakin työpaikalla tehtiin lisäksi 8–13 noin tunnin mittaista teemahaastattelua (yhteensä 38 kpl). Haastatteluja toteutettiin sekä kasvokkain että verkkovälitteisesti. Haastateltaviksi pyydettiin työntekijöitä meluisista työpisteistä. Lisäksi haastateltiin työpaikkojen työsuojelun asiantuntijoita sekä eri esihenkilö- ja johtotasoa. Haastattelut perustuivat väljään teemarunkoon. Niissä käsiteltiin haastateltavan työtä ja työhistoriaa, työyhteisöllisyyteen ja työkuultuuriin liittyviä seikkoja, työsuojelu- ja työturvallisuuskäytäntöjä, melun kokemuksia sekä melun torjunnan kehittämistarpeita.

Verkkovälitteisesti kerätty haastatteluaineisto tallennettiin tietokoneella ja kasvokkain toteutetut haastattelut sanelimilla. Kaikki tallennetut haastattelut litteroitiin kirjalliseen muotoon. Litteroiduista haastatteluista osaa käsiteltiin laadullisen aineiston käsittelyyn tarkoitetun Atlas.Ti-ohjelmiston avulla ja osaa Word-tekstinkäsittelyohjelman avulla. Kaikki analysoitiin sisällönanalyysiä (Sarajärvi ja Tuomi 2018) hyödyntäen. Sisällönanalyysin avulla etsittiin työturvallisuuskulttuurin piirteitä, työturvallisuuden keskeisiä rakenteita, käytäntöjä ja toimijoita sekä melunhallinnan ja –torjunnan esteitä ja mahdollistajia. Estäviä ja edesauttavia tekijöitä hahmotettaessa huomio kiinnitettiin niin tekni-

siin, sosiaalisiin kuin kulttuuriinkin näkökulmiin. Neljän erityyppisen organisaation tarkastelu rinnakkain mahdollisti moniulotteisen kuvan rakentamisen melunhallinnan ja –torjunnasta teknisenä ja sosiokulttuurisena sekä kontekstisidonnaisena ilmiönä.

Hankkeen aikana kaikissa tehtaissa vierailtiin teknisfysikaalisten mittausten ja sosiokulttuuriin tekijöihin keskittyneiden haastattelujen tiimoilta vähintään kolme kertaa. Lisäksi kullakin työpaikalla järjestettiin kehittämistilaisuudet. Kehittämistilaisuuksien idea oli pohtia yhdessä realistisia meluntorjunnan mahdollisuuksia ja meluntorjunnan esteitä. Kehittämistilaisuudet aloitettiin hankkeen sen hetkisistä tuloksista informoimisella ja keskustelulla. Tämän jälkeen lähdettiin yhdessä keskustelemalla tekemään hankkeessa kehitellyn rungon pohjalta työpaikalle omaa meluntorjuntaohjelmaa. Kokonaisvaltaisena tavoitteena oli työpaikkakohtaisen meluntorjunnan yhteistoiminnallisen mallin kehittäminen ja mallin käsittely kohdeorganisaatioissa yhdessä henkilön johdon, esihenkilöiden, työntekijöiden ja työsuojeluorganisaation edustajien kanssa. Yhteistoiminnallisella työskentelyllä tuettiin kaikkien tahojen osallisuutta ja lisättiin yhteistä ymmärrystä meluntorjunnan mahdollisuuksista ja esteistä. Samalla vahvistettiin tietoa siitä, miten prosessi jatkuu ja ketkä ovat keskeiset vastuutahot.



Kuva 3. Eri jälkikaiunta-ajan mittausten vertailu.

## Teollisuusakustiikan jälkikaiunta-ajan mittausmenetelmän laadunvarmistus

Projektin kuluessa hyödynnettiin meluntorjunnan suunnittelussa laajasti huone- ja tila-akustiikan mallinnukseen kehitettyä ODEON-ohjelmistoa. ODEON on sädeseurantaan käyttävä moderni monipuolinen mallinnusohjelman tilan sisäpuolisen akustiikan laskentaan. Lähtötietona tarvitaan tilan geometria, pintojen vaimennuskerroin tyypillisesti jälkikaiunta-ajan perusteella laskettuna ja tieto tilan sisäpuolisesta sirottavasta tilavuudesta, esim. varastohyllyjen osuus ja koottavien laitteiden ja koneiden osuus (Keränen 2003, Keränen 2009).

Olellainen lähtötieto on luotettava ja tehokas jälkikaiunta-ajan mittaus.

Jälkikaiunta-ajan mittausmenetelmien laadunvarmistus ja keskinäinen vertailu tehtiin AGCO Power Oy:n Linnavuoren tehtaalla. Vertailtiin ns. impulssivastemenetelmää IRIS, kaiutinherätteellä tuotettu katkaistun kohinan menetelmää ja starttirevolverilla ammuttua perinteistä impulssimenetelmää (kuva 3).

Kaikilla menetelmillä saadaan taustamelusta riippuvan n. 10...20 m mittauspaikkaetäisyyden sisällä mitattuna toisiaan vastaavat tulokset. Todettiin että starttirevolveria ja 9 mm paukkupatruunaa käyttävä perinteinen impulssimenetelmä on teollisuus-

akustisessa sovelluksessa tehokkain ja taloudellisin sekä epäherkkä taustamelulle.

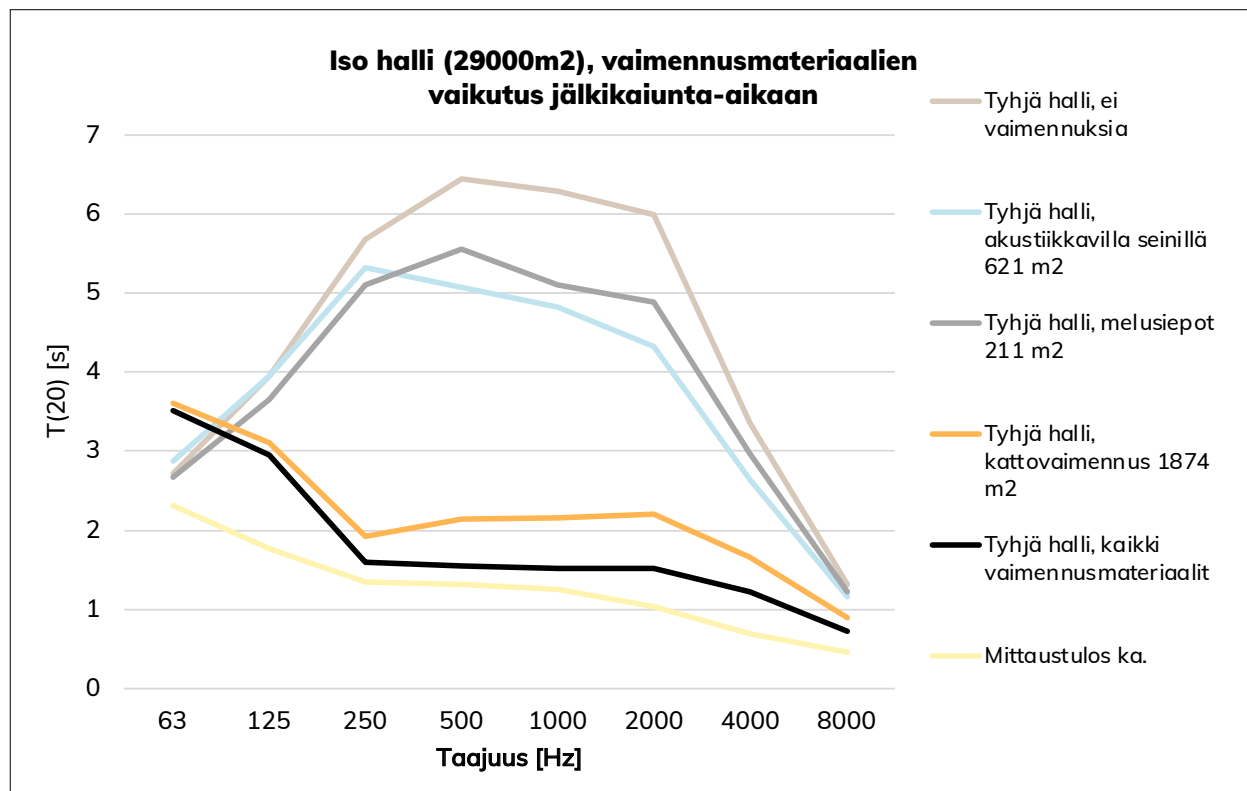
Tilan vaimennuksen toteuttamiseen liittyen tehtiin vielä projektin loppuvaiheessa pystyyn ripustettujen vaimennusmateriaalielementtien, ns. melusieppojen toimivuuden varmistava kenttätutkimus Kalmar Cargotec Finland Oy:n Ruskon protopajahallissa (kuva 4). Mitattiin jälkikaiunta-aika ja laadittiin huoneakustinen malli ODEON-ohjelmalla. Vertailtiin hallista laadittua akustista mallia mitauksiin. Vastaavuus on hyvä.

## Hankkeen riskit

Hankkeen kohdeyritykset sitoutuivat osallistumiseen ja osarahoitukseen. Kohdeorganisaatioiden vaihtumista ei tapahtunut. Myöskään hankkeen asiantuntijat eivät vaihtuneet tutkimuksen aikana. Lisäksi A-Insinöörit Oy:ssä oli rakentamisen ammattilaisia, joilta voitiin saada tukea rakentamiseen liittyvissä kysymyksissä.

## Tutkimuksen eettiset näkökohdat

Tutkimuksessa noudatettiin ajantasaisia tutkimuseettisiä ja tietosuojaan liittyviä periaatteita. Tutkimuksessa ei muodostunut henkilörekisteriä. Mukaan lähteviltä työpaikoilta pyydettiin sitoutumisilmoitukset ja niille tarjottiin mahdollisuus



Kuva 4. Eri absorptio-pinta-alojen vaikutus jälkikaiunta-aikaan. Vertailu mittaustulokseen.

pysyä tunnistamattomina julkaisutoiminnassa. Työpaikoilla keskusteltiin niin työnantajan kuin työntekijöidenkin edustajien kanssa. Hankkeen alkaessa informoitiin henkilöstöä. Haastattelut perustuivat vapaaehtoisuuteen eikä haastateltavien

henkilöllisyys paljastunut yrityksen ulkopuolisille. Haastatteluissa annetut tiedot ovat luottamuksellisia eikä niitä käsitellä siten, että ne olisivat edes yrityksen sisällä yhdistettävissä tiettyyn henkilöön.

### Tutkimuksen etenemisvaiheet, niiden sisältö, työmäärä ja aikataulut.

Vaihe	Alkamispäivämäärä	Päätymispäivä
Aineiston keruu: meluntorjunnan esteet	1.6.2021	31.12.2021
Aineiston keruu: meluntorjunnan nykytila	1.6.2021	31.12.2021
Meluntorjunnan esteiden analyysi	1.9.2021	1.6.2022
Meluntorjunnan yhteissuunnittelu	1.6.2021	1.3.2022
Palautetilaisuuudet	10.12.2021	6.2.2023
Loppuraportin ja artikkelien kirjoittaminen	1.5.2022	28.2.2023
Meluntorjunnan esteet poistava malli	1.6.2022	28.2.2023
Arviointi ja tulosten julkaiseminen	1.6.2022	28.2.2023

### Ohjausryhmän kokoonpano ja kokoukset.

Henriikka Järvinen	AGCO Power Oy Linnavuoren tehdas	
Maija Kaunisto	Fiskars Oy Iittala	22.9.2022 asti
Joni Mäkelä	Fiskars Oy Iittala	22.9.-14.12.2022
Anu Pöhö	Fiskars Oy Iittala	23.1.2023 alkaen
Jouni Hartikainen	JTK Power Oy	
Henri Heinäheimo	JTK Power Oy	2.6.2021 asti
Jussi Minni	JTK Power Oy	30.11.2021 alkaen
Heikki Hellman	SSAB Europe Oy	
Mari Koskinen	Teollisuusliitto ry	
Päivi Sarmala	Työturvallisuuskeskus	
Jarmo Päivä	Teknologiateollisuus ry	28.9.2021 asti
Sauli Holappa	Teknologiateollisuus ry	30.11.2021 alkaen
Timo Anttila	Jyväskylän yliopisto	
Kenneth Johansson	Työsuojelurahasto	
Esa Nousiainen	A-Insinöörit Suunnittelu Oy	sihteeri
Rauno Pääkkönen	A-Insinöörit Suunnittelu Oy	tutkija
Katri Otonkorpi-Lehtoranta	Tampereen yliopisto	tutkija
Anu Järvensivu	Työterveyslaitos	tutkija

Kokouksissa on sovellettu kiertävän puheenjohtajan järjestelmää. Lisäksi ohjausryhmän kokouksiin on osallistunut tarvittaessa Mikko Matalamäki

ja Ilkka Suortti A-Insinöörit Suunnittelu Oy:stä ja Laura Castren HUMAKista.

## Ohjausryhmän kokoonpano ja kokoukset.

2.6.2021	Ohjausryhmän aloituskokous	Teams
28.9.2021	Ohjausryhmän kokous	Teams
30.11.2021	Ohjausryhmän kokous	Teams
14.3.2022	Ohjausryhmän kokous	Teams
13.6.2022	Ohjausryhmän kokous	Teams
22.9.2022	Ohjausryhmän kokous	Linnavuori, kasvokkain
14.12.2022	Ohjausryhmän kokous	Teams
10.1.2023	Kehittämistyöpaja	JTK Power Oy Vöyri
11.1.2023	Kehittämistyöpaja	SSAB Europe Oy Raahе
12.1.2023	Kehittämistyöpaja	AGCO Power Oy Linnavuori
6.2.2023	Kehittämistyöpaja	Fiskars Oy Iittala
14.2.2023	Ohjausryhmän loppukokous	Iittala, kasvokkain

## Melun mittaukset ja mallintaminen

### Melu

Melua mitattiin tarkkuusäänitasomittarilla Norsonic 140, äänianalysointilaitteilla B&K 2260, Svantek SVAN 958A ja meluannosmittareilla CEL 460 ja Spark 706. Mittarit on kalibroitu vuonna 2018 ja 2020 monitaajuuskalibraattorilla ja mittarit tarkistettiin ennen mittauksia jäljitetyllä vertailuäänilähteellä (jälki Työterveyslaitos 2020–2021). Mittareille tallennetut tiedot purettiin mittareita varten olevilla tietokoneohjelmilla B&K 7178, Blaze ja CEL. Äänianalysointilaitteilla voitiin tarkastella muun muassa työvaiheiden ajallisia vaihteluita ja melun taajuus-sisältöjä. Meluannosmittareilta saatiin tulostettua meluallistumista kuvaavat keskiäänitaso  $L_{Aeq}$ , 2-4h ja huipputaso  $L_{Cpeak}$ . Lisäksi mittareista saatiin tulostetuksi meluallistumisen ajallisia vaihteluita.

### Rakenteellinen tärinä

Käsiin kohdistuvaa tärinää mitattiin tärinämittarilla Svantek, joka oli varustettu 1-suuntaisella pietsosähköisellä anturilla. Mittarilta tulostettiin tärinän ajallisia vaihteluita ja taajuustasoinen värähtelykiihtyvyyden ja värähtelynopeustieto.

### Ohje- ja vertailuarvot, melu

Valtioneuvoston asetuksen 85/2006 mukaan kuulovaurion vaaraa aiheuttavana meluna pidetään meluallistusta, joka mitattuna ekvivalentitasona  $L_{Aeq}$  työpäivän ajalta ylittää arvon 85 dB. Impulssimelun huipputasolle ( $L_{Cpeak}$ ) toiminta-arvo on 137 dB (200 Pa). Jos työntekijän työpäivän meluallistus ylittää alemmat toiminta-arvot, työntekijällä on oikeus saada työnantajalta henkilökohtaiset kuulonsuojaimet. Alempien toiminta-arvojen ylittyessä työntekijällä on myös oltava mahdollisuus käydä ennaltaehkäisevässä audiometrisessä kuulotestissä, mikäli melutilanteen mittaukset ja arviointi osoittavat terveydelle aiheutuvaa riskiä. Meluallistuksen ylittäessä ylemmät toiminta-arvot (tai ollessa niiden tasalla), työntekijälle tulee velvollisuus kuulonsuojaimien käyttöön. Työntekijällä on tällöin myös oikeus lääkärin (tai muun riittävän pätevän henkilön lääkärin valvonnassa) suorittamaan kuulontarkastukseen. Ylemmän toiminta-arvon ylittyessä työpaikalle täytyy tehdä meluntorjuntaohjelma (Taulukko 3).

**Taulukko 3.** Meluallistuksen ohje- ja vertailuarvot.

	Keskiäänitaso	Impulssimelu	C-taajuuspainotettu äänitaso, dB
	$L_{EX,8h}$ , dB	$p_{peak}$ (Pa)	
Altistuksen alemmat toiminta-arvot	80	112	135
Altistuksen ylemmät toiminta-arvot	85	140	137
Altistuksen raja-arvot	87	200	140

# Tulokset

## Melulle altistumisen selvittäminen ja tekninen meluntorjunta

### SSAB Europe Oy

Tehtaan työvaiheiden melua ja valvomoon siirtävää tärinää selvitettiin. Työn tavoitteena oli selvittää työntekijöiden altistumista ja altistumisen syitä sekä selvittää mahdollisia kehittämiskohteita. Tiloissa taltioitiin melua eri työvaiheissa ja eri koneilla 1.7.2021 klo 8.30–14.00 ja 3.12.2021 klo

9.00–14.00. Tilanne työn ja toiminnan suhteen oli tavanomainen. Tärinän siirtymistä mitattiin valvomon ulkopuolella ja valvomossa.

Melumittausten koonti ja meluannosmittausten analyysit ovat seuraavassa taulukkona 4.

### Taulukko 4. Melumittausten koonti.

SSAB yhteenveto 1.7.2021

kohde	mittausjakso	L <sub>Aeq</sub> dB	LC <sub>peak</sub> dB	taajuus Hz
A. Melumittaukset				
1. Nauhavalssi, levyn pään eteneminen täristää	2 min	88	105	
2. Kelain ja karkaistu levy	1 min	88	105	
3. Kelain ja karkaustu ohuempi levy nauhan pää	2 min	100-106	120	
4. Valssiradan alkuluku, laakeri, nauhan valssaus	4 min	90	110	
5. Puhallin ABB salyvent 1700 rpm	3 min	86	110	100 dB@16 Hz
6. Polttoilmapuhallin 1&2	2 min	87	107	89 dB@250 Hz
7. Panostus, aihio uuniin uusi radalle	10 min	88	105	
8. Valvomo loggaus 120 levyä uuniin	2 h	61	alle 110	
9. Levyvalssaamo jäähdytyspöytä	5 min	90	110	
10. Levyvalssaamo jäähdytyspöytä	26 min	88	110	
11. Levyvalssaamo jäähdytyspöytä 20 mm levy	6 min	93	120	
12. Päätyleikkuri	22 min	96	125	
13. Päätyleikkuri	1 min	91	125	
14. Päätyleikkuri	10 min	92	125	
15. Plasmaleikkaus	9 min	88	101	
<b>Vaihteluväli</b>		<b>61-106</b>	<b>105-125</b>	
<b>Vaihteluväli pl valvomot</b>		<b>86-106</b>	<b>105-125</b>	
<b>Ylempi toiminta-arvo</b>		<b>85</b>	<b>137</b>	

kohte	mittaus- jakso	$L_{Aeq}$ dB	$LC_{peak}$ dB	vaihteluväli
B. Meluannosmittaukset				
1. Kelain ohjauspöytä	3h23min	80	125	
2. Nauhavalssaamo valssien kohta käytävä	3h24min	85	123	82-98
3. Valssiradan alku, nauhan valssaus	3h13min	85	131	75-95
4. Nauhalinja pystyvalssi	3h13min	84	118	75-95
5. Levyvalssaamo jäädytyspöytä	3h45min	96	133	70-122
6. Päätyleikkuri	3h54min	90	130	70-117
7. Plasmaleikkaus	3h36min	86	135	70-121
<b>Vaihteluväli</b>		<b>80-96</b>	<b>118-135</b>	
<b>Ylempi toiminta-arvo</b>		<b>85</b>	<b>137</b>	

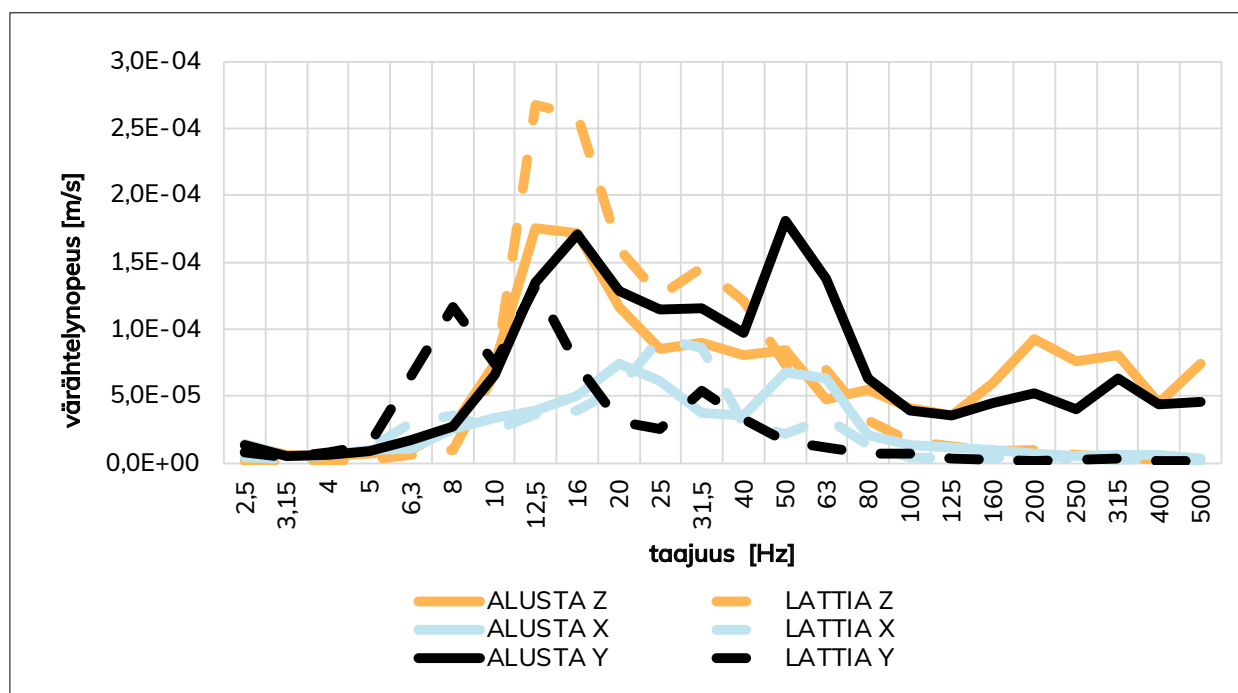
Aikavaihtelut olivat suhteellisen pieniä. Melulle altistuminen oli 80–96 dB eli vaimennustarve arvoon 80 dB on 16 dB ja arvoon 85 dB 11 dB. Hyvälaatuisia kuulonsuojaimia käyttämällä on mahdollista päästä varmasti ylempään toiminta-arvoon ja todennäköisesti myös alempaan toiminta-arvoon. Impulssimelun huipputasot eivät ylittäneet toiminta-arvoja (alempi 135 dB).

#### Valvomon tärinänvaimennus

Määritettiin ns. rullaradalla kulkevan suuruusluokaltaan 20 t painavan teräsaihion aiheuttama värinä vanhan huoltorakennuksen katolle rakennetussa ohjaamossa (kuva 5). Keskiarvotettiin 5...10 aihion

ajo. Mitattiin ohjaamon tukirungon palkkijalustassa kolmen suunnan värähtely. Mittausten perusteella pystysuuntainen värähtely on voimakkainta, todennäköisesti lattialaatan taivutuksen kautta ohjaamoon välittyvää.

Tämän tärinän vaimentamiseksi ehdotetaan lattialaatan katkaisua suoraan huolto- ja ohjaamorakennuksen seinän vieressä. Aiempien suunnittelupiirustusten mukaan teräsaihioita kuljettava rullarata ja huolto- ja ohjaamorakennus ovat todennäköisesti erillisillä perustusanturoilla, jolloin lattialaatan kautta välittyvän tärinän poisto vähentää ohjaamon tärinää selvästi.



Kuva 5. Valvomon ja valvomon alustan värähtely.

## Lämmitysilmapuhaltimien melunvaimennuksen suunnittelu

Mittauksissa havaittiin ilmapuhaltimiin paikantuva suhteessa merkittävä pieni- ja keskitaajuinen melun päästö. Yksittäisillä pyörimisnopeuteen liittyvillä taajuuksilla taso saattaa ylittää 100 dB taajuuspainottamattomana. Tämän melun vaimentamiseksi suunniteltiin kanavaäänenvaimentimet kolmeen erityyppiseen puhaltimeen. Näiden suunnittelu ja suorituskyky on esitetty erillisessä työraportissa.

### Kehityskohteet

1. Valvomon tärinä. Valvomoon on asennettu jälkikäteen jäykiste pystypilarin tukemiseksi, mutta valvomo edelleen huojuu ja värähtele kappaleiden kulkiessa radalla. Pöytäpinnat näyttäisivät värähtelevän eniten, joten ainakin pöytien tukeminen on mahdollista. Värähtely voi haitata pitkän ajan kuluessa myös laitteiden toimintaa ja kestävyyttä. Myös lattia ja pilarit tärisevät selvästi. Ehdotetaan lattialaatan katkaisua rullaradan ja valvomon välissä taivutus- ja pystysuuntaisen värähtelyn vähentämiseksi.
2. Plasmaleikkauksen ohjaamo. Kohteen meluanos oli 86 dB ja huipputaso alemman toiminta-arvon tasalla eli 135 dB. Ohjaamo on mahdollista äänieristää sekä kaikuisuutta vähentää absorptiomateriaalien ja rakenteiden avulla. Olennaista on pyrkiä tukkimaan raoista ja saumoista tulevaa äänivuotoja.
3. Valssaamo ja levylinjat. Tilat ovat suuria halleja eikä akustisella vaimennuksella (absorptio) ole odotettavissa merkittävää vaikutusta meluun. Tarpeen mukaan on mahdollista tehdä lisää valvomoita, seinäkkeillä suojata työntekijöitä sekä rakentaa yksittäisten melulähteiden eteen ääntä imeviä seinäkkeitä. Tuotteiden laadun kehittäminen näyttäisi tuovan mukanaan myös melulle altistumisen vähentymisen. Tästä esimerkkejä ovat aihoiden käyryys, iskujen vähentäminen ja levyjen kääntelymenetelmien kehittäminen.
4. Suhteessa voimakas pientaajuinen melun puhallinääni on kuultavissa suuressa hallissa ja on mahdollista rakentaa äänenvaimennin puhaltimen melun vaimentamiseksi (keskiäänitaso LAeq = 86 dB ja 100 dB@16 Hz). Pieni taajuus erottuu ja jo 5 dB vaimentuminen muuttaisi tilan äänimaisemaa. On suunniteltu kaksi eri vaimennintyyppiä puhaltimien vaimentamiseksi. Hyvin suunniteltu äänenvaimennin vaimentaa lapataajuuden kokonaan pois, ts. 15...20 dB, ja muuta puhallinmelua 10 dB.
5. Henkilökohtainen kuulon suojaus. Hyvä äänitaso suojainten sisäpuolella on 70–80 dB, mutta nykyään viestintä suojaimiin on tärkeää ja viestintä voi nostaa äänitasoa, kunhan päiväaltistuminen viestinnän kanssa ei ylitä 85–87 dB. Tehtaalla on käytössä kypärään kiinnitetyjä kupusuojaimia, kertakäyttöisiä tulpasuojaimia, korvakäytävän muotoon valettuja tulppasuojaimia. Saattaisi olla paikallaan, että esimerkiksi työterveyshuollon käyntien yhteydessä käytäisiin läpi kunkin käyttämät suojaimet ja niiden asentaminen mahdollisimman hyvin. Samoin viestintäjärjestelmien toimivuus ja viestien ymmärrettävyys suojaimessa tulisi varmistaa. Kun melut ovat pääosin laajakaistaisia (liite 3), päästään kaikilla edellä mainituilla suojaintyypeillä hyväksyttävään melulle altistumiseen, jos suojaimet on asennettu oikein.
6. Asenne melulle altistumiseen. Työkohteissa tärkeimmät työhygieeniset häirttekijät ovat melu ja pöly. Vaikka huolellisella kuulonsuojaimien käytämisellä ei syntyisikään kuulon huonontumista, melu kuormittaa henkisesti, mikä voi ilmetä esimerkiksi väsymyksenä työpäivän jälkeen. Tästä syystä tehtaalla on järkevää puhua ajoittain melusta esimerkiksi työkokousten yhteydessä ja työterveyshuollon vastaanotoilla.
7. Kuulotarkastukset. Melulle altistuminen ylitti meluannosmittausten mukaan ainakin alemman toiminta-arvon, jolloin työntekijät voivat halutessaan saada kuulotutkimuksen sekä saavat käyttöönsä kuulonsuojaimet. On oletettavaa, että monissa töissä melulle altistuminen myös ylittää ylemmän toiminta-arvon, jolloin työntekijöiden pitää käyttää kuulonsuojaimia ja heidän kuulonsa tulee tarkastaa määräajoin. Tällöin työnantajan tulee myös valvoa, että kuulonsuojaimia käytetään.
8. Savox Oy/Silenta henkilöiden kanssa on pohdittu kypäräkuulonsuojaimien toimivuutta ja erityisesti viestinnän haasteita näissä tiloissa. Keskusteluja jatkettiin vuonna 2022 kokouksissa (Rauno Pääkkönen ja Heikki Koponen). Ongelmana on ollut taustatason siirtyminen sähköisesti suojaimen sisälle, vastamelutekniikan haasteet sekä puheäänien siirtyminen.

### AGCO Power Oy

Tehtaan työvaiheiden melua selvitettiin. Työn tavoitteena oli selvittää työntekijöiden altistumista ja altistumisen syitä sekä selvittää mahdollisia kehittämiskohteita. Tiloissa taltioitiin melua eri



työvaiheissa ja eri koneilla. Tilanne työn ja toiminnan suhteen oli tavanomainen.

Äänitasomittausten tulokset ovat taulukkona 5. Äänitasot vaihtelivat 70–95 dB. Suurimmat lyhytaikaiset keskiäänitasot olivat paineilmapuhalluksessa 95 dB sekä hiekkapuhalluksen ja kuivaussyklin aikana 91 dB. Vaikka tässä ei varsinaisesti mitattu impulssimaista melua, voidaan arvioida, ettei lyhytaikaisten mittausten yhteydessä ollut merkittäviä impulssimelun piikkejä pulttipyssyjä lukuun ottamatta, mitkä tyypillisesti ylittävät ylempää toiminta-arvon 137 dB.

Melualtistusmittausten tulokset on esitetty taulukossa 5. Melualtistusmittausten melun aikapro-

fiilit on esitetty liitteenä 3. Liitteen 3 aikaprofiilien mukaan taustatasot halleissa olivat 60–80 dB, jotka sitten mm. käsityökalujen käyttämisistä aiheutuneista meluista aiheuttivat taulukossa 5 esitetyt henkilöiden suuremmat altistumiset.

Melulle altistumiset olivat keskiäänitasona 73–94 dB. Impulssimelun huipputasot vaihtelivat 115–151 dB. Melulle altistuminen syntyy koneista ja laitteista, mutta erityisesti henkilöiden käyttämistä käsityökaluista kuten esimerkiksi paineilmapistooleista, kuonataltoista, hiomakoneista ja hitsauksesta. Merkittävää impulssimelua oli paineilman käsisolun ja varastohissin täytön yhteydessä. Paineilman robottisolussa ollut suuri meluimpulssi oli kertaluonteinen, eikä sen syy ole tiedossa.

#### Taulukko 5. Meluannosmittausten ja äänitasomittausten tulokset

Äänitasomittaukset, AGCO Power 15.6.2021

Mittauspiste	L <sub>Aeq,5min</sub> [dB]	LA,max [dB]	Huomiota
Paineilmapuhallus			Paineilmapuhallus
Paineilmapuhallus robotti ei käynnissä	75	89	Mp1
Robotti käynnissä	84	95	Mp2
Kuivaussykli 1min 50 s	91	95	Mp3
Työstökoneet + muuntaja	77	84	Mp4
Moottorin putsaus ja tulppaus	94	109	Mp5
Halli 1	LAeq,5min [dB]	LA,max [dB]	Halli 1
Koneistusrobotin päätelaite	76	84	Mp6
Piensarjakoneistus	76	85	Mp7
Halli 4	LAeq,5min [dB]	LA,max [dB]	Halli 4
Hiekkapuhallus	91	105	Mp8
Taivutusrobotti OPT 400 putken taivutus ja kolahdus	78	97	Mp9
Putken katkaisu ja pesu	82	100	Mp10
Halli 6	LAeq,5min [dB]	LA,max [dB]	Halli 6
Maalaamo moottorin pudotuspaikka puu/rautajakkara	83-85	97-98	Mp11
Maalaamo ja kuivatus	74	84	Mp12
Maalaamo työpiste päätelaite	72	83	Mp13
Pulttipyssy 1			Mp14
Pulttipyssy 2			Mp15
Taustäänitaso kokoonpanolinja	70	84	Mp16
Keräilypiste	77	97	Mp17
Pakkaamo	75	90	Mp18

## Meluannosmittaukset

kohde	Mittari	klo-klo	$L_{EX,4h}$ dB	$L_{C,peak}$ dB	N
I AGCO Power Oy 10-2-2022					yli toiminta-arvon
1. paineilma käsisolu	LD 18642	8.24-14.32	94	140	3
2. paineilma robottisolu	LD 16	8.27-14.35	85	151	1
3. putkikatkaistu	LD 9	8.35-14.06	85	132	
4. hiekkapuhallus	LD 10	8.43-14.02	84	126	
5. maalaamo	LD 4	8.56-13.31	78	120	
6. Team leader	LD 15	9.00-13.34	73	115	
7. varastohissi keräily	LD 268	9.07-13.38	81	126	
8. varastohissi täyttö	LD 12	9.10-13.41	93	142	7
9. kokoonpano	LD 5	9.16-13.42	71	128	
10. kokoonpano erikois	LD 44	9.20-13.47	laitevika	laitevika	

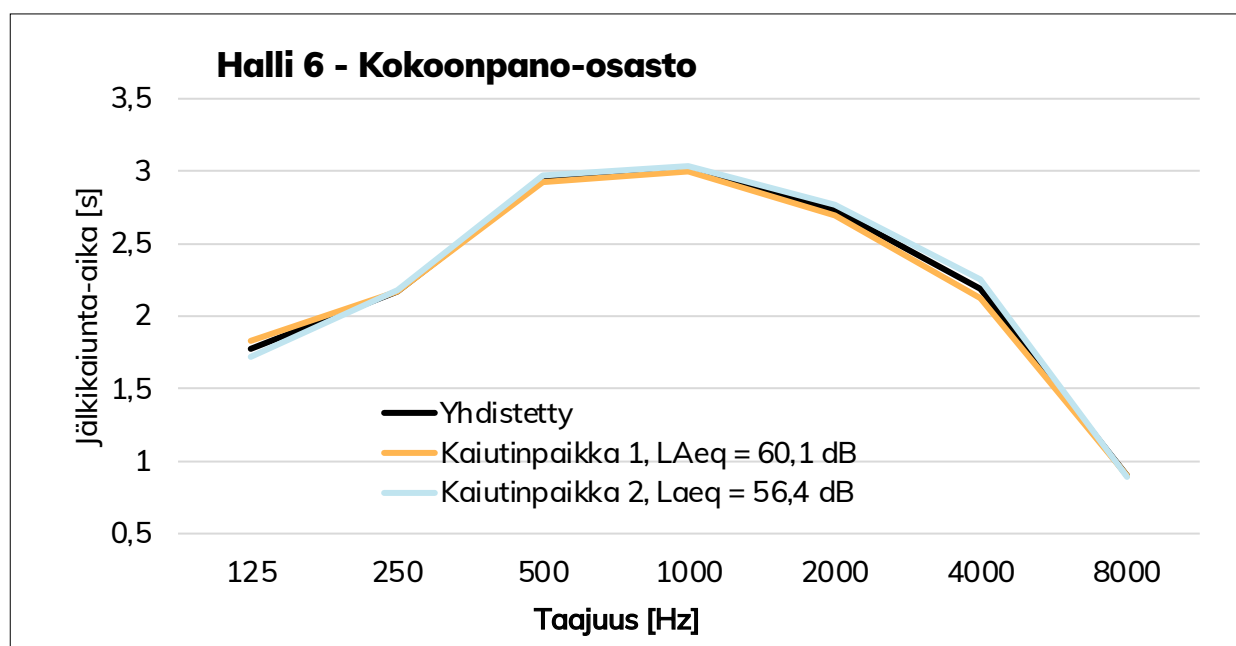
Silmämääräisesti arvioituna useimmat työntekijät käyttivät heille soveltuvia kuulonsuojaimia, joiden melun vaimennuskyky oli hyvä tai tyydyttävä. Erityistä varmistamista tarvittaisiin meluallistustutkimusten (Taulukko 5) perusteella kohteisiin, missä melulle altistuminen ylitti 90 dB. On todennäköistä, että melun vaimentuminen suojaimia käyttämällä on riittävää. Impulssimelun osalta hyvälaatuiset kuulonsuojaimet antavat näissä kohteissa riittävän vaimennuksen.

Kuulosuojainten käyttöön liittyi huomio, että joillakin työntekijöillä oli käytössään kuulokkeita, joiden avulla he kuuntelivat radiota tai muuta ohjelmaa. Kuulokkeet eivät sovellu melutyöhön, koska niiden

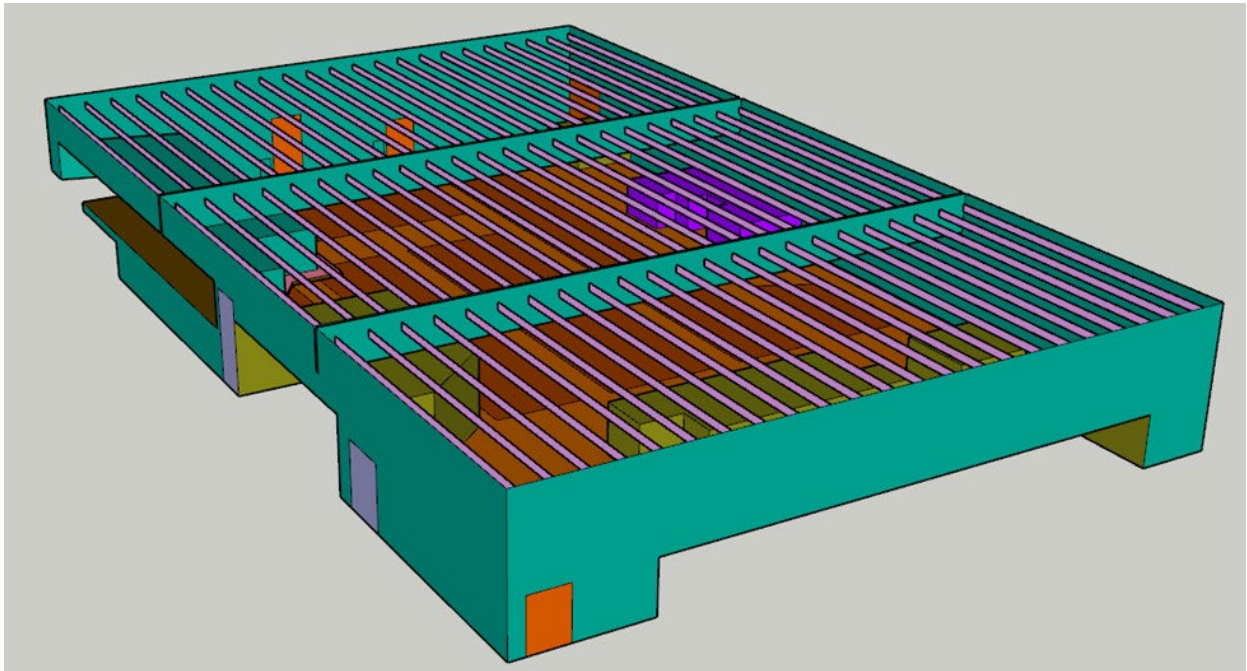
vaimennuskyky ulkoista melua vastaan ei yleensä ole riittävä eikä sitä ole asianmukaisesti testattu. Kuulokkeet on tarkoitettu toimistomaiseen työhön ja hiljaisessa ympäristössä kuunteluun.

### Jälkikaiunta-ajan mittaus ja tuotantotilan akustinen parantaminen

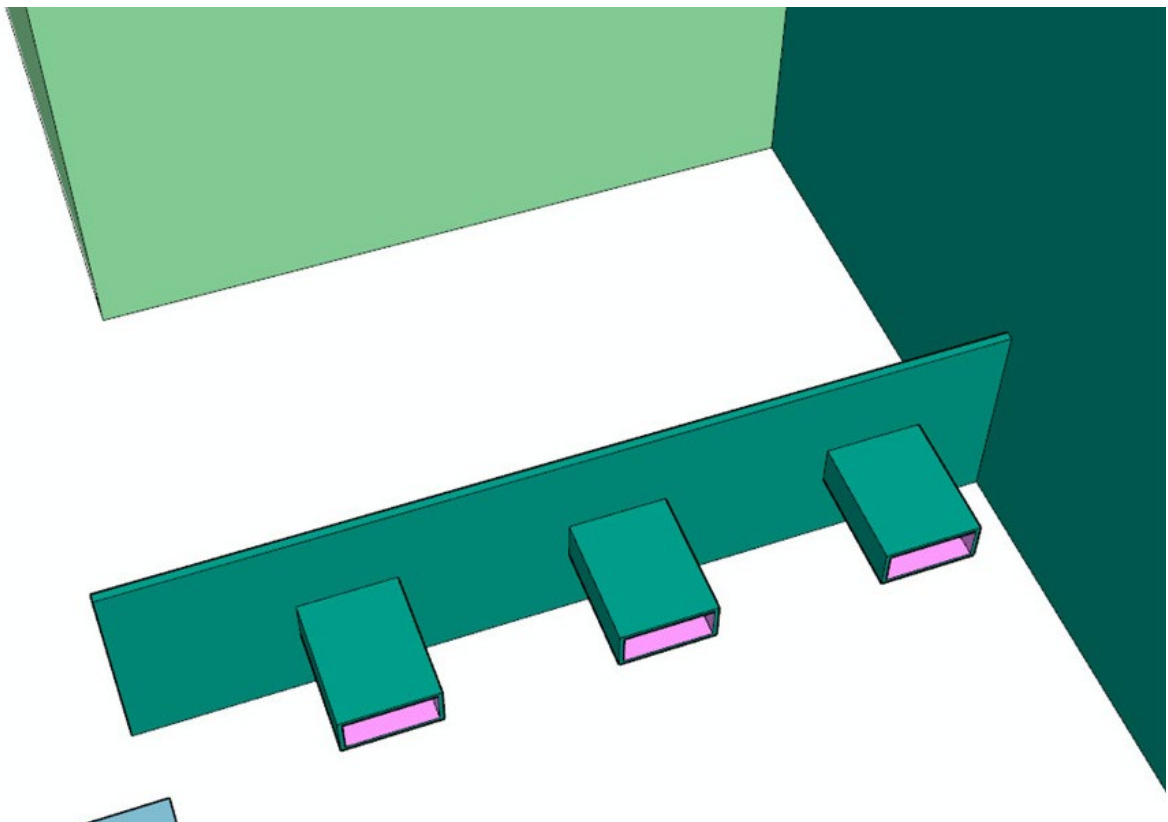
Hallissa 6 mitatut jälkikaiunta-ajat on esitetty kuvassa 6. Jälkikaiunta-ajat taajuusalueella 500-4000 Hz olivat 1,5-3,1 s. Halli on tilavuudeltaan melko kookas ja kaiunta-ajat ylittävät suositusarvon 2,2 s (SFS 5907) selvästi. Huoneakustisen mallinnuksen perusteella arvioitiin, että absorptiomateriaalia lisäämällä on mahdollista alentaa jälkikaiunta-aika lähelle ja alle 2,0 s arvon.



Kuva 6. Hallissa 6 mitatut jälkikaiunta-ajat



**Kuva 7.** Kokoonpanohallin akustinen vaimentaminen pystyyn ripustettavilla melusiepoilla. 2400 mm välillä asennettu 600 mm korkea melusieppo alentaa laskennan mukaan jälkikaiunta-ajan alle 2 s kaikilla tutkituilla taajuuksilla.



**Kuva 8.** Meluaidan toteutus absorptiopinta varastohissin päin varastohissin melun vaimentamiseksi varastotyöpisteille. Saavutetaan 6...8 dB meluannoksen alenema varastotekijän työpisteellä.

Selkeänä meluntorjuntatoimenpiteenä kuvattuun tilanteeseen suunniteltiin hallin lisävaimennus (kuva 7). Laadittiin mitattua jälkikaiunta-aikaa ja havaittuja rakenneratkaisuja käyttäen ODEON-huoneakustiikkamallinnusohjelmiston avulla sekä kokoonpano-

vaimennuksen mitoittamiseksi ja sijoittelun määrittämiseksi. Lopulta päädyttiin laskemaan pystyyn katosta ripustettavien ns. melusieppojen vaikutus.

Samalla tutkittiin meluaidan toteutuksella saatava parannus varastotyöntekijöiden työpisteisiin (kuva

8). Aita on toimiva, yksinkertainen ratkaisu melunvaimennukseen tässä tilanteessa, ja jättää mahdollisuuden laitteen huoltoon.

### Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Melun hallitsemiseksi pitää tehdä meluntorjunta-ohjelma. Koska melulle altistuminen monissa kohteissa ylittää ylemmän toiminta-arvon 85 dB, pitää näissä kohteissa käyttää kuulonsuojaimia. Edelleen työntekijöiden kuulotarkastukset ovat tarpeen. Tämän lausunnon melu-altistumista koskevista tiedoista on hyötyä myös arvioitaessa työntekijöiden kuulotarkastustarpeita työterveyshuollossa. Työterveyshuolto osaa arvioida kuulonsuojaimien sopivuutta kuhunkin työtehtävään sekä työntekijöiden meluherkkyyksiä että melun häiritsevyyden kokemista.

### JTK Power Oy

Tehtaiden työvaiheiden melua selvitettiin. Työn tavoitteena oli selvittää työntekijöiden altistumista ja altistumisen syitä sekä selvittää mahdollisia kehittämiskohteita. Tiloissa taltioitiin melua eri työvaiheissa ja eri koneilla. Tilanne työn ja toiminnan suhteen oli tavanomainen.

Melualtistusmittausten tulokset on esitetty taulukossa 6. Melualtistusmittausten melun aikaprofiilit on esitetty liitteenä 3. Liitteen 3 aikaprofiilien mukaan taustatasot halleissa olivat 55–75 dB, jotka sitten mm. käsityökalujen käyttämisistä aiheutu-

neista meluista aiheuttivat taulukossa 6 henkilöiden suuremmat altistumiset.

Melulle altistumiset olivat keskiäänitasona 83–103 dB. Impulssimelun huipputasot vaihtelivat 129–142 dB. Melulle altistuminen syntyy koneista ja laitteista, mutta erityisesti henkilöiden käyttämistä käsityökaluista kuten esimerkiksi paineilmapistooleista, kuonataltoista, hiomakoneista ja hitsauksesta. Kokoonpanohitsauksessa sekä melulle altistuminen että impulssimelu ylittivät ylemmät toiminta-arvot.

Silmämääräisesti arvioituna useimmat työntekijät käyttivät heille soveltuvia kuulonsuojaimia, joiden melunvaimennuskyky oli hyvä tai tyydyttävä. Erityistä varmistamista tarvittaisiin melualtistusmittausten (Taulukko 6) perusteella kohteisiin, missä melulle altistuminen ylitti 90 dB. On todennäköistä, että melunvaimentuminen suojaimia käyttämällä on riittävää. Impulssimelun osalta hyvälaatuiset kuulonsuojaimet antavat riittävän vaimennuksen.

Kuulosuojainten käyttöön liittyi huomio, että joillakin työntekijöillä oli käytössään kuulokkeita, joiden avulla he kuuntelivat radiota tai muuta ohjelmaa. Kuulokkeet eivät sovellu melutyöhön, koska niiden vaimennuskyky ulkoista melua vastaan ei yleensä ole riittävä eikä sitä ole asianmukaisesti testattu. Kuulokkeet on tarkoitettu toimistomaiseen työhön ja hiljaisessa ympäristössä kuunteluun.

**Taulukko 6.** Meluannosmittausten ja äänitasomittausten tulokset.

Meluannosmittaukset Vöyrin tehtaalla

kohde	mittari	klo-klo	L <sub>Aeq</sub> dB	LC <sub>peak</sub> dB	N LCpeak kpl
JTK Power Oy 11-2-2022					yli toiminta-arvon
1. jyrsinkone	LD 18642	8.56-13.59	83	142	2
2. koneistaja 1	LD 16	8.49-14.03	89	133	
3. moduulikokoonpano	LD 9	9.18-14.17	86	129	
4. työnjohto	LD 10	8.59-14.25	84	127	
5. kokoonpanohitsaus	LD 4	9.13-14.08	103	148	9
6. plasmaleikkaus	LD 15	9.04-14.20	86	136	
7. pakkaamo	LD 268	9.27-14.29	86	136	
8. katalysaattori	LD 12	9.23-14.22	88	129	
9. mankeli	LD 5	9.09-14.13	88	135	

## Meluannosmittaukset Isonkyrön tehtaalla

Mittauspiste	Mittari	Mittaus-aika	LEX,4h [dB]	LC,peak [dB]	N	Työvaihe
1. Tarkastus	LD 4	8.37-12.39	86	135	1	trukki, osien valinta, impulssi
2. Sähkökaapin päällä	LD 6	8.40-12.43	77	138	5	
3. Mankeli	LD 9	8.28-12.42	92	139	4	knöölin poisto
4. Kokoonpano	LD 10	8.35-12.37	93	133		rälläköinti
5. Kokoonpano	LD 15	8.31-12.36	89	123		rälläköinti ja moukarointi
6. Kokoonpano	LD 16	8.34-12.34	97	144	3	
7. Puristimen Aliko päällä	LD 33	8.43-12.33	75	143	1	
7. pakkaamo	LD 268	9.27-14.29	86	136		
8. katalysaattori	LD 12	9.23-14.22	88	129		
9. mankeli	LD 5	9.09-14.13	88	135		

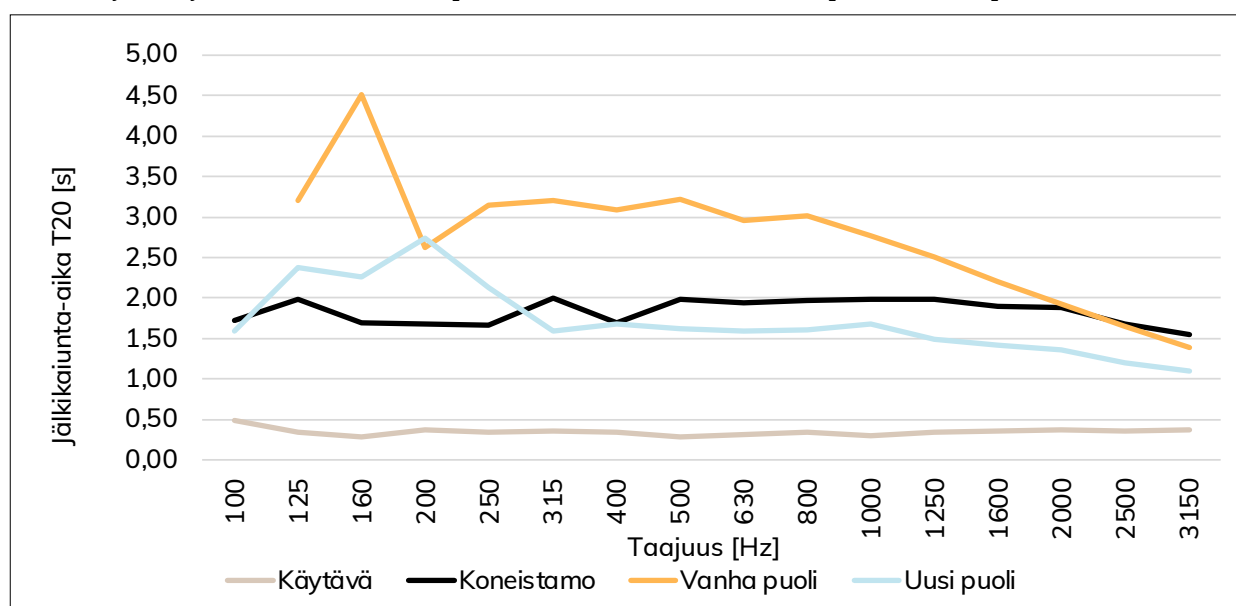
### Jälkikaiunta-ajan mittaus ja tuotantotilan akustinen parantaminen

Eri tiloista mitattuja jälkikaiunta-aikoja on esitetty kuvassa 9. Tulosten mukaan ns. vanhalla puolella 160 Hz taajuudella on varsin pitkä kaiuntaisuus, mikä todennäköisesti koetaan epämiellyttävänä. Tilan seinät ja katto ovat vähän vaimentavat, katon sisäpinta on käytännössä betonipintainen T-elementti.

Kovista pinnoista johtuen varsinkin tähän kohteeseen sovittiin lisättävän akustista vaimennusta. Myös ns. uudella puolella alle 250 Hz taajuusalueella oli tavanomaista pitempi kaiunta-aika. JTK Power Oy:n Vöyrin tehtaalla ns. uusi puoli on n. v.

2010 rakennettu laajennusosa, jonka sisäkatto paljastaa lämpöeristeenä toimivan mineraalivillan. Jälkikaiunta-aika muutoin on suosituksen 2,2 s alle. Samoin muissa tutkituissa tiloissa jälkikaiunta-aika on suosituksen mukainen. Vertailukohtana pidetään SFS5907-standardin 2,2 s arvoa.

Eri toimintojen kotelointi tai meluseiniä asentaminen todettiin vaikeaksi tai mahdottomaksi materiaali- ja komponenttinvirtojen vuoksi ja toiminnallisista syistä. Suunniteltiin ratkaisu, missä seinille ja varastohyllyjen suojaverkkoseiniin asennetaan taustalevy ja vaimennusmateriaali, osastoimaan tilassa poikittain syntyvää ääntä. Tällä täytetään myös kattoasennusta helpommin 50% pinta-alavaatimus.



**Kuva 9.** Tiloista mitatut jälkikaiunta-ajat. Kattopinta-alalle 50% asennetulla absorptiopinta-alalla, esim. 50 mm teollisuusakustinen vaimennusmateriaali saavutetaan 2,2 s tavoitearvo.

### Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset

Melun hallitsemiseksi pitää tehdä meluntorjunta-ohjelma. Koska melulle altistuminen monissa kohteissa ylittää ylemmän toiminta-arvon 85 dB, pitää näissä kohteissa käyttää kuulonsuojaimia. Edelleen työntekijöiden kuulotarkastukset ovat tarpeen. Tämän lausunnon meluallistumista koskevista tiedoista on hyötyä myös arvioitaessa työntekijöiden kuulotarkastustarpeita työterveyshuollossa. Työterveyshuolto osaa arvioida kuulonsuojaimien sopivuutta kuhunkin työtehtävään sekä työnteki-

jöiden meluherkkyyksiä että melun häiritsevyyden kokemista.

### Fiskars Finland Oy litalan lasitehdas

Tehtaan työvaiheiden melua selvitetiin. Työn tavoitteena oli selvittää työntekijöiden altistumista ja altistumisen syitä sekä selvittää mahdollisia kehittämiskohteita. Tiloissa taltioitiin melua eri työvaiheissa ja eri koneilla. Tilanne työn ja toiminnan suhteen oli tavanomainen.

### Taulukko 7. Meluannosmittausten ja äänitasomittausten tulokset.

Äänitasomittaukset. "Vihtori", "Color", "Tolvanen" ja "Puseri" viittaavat lasinpuhalluslinjaan nimellä.

Mittauspiste	$L_{Aeq,5min}$ [dB]	$L_{Z,peak}$ [dB]	Huomiota
			Vihtori
Lasijätteen poisto putkesta	85	119	Mp1
Lämmitysuunin vieressä	83	113	Mp2
Liina 1&2	83	114	Mp3
Aloituskaukko 3&4	83	114	Mp4
Aloituskaukko 4&5	84	112	Mp5
Aloituskaukko 6 ja lämmitysuuni	87	119	Mp6
Valvomot 1	$L_{Aeq,5min}$ [dB]	$L_{Z,peak}$ [dB]	Valvomot 1
Vihtorin valvomon edusta	82	107	Mp7
Vihtorin valvomo	60	89	Mp8
Hallin keskiosan valvomon edusta	82	104	Mp9
Keskiosan valvomo	56	95	Mp10
Color valvomon edusta	87	106	Mp11
Valvomo color: ovi vuotaa, IL-pumppu päällä 2 min	59	101	Mp12
Colorin päätelaite	89	108	Mp13
Valvomot 2	$L_{Aeq,5min}$ [dB]	$L_{Z,peak}$ [dB]	Valvomot 2
Valvomon edusta, Tolvanen	87	106	Mp16
Valvomo Tolvanen	58	98	Mp17
Valvomon edusta, Puseri	91	112	Mp19
Valvomo Puseri	59	94	Mp20
Valvomo edusta, Casino	84	102	Mp23
Valvomo Casino	61	92	Mp24
Muut tilat	$L_{Aeq,5min}$ [dB]	$L_{Z,peak}$ [dB]	Muut tilat
Hallin taustaääni (portaikko/hissi)	82	100	Mp14
Taustaääni hallin pääty	79	99	Mp15
Työpaja Puseri	81	110	Mp18
Tarkastuspiste Tolvanen	73	99	Mp21
Pakkausrobotti	74	104	Mp22



Meluannosmittauksen tulokset. "Puhaltimo" viittaa ns. käsinpuhallukseen mikä on tehtaan hyvin tunnettu "tavaramerkki". Lasiuunin melu ja jäämökappaleiden poisto puhalluspillistä nostavat meluannosta.

<b>Fiskars Iittala Oy 25-3-2022</b>	<b>Mittari</b>	<b>Mittausaika</b>	<b>L<sub>EX,4h</sub> [dB]</b>	<b>L<sub>C,peak</sub> [dB]</b>	<b>N</b>
1. Puhaltimo	LD 10	9.08-13.46	87	138	1
2. Puhaltimo	LD 5	9.11-13.49	89	150	3
3. Puhaltimo	LD 16	9.14-13.45	86	140	2
4. Puhaltimo	LD 12	9.17-13.48	92	150	2
5. Puhaltimo	LD 15	9.19-13.39	87	131	0
6. Sulatus	LD 6	9.26-14.45	81	126	0
7. Kolori	LD 9	9.30-13.50	81	128	0
8. Pakkaamo	LD 33	9.33-13.58	85	122	0
9. Pakkaamo	LD 8	9.37-13.56	81	135	0
10. Elisa	LD 11	9.43-14.04	88	128	0
11. Tolvanen	LD 5	14.45-15.00	83	126	0

Äänitasomittausten yhteenveto on taulukossa 7. Viiden minuutin ajalta keskiäänitasot olivat tuotantoalueilla 79–91 dB ja valvomoissa 56–61 dB. Jos verrataan äänitasoja valvomon edustalla ja valvomossa, erotus oli 22–32 dB. On muistettava, että työntekijöiden melulle altistumisen näkökulmasta on ratkaisevaa, kuinka paljon he liikkuvat tuotantoalueilla. Mitatut huipputasot olivat 89–119 dB, joten hetkellisissä mittauksissa ei havaittu voimakkaita impulssiääninä.

Melualtistusmittausten tulokset on esitetty myös taulukossa 7. Melualtistusmittausten melun aikaprofiilit on esitetty liitteenä 4. Liitteen 4 aikaprofiilien mukaan taustatasot halleissa olivat 55–70 dB, jotka sitten mm. käsityökalujen käyttämisistä aiheutuneista meluista aiheuttivat taulukossa 7 esitetyt henkilöiden suuremmat altistumiset.

Melulle altistumiset keskiäänitasona olivat 81–92 dB. Impulssimelun huipputasot vaihtelivat 122–150 dB. Puhaltimon alueella melulle altistuminen oli 86–92 dB eli kaikki annosmittausten tulokset ylittivät ylemmän toiminta-arvon. Muissa kohteissa vain Flisan melualtistus ylitti 85 dB eli oli 88 dB. Impulssimelu ylitti alemman tai ylemmän toiminta-arvon vain puhaltimon alueella, muualla alempi toiminta-arvo ei ylittynyt.

Silmämääräisesti arvioituna useimmat työntekijät käyttivät heille soveltuvia kuulonsuojaimia, joiden melun vaimennuskyky oli hyvä tai tyydyttävä. Erityistä varmistamista tarvittaisiin melualtistusmittausten (Taulukko 7) perusteella kohteisiin, missä melulle altistuminen ylitti 90 dB. On todennäköistä, että melun vaimentuminen suojai-

mia käyttämällä on riittävää. Impulssimelun osalta hyvälaatuiset kuulonsuojaimet antavat näissä kohteissa riittävän vaimennuksen.

#### **Jälkikaiunta-ajan mittaus ja tuotantotilan akustinen parantaminen**

Selvitettiin myös Iittalan tehtaalla tilojen jälkikaiunta-aika starttirevolveri-impulssimenetelmällä. Laadittiin lasinpuhallushallista tila-akustinen malli ODEON-ohjelmistoa käyttäen, ja selvitettiin mallilla tilan vaimennusta lisäämällä saatava kaiunta-ajan lyheneminen ja äänenpainetaso alenema.

Iittalan tehtaan tapauksessa vaikuttaa tulosten perusteella tehokkaimmalta meluntorjuntakeinolta oviaukkojen ja varsinkin jäähdytysuuneja ympäröivien aukkojen pienentäminen ja sulkeminen. Vaimennusmateriaalin asennukselle on rajoitetusti tilaa, tila on korkea, ja suoran äänen osuus melualtistuksesta on merkittävä.

#### **Äänenvaimentimien suunnittelu ja toteutus paloilmian tuottoon**

Tehtaan lasimassan kuumentamiseen käytettävien lasiuunien paloilma tuotetaan puhaltimilla. Puhallinmelu tyypillisesti nostaa tilan äänenpainetasoa 100 Hz ja 200...300 Hz alueella, niin Iittalan tehtaankin tapauksessa. Suunniteltiin kaksi eri vaimennintyyppiä erikokoisten paloilmahaltimien melun vaimentamiseen tehtaan teknisessä tilassa, ja varsinkin lasinpuhalluslinjoilla. Suunnittelumenetelmä ja lopputulos on esitetty erillisessä työraportissa, ja käsitelty ohjausryhmässä 22.9.2022 Linnavuoressa.



### **Johtopäätökset ja toimenpidesuositukset**

Melun hallitsemiseksi puhaltimon alueelle pitää tehdä meluntorjuntaohjelma. Koska melulle altistuminen monissa kohteissa ylittää ylemmän toiminta-arvon 85 dB, pitää näissä kohteissa käyttää kuulonsuojaimia. Edelleen työntekijöiden kuulotarkastukset ovat tarpeen. Tämän lausunnon melualtistumista koskevista tiedoista on hyötyä myös arvioitaessa työntekijöiden kuulontarkastustarpeita työterveyshuollossa. Työterveyshuolto osaa arvioida kuulonsuojaimien sopivuutta kuhunkin työtehtävään sekä työntekijöiden meluherkkyyksiä että melun häiritsevyyden kokemista.

# Haastattelut ja niistä saadut tulokset

Tässä luvussa kuvataan melunhallinnan ja –torjunnan nykytilaa kullakin työpaikalla sosiokulttuurisesta näkökulmasta. Keskiössä tarkastelussa on melunhallintaa ja –torjuntaa vaikeuttavat ja estävät tekijät, mutta huomiota kiinnitetään myös niihin tekijöihin, jotka edesauttavat työturvallisuuden edistämistä melun osalta. Päätulokset on koottu jokaisen työpaikan osalta taulukkoon. Taulukoissa esitellään tiivistetysti kunkin työpaikan yleisellä tasolla ja melun kannalta olennaisin osin työturvallisuustyön rakenteet ja käytännöt, työturvallisuuskulttuurin piirteet, melunhallintaa ja –torjuntaa hidastavat ja estävät tekijät sekä melunhallintaa ja –torjuntaa tukevat tekijät. Muilta osin tapauskuvaukset on raportoitu siten, että niissä kussakin painottuu tietty, kullakin työpaikalla haastatteluaineiston analyysin tuloksena tunnistettu, melunhallinnan kannalta olennainen näkökulma. Monet esiin nostetuista päähavainnoista toistuivat eri tehtaissa.

SSAB Europe Oy:n Raahan tehtaan osalta havaittiin, että työturvallisuustyön rakenteet, käytännöt ja järjestelmät ovat moninaiset ja vakiintuneet. Niihin perustuvat prosessit tuottavat kattavan kuvan työpaikan työturvallisuuden kulloinkin vallitsevasta tilasta. Työtapaturmien ennalta ehkäisyyn keskittyneessä työturvallisuuskulttuurissa tämä järjestelmiin prosesseissa kerättävä tieto saattaa jäädä osin hyödyntämättä tai keskittyä muuhun kuin meluntorjunnan kehittämiseen. Näin ollen työpaikan melunhallintaa ja –torjuntaa peilataan kuvauksessa tähän prosessinäkökulmaan.

ACGO Power Oy:n Linnavuoren tehtaan kuvauksessa taas keskeisenä viestinä on melun salakavala luonne. Muut työturvallisuusriskit tunnistetaan helpommin kuin melu, jonka ajatellaan jopa jollain tapaa kuuluvan teolliseen työhön. Kuvaukseen on nostettu tehtäviä, joissa melu on tunnistettu merkittäväksi haitaksi, ja jotka erottuvat meluisina työpisteinä myös mittauksissa.

JTK Power Oy Vöyrin tehtaan osalta huomio kiinnittyi vuorovaikutuskulttuuriin, jossa työntekijöiden ajatuksiin ja ehdotuksiin työn, työtapojen ja –välineiden kehittämiseksi reagoitiin työntekijöiden kokemuksen mukaan positiivisesti. Tällä näyttää analyysin perusteella olevan merkitystä työntekijöiden halukkuudelle työn tekemisen tapojen kehittämiseksi ja melun vähentämiseksi. Tämän

työpaikan tuoma erityinen näkökulma melunhallintaan ja –torjuntaan on hahmotettavissa toimijuuden kautta.

Fiskars Finland Oy Iittalan kuvauksessa taas painopisteinä ovat meluun liittyvät moninaiset kytkennät ja dynamiikat, kuten melun ja muiden riskien torjuntatoimista aiheutuvat haitat melun hallinnan esteinä sekä kokonaismelutasoja nostava tapa ylittää ääniä toisilla äänillä. Koska tehtaassa korostuu työssä oppimisen rooli, erityinen huomio kohdennetaan oppimisen ja melun kytkentöihin.

Melu sekä sen hallinta ja torjunta sijoittuvat aina johonkin fyysiseen, sosiaaliseen ja kulttuuriseen toimintaympäristöön. Hankkeessa mukana olleiden neljän työpaikan sosiokulttuurisen analyysin yhteen tuominen osoittaa, että melulle annetaan erilaisia merkityksiä ja sitä hallitaan ja torjutaan monin eri tavoin. Neljän työpaikan yhtäaikainen tarkastelu mahdollistaa kontekstisidonnaisuuden hahmottamisen ohella sen, miten monimuotoisesta ja monimerkityksellisestä asiasta melunhallinnassa ja –torjunnassa on kyse. Olettavaa on, että kaikkia neljää nyt esiteltävää – rakenteiden ja prosessien, ääniympäristöön liittyvien merkitysten, vuorovaikutuskulttuurin ja oppimisen – näkökulmaa tarvitaan ja niitä on reflektoitava käytännön toiminnassa työpaikoilla.

## **SSAB Europe Oy**

SSAB:n kuumavalssaamo työllistää noin 550 henkilöä. Valssaamolla on neljä päätuotantolinjaa: nauhavalssaaus, levyvalssaaus, leikatut kelatuotteet ja esikäsitellyt tuotteet. Tuotannosta vastaa tuotantojohtaja neljän tuotantopäällikön, laatupäällikön ja kehityspäällikön voimin. Valssaamolla ei ole tehty viimeisen 20 vuoden aikana isompia investointeja, jotka olisivat vaikuttaneet meluympäristöön melua lisäävällä tai sitä vähentävällä tavalla. Sen sijaan myös tuotannossa olevien tuotteiden johdosta melutilanne entistä merkityksellisempi:

*[...] me on ruvettu tekemään täällä valssaamolla semmoisia tuotteita 2000-luvun alkupuolella, jotka tuottaa sitä melua huomattavasti enemmän kun ihan meidän vanhat, standardituotteet. Karkaistuja, korkealujuuksisia tuotteita, joka on erittäin kovia. Ja ne kun tuolla liikkuvat tuolla*

*prosessissa, niin ne aiheuttavat tosi korkeita melutasoja. Ja siihen, voi sanoa, että on pitänyt tarkentaa niitä mahdollisuuksia [estää melun leviämistä].*

Tehtaan toimintaa hallitsee slogan ”turvallisuus on ykkönen”. Julkilausuttuna tavoitteena on, että kaikki tekevät turvallisuustyötä. Konkreettisesti tämä tarkoittaa kaikkien odotetaan tekevän turvallisuushavaintoja, puuttuvan niihin ja raportoivan niistä.

### **Työtaturmien ennaltaehkäisyyn keskittynyt työturvallisuuskulttuuri**

Työturvallisuuskulttuuria kuvattiin työtaturma-keskeiseksi, mikä heijastuu organisaatiossa tehtävään työturvallisuustyöhön ja asioiden priorisointiin. Näkökulmaa puoltaa se, että valssaamalla on monenlaisia vakavan työtaturman riskejä ja hengenvaarallisia tilanteita pienemmistä puhumattaakaan. Tapaturmia aiheutuu portaissa liikkumisesta tai esimerkiksi erilaiset sormivammat ovat tyypillisiä. Tällaisia ei ole tapahtunut nyt viime aikoina, mutta tutkimuksen toteutushetkellä valssaamalla henkilöstöä pohditutti suorakarkaistujen tuotteiden jousimaisuus, josta aiheutuu hengenvaarallinen tapaturmariski.

Työtaturmien ennalta ehkäisy ja niihin liittyvä riskienarviointi onkin tehtaalla tärkeä osa turvallisuustyötä. Riskienarviointi työtehtävien ja laitteiden käytön osalta dokumentoidaan ja niihin kehitellään toimenpiteitä. Hyvin pieni osuus koko työturvallisuustyön kokonaisuudessa liittyy meluun. Meluun liittyy myös ajatus tottumisen vaateesta ja asian hoitamisesta henkilösuojauksella. Valssaamalla melun määrä vaihtelee. Suorakarkaistuista tuotteista aiheutuu yleensä kaikista kovin meteli. Toinen merkittävä melunlähde on valssaamon viikkohuolloissa suurtehoimurointia tekevät urakoitsijoiden imuautot, joiden välittömässä läheisyydessä joudutaan työskentelemään kunnossapitotöiden aikana.

Haastatteluissa kuulonsuojaus tunnistettiin keskeiseksi keinoksi hallita ja torjua melua. Kuulosuojapakko on ollut käytössä jo vuosia ja mahdollisuus valettuihin kuulosuojaimiin tuo standardoitujen mallien rinnalle lisää vaihtoehtoja. Kuulosuojainten käytön kerrottiin vakiintuneen normaalioloissa hyvin. Työturvallisuusorganisaation toimijat kertoivat kuitenkin toisinaan törmäävänsä tilanteisiin, joissa työntekijällä ei ole tiedossa kuulonsuojaukseen tarjolla olevaa valikoimaa. Tällöin hänellä ei mahdollisesti ole myöskään omasta näkökulmastaan parasta ratkaisua käytössä. Tähän viittaa myös se, että erilaisissa poikkeustilanteissa työntekijä saattaa joutua nostamaan kuulosuojainta pois korviltaan kyetäkseen kommunikoidaan toisten kanssa:

*[...] tavallaan se itse melun voimakkuus ohjaa siihen tehokkaaseen käyttöön, pois lukien ne kommunikaatitilanteet joiltakin osin. Kyllä siinä, kun henkilöiden kanssa tulee juttelemaan, niin viikoittain tulee niitä tilanteita, että jos vaikka porukalla ollaan, niin joku nostaa sen suojaimen pois korvalta silloin, kun siellä ollaan.*

Työtaturmien ennalta ehkäisyyn tueksi ja työturvallisuuden ylläpitämiseksi ja edistämiseksi tehtaalla on käytössä vakiintuneet rakenteet ja toimijat. Keskeiset työturvallisuusorganisaation toimijat ovat turvallisuuden ohjausryhmä, valssaamon oma turvaryhmä sekä turvallisuuden pienryhmät linjoittain. Lisäksi suojaruusteryhmä keskittyy suojaruusteisiin.

Jatkuvan seurannan ja parantamisen työkalut ovat tärkeä osa tehtaan työturvallisuuskulttuuria. Keskeinen työturvallisuuden ennalta ehkäisy ja jatkuvan parantamisen työkalu on SSAB One -toiminta, johon kuuluu jatkuvat, lyhyehköt palaverit tuotannon ajankohtaisista asioista ja poikkeamista. SSAB One -toimintaa tukee erilaiset riskienarviointiin ja riskienhallintaan (työtehtävien riskienarviointi, laitedirektiivin mukaiset riskienarviointit ja työpisteiden tai -kohteiden riskienarviointi) sekä muuhun työturvallisuuteen liittyvän toiminnan (kuten turvallisuushavaintoihin, turvakierroksiin ja turvavartteihin liittyvää tietoa) kirjaamiseen ja raportointiin ohjelmistot. Työturvallisuutta koskevan tiedon keruu onkin pitkälle organisoitu ja systematisoitu järjestelmien avulla ja sitä seurataan erilaisin tunnusluvuin ja tavoittein. Tähän kuuluu esimerkiksi sen laskeminen, montako turvallisuustoimenpidettä tehdään miljoonaa työtuntia kohden.

Turvallisuushavaintojen tekeminen osallistaa kaikki työturvallisuustyöhön. Turvallisuushavaintojen käsittelylle on oma prosessinsa. Esihenkilö arvioi, pystytäänkö turvallisuushavaintoon johtanut tilanne korjaamaan heti, vai laitetaanko se laajempaan tutkintaan. Mikäli turvallisuushavaintoon johtanut tilanne pystytään heti korjaamaan, jää kirjattu havainto havainnoksi, joka kuitataan korjatuksi. Sen sijaan, jos tilanne vaatii pidempiaikaisia korjaavia jatkotoimenpiteitä, muuttuu tilanteen luokitus vaaratilanteeksi. Erikseen on vielä vakavat vaaratilanteet, jotka tutkitaan tarkasti tapahtuma-alueella. Tällöin mukaan tulee aina tehtaanjohtaja, työsuojeluorganisaatio ja työsuojeluvaltuutetut. Samoin toimitaan tapaturmien osalta. Tutkintaprosessi on kehittynyt vuosien mittaan, mikä on osaltaan parantanut työturvallisuutta.

Turvallisuushavaintojen tekemisen ohella työntekijöitä aktivoidaan turvakierrosten ja turvavarttien avulla. Turvakierroksille on erilaisia tarkistuslistoja

ja painopisteitä. Esimerkiksi pääsääntöisesti kerran kuussa eri kohteeseen pidettävä tehtaanjohtajan kierros kattaa tarkastuslistan, jossa paneudutaan työympäristöihin tavallista laajemmin. Osa turvakierroksista voidaan toteuttaa niin, että keskitytään yhteen yksittäiseen asiaan tai että joku paikka käydään katsomassa kaikkien tekijöiden osalta. Esihenkilöiden omille alaisille pitämien turvavarttien sisällöt puolestaan voivat vaihdella esihenkilöistä riippuen, mutta käytäntö on antanut työntekijöillekin mahdollisuuden päästä vaikuttamaan ja keskustelemaan yhteisöllisesti oman osastonsa ajankohtaisista asioista. Turvavarteissa käydään läpi myös turvallisuuden ohjausryhmän tekemiä turvallisuustiedotteita. Muutakin ryhmän tuottamaa materiaalia on tarjolla, joten esihenkilöillä on hieman varaa valita, mitkä asiat näyttäytyvät oman osaston kannalta kulloinkin ajankohtaisilta käsiteltäviltä aiheilta.

Haastattelujen toteutushetkellä organisaatiossa oli otettu käyttöön vaarojenarviointilomake, mikä tarkoittaa, että aina ennen töiden aloittamista tehdään vaarojenarviointi joko sähköisesti tai paperiversioon. Lisäksi julkaistaan viikon turvallisuusteko, mikä myönnetään vuorotellen eri osastoille ja jalkautetaan laajemminkin käyttöön. Haastattelujen toteuttamisen jälkeen työsuojelutoimintaa ja turvallisuuden pienryhmätoimintaa on pyritty ohjeistamaan ja tehostamaan entisestään.

Kaiken kaikkiaan työturvallisuuskulttuurin koettiin vahvistuneen ja asenteiden muuttuneen 2000-luvulla merkittävästi parempaan suuntaan:

*Me ollaan paljon parannettu asennetta ja että nykyään enää ei tule niin paljon hymähtelyä ja suoranaista negatiivista palautetta, jos tehdään turvallisuustyötä. Ihmiset on alkanut ymmärtämään sen tarpeen ja se on normalisoitunut se, että jos joku tulee turvavarttia pitämään tai keskustele turvallisuudesta tai aloittaa keskustelun turvallisuudesta, niin se ymmärretään paljon paremmin. [...] Mutta edelleenkin mä näen semmoista haastetta, että saataisiin kaikki siihen työhön mukaan, eli tekemään havaintoja.*

Sitouttamisessa ja asenteissa koettiin vielä olevan parannettavaa, mutta kehitystä todettiin tapahtuneen paljon. Tämä kehittyminen oli havaittavissa esimerkiksi siten, että havaittuihin epäkohtiin uskallettiin puuttua helpommin, eikä puuttuminen herättänyt niin negatiivista palautetta kuin aiemmin. Näin ollen työyhteisössä koettiin voitavan helpommin kiinnittää huomiota toisten työn tekemiseen liittyviin turvallisuushavaintoihin ja antaa ohjeita ja neuvoja ilman, että tulee torjutuksi.

## **Melunhallinnan ja –torjunnan haasteita**

Haastatteluissa melunhallintaa ja –torjuntaa estäviksi ja hidastaviksi tekijöiksi tunnistettiin työtapa-  
turmakeskeinen turvallisuuskulttuuri, tiedonkulun haasteet, rajalliset resurssit, melunäkökulman puuttuminen investointi- ja suunnitteluprosesseista sekä yhteistoiminnallisuuden haasteet. Haastattelujen toteuttamisen aikoihin lisäksi hidastavana tekijänä oli koronapandemiasta johtuvat työturvallisuustoiminnan toteuttamisen rajoitukset.

Melun koettiin jäävän työtaturmien ennalta ehkäisemiseen keskittyvän työturvallisuuskulttuurin jalkoihin. Työtaturmiin keskittymistä selittää yhtäältä niihin liittyvät suuret terveydelliset riskit ja jopa hengenvaara, ja toisaalta niistä aiheutuvat kustannukset muun muassa sairaspölyolosuhteiden muodossa. Altistumisten osalta tilanne on mutkikkaampi. Melun osalta tilanne on erityisen moniulotteinen, koska yhtäältä melua voi hallita ja torjua nopeasti henkilösuojauksella ja toisaalta kuulovauriot voivat syntyä pitkän ajan altistuksen kautta, eikä aiheuttajakaan ole välttämättä itseltään selvästi osoitettavissa. Lisäksi melun häiritsevyys jakaa mielipiteitä. Uuniohjaamon tärinä mainittiin esimerkkinä melunhallinnan ja –torjunnan edistämisen vaikeudesta: kyseessä on tiedostettu, mutta ei kaikkien taholta erityisen vakavana ongelmana pidetty asia (suhtautumisero tuli esiin myös eri tahojen haastatteluissa), ja toisaalta ratkaisumahdollisuuksiltaan niin isoja investointeja vaativana, että yhtälö on erittäin vaikea kehittämisen näkökulmasta.

Tiedonkulussa todettiin olevan toisinaan ongelmia. Tehtaalla on käytössä paljon työturvallisuutta koskevaa tietoa ja tietoa hallinnoivia järjestelmiä, mutta tiedon hyödyntämisessä ja saatavuudessa koettiin olevan parannettavaa. Työturvallisuusorganisaation näkökulmasta myös yksisuuntainen tiedon levittäminen ei aina ole tuloksekasta: esimerkiksi jos työturvallisuustoimijat toimittavat materiaalia esihenkilöille turvavartteja varten, eivätkä varmista, miten asiaa on käsitelty, ei tieto välttämättä aina tavoita työntekijöitä toivotulla tavalla. Sama koskee sähköpostin lähettämistä. Joka aamuilla palaverilla, joissa työn kehittämiset, ongelmakohdat ja ajankohtaiset asiat nostetaan taululle kaikkien nähtäville, on pyritty parantamaan informaation kulkemista vuorosta toiseen.

Työntekijöiden haastatteluissa nostettiin esille aloitekäytännön kuihtuminen. Työntekijöiden keskuudessa koettiin, että aloitteista palkitseminen oli kannustavaa, mutta kunnia ja palkinto aloitteiden tekemisestä ei mennyt aina sille, kenelle sen koettiin kuuluvan. Tai sitten joku aloite oli

saattanut jäädä edistämättä sen takia, että kyseessä olevan ehdotuksen tuottamaa säästövaikutusta ei ollut kyetty laskemaan. Mainittiin myös, että alkuperäisen aloitteen huomioimisen sijaan olikin saatettu huomioida jatkoaloite, joka kuitenkin vaati alkuperäisen aloitteen olemassaoloa siirtyäkseen käytäntöön. Vaikka aloitteissa ei ole meluun liittyvät näkökohdat olleet merkittävästi esillä, todettiin aloitteissa tapahtuneiden epäselvyyksien vaikuttavan yleisesti kehittämishalukkuuteen. Lisäksi haastatteluissa tuli esille, etteivät koulutukset ole kaikille mieluisin tapa omaksua työturvallisuuteen liittyviä asioita. Erilainen suhtautuminen koulutuksiin näkyy siten, että kaikki eivät haluaisi osallistua ja päivittää osaamistaan yhdessä itselle vieraiden työkavereiden kanssa.

Kaiken kaikkiaan asioiden etenemättömyyden koettiin estävän ja hidastavan työturvallisuusasioiden ja melunhallinnan ja -torjunnan edistämistä. Myös toimihenkilöiden haastatteluissa tunnistettiin sama asia. Etenemättömyys liittyi osin puutteisiin työturvallisuusasioihin liittyen käytäntöjen ja prosessien kuvaamisessa. Haastatteluissa nostettiin esiin, että tarvittaisiin selvät ja kaikkien tiedossa olevat prosessikaaviot, joista kävisi ilmi, miten jonkin asian kehittäminen ja siihen liittyvä päätöksenteko etenevät organisaatiossa. Esimerkiksi nostettiin työturvallisuuden pienryhmätoiminta:

*[...] siellä on alueita, missä on pienryhmät käsitellyt jotakin asiaa. Esimerkiksi kaksi vuotta. Mutta kun se ei ole sitten jalostunut mihinkään, koska periaatteessa sitten niissä ei ole ollut sitä päätävää tahoja niissä palaverissa, eikä ole oikein kuvattu sitä, että mitä sille asialle pitäisi tehdä, niin jos meillä ei ole sitä [prosessikuvausta], niin me ei pysty päättämään jotakin asiaa.*

Haastattelujen jälkeen pienryhmätoimintaa on ohjeistettu ja kehitetty eteenpäin. Näyttääkin siltä, että huolimatta vakiintuneista rakenteista, järjestelmistä ja käytännöistä, prosessien toimivuudessa ja tehokkuudessa koetaan parantamisen varaa. Työturvallisuusorganisaation edustaja totesikin haasteellisimmaksi työturvallisuuden edistämisessä sen, että:

*[a]sioita saadaan vaan tapahtumaan riittävän nopeasti ja tehokkaasti. Mikä sitten työntekijöiltä kuuluu, että jos eivät halua niitä [havaintoja tehdä] tai havaintoja tee, niin se [on siksi], että kun ei näille tehdä mitään. Heitä ei tyydytä ne ratkaisut, mitä on tehty. Että jos laitetaan vaan joku varoituskyltti. Ajatellaan, että se ei ole riittävä.*

Sellaisten toimenpiteiden, joiden toteuttamisessa tarvitaan asianosaisten ulkopuolisia tekijöitä,

eteenpäin vieminen koettiin vaikeimmiksi ja aikaa vievimmiksi. Myös kehittämistoimet, jotka vaativat investointeja ja raha-anomuksia, pidentävät prosessin etenemistä ja viivyttävät kehittämistoimenpiteiden käytäntöön siirtymistä. Esihenkilöiden työn kuormittavuus koettiin myös asiana, joka vaikuttaa mahdollisuuksiin paneutua muihin kuin työtapaturmavaaroihin liittyviin työturvallisuus-kysymyksiin. Haastatteluissa tiedostettiin, että jos esihenkilöllä ei ole henkilökohtaista kiinnostusta asiaan, eikä aikaresurssia, voi työntekijöiden työturvallisuusteemoihin liittyvien pyyntöihin vastaaminen jäädä. Vastaamatta jättäminen puolestaan latistaa työntekijöiden halua esittää pyyntöjä jatkossa, mikä kokonaisuudessaan vaikeuttaa asioiden jatkuvaa ylläpitoa. Todettiin, että esihenkilön on tärkeää ymmärtää melunhallintaan ja -torjuntaan liittyen pidemmän aikavälin altistumista, koska hän usein vain käy lyhyesti meluisissa työpisteissä.

Yhdeksi kehittämisen kohteeksi melunhallinnan ja -torjunnan kehittämisessä nousi investointiprosessit. Työtaturmakeskeiseen työturvallisuuskulttuuriin liittyen melunhallintaa ja -torjuntaa ei hahmotettu investointiosaston asiaksi, vaan työprosesseihin kuuluvaksi. Investointiprosesseissa taloudellisten resurssien riittävyys ja aikataulupaineet vievät helposti päähuomion. Eli jos melu ei ole tullut esiin investointiprosessin suunnitteluvaiheessa, se helposti jää myös prosessin aikana vähälle huomiolle. Valintatilanteissa usein taloudelliset näkökohdat ovat keskeisiä. Haastatteluissa havaittiin, että tarvetta käyttöhenkilöstön eli työntekijöiden näkökulman paremmalle huomioimiselle investointiprosessien toteutuksessa olisi tarvetta. Projektien suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa olisi syytä kiinnittää entistä enemmän huomiota melun lähteiden tunnistamiseen ja sen miettimiseen, tarvitaanko esimerkiksi erilaisia äänieristeitä. Haastatteluissa tunnistettiin se, että melun osalta ei tehdä yhtä tarkkaa analyysiä melupäästöistä kuin esimerkiksi ilmaan ja veteen tulevista päästöistä. Tässä, kuten teknisten suunnitelmienkin tekemisvaiheessa, työntekijöiden asiantuntijuutta voitaisiin hyödyntää enemmän. Pohdittiin myös, että erityisesti suunnittelu- ja kehittämis-tehtävissä olevien olisi hyvä kerätä systemaattisesti ajan tasaista tietoa teollisuusmelun torjunnasta teknisillä ratkaisuilla esimerkiksi messuilla käymällä sekä yhteistyökumppanien ja verkostojen osaamista hyödyntämällä.

#### **Melunhallintaa ja -torjuntaa tukevia tekijöitä**

Haastatteluissa melunhallintaa ja -torjuntaa tukeviksi tekijöiksi tunnistettiin ennen kaikkea joitakin teknisiä ja työn tekemisen tapoihin liittyviä ratkaisuja sekä työpaikalla käytössä olevat jatkuvan seurannan ja parantamisen työkalut.

Aiemmin mainitut rakenteet ja järjestelmät sekä niihin nojaavat prosessit muodostavat tärkeän perustan tehtaan työturvallisuustyölle ja siten myös melunhallinnalle ja -torjunnalle, vaikka melun käsittely jääkin kokonaisuudessa marginaaliin. Jatkuva seuranta ja parantaminen on keskeisesti myös valistustyötä ja keskustelua työntekijöiden kanssa. Vaikka johdon aktiivista roolia ja esimerkiksi pidettiin tärkeänä, painokkaammin nousi esiin työn tekemisen äärelle meneminen. Sekä esihenkilöt että työturvallisuustoimijat kokivat työntekijöiden luokse menemisen, kuuntelun ja keskustelun heidän kanssaan merkitykselliseksi ja tuloksekkaaksi tavaksi edistää melunhallintaa ja -torjuntaa muiden työturvallisuusasioiden ohella. Myös työntekijät nostivat esille esihenkilön ja työturvallisuustoimijoiden kanssa käytyjen keskustelujen tärkeyttä. Työntekijöille keskustelut antoivat luonnikkaan tilaisuuden nostaa erilaisia puutteita esille. Koettiin, että joissakin tilanteissa yksittäinen aktiivinen henkilö saattoi olla merkittävässä roolissa hyvän käytännön istuttamisessa omaan lähityöyhteisöön tai jopa toiseenkin ryhmään. Niin sanotun puskaradion kerrottiin myös parhaassa tapauksessa toimivan siten, että joku on kuullut tai havainnoinut jonkun hyvän kokeilun tai toteutuksen jossain toisaalla tehtaalla ja kertoo siitä omalla osastollaan, jolloin vastaavaa voidaan kokeilla muualla saatujen hyvin kokemusten kannustamana myös omalla osastolla. Esimerkiksi havainto radiokuulosuojainten hyvistä käyttökokemuksista on tuotu laajempaan tietoisuuteen ja niiden käyttö on sitä myöten yleistynyt.

Tietoisuuden lisäämistä melun haitoista ja suojautumisen tärkeydestä on syytä haastateltujen toimihenkilöiden mukaan pitää jatkuvasti esillä. Myös kuulonsuojauksen kehittämistä edelleen pidettiin tärkeänä, vaikka kuulonsuojainten yleisen tuotekehityksen sekä valssaamalla valikoiman ja saatavuuden todettiin parantuneen huomattavasti viime vuosikymmeninä. Viime aikoina erityisen suosittuja ovat olleet radiokuulosuojaimet. Yhteistyö ja erilaiset pilottihankkeet suojainten valmistajien kanssa koettiin tärkeiksi. Viimeisimpänä mainittiin sellaisten suojainten testaus, joissa voisi olla samassa melumittausta ja suojausta.

Työntekijät nostivat esille laitteiden huolto- ja korjausvälin tihentämistä mahdollisuutena parantaa nosturikuljettajien tilannetta melun osalta. Nostureiden oven raot ja ikkunan raot olisi hyvä tiivistää säännöllisesti. Vanhemmissa nostureissa oven ja ikkunan raot ovat suuremmat, koska tiivisteet ovat kuluneet. Näin ollen myös melu pääsee sisään helpommin. Tuotantolinjojen koneiden ja laitteiden huoltoja mietittiin myös tuotantolinjoja puhdistavien rekka-autojen tuottaman melun näkökulmasta:

*No, sitten onhan niitä sitten näitä meluja, niin tuossa viikkuhuoltopäivinä, niin ei ole vielä toteutettu, mutta ideoitu on sitä, että kun meillä on näitä... Tämmöistä hilsettä tästä teräksestä kertyy tuonne rullaratojen alle ja sittenhän meillä on viikkuhuoltopäivinä näitä imuautoja, eli rekka-autot ajetaan halliin ja se sitten imuroi sitä hilsettä pois ja sehän pitää paha ääntä, niin tehtäisiin tavallaan semmoinen keskuspölynimuri, että kiinteä putki hallistoon vedetään ja se auto on hallin ulkopuolella ja se siellä huutaa, eikä tuo halliin sitä melua. Semmoinen vois tehdä ja sitten näitä pölynpoistolaitteistoja on ulkona, niin niihinhan saa äänenvaimentimia. Kylläpäähän niissä uudemmissa laitteissa onkin, mutta vanhoissa ei ole kai-kissa.*

Työn tekemisen tapoihin liittyen selkeimmin esille noussut asia oli levyaihioiden nostaminen linjalle rullien päälle. Se, miten nosturikuljettajat nostavat tuotannossa olevat levyaihiot, vaikuttaa syntyvän melun määrään. Lisäksi aiheutuneen melun määrään vaikuttaa levyaihioiden laatu tai tarkemmin sanottuna suoruus. Kun työstettävät levyt ovat suorina, ne tuottavat vähemmän melua. Levyt, joiden pää on hieman alaspäin, törmäävät rulliin ja paukkuvat enemmän. Kuvioidut rullat, joita on käytössä pienessä osassa linjaa, ovat hiljaisempia kuin pääosin käytössä olevat teräsrullat. Ongelmana näissä kuitenkin on, etteivät ne kestä kuumuutta siinä määrin, mitä tuotantoprosessit pääosin edellyttävät. Lisäksi ne ovat kallis investointi, mikä myös hillitsee niiden käyttöönottoa.

*Se levyjen kulkeminen tässä, mutta ne nosturikuskithan ne nostaa. Siinäkin on vuoro-kohtaisia eroja, että miten ne nostaa. Tuossa on semmoiset topparit, mitä vasten ne nostaa sen levyyn, niin osa vuoroistahan ajaa vauhdilla siihen, ja se kolahtaa aika isosti, ja sitten osa vuoroista laittaa hyvinkin nätisti sen. [...] Ja sitten kyllä se siinäkin vaikuttaa, että jos ne nostaa niitä kieroja rautoja tähän, niin niitä yleensä ajellaan tässä jonkun aikaa, vaikka se hylätäänkin. [...] Niin, tai ei nosta niitä ollenkaan, jos ne näkee sen, että tämä on kiero rauta. Se on niin kuin sivuista tämmöinen, niin sitten kun se pannaan rullan alle, niin sen pää aina pomppii siellä ja hakkaa rulliin, niin sitä tulee se melu ja ääriä. Jos ne vaan katsoo, että se on suhteellisen suora se rauta, niin sillä pystyy vaikuttaa kansa aika paljon. [...] onhan siinä semmoinen tietynlainen paine varmaan, että se pitää jossakin vaiheessa kuitenkin ajaa se rauta, että kun asiakas on tilannut sen, niin... [...] Mekin kun palautetaan, niin se laitetaan tuonne tavallaan oikaisuun, että sitä yritetään kuumien rautojen välissä saada suoremaksi se rauta, että se menisi tasaisemmaksi. Ja jotkut vuorot on sitten semmoisia... Niillä on sitä*

*painetta enemmän ajaa se rauta sinne, niin ne ajaa vähän niin kuin väkisin sen tosta... [...]. Ne silti haluaa sen laittaa sinne uuniin. Ehkä siinä tulee sitten sille nosturikuskeillekin se, että menisikö se tämäkin tällä kertaa.*

Nosturikuljettajien työn tekemisen kannalta, levy-  
aihioiden linjalle nostamatta jättäminen aiheut-  
taa poikkeaman normaaliin työrytmiin ja rutiiniin.  
Muutos tietokoneen osoittamaan käsittelyjärjes-  
tykseen vaatii asian kirjaamista tietokoneelle ja  
levyaihion kuljettamista toiseen paikkaan, mikä voi

toistuessaan tuottaa jälkeen jäämistä asetetuista  
tulostavoitteista.

*Ja onhan se, jos kaikki koneet näyttävät, että tämä  
seuraavaksi, ja sitten kun sä et viekään sitä tähän  
rullalle, vaan sä katsot, että tälle tehdään jotakin,  
sä joudut näpyttelee ja viemään sen johonkin eri  
paikkaan.*

Yhteenvetona voidaan todeta, että tehtaan työ-  
turvallisuustyön taustalla on vakiintuneet raken-  
teet, järjestelmät ja käytännöt, jotka tuottavat

**Taulukko 8.** SSAB Europe Oy Raahen tehtaan melunhallinnan sosiokulttuurisen ympäristön kuvaus.

Työturvallisuustyön rakenteet ja käytännöt	Työturvallisuus-kulttuurin piirteitä	Melunhallintaa ja -torjuntaa hidastavia tai estäviä tekijöitä	Melunhallintaa ja -torjuntaa tukevia tekijöitä
<p>Keskeiset työturvallisuus-organisaation toimijat ovat turvallisuuden ohjausryhmä, valssaa- mon oma turvaryhmä, turvallisuuden pienryhmät linjoittain sekä suoja- varusteryhmä.</p> <p>Järjestelmistä keskei- siä ovat SSAB One -toimintatapa, Sara- riskienhallintaohjelmisto sekä Guru Field -rapor- tointiohjelma turvalli- suushavaintojen, turva- kierrosten ja -varttien informaation käsittelyyn.</p> <p>Käytössä olevia käytän- töjä työturvallisuuden osalta on muun muassa turvallisuushavainnot, ris- kienarviointi (työtehtävien riskienarviointi, laitedirek- tiivin mukaiset riskienar- vioinnit ja työpisteiden/ kohteiden riskienarviointi), aamutaalupalaverit ja inforuudut, turvallisuus- sauditoinnit, turvakierrok- set, turvavartit ja viikon turvallisuusteko. Lisäksi aloitteita otetaan vastaan niin työturvallisuuden kuin muukin työn ja työ- ympäristön kehittämisen tiimoilta.</p>	<p>Työturvallisuus- toiminnan ja -kulttuurin keskiössä on työtapaturmien ennaltaehkäisy.</p> <p>Melun osalta painottuu ajatus, että kuulosuojainten käytöllä voidaan pääosin hoitaa melunhallinta ja -torjunta</p> <p>Kulttuurinen muutos työturvallisuudessa ollut merkittävä viimeisellä vuosi- kymmenellä. Sekä asenteissa että rakenteissa ja käytännöissä tapahtunut kehittymistä, mikä on helpottanut työturvallisuus- asioiden yhteisöllistä käsittelyä.</p> <p>Tiedonkulussa ja prosessien toimivuudessa edelleen parannettavaa.</p>	<p>Melun roolin jääminen työtapaturmien estämiseen keskittyvän työturvallisuuskulttuurin jalkoihin.</p> <p>Tottumus siihen, että valssaa- mossa linja on äänekäs, eikä sille voi mitään.</p> <p>Asioiden hidas eteneminen tai jopa etenemättömyys.</p> <p>Eri henkilöstöryhmien suhtautu- minen ja yksittäisten henkilöiden näkemys erot siinä, missä määrin joku melu nähdään ongelmana.</p> <p>Melun hahmottuminen tuotan- toprosessien, ei suunnittelu- ja investointiprosessien asiaksi. Suunnittelu- ja investointiprojek- teissa taloudelliset ja aikatau- lulliset resurssit painavat melua taka-alalle.</p> <p>Esihenkilöiden työn kuormitta- vuus, jolloin melu tulee helpom- min sivuutetuksi.</p> <p>Huoltoihin liittyvät huomiot: Koneiden ja laitteiden korjaus- ja kunnossapidon hitaus tai huol- tojen liian pitkät välit (nosturei- den ovien ja ikkunoiden tiivistei- den tiheämpi vaihtaminen) sekä tuotantolinjojen puhdistamisen yhteydessä syntyvä melu.</p> <p>Kehitettävää oman työn tekemi- seen liittyvässä reflektoinnissa: miten omista työsuorituksissa voisi huomioida melun aiheutta- misen.</p> <p>Haastatteluhetkellä vaikuttivat myös koronapandemiasta joh- tuvan työturvallisuustoiminnan toteuttamisen rajoitukset.</p>	<p>Tehtaalla käytössä olevat jatkuvan seu- rannan ja parantami- sen työkalut.</p> <p>Tuotantoprosesseihin liittyviä huomioita: suorat levyaihiot tuottavat vähemmän melua, kuten kuvioi- dut rullat teräsrullien sijaan.</p> <p>Tuotantokoneiden ja -laitteiden huoltokäy- töntöjen kehittäminen.</p> <p>Uusien laitteiden kote- lointi ja suojaus sijoit- tamisen yhteydessä.</p> <p>Työn tekemisen tapoi- hin liittyvät ratkaisut, kuten levyjen laske- minen hallitusti linjalle (nosturikuljettajat) ja levyaihioiden varas- tointi siten, etteivät pääse taipumaan.</p> <p>Työntekijöiden kanssa työn tekemisen lomassa keskustelu työpisteillä sekä oma esimerkki (erityisesti esihenkilöt ja toimi- henkilöt) eli toimitaan itsekin siten, miten opastetaan ja ohja- taan.</p>



systemaattisesti kerättyä tietoa. Saatavissa olevan runsaan tiedon hyödyntäminen ja levittäminen sekä tietoa soveltavien prosessien toimivuudessa tunnistettiin haastattelujen valossa olevan kuitenkin parannettavaa. Tämä heijastuu kokemuksena asioiden hitaasta etenemisestä tai jopa etenemättömydestä. Työtapaturmien ennalta ehkäisyyn keskittyvä työturvallisuuskulttuuri on muun muassa olemassa olevien riskien kannalta perusteltu, mutta aineiston analyysi antaa viitteitä siitä, että yhdistettynä hyviin rakenteisiin ja mittavaan järjestelmien käyttöön se saattaa passivoida demokraattiseen dialogiin ja yhteistoimintaan perustavaa työturvallisuusasioiden ja tässä tapauksessa meluun liittyvien asioiden käsittelyä. Keskeiset huomiot on koottu taulukkoon 8.

## **AGCO Power Oy**

### **Melun hallinta Linnavuoren tehtaalla**

Tutkimuskohteena ollut AGCO Power Oy:n Nokian Linnavuoren tehdas on osa isoa kansainvälistä konsernia. Myös Linnavuoren yksikkö on varsin iso ja sen toiminta sijoittuu kuuteen eri halliin, jotka ovat hyvin eri-ikäisiä. Uusin halli oli tutkimushetkellä vain muutaman vuoden ikäinen. Eri halleissa henkilöstön työnkuvat, tehtävät ja ylipäänsä olosuhteet vaihtelevat erittäin paljon.

Tässä Linnavuoren tehtaan kuvauksessa keskeisin viesti liittyy melun salakavalaan luonteeseen. Melu jää monista syistä työturvallisuuteen liittyvien havaintojen katveeseen, mikä voidaan laskea yhdeksi merkittäväksi melun hallinnan esteeksi. Kuvauksessa keskitytään vain muutamiin työpisteisiin ja muutamien ammattiryhmien työhön eikä tehtaan kokonaiskuvaukseen pyritä. Tarkasteltaviksi on valikoitu erityisesti tehtäviä, joissa melu on tunnistettu merkittäväksi haitaksi ja jotka erottuvat meluisina työpisteinä myös mittauksissa. Tällä perusteella päähuomio tarkastelussa on ensinnäkin iäkkäässä hallissa sijaitsevan koneistamon robottisolussa sekä toiseksi aivan uuden kokoonpanohallin perällä sijaitsevista pienvarastointijärjestelmään liittyvissä työpisteissä. Näiden ohella meluun liittyen tulivat esiin avokonttoreiden hälyisyys sekä joihinkin koneisiin liittyvien varoitussäänien häiritsevyyys ja stressaavuus. Avokonttoreissa työskentelevät toimihenkilöt suojautuivat melulta usein vastamelukuulokkein.

### **Tehtaan työsuojeluorganisaatio**

Linnavuoren tehtaalla on panostettu työturvallisuuteen ja siellä on varsin kehittynyt työturvallisuusorganisaatio EHS-tiimeineen. Tehtaasta löytyy työsuojelutoimikunnan ohella niin työturvallisuusasiantuntija kuin ympäristöinsinööri-

kin. Jokaisesta hallista löytyy työsuojeluasiahenkilöitä, jotka muodostavat yhteistyöryhmän ja toimivat työsuojeluvaltuutetun ja työsuojelupäällikön tukena havainnoiden ja tuoden esiin puutteita. Tehtaan eri osastojen välisen työsuojeluyhteistyön toimivuuteen on panostettu. EHS-toiminnan omaa budjettia pidettiin tärkeänä joustavan ja nopean työturvallisuus- ja työsuojelutoiminnan kannalta. Myös yhteistyö vakuutusyhtiön ja työterveyshuollon kanssa on koettu toimivaksi. Työturvallisuuskulttuuriin toivottiin kuitenkin vielä nykyistä ennakoivampaa otetta ja työsuojelunäkökulmaa vahvemmin mukaan kehittämisprojekteihin.

Kerran kuukaudessa tehtaalla järjestetään henkilöstölle työturvallisuuden teemainfo ja tauluilla pyörii haastatteluissa informatiiviseksi luonnehdittuja turvallisuusaiheisia videoita, joita tehtaan EHS-tiimi on tehnyt. Työsuojelukierroksia järjestetään kullakin alueella kerran tai kaksi vuodessa ja kemikaalilistauksia kirjataan aktiivisesti. Työsuojeluun liittyviin koulutuksiin koetaan päästävän osallistumaan varsin hyvin. Toisaalta haastatteluissa tuotiin esiin, ettei tehtaalla välttämättä aina tiedetä, kenen vastuulla on esimerkiksi palokuntatoiminta tai kuka on ensiaputaitoinen. Tiedonkulun toimivuutta toivottiin parannettavan edelleen. Lisäksi psykososiaaliseen kuormitukseen ja ristiriitatilanteisiin puuttumista toivottiin tehostettavan.

Tehtaalla on järjestetty systemaattista henkilöstön aloite- ja havainnointitoimintaa, johon liittyy myös palkitsemista, kuten arvontoja tai ruokalippupalkintoja. Henkilöstön odotetaan kannusteiden voimalla tekevän turvallisuushavaintoja, läheltä piti-havaintoja ja ympäristöhavaintoja. Haastatteluissa tuotiin esiin, että aloitteiden nykyistä ripeämpi eteneminen toimenpiteiksi kannustaisi aloitteiden ja havaintojen tekemiseen nykyistä enemmän. Niin ikään todettiin innokkaiden työturvallisuusasioiden esillä pitäjien myönteinen merkitys työturvallisuuskulttuurin kehittymiselle.

Työturvallisuuskierrokset koettiin erityisen hyväksi, koska niihin osallistui myös johdon edustajia ja ne mahdollistivat suorat keskustelut turvallisuustee- moista johdon ja työntekijöiden välillä. Tämä oli omiaan murtamaan koettua etäisyyttä tai jopa eriarvoisuutta toimihenkilöiden, johdon ja työntekijöiden välillä. Vastaavalla tavalla kiitosta saivat erilaiset henkilöstön yhteiset tilaisuudet ja muu suoran vuoropuhelun mahdollistaminen. Nämä tosin olivat koronan aikana kärsineet merkittävästi, mitä pidettiin huonona asiana.

## Melun havaitseminen ja kokeminen

Yleisesti ottaen melun koettiin painuvan Linnavuoren tehtaassa taustameluksi, joka kuuluu teollisuustyön luonteeseen ja kertoo työn olevan käynnissä.

*”Kyllä se varmaan vähän kuuluu, joo (tutkija: melu teolliseen kulttuuriin). Tai ei siitä kukaan valita, koska kaikki tietää, että se on osa sitä toimintaa. Kuulosuojaimiahan täällä jokainen työntekijä käytännössä käyttää.”*

Haastatteluissa tuli esiin, että melun hallinta käytännössä usein pelkistyi kysymykseen kuulonsuojainten käytöstä. Oltiin taipuvaisia ajattelemaan, että mikäli kuulonsuojaimia käytettiin, säännöksiä oli noudatettu ja melun torjunta toteutettu. Melun ei arjessa koettu nousevan erityisesti puheenaiheeksi. Muut työturvallisuusriskit ja vaarat ylittivät tavanomaisesti työntekijöiden kokemuksissa melun haitat. Myös haastatteluissa esitettiin epäilyjä siitä, ettei melun vaarallisuutta täysin ymmärretty.

*”Haastattelija: Kun sä puhuit siitä että se kuuluu tähän kulttuuriin, niin puhuiks ihmiset tai nos- taako ne esiin sitä, että tästä melusta aiheutuis jotain haittoja.  
Haastateltava: Ei. Ei semmosta kukaan.”*

Melu ei yleensä aiheuta välittömästi havaittavissa olevia kuulovaurioita, jolloin ihminen ei välttämättä oivalla melun vaaroja. Jos kuulovaurioita oli syntynyt, niiden syy ja mahdollinen työperäisyys taas koettiin vaikeaksi selvittää. Muunlaiset työturvallisuusriskit, työn kuormitustekijät ja haitat on helpompi havaita vaarallisiksi. Niiden ei koeta melun tavalla kuuluvan työn luonteeseen. Melu ei myöskään aiheuta työnantajalle välittömiä kielteisiä seurauksia. Siitä aiheutuu hyvin harvoin sairauslomia eikä melu konkretisoidu myöskään tapaturmiksi. Näin ollen se jää helposti työturvallisuuteen liittyvien havainnointien ja tilastointien ulkopuolelle ja melun torjunta pelkistyy kysymykseen kuulonsuojainten käytöstä.

## Robottisolu

Linnavuoren tehtaassa aiheutuu varsin paljon melua erilaisista paineilmapuhalluksista. Erityisesti harmia aiheuttaa yksi iäkkäässä hallissa sijaitseva robottisolu, jossa metallikappaleita puhalletaan puhtaiksi. Keskustelu robotin lähistöllä on vaikeaa ja tavanomaisesti työntekijät poistavat kuulokkeet tai raottavat niitä keskustellakseen esimerkiksi toimihenkilöiden kanssa. Tämä tapa lisää meluallistusta. Toisaalta haastatteluissa tuotiin myös esiin, että moni työntekijä kuuntelee kuulokkeista omaa ohjelmaa varsin kovalla volyyymillä, mikä tuntui toimihenkilöistä ristiriitaiselta, kun samanaikaisesti suojaimilla toisaalta pyrittiin vähentämään konei-

den tuottamaa melua.

Robotin yläpuolelle on ideoitu kattoa, tai vaihtoehtona on pohdittu robotin kattamista osittaisin vinolevyin, mutta katon on todettu hankaloittavan robotin huoltoa. Seuraavana vaihtoehtona esiin on nostettu äänivaimennettuihin puhalluspilleihin siirtyminen. Työnteon tavoilla ei haastateltujen mukaan sen sijaan voinut olennaisesti vähentää robottisolussa syntyvää melua. Esiin tuotiin myös, ettei robottisolu ole suinkaan ainoa paineilmapuhallukseen liittyvä melulähde, vaan paineilmapuhallusta tehdään muuallakin hallissa, mikä lisää yleistä taustamelua. Tehtaan kehitysprojekteissa onkin alettu pyrkiä siihen, että paineilmaa ei jatkossa käytettäisi puhdistamiseen. Samoin paineilma-väntimien sijasta pyritään käyttämään sähköisiä väntimiä.

## Pienvarastointijärjestelmä kokoonpanohallissa

Tehtaan kenties merkittävimmäksi melulähteeksi nousi haastatteluissa kokoonpanohallin pienvarastointijärjestelmä, eli laatikkovarastointijärjestelmä. Se on kooltaan varsin iso ja sen läheisyydessä työskentelee tai kulkee monia työntekijöitä. Lisäksi laitteistosta lähtevä melu kantautuu myös muualle halliin. Pienvarastointijärjestelmässä erilaiset metalliset kappaleet kolisevat toisiaan vasten ja hihnoilla kulkevista laatikoista syntyy törmäysääniä.

Pienvarastointijärjestelmän aiheuttama melu on niin huomattavaa, että sen läheisyydessä on mahdollon keskustella. Tästä aiheutuu ongelmia, koska keskustelun pitäisi olla mahdollista, etenkin työvaiheessa, jossa järjestelmää täytetään. Seurauksena tästä on, että kuulonsuojaimia otetaan pois ja laitetaan takaisin. Tämä koetaan ongelmalliseksi erityisesti käytettäessä korvatulppia, koska niiden mukana korviin kulkeutuu helposti likaa.

Kuulonsuojaimista saattaa työpisteillä myös aiheutua vaaraa, koska lähistöllä kulkee esimerkiksi trukkeja. Yövuorot ovat työpisteillä helpompia, koska keräilyvaihetta ei silloin suoriteta eikä trukkeja liiku. Sen sijaan päivällä meteliä pidetään hyvin häiritsevänä, minkä lisäksi erityisesti keräilypisteessä työ on varsin rasittavaa ja yksitoikkoista. Täyttöpisteessä taas työ on fyysisesti uuvuttavaa, koska monet nosteltavat laatikot ovat painavia. Näistä syistä haastatteluissa todettiin, että työpäivän jälkeistä uupumusta ei välttämättä tulla yhdistäneeksi meluun. Melu on yksi osa työn kokonaiskuormittavuudessa ja samalla se mahdollisesti peittyi helpommin havaittavien osatekijöiden taa.

Pienvarastointijärjestelmän aiheuttaman melun koetusta ärsyttävyydestä osa saattaa johtua siitä, että se sijaitsee aivan uudessa hallissa, joka on

yleisilmeeltään huomattavan siisti ja monilta ratkaisuiltaan mietitty. Tällaisessa työolosuhteiltaan muuten hyvässä ympäristössä huomattava melu rikkoo kokonaisuutta ja korostuu. Haastatteluisa harmiteltiin, ettei melun hallintaan kiinnitetty suunnitteluvaiheessa tarpeeksi huomiota, vaikka muita tekijöitä oli huomioitu hyvin ja hallia pidettiin mallikelpoisena.

Vaikuttaakin siltä, että melu on luonteeltaan sellainen työturvallisuutta ja työhyvinvointia vaarantava

seikka, joka jää työpaikoilla havaittujen ja koettujen haittojen hierarkian hännille. Siihen kiinnitetään huomiota vasta, kun helpommin huomattavissa ja tilastoitavissa olevat sekä välittömiä kustannuksia, vakavia vaaroja ja harmeja aiheuttavat seikat ovat kunnossa. Myös kuulonsuojainten käyttö ja käytön valvonta ovat omiaan luomaan työn arjessa illuusiota siitä, että melunhallinta on kunnossa, mikäli suojaimia käytetään. Melun vaarat jäävät piiloon ja melu painuu taustalle, ellei sitä nosteta työpaikalla aktiivisesti esiin ja keskusteluihin.

**Taulukko 9.** AGCO Power Oy:n Linnavuoren tehtaan melunhallinnan sosiokulttuurisen ympäristön kuvaus.

Työturvallisuustyön rakenteet ja käytännöt	Työturvallisuuskulttuurin piirteitä	Melunhallintaa ja -torjuntaa hidastavia tai estäviä tekijöitä	Melunhallintaa ja -torjuntaa tukevia tekijöitä
<p>EHS-toiminta kokonaisuudessaan on organisoitua ja sillä on oma budjetti, mikä mahdollistaa nopeat reagoinnit pieniin tarpeisiin.</p> <p>Henkilöstöltä kerätään monin tavoin havaintoja ja ideoita, joista palkitaan tai joilla osallistutaan arvontoihin: turvallisuushavaintojärjestelmä, läheltä piti -ilmoitukset, ympäristöhavaintoilmoitukset</p> <p>Työsuojelutoimikunta käsittelee turvallisuushavainnot, läheltä piti -ilmoitukset ja tapaturmat.</p>	<p>Melu ei tule hyvin esiin vakiintunein työturvallisuuskäytännöin eikä asemoidu välittömäksi vaaraksi vaan jää merkittävämäksi koettujen ja selkeämmin ja nopeammin esiin tulevien työturvallisuusriskien taustalle.</p> <p>Tuottavuusnäkökulma painottuu ja meluntorjuntaa koetaan arvioitavan suhteessa tuottavuuteen, vaikka periaatteena on "turvallisuus edellä".</p> <p>Henkilösuojainpakkoon suhtaudutaan paikoin kriittisesti, koska pelätään, ettei esim. koekäytössä erotettaisi kuuntelemalla havainnoitavia moottorivikoja. Nyt raotetaan suojaimia.</p> <p>Kuulonsuojainten kustomointia toivotaan lisää.</p> <p>Toimihenkilöt saattavat pistäytyä tehdassalissa ilman suojaimia, mikä on sekä riski että huonoa esimerkkiä ja vahvistaa koettua henkilöstöryhmien rajapintaa.</p> <p>Moni altistuu monenlaiselle melulle, eli pitäisi torjua monenlaisten lähteiden melua.</p> <p>Henkilösuojainten käyttö luo illuusion, että kaikki voitava on tehty ja melu hallinnassa.</p> <p>Suojauksen parantamiseksi toivottaisiin monipuolisempaa kuulonsuojainvalikoimaa.</p> <p>Päätöksenteon kannalta työsuojelutoiminnan koetaan tapahtuvan liian alhaalla organisaatiorakenteessa.</p> <p>Koronan koettiin vaikeuttaneen työturvallisuusyhteistyötä, esim. turvallisuuskävelyt ja turvallisuuskahvit olivat tauolla</p>	<p>Vakiintuneet työturvallisuuskäytännöt ja johdon halu kehittää turvallisuutta tukevat hallintapyrkimyksiä.</p> <p>EHS-budjetti helpottaa pieniä hankintoja. Etenkin uutta suunniteltaessa pyritään tietoisesti välttämään paineilmapuhdistusta, iskeviä työkaluja ja paineilmapuhdistimia.</p> <p>Täryttimet tilataan äänieristettyinä.</p> <p>Koneita on eristetty, esimerkiksi robottisolujen verkkoaitoja on korvattu seinämällä.</p> <p>Meluisia töitä on pyritty kokoamaan yhteen paikkaan ja järjestetty työkierto.</p> <p>Työntekijät ovat omatoimisesti vähentäneet melunlähteitä esimerkiksi rakentamalla kumisia eristeitä metalliputkien käsittelyvaiheisiin.</p>	<p>Toivottiin ennakoivaa otetta ja työturvallisuuden huomiointia esimerkiksi tilojen ja koneiden uudistuksissa.</p> <p>Toimihenkilöt eivät välttämättä käytä kuulonsuojaimia tehdassalissa. Työntekijät käyttävät pääsääntöisesti mutta arvioivat itse tarvetta ja raottavat suojaimia kuunnellensa ääniä tai keskustellessaan.</p> <p>Työturvallisuuden osalta esiintyy jonkin verran eriarvoisuuden kokemuksia eri henkilöstöryhmien välillä, esimerkiksi toimihenkilöillä koetaan olevan etuoikeuksia.</p> <p>Siivous- ja puhtaanapitokulttuuria haluttaisiin yhä parantaa.</p> <p>Amerikkalaisomistuksen koetaan vahvistavan henkilösuojaukseen perustuvaa toimintamallia.</p> <p>Tehtyjä parannuksia ei nosteta tarpeeksi esille, mikä kääntää työturvallisuuskulttuuria kielteiseen, alistuneeseen ja välinpitämättömään suuntaan. Toisin sanoen koetaan, ettei kannata edes yrittää vähentää melua tai ideoita.</p> <p>Innokkaat ihmiset saavat esimerkillään ja jakamallaan informaatiolla muutenkin tarttumaan asioihin.</p>

## JTK Power Oy

JTK Power Oy Vöyrin tehtaalla työskenteli haastattelujen toteutushetkellä 25 toimihenkilöä ja 65 työntekijää tuotannossa. Tuotannossa työskennellään koneistamossa kahdessa vuorossa ja hitsaamossa päivävuorossa. Avohalli vaikuttaa melun leviämiseen. Koneistamo on hitsaamoa huomattavasti hiljaisempi. Pakollinen suojarustus tuotannossa on kuulosuojaimet, turvakengät ja suojalasit. Työpaikalla on pieni vaihtuvuus ja melunhallinnan ja -torjunnan kannalta merkitykselliseksi osoittautui avoin ja kannustava vuorovaikutuskulttuuri. Haastattelussa hyvä työyhteisö ja työilmapiiri koettiin yrityksen yhdeksi kilpailuvaltiksi.

### **Avoin ja kannustava vuorovaikutuskulttuuri työturvallisuustyön tukena**

Työpaikan työturvallisuuskulttuuria tukee toimintakulttuuri, jossa työntekijät kokevat saavansa hyvin tehdystä työstä positiivista palautetta ja jossa työntekijöiden työtä ja työvälineitä koskeviin kehittämideoihin suhtaudutaan positiivisesti ja reagoidaan mahdollisuuksien mukaan nopeastikin. Keskeisen työturvallisuusorganisaation muodostaa toimitusjohtaja, tuotantopäällikkö, laatu päällikkö ja työturvallisuusvastuuhenkilöt tuotannosta. Työturvallisuuskulttuuri oli kuitenkin haastatteluhetkellä henkilöitynyt yhteen aktiiviseen henkilöön, jonka koettiin vieneen työturvallisuuskulttuuria voimakkaasti eteenpäin.

Koko henkilöstö kokoontuu neljä kertaa vuodessa yhteen tilaisuuksiin, jossa käydään yleisen työtilanteen lisäksi läpi myös työturvallisuusasioita ja tapaturmia. Työturvallisuusasioita on edistetty viime vuosina siten, että kehittämisteemaksi on joka vuosi nostettu joku erityinen teema. Haastatteluja edeltävänä teemana ja koko henkilöstön kokouksissa kehittämisskohteeksi valittuna asiana oli ollut silmien suojaus ja tulevana vuonna oli tarkoitus keskittyä selkävaivoihin. Nämä - silmä- ja selkävammat - ovat keskeiset työtapaturmia aiheuttavat tekijät.

Työpaikalla on käytössä turvallisuuskävelyt keran kuukaudessa. Niissä pyritään kahdensuuntaiseen vuorovaikutukseen eli henkilöstön havainnot ja parannusehdotukset välittyvät johdolle samoin kuin johdon palaute henkilöstölle sovittujen käytäntöjen noudattamisesta ja toiminnan tilasta. Työntekijät toivat esiin, että johto ja toimihenkilöt suhtautuvat positiivisesti työntekijöiden omiin kehittämissideoihin ja työn tekemisen tapojen ja työkalujen kehittämiseen liittyviin asioihin.

Henkilöstöä kannustetaan tekemään turvallisuushavaintoja. Jokaisen havaintoja tehneen kesken arvotaan kuukausittain palkinto, joka on ollut 100 euron lahjakortti. Myös työtapaturmattomista päivistä palkitaan tietyn väliajoin. Tuotantohallissa on digitaalinen infotaulu, jossa on myös vaihtuvasti työturvallisuuteen liittyviä asioita ja tiedotetaan muun muassa kertyneiden tapaturmattomien päivien määrää.

Toimintakulttuuri työpaikalla nojaa ajatukseen asiakkaiden palvelemisesta ajallaan ja laadukkaasti. Hyvin tehdyn työn mittareina on siten ennen kaikkea tuotteiden saaminen ajoissa lähtemään ja hyvänlaatuisina. Viime aikoina on havahduttu kehittämään prosessitehokkuutta ja suunnitteilla on uuden tuotannonohjausjärjestelmän käyttöönotto. Tarve uudelle järjestelmälle on syntynyt havainnoista, että tuotteiden valmistuksen läpimenovirtaus osien tilauksesta työn valmistamiseen törmää toisinaan tilanteisiin, joissa esimerkiksi joku osa voi puuttua, mikä aiheuttaa koko prosessin seisahduksen vaikuttaen tuottavuuteen:

*Jotenkin osto ja suunnittelu ja sitten se tilausjono, niin jotenkin ne ei kohtaa toisiansa, että jotain tämmöistä kohtaamisongelmaa. Mut vähän varmaan joka talossa vähäisen, mitä mä olen ollut, niin on ihan joka paikassa ollut sama homma, että... Mut että tänne vissiin tulee joku uusi tuotantojärjestelmä, niin ehkä se sitten parantaa sitä, että jos joku loppuu joku osa, niin siihen reagoi nopeammin ja ei pääse tulemaan sitä tilannetta, että aletaan tekemään ja kaikki osat on tehty... Aletaan tekemään ja yhtäkkiä hoksataan, että tämmöinen lappu puuttuu.*

### **Melu työpaikalla**

Työntekijöiden kokemus oli, että toisten työntekijöiden aiheuttama melu häiritsee enemmän kuin omasta työstä syntyvä melu. Erityisesti häiritseväksi koettiin yhtäkkinen, ennakoimaton melu. Se on myös melua, jonka vaimentaminen on haastavinta. Esimerkiksi viereisellä työpisteellä olevan hitsaajan suorittama lekalla hakkaaminen saatettiin kokea häiritseväksi. Melu nimettiin työntekijöiden haastatteluissa useimmiten keskeisimmäksi haittatekijäksi verrattuna muihin työturvallisuusnäkökohtiin kuten ilmanlaatuun, pölyyn tai kemikaalihaittoihin. Tähän vaikuttaa myös se, että työpaikalla on panostettu ilmanvaihtoon, josta johtuen työpaikalla on tuotantohalliksi poikkeuksellisen hyvä ilmanlaatu.

Henkilösuojauksella on tärkeä rooli tälläkin työpaikalla. Jokaisella on mahdollisuus saada yksilölliset ja omien mieltymysten mukaiset kuulosuojaimet. Työnjohtajilla on kuulosuojaimissa puhelinyhteydet käytössään. Kuulosuojaus on tuotannontyöntekijöille itsestään selvyys, eikä useinkaan törmätä enää tilanteisiin, etteikö niitä pidettäisi:

*Joo, ei sitä [melua] mun mielestä sillä lailla noterata, koska se on ehkä sellainen, että kun siellä on koko ajan niin kova melu, että kaikilla on joka tapauksessa oltava kuulosuojaus päällä. Niin se on ehkä sellaisessa paikassa enempi ongelma, jos siellä on välillä vaan sitä melua - Tiedätkö, että siellä on ilman kuulosuojaimia ja sitten joku rupeaa yhtäkkiä meiskaamaan, että pitääkin olla kuulosuojaimet. [...] Se on sitä edestakaisin... Meillä se on jatkuvaa, että se kuulosuojaus on koko aika, niin ei se haittaa. Jopa minä olen oppinut pitämään kuulosuojaimia viime vuosien aikana, niin ei se haittaa.*

Sen sijaan toimihenkilöt eivät aina tuotantohallissa nopeasti käydessään muista, että samat säännöt koskevat heitä. Tuotanto jakaantuu hitsaamon ja koneistamon tiloihin, mutta avohallissa melua ei voi täysin eristää. Koneistamossa työskentelevät kertoivat haastatteluissa, etteivät he merkittävästi kärsi melusta. Hitsaamossa melua syntyy enemmän ja se myös häiritsee enemmän. Haastatteluissa oli sekä niitä tuotantotyöntekijöitä, joita melu häiritsi, ja niitä, joita se ei häirinnyt. Melun kokeminen haitalliseksi liittyi myös käynnissä olevaan työtehtävään:

*Mä itekin aina välillä saatan tuolla hallissakin tehdä töitä ja hitsata ja kaikkea, niin ei se siihen työhön mun mielestä vaikuta millään tapaa negatiivisesti. Ehkä sellaisissa tilanteissa, kun sä jotain piirustuksia yrität katkoa ja miettiä oikein, niin ehkä se semmoisissa tilanteissa on se melu sitten vähän haitaksi. Mutta sitten varsinaista sitä työtä tehdessä, kun siitä lähestulkoon aina tulee sitä, se tuottaa sitä melua tehdessä, niin se ei haittaa. Mutta ehkä kun keskittyy johonkin piirustukseen ja miettii, että kuinka tekee, niin siinä se melu on ehkä haitaksi, mutta sitten varsinaisesti siinä toteutuksen aikana mä en pidä sitä haittana. Kun on hyvät kuulosuojaimet, niin ei se haittaa.*

Työpaikalla on kiinnitetty huomiota myös toimihenkilöiden kokemaan meluun. Toimistotiloissa onkin vastikään toteutettu työhuoneiden äänieristystä parantava remontti.

### **Melunhallinnan ja -torjunnan haasteet ja vahvuudet**

Haastatteluissa melunhallintaa ja -torjuntaa hidastaviksi tai estäviksi tekijöiksi tunnistettiin työturvallisuuskulttuurin henkilöityminen yhteen

henkilöön, henkilösuojauksen unohtuminen toimihenkilöiltä heidän vieraillessaan tuotannon tiloissa, tilojen ahtaus ja melun itsestään selvänä pitäminen. Koska työpaikalla työturvallisuusasioiden edistäminen oli henkilöitynyt pitkälti yhteen toimijaan, näkyi turvallisuusasioita aktiivisesti edistäneen henkilön siirtyminen työpaikalta toisaalle asioiden esillä pitämisen vähenemisenä. Vaikutus jäänee väliaikaiseksi, koska tehtävään on juuri palkattu uusi henkilö. Haastatteluissa mainittiin myös siitä, että toimihenkilöt eivät välttämättä käytä hallissa käydessään aina vaadittavaa henkilösuojausta, mikä voi viestiä siitä, että melunhallinta ja -torjunta ei ole yhtäläisesti jaettu ja vakavasti otettava asia. Myös tilojen ahtaus aiheuttaa ylimääräistä melua. Näin on esimerkiksi tilanteissa, joissa joudutaan kuljettamaan tavaraa paikasta toiseen pumppukärryillä, koska säilytystiloja ei ole työkentelypisteiden luona.

Vaikka melu todettiin joissakin haastatteluissa keskeisimmäksi haittatekijäksi työturvallisuudesta keskusteltaessa, nousi haastatteluissa esiin myös melun väistämättömyys ja itsestään selvyys:

*[...] Ajatus on itsellä, että tietyille asioille nyt vaan ei voi mitään. Niitten kanssa on tultava toimeen ja suojaimia on keksitty. Ei aivan hirveästi silleen pysty tekemään.*

Erilaisista teknisistä ratkaisuista haastatteluissa keskusteltaessa todettiin, että välisermejä tai meluseiniä oli laitettu eri tuotantolinjojen ja työpisteitten väliin. Näiden myötä myös havaittiin, ettei melunhallinta ja -torjunta ole aina helppoa: pahimpien melujen siirtyminen työpisteestä toiseen väheni, mutta melun aiheuttajalle itselleen tuli heijastusvaikutus, mistä johtuen hänen kohdallaan melu kasvoi.

Melun vähentämisessä merkittävään rooliin haastattelupuheessa asettuivat valmistustekniset asiat. Työ tuotannossa on pitkälti käsityötä, jossa käytettävien työvälineiden ja työstettävien osien keskinäinen yhteen sopivuus vaikuttaa oleellisesti melun syntymiseen. Mitä paremmin osat sopivat yhteen tai paikoilleen ilman työstöä, sitä vähemmän syntyy melua. Kun osat menevät paikoilleen pelkästään laittamalla, ei tarvitse käyttää kulmahiomakonetta ja vasaraa niin paljon. Esimerkiksi jos pitäisi tehdä hitsaukselle joku tila, kuten levyn reunaan hitsausviiste, niin hiomisen sijaan vinous leikataan levyyn laserilla tai plasmalla valmiiksi. Toleranssien eli näiden yhteensopivuuksien parantaminen on edellyttänyt jo tähänkin mennessä niitä tukevia laitehankintoja. Esimerkiksi plasmakonetta ei hankittu halvimpana mahdollisena, vaan hankittiin sellainen, joka mahdollistaa edellä kuvatun toiminnon.

Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna melun määrän koettiin vähentyneen. Eräs haastateltava koki tämän johtuvan juurikin siitä, että nykyisin käytetään huomattavasti vähemmän kulmahiomakonetta ja lekaa. Työntekijöillä oli selkeä ymmärrys siitä, että työn tekemisen tavoilla on merkitystä melun määrälle. Kuten eräs haastateltava asian kiteytti: ”Mitä vähemmän käyttää rälläkkää, sitä parempi hitsari”. Työntekijät kertoivat olevansa tottuneita kehittämään omia työtapojaan ja -välineitään siihen suuntaan, että melua syntyy vähemmän:

*Toki tuolla omalla osastolla, niin kun itse tehdään töitä, niin kyllähän me ollaan itse vaikutettu asioihin, elikkä että ei tarvitsisi rälläköidä niin paljoa ja jos jotain on semmoisia, niin kyllä me yritetään järjestää asia siten, ettei tule sitä tilannetta, muuta*

*kun noitten pienien osien kanssa ollaan tekemisissä, niin sinne mun mielestä ei semmosta...*

Samalla tällainen jokapäiväinen työskentelytapojen kehittäminen tekee työstä helpompaa ja sujuvampaa, mikä lisää oman työn kehittämisen mielekkyyttä. Haastattelussa puhuttiin myös hiljaisemmista laitteista ja mahdollisuudesta sitä kautta vähentää melun määrää.

Tiivistäen, erityistä tämän työpaikan melunhallinnalle ja -torjunnalle oli ymmärrys omien työtapojen merkityksestä melun tuottamiselle ja määrälle. Työntekijät myös kertoivat olevansa motivoituneita tekemään työtä siten, että esimerkiksi kulmahiomakonetta tarvitsee käyttää mahdollisimman vähän. Melunhallinnassa ja -torjunnassa, kuten

**Taulukko 10.** JTK Power Oy Vöyrin toimipisteen melunhallinnan sosiokulttuurisen ympäristön kuvaus.

Työturvallisuustyön rakenteet ja käytännöt	Työturvallisuuskulttuurin piirteitä	Melunhallintaa ja -torjuntaa hidastavia tai estäviä tekijöitä	Melunhallintaa ja -torjuntaa tukevia tekijöitä
<p>Keskeinen työturvallisuusorganisaatio: toimitusjohtaja, tuotantopäällikkö, laatu- ja työturvallisuusvastuuhenkilöt tuotannosta.</p> <p>Työturvallisuusasiat osa palaverikäytäntöjä.</p> <p>Keskeisiä työturvallisuuskäytäntöjä: työturvallisuuskävelyt kerran kuukaudessa, työturvallisuushavainnot, työtapaturmien seuranta ja tapaturmattomista päivistä palkitseminen, työturvallisuusasioiden esillä pitäminen visuaalisesti: digitaalinen infotaulu, varoitus- ja muistutuskyttilä</p> <p>Vaadittava henkilösuojaus tuotantohallissa: suojalasit, kuulosuojaimet ja turvakengät</p> <p>Työturvallisuuskoulutusta henkilöstölle: keskeisiä työturvallisuuskortti, tulityökortti ja ensiapukoulutukset</p> <p>Lisäksi käytössä aloittelajakortti, joka kattaa muitakin kuin työturvallisuusaloitteita.</p>	<p>Toisten aiheuttama melu häiritsee (esim. viereisellä työpisteellä olevan hitsarin suorittama lekalla hakkaaminen).</p> <p>Työturvallisuuskulttuuri henkilöitynyt yhteen aktiiviseen henkilöön.</p> <p>Johto ja toimihenkilöt suhtautuvat työntekijöiden kokemuksen mukaan positiivisesti työntekijöiden omiin kehittämisehdotuksiin ja työn tekemisen tapojen ja työkalujen kehittämiseen liittyviin asioihin.</p> <p>Melu nimettiin useimmiten keskeisimmäksi haittatekijäksi (liittyy muiden haittojen minimointiin, esim. ilmoitettiin panostettu), vaikka kokemukset häiritsevyydestä vaihtelivat.</p> <p>Työturvallisuuden edistämisessä tukena hyvä yhteishenki, avoin vuorovaikutuskulttuuri sekä viihtyisä palaverikulttuuri (ymmärretään tarjottavien merkitys).</p> <p>Työntekijöillä ymmärrys siitä, että työn tekemisen tavoilla merkitystä melun määrälle (”mitä vähemmän käyttää rälläkkää, sitä parempi hitsari”).</p>	<p>Toimihenkilöt eivät välttämättä käytä hallissa käydessään aina vaadittavaa henkilösuojasta</p> <p>Turvallisuusasioita aktiivisesti edistäneen henkilön poissaolo seurannut asioiden esillä pitämisen väheneminen.</p> <p>Tilojen ahtaus merkityksellistä myös melun näkökulmasta (esim. pumppukärjällä joudutaan viemään tavaraa).</p>	<p>Mahdollisuus saada yksilölliset ja mieltyymysten mukaiset kuulosuojaimet.</p> <p>Välisermejä ja meluseiniä laitettu eri työpisteitten väliin.</p> <p>Valmistusteknisillä asioilla merkittävä rooli (pyritty kiinnittämään huomiota toleransseihin, että työstössä olevat osat menisivät laittamalla paikalleen ja tarvittaisiin vähemmän työstämistä eli ylimääräisen kulmahiomakoneen käytön ja vasaorin vähentäminen)</p> <p>Melunäkökulman huomioiminen laitehankinnoissa (esim. plasmakone ei halvin, vaan sellainen, joka mahdollistaa edellä kuvatun toiminnon)</p> <p>Työntekijät pyrkivät itse tekemään töitä siten, että kulmahiomakonetta tarvitsee käyttää mahdollisimman vähän.</p> <p>Työntekijöillä kokemus, että parannusehdotuksiin reagoidaan ja niitä toteutetaan.</p>

työturvallisuuden edistämiseksi yleensä, koettiin olevan tukena hyvä yhteishenki, avoin vuorovaikutuskulttuuri sekä viihtyisä palaverikulttuuri, johon sisältyi usein kahvitarjoilu.

## **Fiskars Finland Oy Iittalan lasitehdas**

Tässä alaluvussa melun hallintaa ja työturvallisuuskulttuuria tarkastellaan työssä oppimisen näkökulmasta. Työssä oppiminen olisi kohdeteh- taassa poikkeuksellisen tärkeää työn ja työproses- sien ainutlaatuisuuden vuoksi, mutta melu hait- taa oppimisen edellyttämää kommunikaatiota. Ammattitaidon kehittyminen kuitenkin myös vähentää omasta työstä syntyvää melua, ja työs- säoppijat tai uransa alussa olevat saattavat aiheut- taa kokeneita ammattilaisia enemmän melua. Näin ollen työssä oppimisen prosessien merkitys melun- torjunnan kannalta on moninainen: toisaalta teh- taalla tavanomainen työn opiskelu on omiaan lisää- mään yleismelua, toisaalta melu vähenee oppimisen myötä, mutta meluisuus myös haittaa oppimista. Melun torjunnan esteitä ja hidasteita tarkastellaan- kin tässä luvussa erityisesti erilaisten meluun liit- tyvien kytkösten ja dynamiikkojen näkökulmista, kuten melun torjuntatoimista aiheutuvien haitto- jen näkökulmasta sekä havainnollistamalla meluun liittyvää paradoksia. Melun paradoksi on se, että häiritseväksi koettua ääntä voidaan ”torjua” nos- tamalla toisten, tärkeämmiksi koettujen, äänten äänitasoja. Melun torjunnassa onkin otettava huo- mioon lukuisia muita tekijöitä, mukaan lukien eri- laisten äänten merkitykset ja viestit.

### **Yleistä työturvallisuuskulttuurista**

Fiskarsin Iittalan lasitehtaassa työturvallisuus on edistynyt erityisen paljon viimeisen 15 vuoden aikana. Tämä on tarkoittanut myös merkittävää muutosta työturvallisuuskulttuurissa. Moni työn- tekijä muisteli, miten he olivat aloittaneet työnsä tehtaassa ilman minkäänlaisia henkilösuojai- mia. Käytännössä tämä tarkoitti esimerkiksi san- daaleilla kävelyä lasinsirujen peittämällä latioilla. Nykyisin tehtaassa on käytettävä henkilösuojaimia, kuten turvakengkiä, suojalaseja ja kuulonsuojai- mia. Kuulonsuojaimien koettiin kehittyneen paljon ja valinnan varaa oli tullut. Monissa tehtävissä on erityisen tärkeää suojata myös käsiä kuumilta kap- paleilta ja pinnoilta sekä lasitavaran aiheuttamilta viilloilta. Työnantaja tarjoaa työvaatteet, joita pää- sääntöisesti käytetään.

Muutos työturvallisuuskulttuurissa on ollut niin suuri, että työturvallisuutta koetaan korostetta- van tehtaalla nykyisin paikoin jopa tuottavuutta ja tehokkuutta enemmän. Tuottavuuden mittarina toimivat päivässä tehtyjen tuotteiden määrä ja niistä

lopulta laatuksiteerit täyttäväksi jääneiden määrä. Puhutaan tuotannon arvosta. Tehtaalla on käytössä 6S, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että siisteys ja työturvallisuus ovat keskeisiä toiminnanohjauk- sen periaatteita ja mittareita. Tapaturmat ja läheltä piti –tilanteet sekä vaarahavainnot raportoidaan ja henkilösuojainten käyttö on osana koko tehtaan tuotantopalkkiota. Henkilöstö voi tehdä myös työ- turvallisuuteen liittyviä aloitteita. Kussakin työpis- teessä on myös muistutuksia siinä tarvittavista tur- vavarusteista.

*”No, vaarahavainnot on yks kanava, jos sieltä nousee jotain esiin ja korjattavaa ja semmosta, niin niitä on pyritty korjaamaan. Toki sitten jotkut jää ihan roikkumaan ja korjaamatta.”*

Monet haastatellut toivat esiin, että toisinaan työ- turvallisuuteen liittyvät aloitteet ja parannukset tuntuvat viipyvän vuosia. Ripeämpää toimintaa pidettiin tärkeänä senkin vuoksi, että työntekijät saisivat kokemuksen siitä, että aloitteilla ja havain- noilla on merkitystä. Tällöin niitä tehtäisiin jatkos- sakin. Näin melun hallinta kytkeytyy osallisuuteen kannustavaan johtamistapaan.

*”No kyllähän noilla varmaan kaikilla noilla on iso merkitys siihen, että joskus tehtäis jotain ja näy- tettäis, että oikeesti haluttais edesauttaa sitä, mitä ihmiset haluaa työntekijät tuolla paljon saman- tyylisiä asioita just melujuttuja ja muita, ni sitte niitä myös toteutettais jossain kohtaa edes osa.”*

Turvallisuusjohtaminen ei kuitenkaan ole help- poa. Haastatteluissa todettiin, ettei työturvalli- suusrikkomuksiin aina puututa tehokkaasti, vaan asiaan liittyy jonkinlainen auktoriteettiongelma. Haastatteluissa tuli myös esiin, että joskus esimer- kiksi kuulonsuojainten puuttumisesta huomaute- taan mieluiten työsuojeluvaltuutetun kautta, jottei esihenkilöasemassa oleva tule syytetyksi nipotta- misesta, millä puolestaan saattaisi olla kielteisiä vaikutuksia yleiseen työilmapiiriin tai työntekijöi- den ja johdon välisiin suhteisiin.

Myös tuotantoteknologioiden kehittyminen saat- taa parantaa osaltaan melun hallintaa. Esimerkiksi sähkösulatukseen siirtyminen kaasusulatuksesta vähentää polttimien ja puhaltimien melua, vaikka siirtymä tehdäänkin muista syistä. Melun torjunta tapahtuu tällöin kytköksellisesti, ikään kuin sivu- tuotteena. Erilaisten kehitysprojektien käynnis- tyessä työsuojeluryhmä otetaan tehtaalla mukaan kehitystyöhön. Henkilöstön osallistamista han- kaloittavat kuitenkin erilaiset vuorojärjestelmät, joiden vuoksi työntekijöitä on hankala tavoittaa, etenkin samaan aikaan. Haastatteluhetkellä koro- natilanteen koettiin heikentäneen kaikenlaista

yhteistoimintaa ja yhteiskehittämistä erityisesti siksi, että toimihenkilöt ja johto olivat siirtyneet paljolti etätöihin eikä esimerkiksi yhteisiä aamupalahetkiä enää ollut. Näin pandemia-aikakin välillisesti vaikeutti melun torjunnan etenemistä siinä kuin vuorotyöhön perustuva toimintatapakin.

Lasitehtaan erityispiirre on toimialan ainutlaatuisuus. Lisäksi lasimateriaali on monin tavoin vaikea työstettävä. Jo raaka-aineen saaminen kulloiseenkin tuotteeseen soveltuvaksi on vaikeaa. Uunien säätäminen perustuu vahvaan kokemukseen ja kokeiluihin. Vastaavasti lasin työstäminen on oma vaativa asiantuntemusalueensa. Tästä johtuen työ opitaan huomattavalta osaltaan tehtaassa ja koulutusyhteistyö oppilaitosten kanssa on tiivistä. Tehtaassa on usein oppisopimusopiskelijoita tai työssäoppijoita. Tehtaan työtehtävistä on erotettavissa toisaalta yksinkertaisia ja toisaalta erittäin vaativia tehtäviä. Seuraavaksi lasitehtaan päätehtävät käydään läpi aloittaen nopeimmin opittavissa olevista.

### **Jälkikäsitteily**

Jälkikäsitteilyssä, eli lasintarkastuksessa ja pakkausksessa, työ on nopeasti opittavissa mutta se on myös varsin toistoluonteista ja rutiininomaista. Työ koetaan paikoin varsin kiireiseksi ja kuormittavaksi, mistä aiheutuu myös sairauslomia. Jälkikäsitteilyn tehtävissä on mahdollista hyödyntää vuokratyöntekijöitä ja määräaikaisia työntekijöitä, koska työhön on helppo perehdyttää ja opettaa. Tietyissä jälkikäsitteilyn työpisteissä työntekijät työskentelevät varsin yksin, jolloin työn mielekkyyttä lisätään ja aikaa kulutetaan kuuntelemalla kuulokkeista omaa ohjelmaa tai musiikkia.

Perinteisen radion kuunteleminen koetaan hankalaksi taustamelun takia sekä siitä syystä, että tällöin samaa joutuisivat kuuntelemaan toisetkin. Jos häiritseväksi meluksi koettua ääntä halutaan torjua esimerkiksi radiolla, radion äänen on ylitettävä taustamelu, mikä on omiaan nostamaan yleistä melutasoa. Tilanne hankaloituu, mikäli tehdassaliin tuodaan useita radioita. Tässä mielessä ohjelmien kuunteleminen kuulokkeilla on parempi vaihtoehto, mutta siihenkin liittyy riski liian kovien äänitasojen käytöstä. Työpisteellä keskustelu onnistuu haastateltujen mukaan jokseenkin hyvin, mikä lisää työn mielekkyyttä.

Lasintarkastajien ja pakkaajien huomattavin omasta työstä syntyvä melu aiheutuu viallisten lasien rikkomisesta. Työntekijät ovat sopineet keskenään käytäntöjä, joilla haittaa voidaan vähentää. Metallisäiliön ollessa tyhjä ensimmäiset lasitavarat asetetaan sinne varovaisesti pehmentämään ääntä. Työntekijöillä on myös tapana huutaa varoitukseksi,

kun säiliö on tyhjä ja sinne heitetään ensimmäisiä laseja. Työnantajan näkökulmasta viallisten tuotteiden rikkominen on kuitenkin tärkeä työvaihe, mikä hankaloittaa melun torjuntatyötä työpisteillä, joilla laseja rikotaan isoihin metalliastioihin heittämällä. Haastatteluissa tuli esiin ehdotus kuljetimesta, joka siirtäisi lasien rikkomisen kauemmas työpisteistä. Tätä perusteltiin melun vähentämisen ohella rikkomisesta hengitysilmaan syntyvän lasipölyn vähenemisellä. Niin ikään esitettiin jonkinlaisia pehmusteita tai äänenvaimennusta itse metalliastiaan. Myös teippauskone koettiin äänekkäksi. Muoviteipin sijasta pyrittiin mieluummin käyttämään paperiteippiä, jonka käyttö ei aiheuttanut yhtä paljon melua.

Jälkikäsitteilyjolle erittäin kiusallinen melulähde, johon työntekijät eivät itse koe voivansa vaikuttaa, on pakkausrobotin hälytysääni. Pakkausrobottiin tulee työntekijöiden mukaan ajoittain hyvinkin tiheästi vikoja, joita on vaikea selvittää. Tästä seuraa usein toistuva hälytysääni, jota pidetään erittäin häiritsevänä. Osa äänen ärsyttävyydestä johtuu todennäköisesti siitä, että ääni yhdistyy ongelmiin työssä. Piippaava ääni kertoo työntekijöille, että työt eivät suju ja ongelmia on odotettavissa todennäköisesti pitkään. Tämänkaltaista ääntä olisi hyvä pyrkiä vähentämään, mutta mahdollisuudet tässäkin ovat rajallisia, koska vikasignaalien ja varoitussäänten on toimiakseen ylitettävä tehtaan taustamelu. Äänten merkityksillä onkin huomattavasti vaikutusta sekä melun koettuun häiritsevyyteen että melun torjuntaan.

### **Ohjaamotyö ja koneellinen lasintyöstö**

Osa työntekijöistä työskentelee lasituotteita tekevillä koneilla ohjaamoista käsin. Ohjaamo suojaa kohtuullisesti melulta ja lämpötilan vaihteluilta, mutta välillä sieltä on poistuttava tehdassalin meluun. Myös ohjaamossa saatetaan kuitenkin käyttää kuulonsuojaimia melun vähentämiseksi. Koneella työskentely koetaan melko sitovaksi, etenkin niissä vuoroissa, joissa työskennellään yksin. Raskaat muotit aiheuttavat myös fyysistä kuormitusta. Etenkin turva-aitojen lisääminen on hankaloittanut nostelua.

Lasityö koneellakin vaatii pitkän työssä tapahtuvan oppimisen, koska lasi on raaka-aineena hankala ja koneet harvinaisia. Uusien työntekijöiden opettaminen työtä tehdessä on kohtuullisen vaativaa. Melu tekee siitä entistä hankalampaa, sillä koneen äärellä kommunikointi on vaikeaa jopa kaikkein hiljaisimman koneen kohdalla. Toisinaan tapahtuu väärinymmärryksiä tai keskustelukumppani ei olekaan kuullut asiaa, jonka kuvittelee hänen kuulleen. Näin saattaa syntyä myös vaaratilanteita, kun



kaiken aikaa ollaan tekemisissä kuumien ja terävien materiaalien kanssa. Työssäoppijan kohdalla tilanne on erityisen hankala, kun hän ei vielä tunnista alan eikä etenäkään työpaikan termistöä. Opetusta ja keskusteluja pyritäänkin käymään hieman hiljaisemmissa ohjaamoissa, mutta tällöin menetetään kosketuspinta käytännön työhön, mikä vaikeuttaa opettamista ja oppimista.

*”Kyl se tietysti vähän vaikuttaa, et meillä on niitä vähän kovempiaänisiä koneita tossa myöski, ja*

*ehkä siinä se. Ja tosiaan ku osa ihmisistä puhuu hiljaisemmalla äänellä ja jos koneet kohisee paljon taustalla, niin kyllähän se sitä kommunikaatioo häiritsee, että mitä, mitä puhut? Varsinkin opastustehtävät ja muut. Ja ihan tottakai päivittäinenkin tekeminen, mutta.”*

Koneiden ja puhaltimien äänet koetaan melko voimakkaiksi. Ne häiritsevät erityisesti lasintarkastuksen ja pakkauksen puolella työskenteleviä, joilla ei ole ohjaamoja suojana. He toivoisivat väliin

**Taulukko 11.** Fiskars Finland, Iittalan lasitehtaan melunhallinnan sosiokulttuurisen ympäristön kuvaus.

Työturvallisuustyön rakenteet ja käytännöt	Työturvallisuuskulttuurin piirteitä	Melunhallintaa ja -torjuntaa hidastavia tai estäviä tekijöitä	Melunhallintaa ja -torjuntaa tukevia tekijöitä
<p>Työturvallisuus on edennyt todella runsaasti melko lyhyessä ajassa.</p> <p>Henkilösuojausta on lisätty monin tavoin ja suojaimet ovat pakollisia.</p> <p>Aloitteita voi tehdä myös työturvallisuuteen liittyen.</p> <p>6S käytössä Työturvallisuus ja siisteys on yhtenä mittarina: tapaturmat ja läheltä piti –tilanteet sekä vaarahavainnot.</p> <p>Suojainten käyttö osana tuotantopalkkiota.</p> <p>Koneiden päällä on muistutuksia turvavarusteiden käytöstä.</p>	<p>Melulle ei koeta oikein voitavan mitään, koska tehdas ja laitteisto on melko iäkäs.</p> <p>Meluun on myös jossain määrin totuttu; tosin siitä myös puhutaan ja tehdään aloitteita.</p> <p>Melu jää merkittävämmiksi koettujen ja selkeämmin ja nopeammin esiin tulevien työturvallisuusriskien (erityisesti kuumuus ja ilmanlaatu) taustalle, jolloin huomio kohdentuu helpommin niihin.</p> <p>Tilojen ahtaus, taloudelliset seikat ja käsityömaiset työkäytännöt hankaloittavat uusien ratkaisujen käyttöönottoa.</p> <p>Melua vähentävien ratkaisujen (kuten mahdollisten seinien) koetaan pahentavan kuumuutta ja ilmanlaadun ongelmia, sillä työtilan avoimuus on tärkeää ilmanlaadulle. Tällöin tilanne on se, että melua aiheuttavan työpisteen työntekijöiden olot heikkenisivät, kun sen ulkopuolisten paranisivat.</p> <p>Suojainten käyttöön puuttuminen koetaan vaikeaksi.</p> <p>Suojainten (toisaalta myös melun) läpi on joskus vaikea kuulla, mikä häiritsee tärkeää kommunikaatiota ja työn opetusta. Joskus kommunikointia haittaa myös oman ohjelman kuuntelu kuulokeista.</p> <p>Lasintarkastuksessa yksinäisessä toistotyössä musiikin kuuntelu on tapaa kuluttaa aikaa, jos keskustelukumppania ei ole.</p> <p>Korona vaikeutti tutkimushetkellä työturvallisuusyhteistyötä (esim. esihenkilöt eivät enää olleet aamupalalla samassa tilassa).</p>	<p>Yleisesti ottaen enimmäkseen myönteinen suhtautuminen työturvallisuuden edistämiseen.</p> <p>Henkilöstöllä on kehittämishalua.</p> <p>Vaaranpaikoista tehdään havaintoja.</p> <p>Puhaltajat oppivat edistyessään hiljaisempia työkäytäntöjä (esim. lasinjäänösten irrottaminen pillistä).</p> <p>Robotin piipityksen ärsyttävyydestä osa muodostuneet siitä, että piipitys kertoo viasta. Tällaisen äänen vaimentaminen saattaisi olla erityisen merkityksellistä.</p> <p>Viallisten lasien heittelyn osalta työntekijät ovat keskenään sopineet huuventavansa varoituksia, kun astia on tyhjä ja odotettavissa on pahempaa melua.</p> <p>Lisäksi on kehitetty työkäytäntö: laittavat ensimmäiset pohjalle varovaisemmin. (Kehitysehdotuksena kuitenkin kuljetin ja särkeminen jossain kauempana.)</p> <p>Toisinaan muista syistä tehty kehittäminen vähentää samalla melua: siirryttäessä kaasusta sähkölämmittimiin meluakin vähenee.</p>	<p>Huomattavaa edistymistä on tapahtunut varsinkin lyhyellä ajalla.</p> <p>Pääsääntöisesti henkilösuojaimeihin on alettu suhtautua positiivisesti ja niitä pidetään itsestäänselvyyksinä.</p> <p>Raportoidaan kuitenkin jonkinlaisista auktoriteettiongelmissa.</p> <p>Laiminlyönteihin puuttuminen koetaan vaikeaksi.</p> <p>Paikoin koetaan, että henkilöstön tekemät ehdotukset eivät etene vuosiin. Henkilöstöllä olisi kuitenkin ideoita (kuten haitariputkien korvaaminen sileillä tai viallisten lasien rikkomistapojen muutos).</p> <p>Ehkä vielä enemmän voisi viedä ennakoivaan suuntaan ja huomioida melunäkökulmaa kehitysprojekteissa.</p> <p>Opetus ja oppiminen ovat lasitehtaassa keskeisessä roolissa ja melu aiheuttaa tälle toiminnalle merkittävän haasteen.</p>

seiniä tai sermejä. Konetyötä tekeville meluseinät olisivat kuitenkin hankalia, sillä ne lisäisivät ilmanlaatuun ja kuumuuteen liittyviä ongelmia, jotka koetaan paremmin seinillä eristetyillä koneilla nyt hankaliksi. Erilaiset työturvallisuusriskit ja kuorimitustekijät kytkeytyvät yhteen ja niitä joudutaan käytännössä priorisoimaan. Hiomoalueen kovaääninen kone häiritsee myös läheisessä taukotilassa taukokaan viettäviä. Kun melua ei ole koettu voitavan vähentää, yksi tapa tehtaalla on ollut järjestää tiloja, joihin pääsee joksikin aikaa pakoon melua tai kuumuutta. Toisissa työtehtävissä tämä onnistuu paremmin kuin toisissa.

### Lasinpuhallus

Tehtaalla työskentelevät lasinpuhaltajat muodostavat oman ryhmänsä, jossa työ on käsityömaista ja vaatii erittäin pitkän oppimisajan. Ryhmään kuuluu kuitenkin varsin erilaisissa rooleissa työskenteleviä työntekijöitä. Ryhmän työt ovat tavanomaisesti vahvasti sidoksissa toisiinsa ja ryhmäläisten suoritusten yhteen hioutuminen vie aikaa. Mukana ryhmässä on usein myös alaa opiskelevia.

Opiskelu aloitetaan helpoimmista tehtävistä, kuten kantamisesta ja katkaisusta. Osa opettelee vaativampia tehtäviä myös tauoilla tai työpäivän jälkeen. Puhaltajaksi ja mestariksi edetään vasta vuosien työssä oppimisen jälkeen. Lasinpuhaltajien työssä kuumuus ja heikko ilmanlaatu muodostavat selkeästi hankalimmat työturvallisuusriskit. Lisäksi särkyvä ja usein myös kuuma lasi on merkittävä työturvallisuusriski. Näiden katveessa melu painuu taustameluksi, johon ei tavattoman paljon kiinnitetä huomiota. Melun aiheuttamat haitat tulevat esiin huomattavasti epäselvemmällä logiikalla kuin kuumuuden, ilmanlaadun ja lasinsirpaleiden. Puhaltamotyön työturvallisuuden lisääminen nähtiin ylipäänsä hankalammaksi kuin muiden tehtaan työvaiheiden.

*”No, toisaalta toi puhaltamotyö on myös vähän semmosta, että sitä ei välttämättä pysty tekeä toisella tavalla, et siellä kun kuuman lasin kanssa työskennellään, niin siellä on aina se riski.”*

Lasinpuhaltajien työskentely-ympäristössä melua aiheutuu erityisesti erilaisista ilman ja kaasujen virtauksista sekä puhaltimista. Erityisesti haitariletkujen koetaan aiheuttavan melua, joka saattaisi työntekijöiden pohdinnan mukaan olla poistettavissa, jos letkut olisivat suorapintaisia. Hetkittäistä melua aiheutuu myös puhalluspillien puhdistamisesta. Kokeneemmat työntekijät ovat oppineet tekemään puhdistuksen pienemmällä äänellä kuin vasta-alkajat, jotka monesti joutuvat hakkaamaan pillejä metalliin pidempään saadakseen lasin jään-

nökset irti. Ammattitaidon kehittyminenkin auttaa melun hallinnassa.

Henkilöt, joiden tehtäväkuviin kuuluu kiertää tehtaassa ja keskustella muiden kanssa, eivät välttämättä kykene käyttämään kuulosuojaimia kaiken aikaa. Joidenkin tapana on ottaa tulpat välillä pois, jotta kuulee toisen puheen. Niin ikään toimihenkilöt saattavat piipahtaa nopeasti tehtaalla eivätkä käyntiä varten tule laittaneeksi kuulonsuojaimia. Melua ei koeta pahaksi haitaksi, kun on itse liikkeessä eikä joudu olemaan pitkiä aikoja melulähteiden lähellä. Lisäksi työhön kuuluva kommunikointi onnistuu turvallisesti vain, jos kaikilla osapuolilla on tarvoitukseen sopivat kuulonsuojaimet. Kävelemällä tehdassalissa ilman asianmukaisia suojaimia tulee samalla näyttäneeksi huonoa esimerkkiä ja vaarantaneeksi oman kuulonsuojaimensa.

### Vastaukset tutkimuskysymyksiin

1. *Selvittää sosiokulttuurisesta näkökulmasta meluntorjunnan ja melunhallinnan esteitä teollisilla työpaikoilla. Millaiset työpaikan kulttuuriin (kuten arvoin ja arvostuksiin), sosiaalisiin yhteisöihin, yhteisöjen välisiin dynamiikkoihin, työn virallisiin ja epävirallisiin tavoitteisiin, palkitsemiseen ja työprosessien sujuvuuteen liittyvät tekijät mahdollisesti selittävät meluntorjunnan vähäisyyttä?*

Tähän kysymykseen saatiin haastatteluilla paljon uusia näkökulmia. Varsinkin asenteet, henkilöiden väliset vuorovaikutussuhteet ja työsuojelukulttuurin kehittäminen olivat myös meluntorjunnan näkökulmia avaavia tekijöitä. Haastatteluissa tuli esiin myös henkilönsuojainten ylikorostunut rooli melun torjunnassa.

Ensinnäkin melun torjuntatyötä hidastaa haastattelujen perusteella laajasti jaettu ajattelumalli, jonka mukaan melu kuuluu teolliseen työhön. Äänekäs työympäristö mielletään teollisen työn tavanomaiseksi piirteeksi, eli häiriötekijäksi, jota ei ole mahdollista poistaa. Työntekijöillä on tapana tottua meluun, vaikka se aluksi häiritseisikin uutta työntekijää.

Toisaalta kokemukset melun häiritsevyydestä vaihtelevat. Erityisesti toisen työstä syntyvät äänet häiritsevät, eivät niinkään oman työn äänet. Tämä johtuu suureksi osaksi siitä, että oman työn äänillä on työntekijälle viestinnällistä arvoa ja merkitystä. Äänet ovat tärkeitä. Äänet voivat kertoa, sujuuko työ vai onko esimerkiksi koneessa ongelma. Toisen työn aiheuttamat äänet ovat myös heikommin ennakoitavissa kuin oman työn äänet ja ne koetaan sen vuoksi häiritsevämmiksi. Toinen keskeinen melun torjuntaa hidastava tekijä onkin äänen sisältämä informaatio, joka ei ole kaikille sama.

Melun hallintaan liittyy myös paradoksi: Häiritseväksi koettua melua saatetaan yrittää hallita ylittämällä taustaaäniä vielä kovemmalla äänellä tai vastaavasti tärkeä ääni pyritään erottamaan vähemmän tärkeistä nostamalla sen äänitasoja. Melun paradoksi on omiaan nostamaan äänitasoja.

Kolmanneksi melun torjuntatoimia hidastaa huomion liiallinen keskittyminen kuulonsuojaimiin melun lähteisiin tai äänen kulkuun vaikuttavien tekijöiden sijasta. Melun torjunnan ajatellaan helposti olevan kunnossa, kunhan kuulonsuojaimia käytetään. Kuulonsuojainten käytön valvonta on paradoksaalisesti omiaan korostamaan tätä ja pelkistämään melun hallinnan kysymykseksi kuulonsuojainten käytöstä. Tällöin työntekijöiden ja johdon vuorovaikutus ja sitä myöten huomio keskittyy kuulonsuojainten laatuun ja käyttöön eikä varsinaisiin meluntorjuntatoimiin jää aikaa ja energiaa.

Neljänneksi melun torjuntatoimiin vaikuttaa melun aiheuttamien haittojen vaikeasti todennettavissa oleva epäsuora ja viiveellinen luonne. Melu ei aiheuta työntekijälle yleensä välitöntä vammaa tai tapaturmaa, jolloin työntekijän on vaikea mieltää melun vaarallisuutta. Välinpitämättömyyttä melun suhteen lisää edellä mainittu jaettu ajatus melun kuulumisesta teolliseen työhön. Mahdolliset kuulovammat saatetaan myös ajatella ennemmin vapaaajan toiminnasta johtuviksi, koska koville äänille altistutaan työpaikan ulkopuolellakin. Vastaavasti työpaikan työsuojelukäytännöt tavoittavat verraten heikosti meluhaitat. Melun haitat ja kustannukset tulevat raportoiduiksi ja dokumentoiduiksi monia muita riski- ja vaaratekijöitä heikommin. Melu ei yleensä aiheuta työnantajalle välittömiä kustannuksia ja harmeja esimerkiksi sairauspoissaoloina tai tapaturmina. Työpaikoilla huomio keskittyykin helposti erityisesti hengenvaarallisiin riskeihin ja vakavien välittömien tapaturmien uhkiin. Nämä vievät huomiota melulta. Melu asemoituu edellä mainituista seikoista johtuen työpaikan työturvallisuusriskien ja kuormitustekijöiden prioriteettilistauksen hännille. Vastaavasti siihen tullaan helpommin kiinnittäneeksi huomiota silloin, kun muut seikat ovat työpaikalla kunnossa.

Meluntorjunta näyttääkin jäävän muiden näkyvämpien työsuojelutekijöiden alle. Niin ikään meluntorjunta saattaa hävitä tärkeydessä tuotannollisille ja taloudellisille tavoitteille, mikä muodostaa viidennen melun hallintaa hidastavan seikan. Melutilanne hyväksytään liian helposti eikä edes osata lähteä melua vähentämään. Vuorovaikutukset talouden, työsuojelun, prosessien ja monien muiden osatekijöiden suhteen ovat kehittämiskohteita. Vastuunjako ei välttämättä ole meluntorjunnan osalta työpaikalla selkeä. Meluntorjunnan kehittä-

minen ajatellaan suunnittelu- ja investointiosastolla työskentelevien taholta enemmänkin tuotantoprosessin asiaksi: jos melu ei ole tullut esiin investointiprosessin suunnitteluvaiheessa, se helposti jää myös prosessin aikana vähälle huomiolle. Valintatilanteissa usein taloudelliset näkökohdat ovat keskeisiä. Haastatteluissa havaittiin, että tarvetta käyttöhenkilöstön eli työntekijöiden näkökulman paremmalle huomioimiselle investointiprosessien toteutuksessa olisi tarvetta. Projektien suunnittelu- ja valmisteluvaiheessa olisi syytä kiinnittää entistä enemmän huomiota melun lähteiden tunnistamiseen ja sen miettimiseen, tarvitaanko esimerkiksi erilaisia äänieristeitä.

Kuudentena tekijänä meluntorjuntaa hankaloittavat melun ja sen torjunnan moninaiset yhteykset tehtaan muihin toimintoihin. Melun torjuntatoimista aiheutuvat haitat omalle työlle, toisten ammattiryhmien työlle tai työnantajalle on huomioitava toimia suunniteltaessa. Melun torjuntatoimista koituu toisinaan suoranaisia haittoja jopa työsuojelulle, mikä sekin on omiaan hidastamaan melun hallinnan etenemistä. Esimerkiksi äänten etenemistä viereisiin työpisteisiin pysäyttävä seinäke saattaa lisätä ääniä ja heikentää ilmanlaatua melunlähteenä olevalla työpisteellä. Melun hallinnassa joudutaankin ottamaan huomioon lukuisia muita tekijöitä, jolloin meluntorjunta ei aina osoitautu kokonaisuus huomioiden järkeväksi.

Melu kytkeytyy myös työn oppimiseen ja ammattitaidon kehittymiseen: melu vähenee oppimisen ja ammattitaidon kehittymisen myötä, mutta toisaalta meluisuus haittaa oppimista. Paremminkin kommunikaatiota mahdollistavassa ympäristössä oppiminen tapahtuisi todennäköisesti nopeammin ja kokoneiden ammattilaisten työstä ei ehkä lähde aivan yhtä paljon ääniä kuin työtä vasta opettelevien. Kiinnostus oman työn ja työtapojen kehittämiseen onkin monissa työpisteissä merkittävä melun hallintaan vaikuttava tekijä. Samoin työpaikan kehittämis- ja vuorovaikutuskulttuurilla on merkitystä sille, miten melun hallinnassa onnistutaan. Yhteistyöhön, osallisuuteen ja aitoon yhteiseen kehittämiseen perustuva työskulttuuri on omiaan edesauttamaan melun hallintaa. Arjessa toteutuvaa kehittämistyötä tosin voi vaikeuttaa nimenomaan vuorovaikutusta haittaava ääniympäristö. Samoin tutkimushetkellä koettiin korona pandemian haitanneen sujuvaa vuorovaikutusta erityisesti lähityössä olevien työntekijöiden ja etätöihin siirtyneiden toimihenkilöiden välillä. Toteutettujen toimien ja onnistumisten esiin nostaminen ja ylipäänsä melusta ja sen haitoista puhuminen ovat haastattelujen valossa keskeisiä tapoja vähentää melun torjunnan esteitä.

2. *Rakentaa monitieteinen lähestymistapa yhteistoiminnalliseen melun kartoitukseen. Ovatko olemassa olevat tekniset meluntorjunnan keinot sopivat ja riittävät? Miten sosiokulttuuriset tekijät yhdistyvät teknisiin ratkaisuihin? Miten henkilöstön yhteistointa voisi lisätä kartoitustilanteissa?*

Tutkimuksessa kehitettiin käyttöön malli, jossa akustiikan alan asiantuntijat ja sosiokulttuuristen seikkojen tutkijat yhdessä kartoittivat meluntorjunnan tilaa ja kehittämistarpeita. Malli rakentui seuraavista vaiheista: 1) Yhteinen alkukartoituskäynti, jonka aikana akustiikka-asiantuntijat tekivät mittauksia ja sosiokulttuurisen puolen tutkijat kiersivät mukana havainnoiden ja keskusteluttaen työntekijöitä. 2) Lisätietojen hankinta, jonka aikana akustiikka-asiantuntijat tekivät tarvittavia lisämittauskäyntejä ja sosiokulttuurisen puolen asiantuntijat toteuttivat teemahaastatteluja. 3) Työpaikkakohtaiset kehittämistilaisuudet, joissa yhdistettiin molemmat näkökulmat ja rakennettiin yhdessä työpaikkojen henkilöstön kanssa meluntorjuntasuunnitelmat.

Prosessi noudattelee toimintatutkimuksellista otetta, jossa olennaista on ensin tehdä alkukartoitus, jossa tehdään teknisiä mittauksia ja samalla kartoitetaan työntekijöiden kokemuksia. Toisessa vaiheessa palataan tekemään tarkentavia mittauksia ja esitetään ensimmäisiä tulkintoja havainnoista ja keskusteluista työntekijöiden kanssa sekä kerätään systemaattisemmin tietoa eri henkilöstö- ja ammattiryhmien kokemuksista. Kolmannessa aiheessa kerätty tieto kootaan yhteen ja käydään laajalla osallistujien joukolla keskustelu tuloksista. Keskustelu voidaan toteuttaa esimerkiksi työkonferenssi-menetelmän ja siihen sisältyvän demokraattisen dialogin keinoin, jolloin varmistetaan kaikkien mahdollisuus osallistua tasavertaisena yhteisön jäsenenä omaan työkokemuksensa pohjaten päättämään niistä toimista, joihin tulokset antavat aihetta tarttua. Oleellista on, että jokainen pääsee samalla myös kehittämään yhteistoiminnalliseen vuorovaikutukseen liittyvää osaamistaan. Yhteistoiminnallisuuden oppiminen vahvistaa kykyä kehittää omaa työtään ja työyhteisöä, mikä taas tukee työntekijöiden työmotivaatiota.

3. *Rakentaa teollisuustyöpaikoille monitieteinen ja yhteistoiminnallinen melunhallinnan malli. Miten melunhallintaa voidaan parantaa vaikuttaen samanaikaisesti sekä teknisiin että sosiokulttuurisiin tekijöihin? Miten jäsentää meluntorjunnan mahdollisuudet erilaisissa yrityksissä ja millaiset toimenpiteet ovat hyväksyttävämpiä kuin toiset?*

Hankkeen tulokset osoittavat, että melunhallintaan ja -torjuntaan tarvitaan koko henkilöstöä osal-

listava prosessi. Hankkeessa kehitettiin meluntorjunnan kyselylomake, joka ottaa huomioon teknisten toimenpiteiden lisäksi toiminnallisia, hallinnollisia ja suojautumiseen liittyviä näkökulmia. Kyselylomakkeen avulla työpaikoilla voi käynnistää yhteistoiminnallisen prosessin, jonka aikana tuetaan teknisen tiedon ohella koko henkilöstön osaamista ja kokemuksia hyödyntävää tietoa melusta moniulotteisesti. Kyselylomake toimii alkukartoituksena nykytilan arvioinnille. Kyselylomakkeen läpikäynti on hyvä toteuttaa mahdollisimman laajasti eri ammattiryhmät ja työpisteiden edustajat huomioivana yhteistilaisuutena. Tämän arvioinnin tuloksena voidaan päättää niistä toimenpiteistä, jotka otetaan ensimmäisenä yhteiskehittämisen kohteeksi.

Hankkeeseen osallistuneiden työpaikkojen erilaisuudesta johtuen hankkeessa saatiin myös näkemystä, millaisia asioita pitää ottaa huomioon meluntorjunnan erilaisissa toimintaympäristöissä ja tilanteissa.

# Pohdinta

Tarkastelluissa tehtaissa meluntorjunta oli tavanomaisella tasolla, mutta sitä oli tehty enemmän kuin samankaltaisissa yrityksissä keskimäärin. Näiden yritysten työsuojelun taso oli myös keskimääräistä parempi. Tästä huolimatta näissäkin yrityksissä huomattiin, että on paljon teknisiä meluntorjuntaratkaisuja, joiden toteuttaminen ei ole järkevää tai ei tuota hyötyä. Esimerkiksi valtavien levyhallien akustinen vaimentaminen ei tuota tulosta työntekijöiden melulle altistumiseen. Sen sijaan pienemmissä kohteissa tilojen akustinen vaimentaminen tuottaa sekä miellyttävämmän ääniympäristön että vähentää melulle altistumista. Ohjaamojen ja ohjaamotilojen rakentamiseen oli useimmiten potentiaalia kustannusten ja ääniympäristön parantumisen sekä työntekijöiden näkökulmien kautta. Sama koskee seiniä ja seinäkkeitä silloin, kun ne eivät vaikeuta tuotantoa ja sen tehokkuutta. Prosesseihin kohdentuvat toimenpiteet kuten laatikoiden koloiden vähentäminen, tuotteiden muutokset tai työmenetelmät nähtiin usein mahdollisina, mutta joskus hyvin vaikeina toimenpiteinä, joita oli joissakin tapauksissa kokeiltukin huonolla menestyksellä.

Vaikka kaikki kokeilut eivät aina ole onnistuneita, on tärkeää, että melusta sen haitoista ja torjunnasta puhutaan yhdessä. Toisinaan tehtyjä onnistuneita parannuksia ei muisteta nostaa tarpeeksi esille, mikä voi passivoida henkilöstöä ja vähentää halukkuutta osallistua työturvallisuuskulttuurin kehittämiseen. Haastatteluissa nousi esille, että innokkaat ihmiset ovat esimerkiksi ja jakamallaan informaatiolla saaneet muutkin tarttumaan jossain määrin asioihin. Melunhallinnassa ja -torjunnassa, kuten työturvallisuuden edistämisessä yleensä, koettiin olevan tukena hyvä yhteishenki, avoin vuorovaikutuskulttuuri sekä viihtyisä palaverikulttuuri tarjoiluineen.

Haastattelujen perusteella näyttää olevan oleellista, että melunhallintaan ja -torjuntaan liittyvä toiminta pidetään tarpeeksi lähellä kenttää, jotta ihmisille syntyy kokemus omista vaikuttamisen ja muutoksen tekemisen mahdollisuuksista. Tämä edellyttää, että esille nousseisiin asioihin reagoidaan nopeasti ja saadaan aikaan näkyviä tuloksia. Tällöin ongelmien tiedostamisesta ja ratkaisemisesta tulee yhteinen ja tärkeä asia, jota halutaan



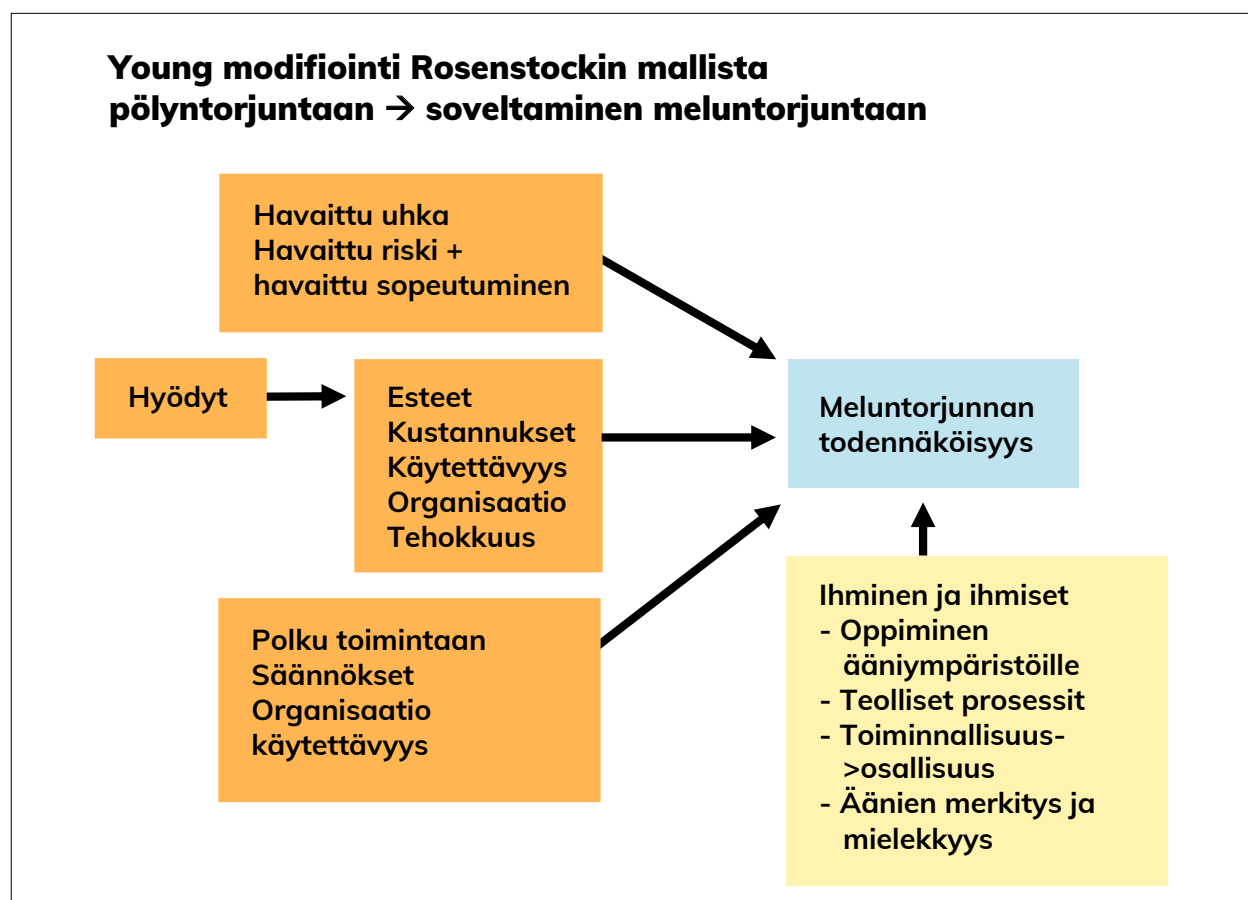
Kuva 10. Äänimaiseman melulähteet, äänien kuvaukset ja äänimaiseman kuvaukset teollisissa töissä

viedä yhdessä eteenpäin. Tehokas toimiminen edellyttää, että prosessit ja niihin sisältyvä päätöksenteko ovat alusta loppuun asti sujuvia ja vastuulliset toimijat ovat tiedossa. Haastatteluissa korostui toive yhteistoiminnallisesta meluntorjunnan kehittämisestä työpaikoilla. Näitä käytäntöjä toivoisi yrityksissä jatkettavan ja kehitettävän. Tämä auttaisi sitouttamaan kaikkia melun vähentämiseen ja työsuojelutyöhön yleisemminkin. Ulkopuoliset akustiikkakonsultit voivat auttaa yhteistoiminnallisen kehittämisen kautta tulleiden ideoita ja kehittämiskohteiden jatkoarvioinnissa ideointivaiheen jälkeen.

Äänimaailmaan teollisuudessa liittyy erilaisia näkökulmia kuin ympäristössä tai vapaa-aikana (Kuva 10). Äänien lähteet ja leviäminen ovat erilaisia, ihmisten vasteet ja vasteiden taudat muovaavat myös kokemustamme äänimaailmasta. Tuotantotilojen ohella tutkimuksessa nousi esille toimihenkilöiden avokonttoreiden hälyisyys sekä joihinkin koneisiin liittyvien varoitusäänen huomattavakin häiritsevyys ja stressaavuus. Avokonttoreissa työskentelevät toimihenkilöt suojautuivat melulta usein vastamelukuulokkein. Sen sijaan yleisemmin tehtaissa melun koettiin painuvan taustameluksi, johon oli tapana tottua, sillä

melun mielletään kuuluvan teollisuustyön luonteeseen ja kertovan työn olevan käynnissä. Muut työturvallisuusriskit ylittivät tavanomaisesti työntekijöiden huomioissa ja kokemuksissa melun haitat. Melun vaarallisuutta ei ehkä täysin ymmärretty, koska se ei yleensä aiheuta välittömästi havaittavissa olevia vaurioita. Moni haastatelluista altistui kuitenkin hyvin monenlaiselle melulle ja äänilähteelle.

Äänimaailman arvotus on myös erilainen eri ihmisillä. Ihmisten mielessä on tapaturmien vaarat tai muut välittömät uhat ja ajatellaan melua jossain määrin toisarvoisena asiana. Ei oteta huomioon, että melu aiheuttaa myös väsymistä, häiritsevyyttä ja viihtyisyyden vähentymistä. Yhdellä työpaikalla meluntorjuntaa vaikeuttavaksi tekijäksi arvioitiin työtapaturmakeskeinen turvallisuuskulttuuri ja yhteistoiminnallisuuden haasteet. Meluntorjunnan todennäköisyys rakentuukin tottumuksen, kokemusten ja melulle annettujen merkitysten sekä teollisten prosessien ohella myös suhteessa toiminnallisuuteen ja osallisuuteen (kuva 11). Yhteistoiminnallisuuden haasteeksi voivat nousta niin ristiriitaiset näkemykset tai pitkän historian kuluessa vakiintuneet asetelmat, ettei yhteiseen ratkaisuun löydetä kompromissia.



Kuva 11. Melun torjunnan taustatekijöitä.



## Melu – oma työ ja muiden työ

- Omassa työssä tieto melusta
- Naapurin melussa ei hallintaa eikä tietoa
- Poikkeava ääni merkki viasta tai laatuhäiriöstä
- Oma äänimaailman kokemus
- Työpaikan äänimaailman rakentaminen
- Meluntorjunta ja akustiikkasuunnittelu



**Kuva 12.** Työpaikan melu ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

Meluntorjunnan kannalta on merkityksellistä, kenen kannalta melua arvioidaan. Jos työntekijä esimerkiksi käsityökalua käyttäen aiheuttaa melua, useimmiten hän ei koe sitä niin haittaavana kuin lähellä olevat muut työntekijät. Tutkimuksessa kävi ilmi, että esimerkiksi viereisellä työpisteellä olevan hitsarin suorittama lekalla hakkaaminen saatettiin kokea häiritseväksi. Lähellä oleville työntekijöille melu tulee yllättäen, eivätkä he pysty mitenkään vaikuttamaan meluun. Epätavallinen ääni voi myös liittyä koneiden ja prosessien toimintaan ja se voi olla merkki viasta, mihin tarvitaan toimenpiteitä (kuva 12). Tässä mielessä työpaikkojen äänimaailmaa ei ole yleensä lainkaan pohdittu tai suunniteltu, vaan se syntyy ikään kuin itsestään toiminnan ja prosessien käynnistyessä. Tällöin myöskään

meluntorjuntaa ei ole enää helppoa suunnitella, jos työpaikan ääniympäristöön on totuttu. Vain yhdellä työpaikalla melu nimettiin työntekijöiden haastatteluissa useimmiten keskeisimmäksi haittatekijäksi verrattuna muihin työturvallisuuskäsitteisiin kuten ilmanlaatuun, pölyyn tai kemikaalihaittoihin.

Historiallisesti tärkein syy teollisuuden melun torjuntaan on ollut havaittu uhka terveydelle eli kuulovaurio tai tapaturman vaarat. Tästä johtuen lainsäädännössä on tehty vaatimuksia melun torjuntaan (esim. VNa 85/2006). Työpaikoille kuulonsuojaimien käyttö näyttäytyi usein helpoimpana ratkaisuna, vaikka kuulonsuojaimia pidetään juridisesti viimeisenä keinona hallita ääniympäristöä (Kuva 13). Joillakin työntekijöillä oli käytössään kuulok-

## Kuulonsuojainten äänimaailma

- Tarkoitus on vaimentaa ulkoisia ja ei-toivottuja ääniä
- Mahdollistaa viestintää ja esimerkiksi radion kuuntelua
- Luo mahdollisuuden kuulla paremmin varoitusääniä, jos ne on suunniteltu yhteen suojaimen vaimennusvaikutuksen kanssa
- Lisää turvallisuuden kokemista, kun ulkoiset hälyäänet vaimentuvat
- Kuka saa mitäkin suojaimia, kateus?
- Kuulokkeet ja kuulonsuojaimet - käsitteet



**Kuva 13.** Kuulonsuojaimien käyttö.

keita, joiden avulla he kuuntelivat radiota tai muuta ohjelmaa. **Kuulokkeet (kupumalliset tai tulppamalliset) eivät sovellu melutyöhön**, koska niiden vaimennuskyky ulkoista melua vastaan ei yleensä ole riittävä eikä sitä ole asianmukaisesti testattu. Kuulokkeet on tarkoitettu toimistomaiseen työhön ja hiljaisessa ympäristössä kuunteluun, melutyössä niitä ei saa käyttää. Virallisesti testatut kuulonsuojaimet (esimerkiksi EN 352-1) on tarkoitettu melutyöhön ja niissä on erilaisia vaimennusominaisuuksia erilaisille meluille. Kuulonsuojaimissa voi olla radio, puhelimen käyttömahdollisuus, vastamelutoiminto ja niin edelleen.

Kuulonsuojaimien alkuperäinen tarkoitus on ollut ehkäistä kuulovaurioita ja vaimentaa suojaimen ulkopuolisia altistavia ääniä. Kuitenkin suojaimien sisään muodostuvaa äänimaailmaa on entistä enemmän mahdollista muokata esimerkiksi taajuusalueen, impulssien tai reaktiivisten äänien suhteen ja kuulonsuojaimien sisään rakennetaan entistä enemmän erilaista viestintää. Kuulonsuojaimien sisään voidaan rakentaa ulkopuolisen puheviestinnän kanava, puhelinviestintä, varoitusäänien kanava, radion kuuntelu, vastamelutoimintoja, sovitettu taajuusvaimennus kuulovammaiselle ja niin edelleen. Elektroniset ratkaisut tulevat enenevässä määrin lisääntymään tulppa- ja kupusuojaimissa.

Tämän tutkimuksen yhteydessäkin tehtiin kokeita Bluetooth suojaimilla, viestivillä ja lämpösäteilyä kestäville tulppasuojaimilla. Kuulonsuojaimiin on jo rakennettu varoitusjärjestelmiä, jos melu suojaimen sisäpuolella on liian suuri. On myös olemassa suojaimiin asennettuja äänitasomittareita tai suojaimessa olevaa ääniympäristöä on mahdollista analysoida korvakäytävään tai korvakäytävän suulle asennetuilla mikrofoni/analysointijärjestelmillä. Näillä perusteilla voidaan hyvin todeta, että kuulonsuojaimien sisäpuolella on oma äänimaailmansa.

Tutkimuksessa mukana olleilla työpaikoilla kuulonsuojapakko on ollut yrityksissä käytössä jo vuosia, ja mahdollisuus valettuihin kuulosuojaimiin on tuonut standardoitujen mallien rinnalle lisää vaihtoehtoja. Esimerkiksi yhdessä kohdeyrityksessä keskustelu robotin lähistöllä oli vaikeaa ja tavanomaisesti työntekijät poistivat suojaimet tai raottivat niitä keskustellakseen esimerkiksi toimihenkilöiden kanssa. Haastatteluissa tuotiin myös esiin, että moni työntekijä kuuntelee kuulokkeista omaa ohjelmaa varsin kovalla volyyymillä, mikä tuntui toimihenkilöistä ristiriitaiselta, kun samanaikaisesti suojaimilla toisaalta pyrittiin vähentämään koneiden tuottamaa melua. Siis kuulonsuojainten viestintäominaisuudet ja radion kuuntelu oli haasteellista.

Tässä tutkimuksessa on tullut esiin paljon meluntorjuntaan vaikuttavia myönteisiä ja kielteisiä tekijöitä, jotka ovat luonteeltaan niin kustannuksiin, käytettävyyteen, itse organisaatioon ja tehokkuuteen liittyviä kuin prosesseihin, toiminnallisuuteen, tottumukseen ja erilaisiin melulle annettuihin merkityksiin liittyviä. Monista meluntorjunnan esteistä seuraa, että kaikkia teknisiä mahdollisuuksia ei käytetä ja turvaudutaan henkilökohtaisiin suojaimeihin. Meluntorjunta on osa työpaikan työturvallisuuskulttuuria, mihin vaikuttavat työsuojelun organisointi, turvallisuustyön odotukset ja vastuut. Rydell ym (2019) mukainen toiminta vastaa tässäkin saatua: 1. tarpeen tunnistaminen, riskin arviointi, asiantuntemuksen hankkiminen, tiedottaminen, ratkaisun hakeminen ja toteutus, työntekijöiden kouluttaminen ja investoinnin arviointi.

### **Meluntorjunnan arvioinnin malli ja meluntorjuntaohjelma**

Haastatteluissa korostuivat kuulonsuojaimet, valmistustekniset mahdollisuudet, tekniset mahdollisuudet, mutta myös yllättävän paljon toiminnalliset ja hallinnolliset keinot. Näistä syistä rakennettiin kyselylomake (liite 2 ja kuva 14), johon yritettiin koota melun ja meluntorjunnan arviointiperusteet.

Tätä mallia testattiin palautetilaisuuksien yhteydessä yrityksissä ja huomattiin, että lomakkeen kautta käyty keskustelu laajensi meluntorjuntaan kuuluvaa ajattelua ja myös osaltaan yhdisti sosio-kulttuurisia näkemyksiä. Keskustelu lomakkeen ympärillä innosti kuulijoita nostamaan esiin ajatuksiaan. Näitä syistä lomakkeen käyttö nähtiin hyvänä asiana työpaikkojen meluntorjuntaa pohdittaessa sekä mahdollisesti mietittäessä, onko jotakin unohtunut. Lomakkeen myötä syntyi näkemys meluntorjuntaohjelmasta ja sen mahdollisuuksista. Yllättävän vähän oli sellaisia lomakkeen kohtia ja kysymyksiä, jotka eivät lainkaan koskeneet palautetilaisuuksien yrityksiä. Näillä perusteilla voidaan arvioida, että lomakkeesta oli hyötyä. Lomakkeen läpikäyntiin käytettiin noin tunti ja tuli vaikutelma, että lomakkeesta olisi hyötyä muissakin yrityksissä.

Tulosten valossa näyttää siltä, että melunhallinta ja -torjunta on systemaattisemmin otettava mukaan muihinkin kuin tuotantoprosesseihin. Hankkeessa tehtyjen havaintojen mukaan meluntorjunta olisi systemaattisemmin rakennettava myös osaksi suunnittelu- ja investointiprosesseja. Melun kokonaisvaltainen arviointimalli voi auttaa myös siinä, miten melunhallinta ja -torjunta rakennetaan osaksi kaikkia organisatorisia prosesseja.



A-Insinöörit		LUONNOS	
Rauno P			
<b>MELUNTORJUNNAN ARVIOINTI</b>			
1.	<b>Yleinen arvio</b>	kyllä	ei
1.1.	Melutilanteen tunnistaminen ja priorisointi	—	—
1.2.	Meluntorjuntasuunnitelma	—	—
1.3.	Työpaikan ja työterveyshuollon yhteistyö	—	—
1.4.	Melulle altistuvien työntekijöiden tunnistaminen	—	—
1.5.	Melualueiden merkintä	—	—
1.6.	Kuulonsuojaimien saatavuus	—	—
1.7.	Meluasiantuntijan arviointi	—	—
Muuta _____			
2.	<b>Hallinnolliset keinot</b>	hyvä	kehittävää
2.1.	Tietoisuus, työntekijöiden, työnjohtajien ja johdon asenne	—	—
2.2.	Työjärjestelyt tai työn kierto	—	—
2.3.	Ohjearvojen asema ja turvallisuuden merkitys	—	—
2.4.	Koulutus ja kouluttautuminen	—	—
2.5.	Investointikyvykkyys ja -halu meluasioihin	—	—
2.6.	Melu ja työn tehokkuus	—	—
2.7.	Melun häiritsevyyden huomioon ottaminen	—	—
2.8.	Välittäminen melusta/melun merkitys	—	—
2.9.	Viestintä ja melu	—	—
2.10.	Melu työsuojelukierroksilla	—	—
2.11.	Melu ja tapaturmantorjunta	—	—
Muuta _____			
3.	<b>Tekniset keinot</b>		
3.1.	Melun lähteiden arviointi, melutakuu ja vaatimukset	—	—
3.2.	Melun leviämisen keinot; kotelot, absorptio, tärinä	—	—
3.3.	Altistumisen hallinta, valvomot, seinäkkeet, työkalut	—	—
3.4.	Työmenetelmät ja vähämeluiset keinot	—	—
3.5.	Kunnossapito ja huolto	—	—
3.6.	Impulssimelun hallinta	—	—
3.7.	Äänenvaimentimet	—	—
3.8.	Vähämeluisten prosessien suunnittelu	—	—
3.9.	Vähämeluisten tilojen suunnittelu	—	—
3.10.	Melu muutostöissä	—	—
3.11.		—	—
Muuta _____			
4.	<b>Toiminnalliset keinot</b>	hyvä	kehittävää
4.1.	Tauotus ja taukotilat	—	—
4.2.	Työvuorot ja meluallistus	—	—
4.3.	Työmenetelmien valinta	—	—
4.4.	Toimiston/valvomon ja tuotantotilojen ääneneristävyys	—	—
4.5.	Tulppasuojainten asentamisen opetus	—	—
4.6.		—	—
Muuta _____			
5.	<b>Kuulonsuojaimet</b>		
5.1.	Kupukuulonsuojaimet	—	—
5.2.	Tulppakuulonsuojaimet	—	—
5.3.	Valetut kuulonsuojaimet	—	—
5.4.	Viestintäominaisuudet	—	—
5.5.	Sankasuojaimet	—	—
5.6.	Toiminta muiden suojainten kanssa	—	—
5.7.	Suojainten kunto ja huolto	—	—
5.8.	Suojautumattomuuden merkitys	—	—
Muuta _____			

**Kuva 14.** Melun kokonaisvaltainen arviointimalli

Meluntorjunta aiheuttaa kustannuksia, mutta kustannuksia syntyy myös silloin, jos meluntorjuntaa ei toteuteta. Meluntorjunta on yksi aihealue, missä työnantaja voi osoittaa välittävänsä työntekijöistä ja työsuojelusta. Meluntorjunta ei välttämättä ole ristiriidassa työn tuottavuuden tai prosessien kehittämisen näkökulmasta. Henkilönsuojainten

käyttö ei ole halvin meluntorjunnan keino ja lisäksi henkilönsuojaimista seuraa viestintäongelmia ja koneiden vikasignaalien tunnistamattomuutta sekä tapaturmavaaroja. Tässä mielessä työturvallisuuslakiin on kirjattu yleisten torjunnan keinojen olevan parempia kuin yksilölliset keinot.

## Selvityksen vahvuudet ja heikkoudet

Tämän tutkimuksen lähestymistapa oli selvästi laajempi ja monipuolisempi kuin yleensä meluntorjuntaa suunniteltaessa tehdään. Monitieteisyys mahdollisti laaja-alaisen asiantuntijuuden jakamisen yhtäältä hanketoimijoiden kesken ja toisaalta hanketoimijoiden ja työpaikkojen eri ammattiryhmien välillä. Tutkimus paljasti monia sellaisia henkilösten näkökulmia, mitä ei muuten olisi tullut esiin. Haittapuolena tässä on se, että tämänkaltaisen prosessin läpikäynti oli varsin työläs. Yrityskohtaisesti tämä tarkoitti esimerkiksi:

- 3 käyntiä työpaikalla
- 8-13 haastattelua
- 10 meluannosmittausta
- Melutilanteen selvittäminen ja äänitasomittaukset
- Hallien jälkikaiunta-aikamittaukset
- Rakenteiden ja tilojen arviointi
- Nykyisten meluntorjuntaratkaisujen selvittäminen
- Palautekeskustelut
- Osaraportteja työpaikalle.

Työläyden ohella tutkimusasetelman uutuus melun tarkastelussa vaikutti siihen, ettei toteutuksen suunnittelussa ollut mahdollista hyödyntää aiempaa tietoa vastaavista monitieteisistä tutkimuksista. Tällainen tieto olisi palvellut erityisesti aineistokeruu- ja analyysivaiheen suunnittelua. Monitieteisen tutkimus- ja kehittämistyön haasteena ovat toimijoiden erilaiset osatavoitteet hankkeen sisällä ja erilaiset teoreettiset ja käsitteelliset työkalut. Tutkimuksen teoreettiset ja metodologiset lähestymistavat sekä käsitteet ja metodit pitää monitieteisessä hankkeessa ottaa myös tarkastelun kohteeksi tutkimusprosessissa alusta lähtien. Jotta tutkimuksellinen integraatio olisi aineistonkeruun ja analyysin tasolla mahdollista, vaatii monitieteinen asetelma erilaisten lähtökohtien tietoista auki kirjoittamista. Tätä työtä olisi hankkeessa voinut tehdä enemmänkin. Tutkimusryhmän keskinäisen vuorovaikutuksen ja ajatusten vaihdon lisäämiseksi hankkeen aikana järjestettiin hanketoimijoiden kesken työpajoja.

## Vertailut kirjallisuudesta muiden saamiin tuloksiin

Kirjallisuusvertailuja on vaikea löytää. Tutkimus oli niin monitieteinen, ettei vertailukohtia löytynyt. Näyttää kuitenkin siltä, että juuri tämän tyyppisille tutkimusasetelmille on kasvava tarve työympäristöongelmien moninaistuessa ja ongelmanratkaisun edellyttäessä uudenlaisia ja luovia ratkaisuja.

# Tulevaisuuden näkökulmat

Tässä kehitettyjä haastattelumenetelmiä, meluntorjunnan arviointimallia ja muita menetelmiä voidaan soveltaa meluntorjuntaa laajemminkin työympäristötekijöihin esimerkiksi lämpöolosuhteisiin, kemiallisiin ja biologisiin tekijöihin. Haastattelumenetelmät muodostavat myös perustaa ergonomisten ja henkisten kuormitustekijöiden hahmottamisessa. Tulevaisuuden riskinarviointi- ja hallintamallit ovat laajennettavissa.

Vastaavasti tutkimus opetti, että melun hallinta on kiinnostava ilmiö myös sosiologisesta näkökulmasta. Ei ole mallia melun torjumiseksi, mikä sopisi kaikkiin tilanteisiin. Tarvitaan lähestymistapoja eri suunnista, jotta voidaan hahmottaa merkittävät asiat. Jos ongelma on selkeä ja kapea-alainen, meluntorjuntaa voidaan edistää kapeallakin osaamisalueella. Kun kuitenkin tässäkin yrityksessä olivat monipuolisia ja meluntorjunnan perusratkaisut ovat jo olemassa, tarvitaan lisäkehittämiseksi laaja-alainen lähestymistapa. Tämä tutkimus osoitti, että sosiologinen lähestymistapa on yksi tärkeä osa ongelmien määrittämistä ja ratkaisuja.

Voiko tästä tutkimuksesta saada yksinkertaisen ja käytännönläheisen toteutustavan yritysten omia meluntorjuntaratkaisuja varten? Yksinkertaisinta on lähteä liitteen 2 mukaisen meluntorjunnan arvioinnilla, sitten kysyä laajasti henkilöstöltä ja lopuksi tehdä päätös toimenpiteistä ja kustannuksista.

# Hankkeessa tehdyt ja valmisteilla olevat julkaisut ja tuotokset sekä niiden ilmestymisajankohdat

## Artikkeleita

1. Pääkkönen R: Meluntorjunnan ratkaisut. STYL-koulutuspäivät, Tampere talo 18.11.2021, esitelmä.
2. Järvensivu A, Nousiainen E, Otonkorpi-Lehtoranta K & Pääkkönen R: Melu aiheuttaa stressiä ja kuulovaurioita – teollisilla työpaikoilla saatetaan vähätellä ongelmaa. Blogi. TyöTerveysTurvallisuus. 7.3.2022. <https://ttlehti.fi/melu-aiheuttaa-stressia-ja-kuulovaurioita-teollisilla-tyopaikoilla-vaha-tellaan-ongelmaa/>
3. Järvensivu Anu, Otonkorpi-Lehtoranta Katri, Nousiainen Esa ja Pääkkönen Rauno: Teollisten ääniympäristöjen monimerkityksinen melu. Työelämän tutkimuspäivät 14.9.2022, esitelmä
4. Nousiainen E, Pääkkönen R, Järvensivu A & Otonkorpi-Lehtoranta K: Työpaikkojen ääniympäristön ratkaisukeskeinen kehittäminen. Akustiikkapäivät 2021, Turku 24.-25.11.2021, Artikkelit ja ohjelma pdf ss. 121-130.
5. Järvensivu Anu, Otonkorpi-Lehtoranta Katri, Nousiainen Esa ja Pääkkönen Rauno: Yhteiskunta ja politiikka-lehti. Käsikirjoitus 2022, arvioitavana
6. Pääkkönen R, Nousiainen E, Järvensivu A, Otonkorpi-Lehtoranta K: Solution-oriented development of the sound environment in industrial workplaces. Journal of occupational safety and environment,. käsikirjoitus 2023, lähetetty lehteen ja lehti lähettänyt arvioitsijoille
7. Pääkkönen, R, Otonkorpi-Lehtoranta K, Järvensivu A ja Nousiainen E: Tekijä-lehti, käsikirjoitus 2023, artikkeli kirjoitettu ja lehdessä arvioitavana.
8. Otonkorpi-Lehtoranta K, Järvensivu A. Pääkkönen R ja Nousiainen E: Socio-cultural dimensions of noise control and prevention in industrial workplaces, Nordic Journal of Working Life Studies, käsikirjoitus 2023, työvaiheessa.

Projektin tuloksista tiedotetaan vielä Teollisuusliitto ry:n, Teknologiateollisuus ry:n ja Työturvallisuuskeskuksen verkkosivuilla ohjausryhmän linjauksen mukaan.

Yhteenvedot kohteena oleville työpaikoille on esitelty yrityskohtaisissa kehittämistyöpajoissa tammi- ja helmikuussa 2023.

## Lähdeluettelo

Sharland I: Woods practical guide to noise control. Woods of Colchester ltd. London 1972.

Beranek L: Noise and vibration control. McGraw-Hill book company, New York 1971.

Miller R & Montone W: Handbook of acoustical enclosures and barriers. The Fairmont press. Atlanta 1978.

Pääkkönen, R., Saine, K. & Ollila, T.: Discussion on noise control at workplaces. PAPER: 38. Internoise 2014, Sydney Australia

Kalleberg, R (1999) Action research as science and profession in the discipline of sociology. In Toulmin, S. & Gustavsen, B. (eds.) Beyond theory: changing organizations through participative action research. Holland: John Benjamins.

Stake, R.E. (1998) Case studies. In Denzin, N.K. & Lincoln, Y.S. (eds.) Strategies of qualitative inquiry. Thousand Oaks: Sage.

Pääkkönen R & Koponen M: Trends in occupational hygiene in Finland. Note. Jose 2018 Vol. 24, No. 1, 160–163 doi 10.1080/10803548.2017.1311057

Kuttruff H: Room acoustics. Applied Science publishers, London 1979.

Alberti P: Personal hearing protection in industry. Raven Press, New York, 1982.

Gustavsen, B. (2017) General Theory and Local Action: Experiences from the Quality of Working Life Movement. Nordic journal of working life studies. 7(52), 107–120.

Kalliola, S.; Heiskanen, T. & Kivimäki, R. (2019) What Works in Democratic Dialogue? Social sciences. 8(101).

Starck, J., Kalliokoski, P., Kangas, J., Pääkkönen, R., Rantanen, S., Riihimäki, V. & Karhula A-L: Työhygienia. Työterveyslaitos, Helsinki 2008. 619 s.

Graneheim, U.H., Lindgren, B.M. and Lundman, B. (2017), “Methodological challenges in qualitative content analysis: A discussion paper”, Nurse Education Today, Vol. 56, pp. 29– 34.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A (2018) Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos. Tammi, Helsinki.

Keränen J, Hongisto V, (2009), Huoneakustiikan mallinnus teollisuustiloissa, Akustiikkapäivät, 14.-15.5.2009 Vaasa, Akustinen Seura ry.

Keränen J et al: Validity of ray-tracing method for the application of noise control in workplaces, Acta Acustica united with Acustica 89 (2003)

STANDARDI PSK 4101 Ehdotus 12 Melun hallinta teollisuuden laitehankinnoissa. psk4101-e12.doc.

Rydell A, Andersson I-M, Bernsand C-O and Rosen G: Work environment investments: Critical elements for success in optimizing occupational health and safety effects. Work 64 (2019) 107–116.

# Liitteet

## Liite 1 Melu haastattelurunko

MELU Yleisrunko haastatteluihin syksy 2021

- *Haastateltavan tausta ja rooli yrityksessä*  
Tehtävänkuva  
Koulutus  
Työhistoria ja työkokemus ko. yrityksessä  
Työaikamalli, jota tekee
- *Työyhteisö ja kulttuuri*  
Lähin työyhteisö  
Keskeiset oman työn ”rajapinnat” suhteessa toisiin työntekijöihin ja heidän työhönsä  
Mitkä työt tehtaassa / hallissa on helpointa oppia? Entä vaikeimmat?  
Jännitteitä työntekijöiden / ammattiryhmien välille tuottavat asiat?  
Onko tavanomaista vaihtaa tehtäviä tehtaan sisällä?  
Onko tehtaalla etenemismahdollisuuksia?  
Millaisia asioita työpaikalla korostetaan?  
Mitä erityisesti arvostetaan työssä? Työntekijöissä? Johtajissa?  
Työn mittarit?  
Mikä on työn tärkein yhteinen tavoite johdon mielestä? Miten työntekijät tämän näkevät?  
Onko myös omia tavoitteita?  
Miten tunnistaa sen, että työ on tehty hyvin? Entä ammattitaitoisen tekijän?
- *Työpaikan yhteiskehittämisen kulttuuri ja käytännöt*  
Miten työpaikalla on kehitetty aiemmin työturvallisuuteen liittyviä asioita?  
Onko jotain kehittämistä tukevia rakenteita, käytäntöjä jne.?  
Miten johto ja esihenkilöt suhtautuvat yhteiskehittämiseen?  
Miten henkilöstöä on osallistettu kehittämiseen?  
Minkälaiset yhteiskehittämisen muodot ja niistä syntyvät toimenpiteet kannustaisivat työntekijöitä eniten osallistumaan kehittämistyöhön?
- *Kokemus työstä*  
Mitkä ovat työn parhaat ja huonoimmat puolet, haittaavat tekijät?  
Tulevaisuuden toiveet tai suunnitelmat?
- *Melun rooli kokonaisuudessa eri näkökulmista*  
Miten haastateltava kokee melun?  
Millaisia haittoja melusta koituu?  
Kuulo, väsymys, vaikeus kommunikoida, havainnoida, työturvallisuusriskit? Muuta?  
Millaiseksi kokee porukan suhtautumisen meluun?  
Melu osana työn huonoja puolia ja kuormitusta?  
Häiritsevyyden aste? Kouluarvosanalla 4-10?  
Miten suhteutuu haastateltavan muihin työpaikalla kokemiin haittoihin ja haasteisiin?  
Mitkä ovat melunhallinnan kannalta keskeiset tilat ja ryhmät haastateltavan mielestä?  
Mistä melua tulee omaan työpisteeseen tai lähteekö siitä toisiin suuntiin?

- ***”Melutyöntekijät” (työpaikalla melulle altistavassa työssä työskentelevät)***  
Kekä tehtaalla, omissa tuotantotiloissa ja omalla työpisteellä eniten altistuvat melulle?  
Eroavatko muista tuotantotiloista ja työpisteistä?  
Millaista on sairastavuus ja vaihtuvuus omassa työssä?  
Entä verrattuna muuhun tehtaaseen?
- ***Melunhallintaan ja -torjuntaan liittyvät keskeiset käytännöt ja ajatukset niistä***  
Millaisia parannuksia on tehty?  
Mitkä ovat keskeisimmät haasteet?  
Onko henkilöstöllä ideoita parannuksiksi?  
Onko esitetty eteenpäin? Onko edennyt? Ellei, miksi melun torjunta ei ole edennyt?  
Millaisia haittoja ehkä syntyisi siitä, että melua yritettäisiin torjua nykyistä tehokkaammin?  
Miten haastateltavan työssä häiritsevää melua voisi vähentää?  
Pitäisikö lisätä henkilösuojauksia vai toteuttaa muita ratkaisuja? Entä torjua melua muilla teknisillä mahdollisuuksilla?  
Voisiko yhteisö tai esim. jokin ammattiryhmä tehdä jotain toisin tai huomioida toisten näkökulmaa enemmän? Miten?  
Olisiko kulttuurisilla seikoilla merkitystä?
- ***Melunhallinnan kehittämistarpeet, -ideat / tulevaisuuden suunnitelmat***  
Mitä toivoisi tulevaisuudessa tehtävän melun osalta?  
Millainen ääniympäristö olisi toiveena?  
Millaiset parannukset tai muutokset vaikuttaisivat haastateltavan viihtyvyyteen, motivaatioon tai hyvinvointiin?  
Unelmatyöpaikka ja työyhteisö?
- ***Muuta? Miksi melunhallinta ei ole jo sillä tasolla, ettei vahinkoja tulisi?***

# Liitteet

## Liite 2 Meluntorjunnan arviointi

### MELUNTORJUNNAN ARVIOINTI

<b>1. Yleinen arvio</b>	<b>kyllä</b>	<b>ei</b>
1.1. Melutilanteen tunnistaminen ja priorisointi	___	___
1.2. Meluntorjuntasuunnitelma	___	___
1.3. Työpaikan ja työterveyshuollon yhteistyö	___	___
1.4. Melulle altistuvien työntekijöiden tunnistaminen	___	___
1.5. Melualueiden merkintä	___	___
1.6. Kuulonsuojaimien saatavuus	___	___
1.7. Meluasiantuntijan arviointi	___	___
Muuta _____		
<b>2. Hallinnolliset keinot</b>	<b>hyvä</b>	<b>kehitettävää</b>
2.1. Tietoisuus, työntekijöiden, työnjohtajien ja johdon asenne	___	___
2.2. Työjärjestelyt tai työn kierto	___	___
2.3. Ohjearvojen asema ja turvallisuuden merkitys	___	___
2.4. Koulutus ja kouluttautuminen	___	___
2.5. Investointikyvykkyys ja -halu meluasioihin	___	___
2.6. Melu ja työn tehokkuus	___	___
2.7. Melun häiritsevyyden huomioon ottaminen	___	___
2.8. Välittäminen melusta/melun merkitys	___	___
2.9. Viestintä ja melu	___	___
2.10. Melu työsuojelukierroksilla	___	___
2.11. Melu ja tapaturmantorjunta	___	___
Muuta _____		
<b>3. Tekniset keinot</b>		
3.1. Melun lähteiden arviointi, melutakuu ja vaatimukset	___	___
3.2. Melun leviämisen keinot; kotelot, absorptio, tärinä	___	___
3.3. Altistumisen hallinta, valvomot, seinäkkeet, työkalut	___	___
3.4. Työmenetelmät ja vähämeluiset keinot	___	___
3.5. Kunnossapito ja huolto	___	___
3.6. Impulssimelun hallinta	___	___
3.7. Äänenvaimentimet	___	___
3.8. Vähämeluisten prosessien suunnittelu	___	___
3.9. Vähämeluisten tilojen suunnittelu	___	___
3.10. Melu muutostöissä	___	___
Muuta _____		
<b>4. Toiminnalliset keinot</b>	<b>hyvä</b>	<b>kehitettävää</b>
4.1. Tauotus ja taukotilat	___	___
4.2. Työvuorot ja meluallistus	___	___
4.3. Työmenetelmien valinta	___	___
4.4. Toimiston/valvomon ja tuotantotilojen ääneneristävyys	___	___
4.5. Tulppasuojainten asentamisen opetus	___	___
Muuta _____		
<b>5. Kuulonsuojaimet</b>		
5.1. Kupukuulonsuojaimet	___	___
5.2. Tulppakuulonsuojaimet	___	___
5.3. Valetut kuulonsuojaimet	___	___
5.4. Viestintäominaisuudet	___	___
5.5. Sankasuojaimet	___	___
5.6. Toiminta muiden suojainten kanssa	___	___
5.7. Suojainten kunto ja huolto	___	___
5.8. Suojautumattomuuden merkitys	___	___
Muuta _____		

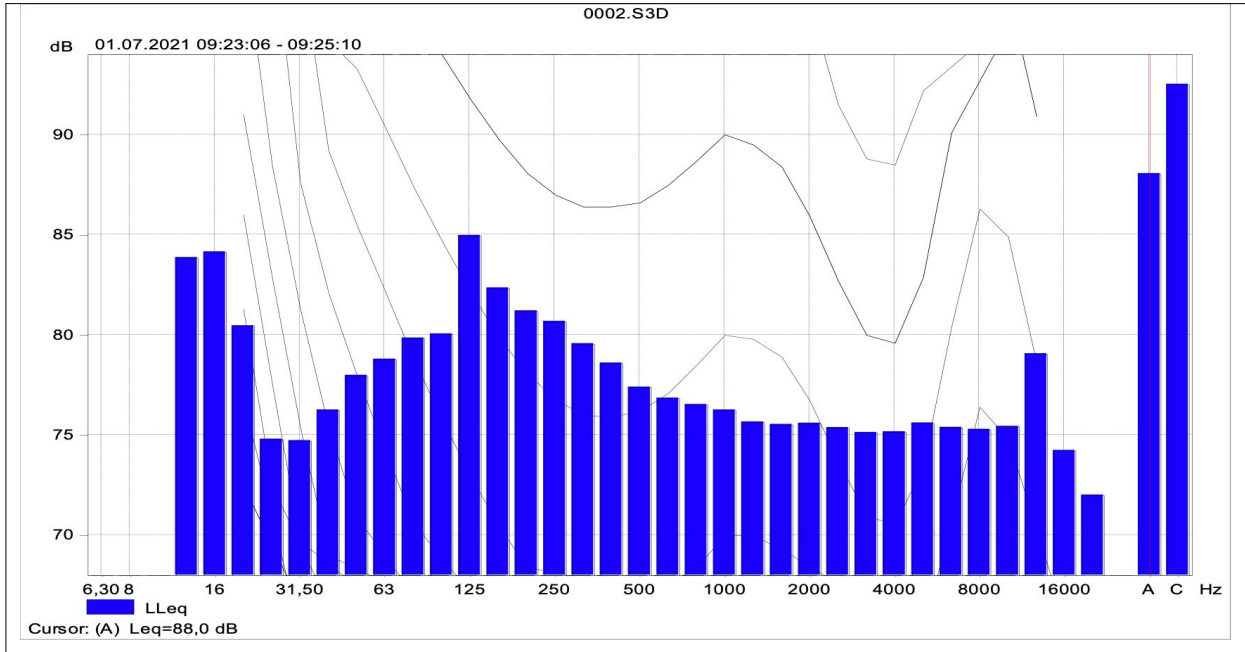


# Liitteet

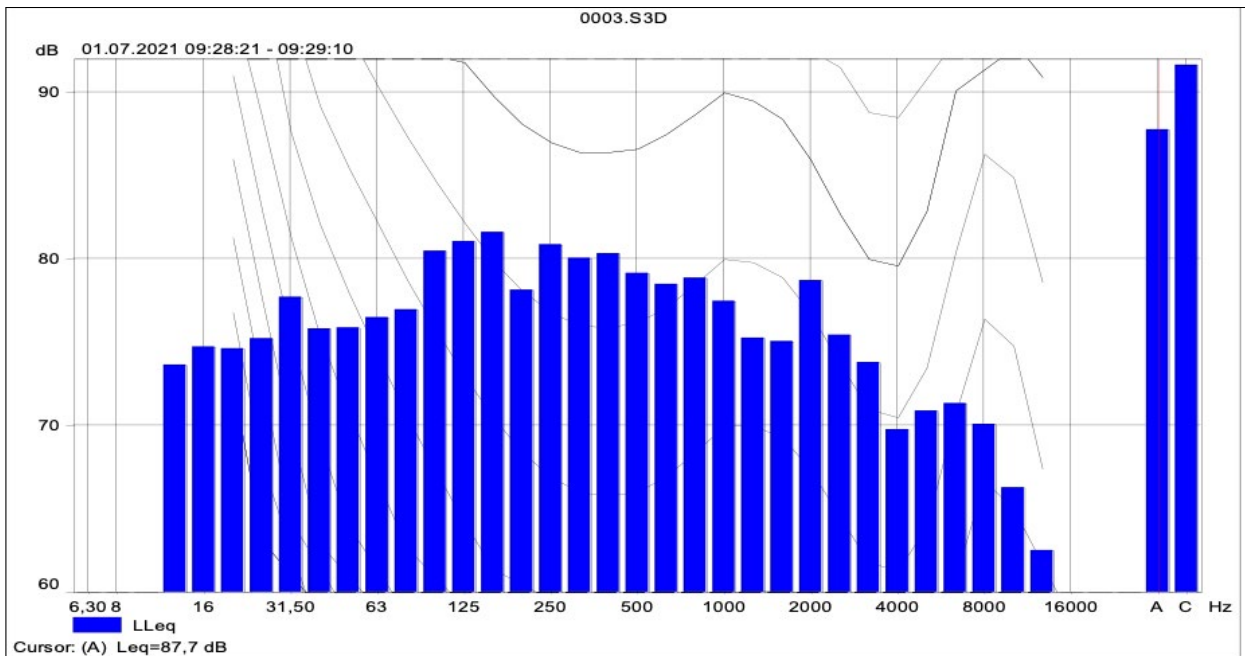
## Liite 3 Melutuloksia

Melutulokset SSAB Europe Oy Raahе

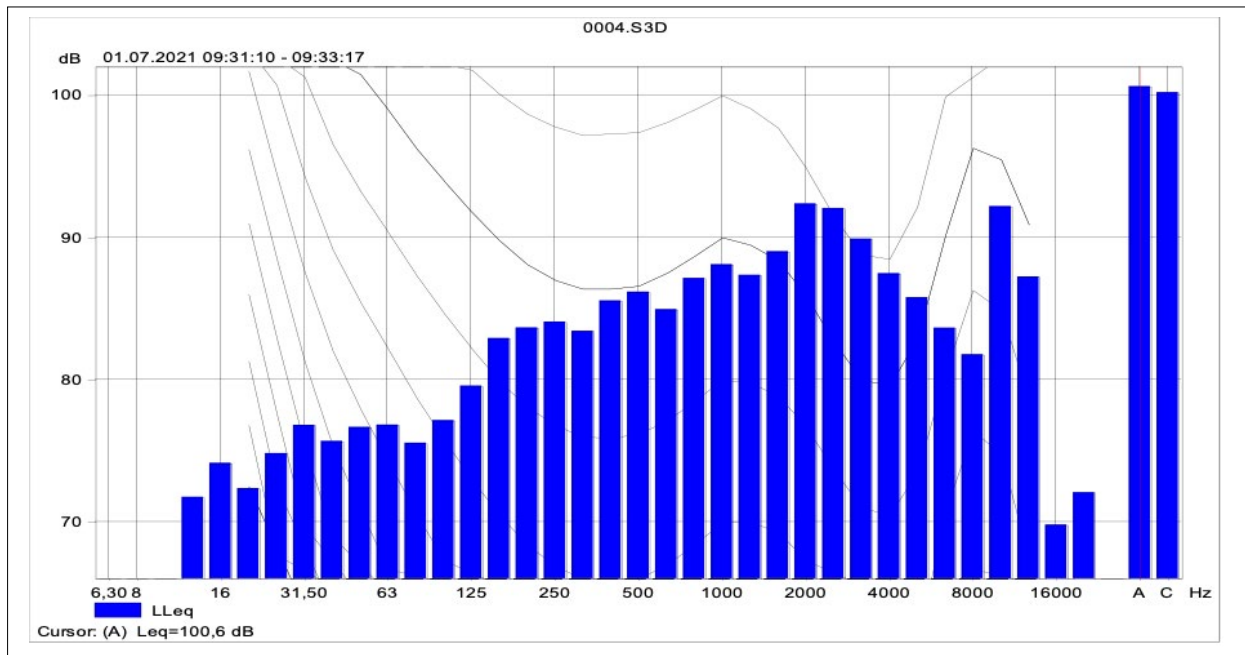
Melu, hetkellisten mittausten perusteella tehtyt taajuusanalyysit



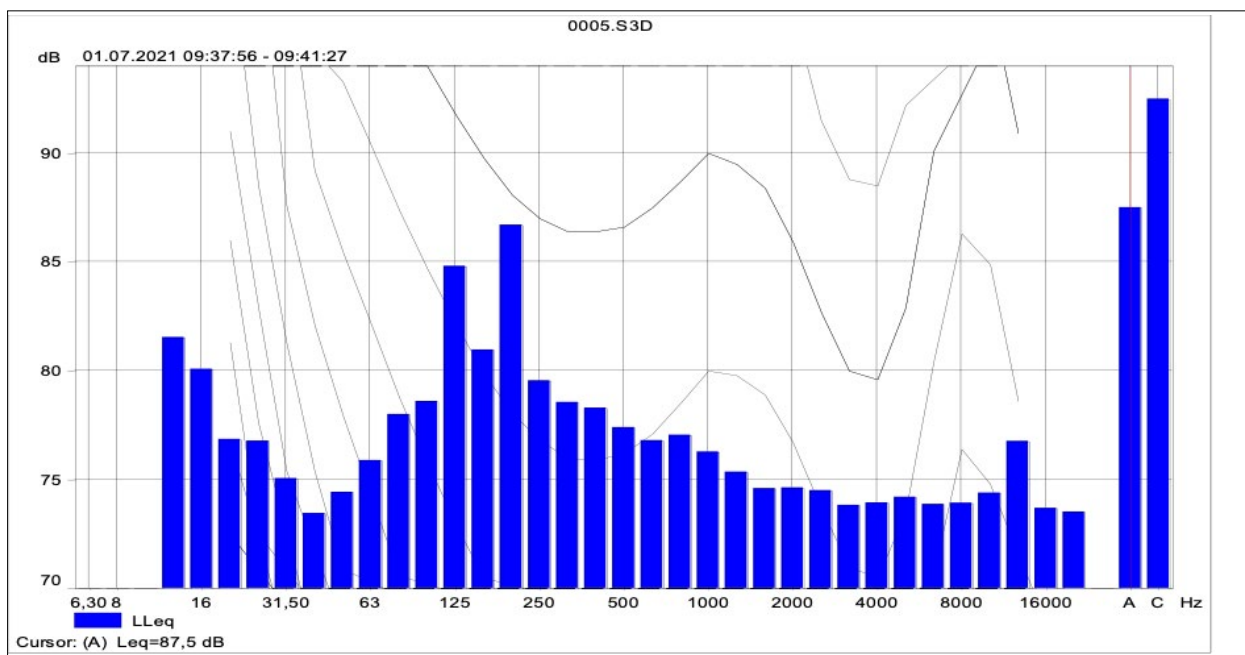
1. Nauhalvssi, levyn pään eteneminen täristöä,  $L_{Aeq} = 88$  dB ja  $L_{Cpeak} = 105$  dB



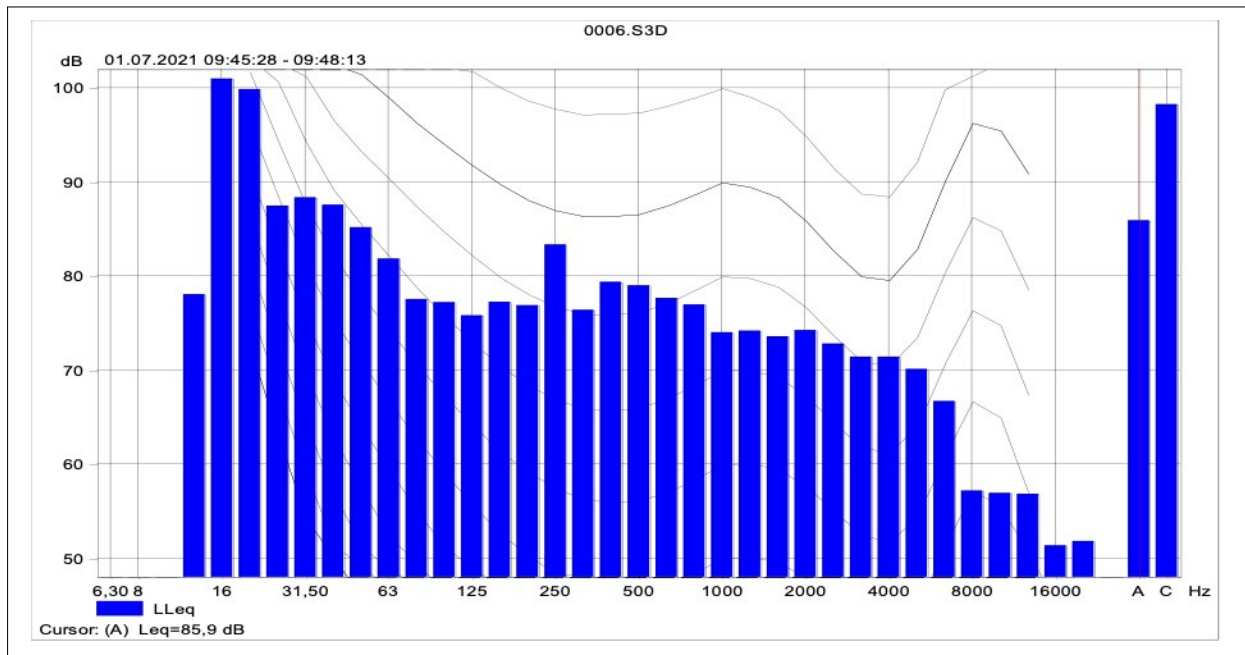
2. Kelain ja karkaistu levy,  $L_{Aeq} = 88$  dB ja  $L_{Cpeak} = 105$  dB, paksumpi levy



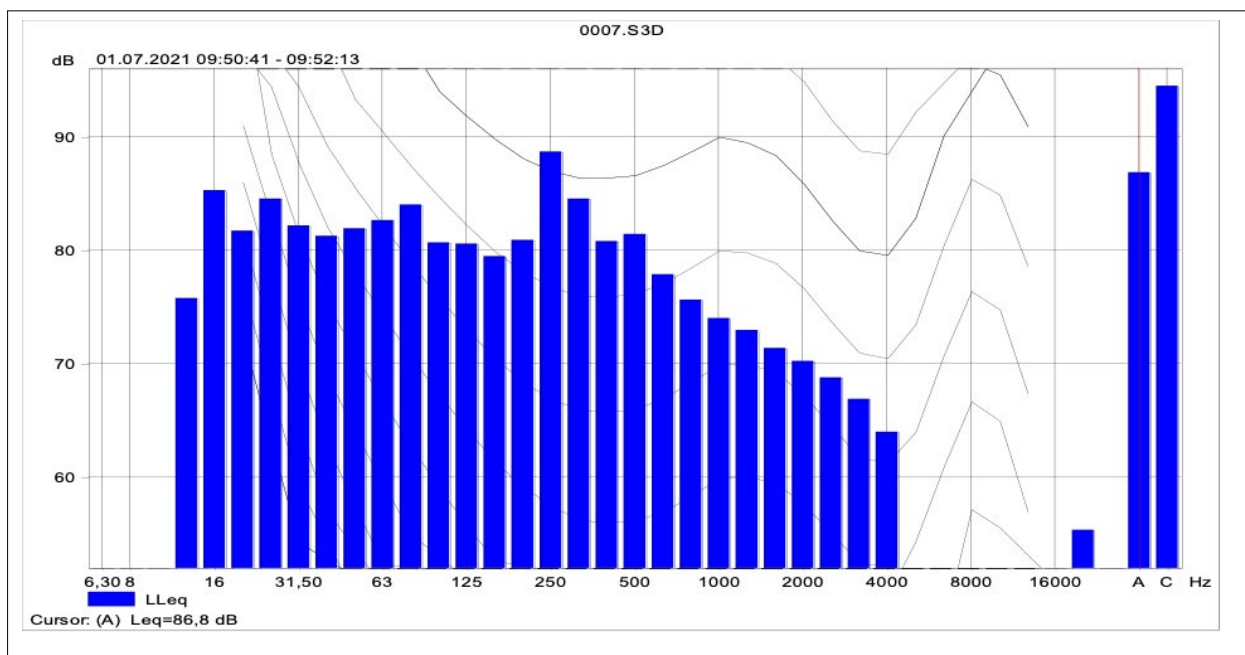
3. Kelain ja karkaistu levy ohuempi, nauhan pään ääni, LAeq = 100-106 dB ja LCpeak = 120 dB



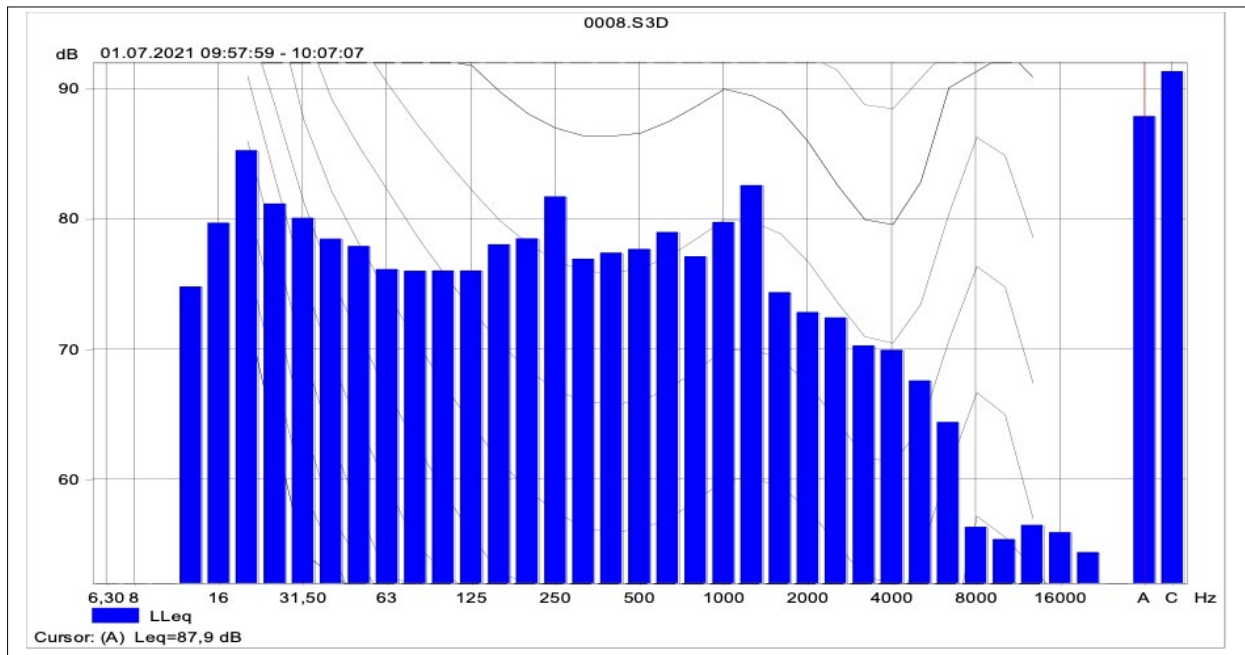
4. Valssiradan alku, radan laakeri, nauhan valssaus, LAeq = 90 dB ja LCpeak = 110 dB



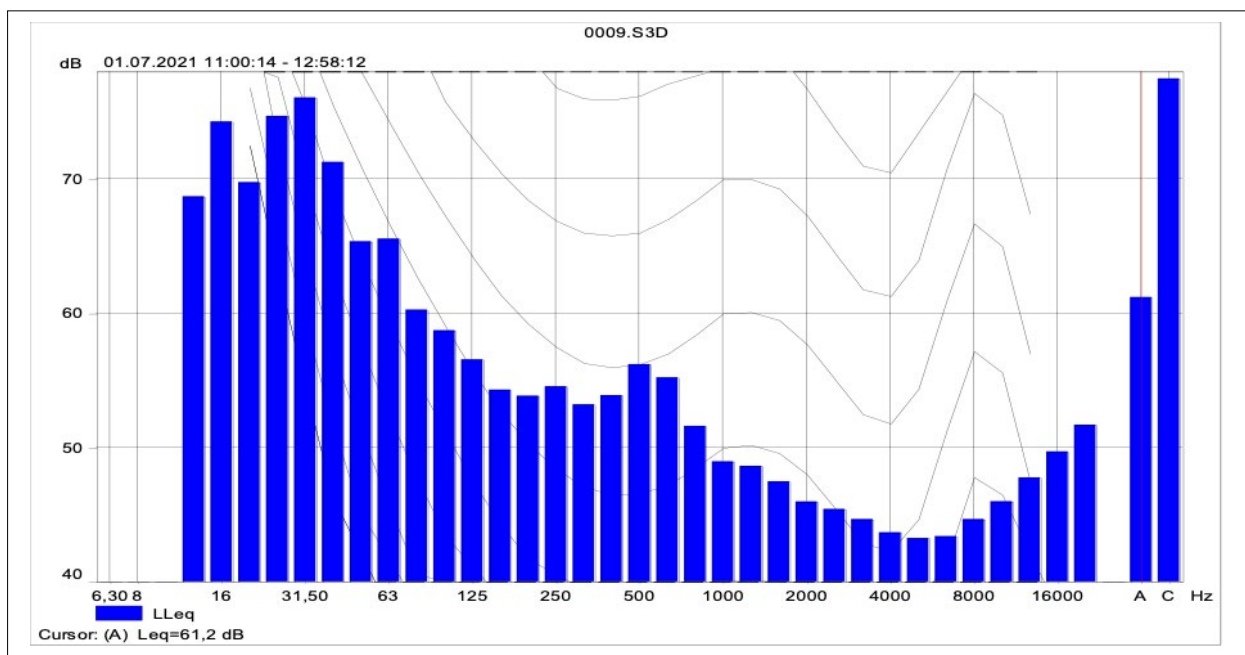
5. Puhallin ABB Salyvent max 1700 rpm, LAeq = 86 dB ja LCpeak = 110 dB, 100 dB@16 Hz



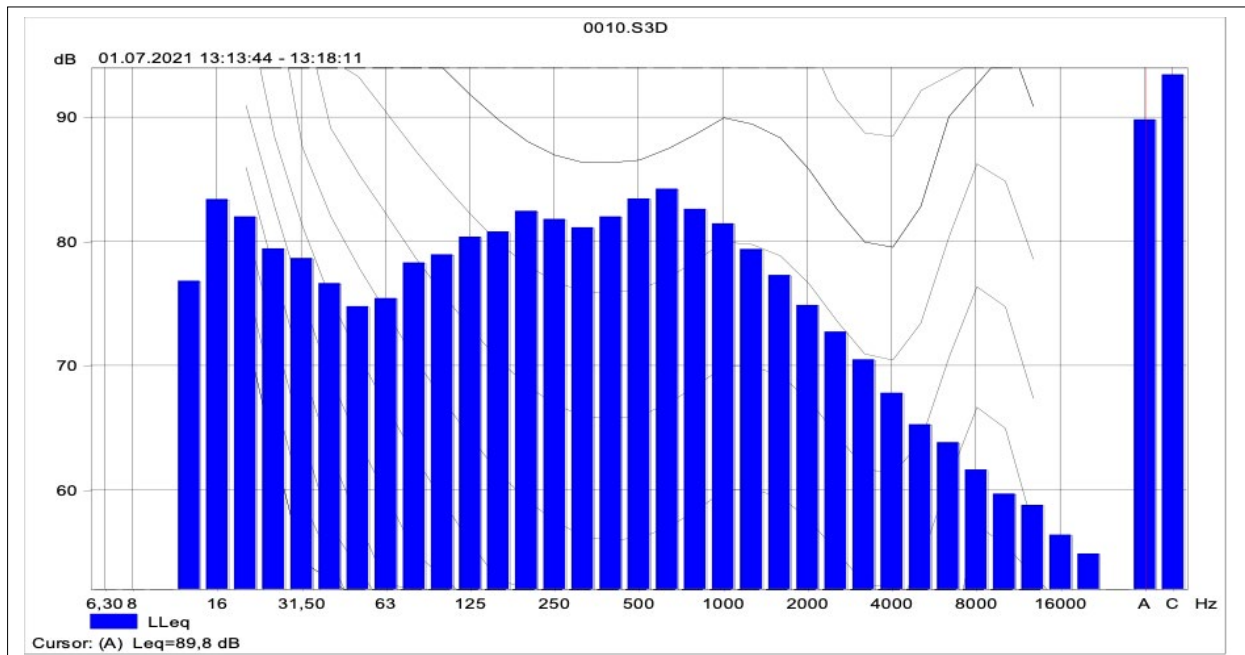
6. Polttoilmapuhallin 1&2, LAeq = 87 dB ja LCpeak = 107 dB, 89 dB @250 Hz



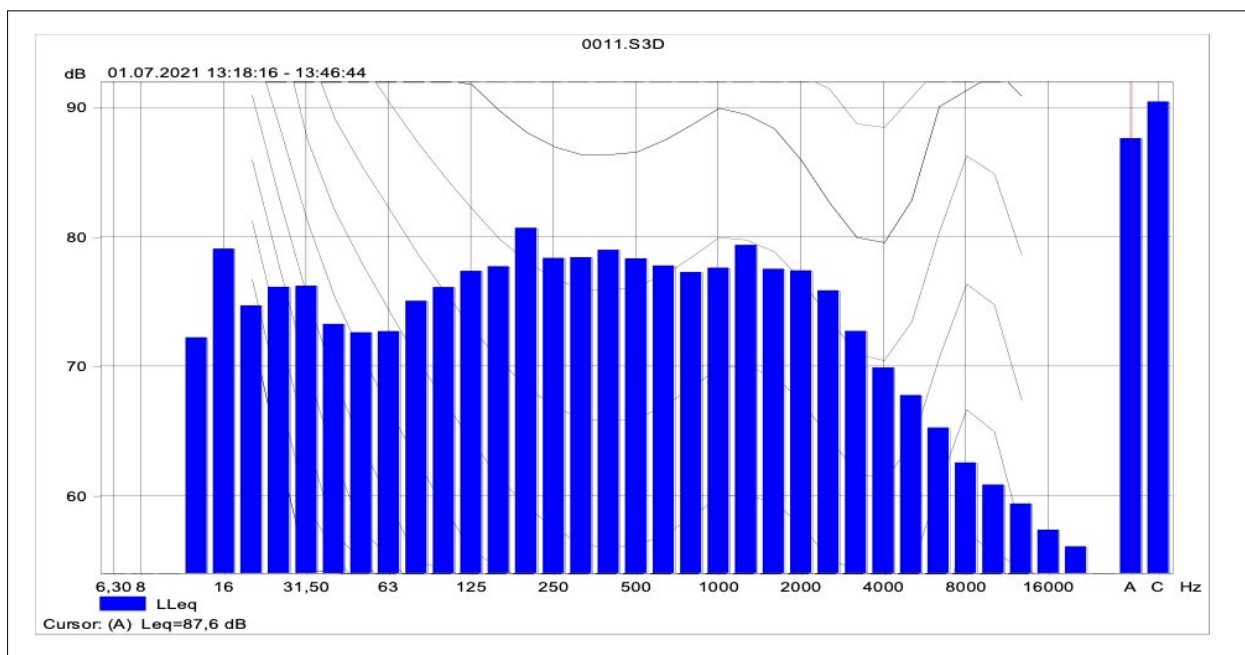
7. Panostus, aihio uuniin, uusi aihio radalle 6 min kierto, LAeq = 88 dB ja LCpeak = 105? dB



8. Valvomo loggaus 120 levyä uuniin, LAeq, 2h = 61 dB

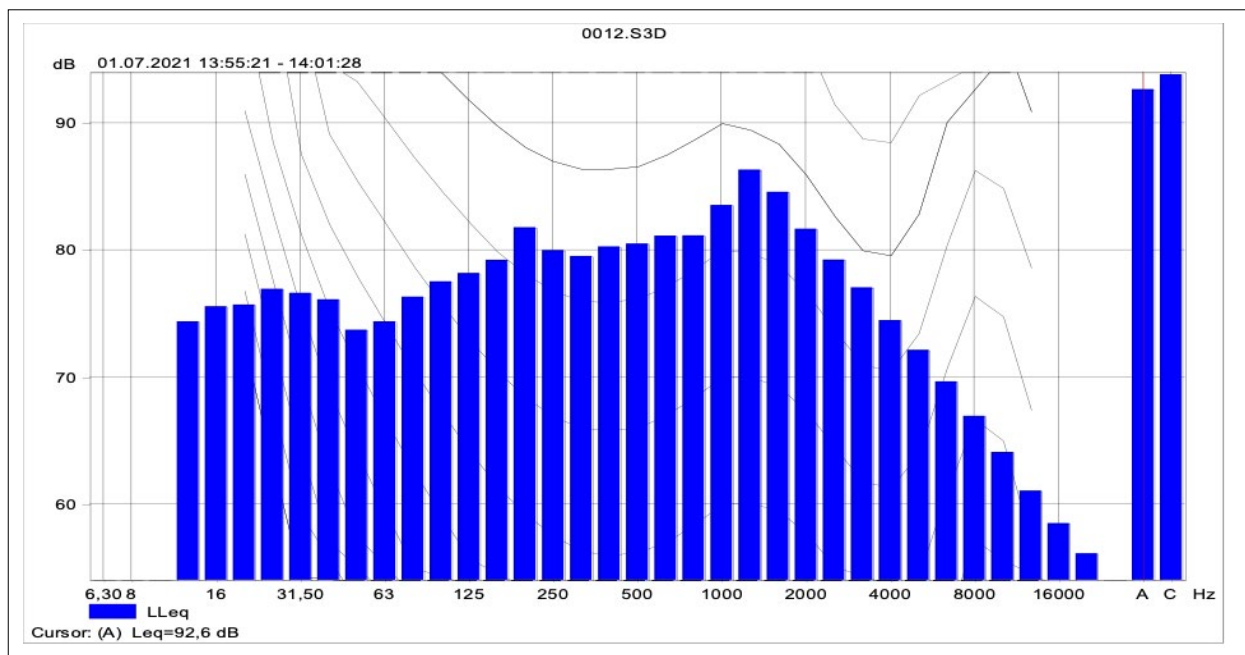


9. Levyvalssaamo jäähdytyspöytä, LAeq = 83-91 dB ja LCpeak = 110 dB

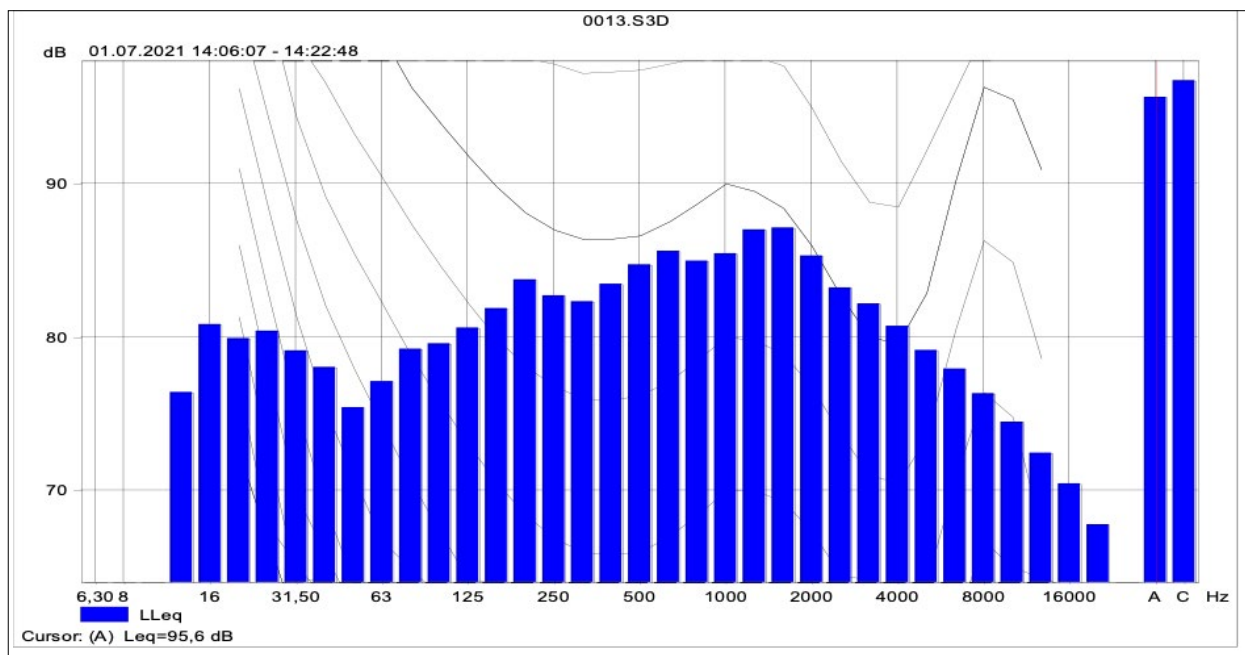


10. Levyvalssaamo jäähdytyspöytä, LAeq = 83-91 dB ja LCpeak = 110 dB

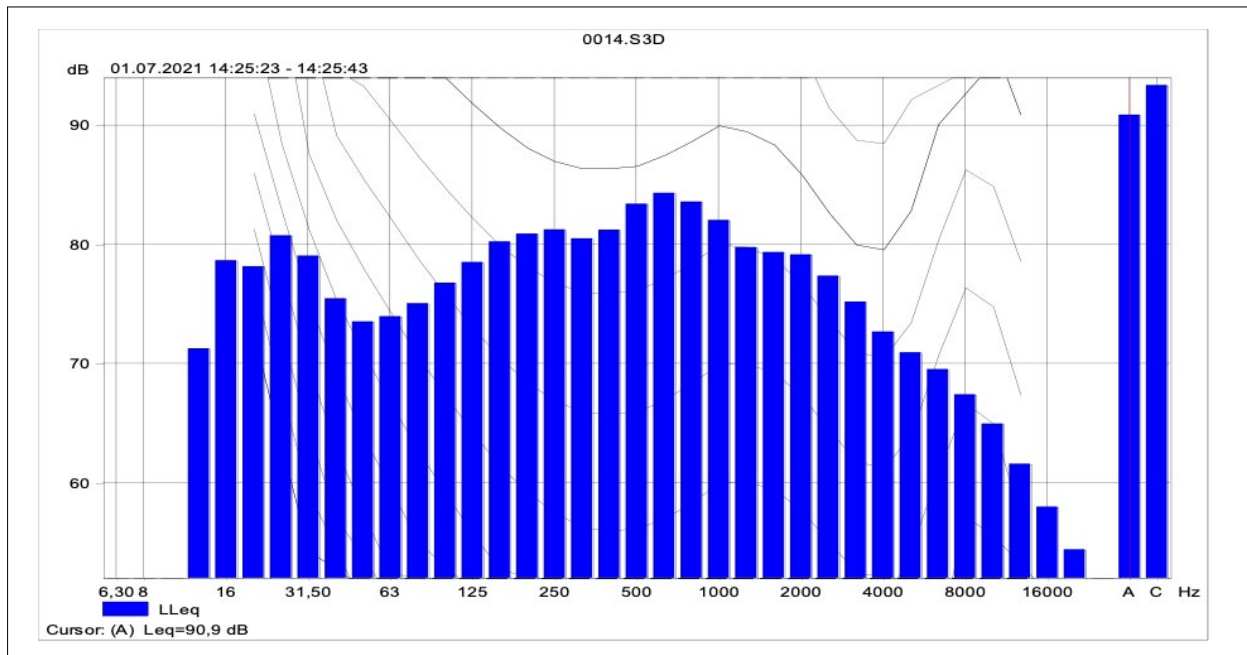
Taustamelu 74-75 dB



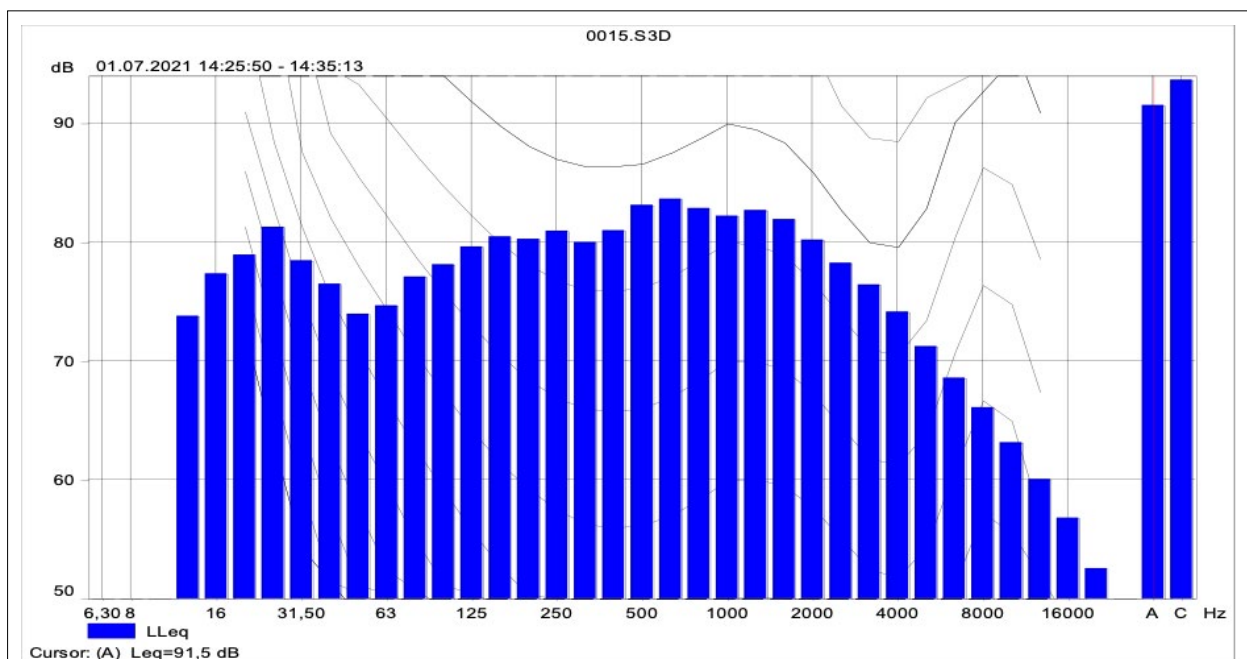
11. Levyvalssaamo jäähdytyspöytä 20 mm levy, LAeq = 85-95 dB ja LCpeak = 120 dB



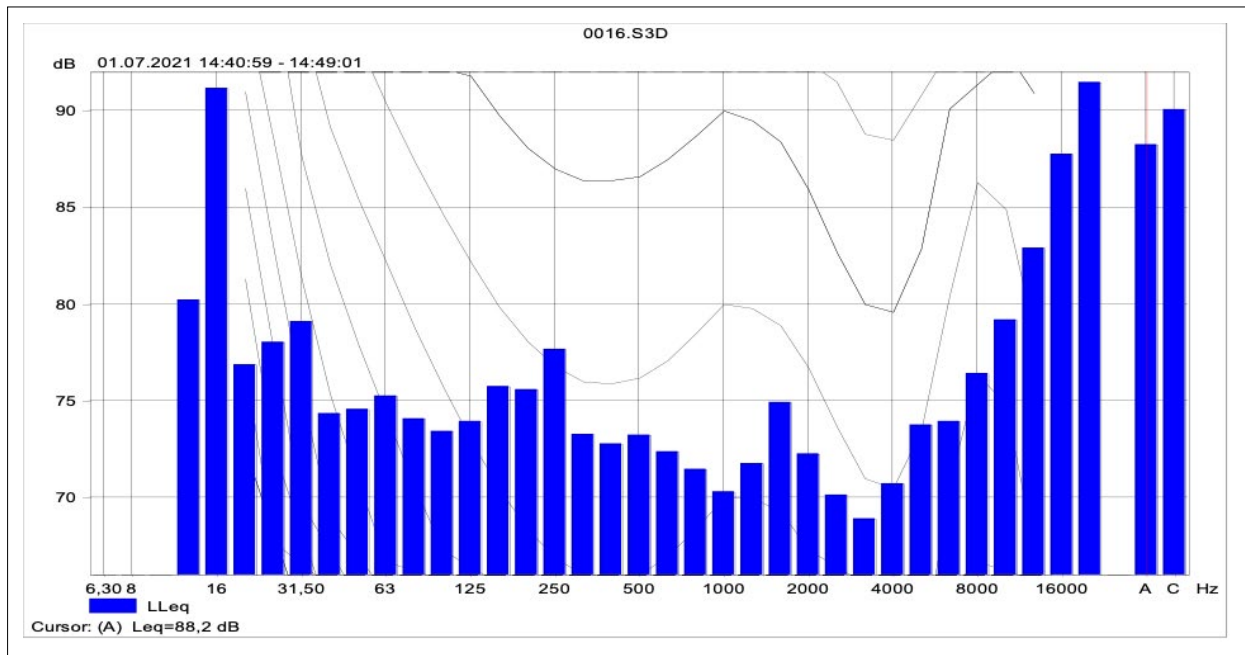
12. Päätyleikkuri, LAeq = 85-110 dB ja LCpeak = 120-125 dB



13. Päätyleikkuri, LAeq = 85-110 dB ja LCpeak = 120-125 dB



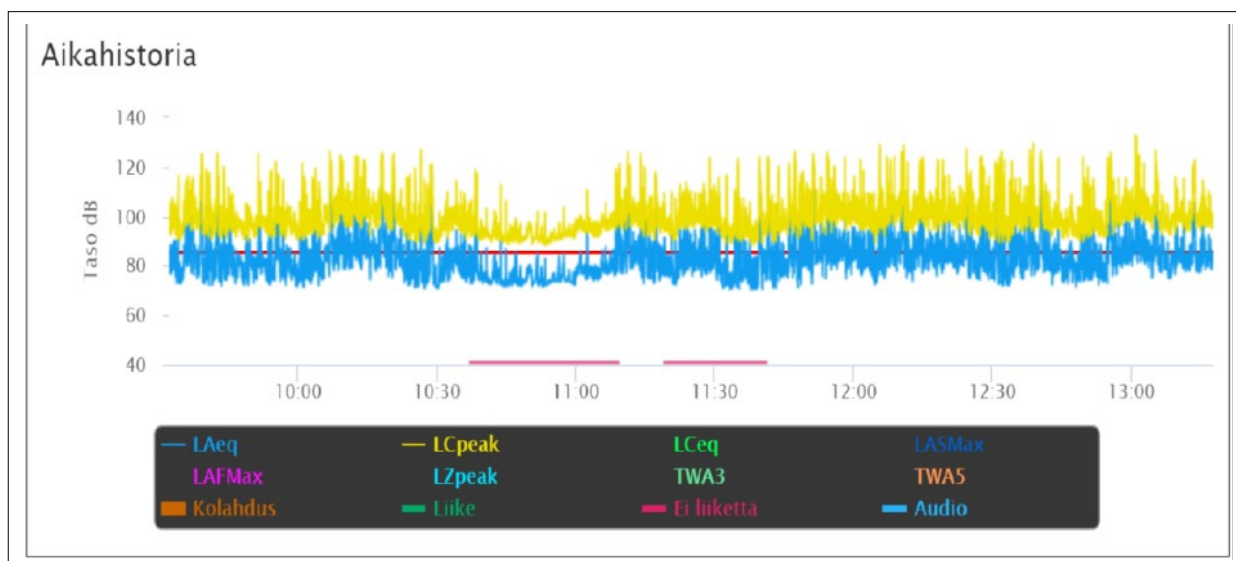
14. Päätyleikkuri, LAeq = 85-110 dB ja LCpeak = 120-125 dB



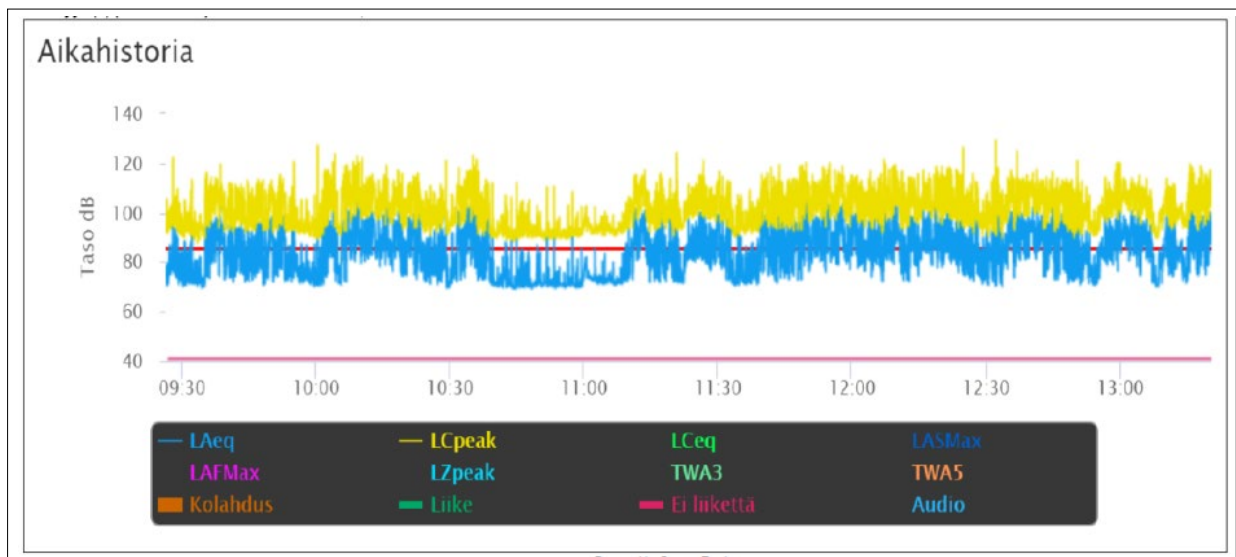
15. Plasmaleikkaus, klo 14.43, LAeq = 83 dB ja LCpeak = 102 dB, klo 14.46, LAeq = 82 dB ja LCpeak = 101 dB. Plasmaleikkurin ohjaustilan kotelointi on mahdollista. Erityisesti suuritaajuisia komponentteja 8 000 – 20 000 Hz kannattaa vaimentaa.



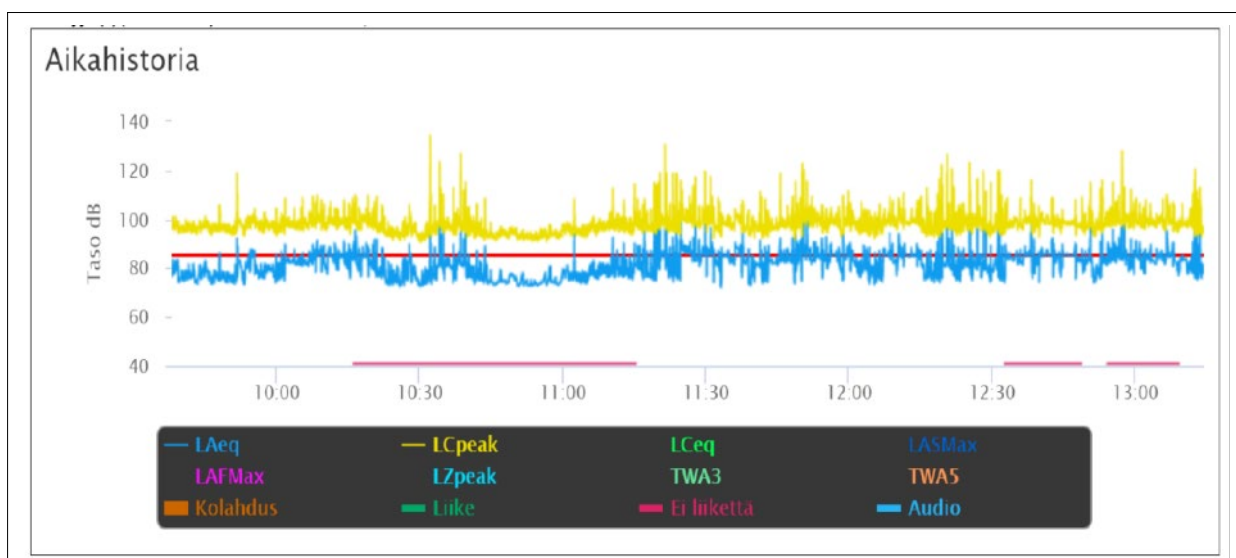
Meluannosmittaukset profiilit SSAB Europe 3.12.2021



1. Levyvalssaamo jäähdtytystaso, LAeq = 96 dB ja LCpeak = 133 dB ja vaihteluväli 70 - 122 dB, kesto 3 h 45 min

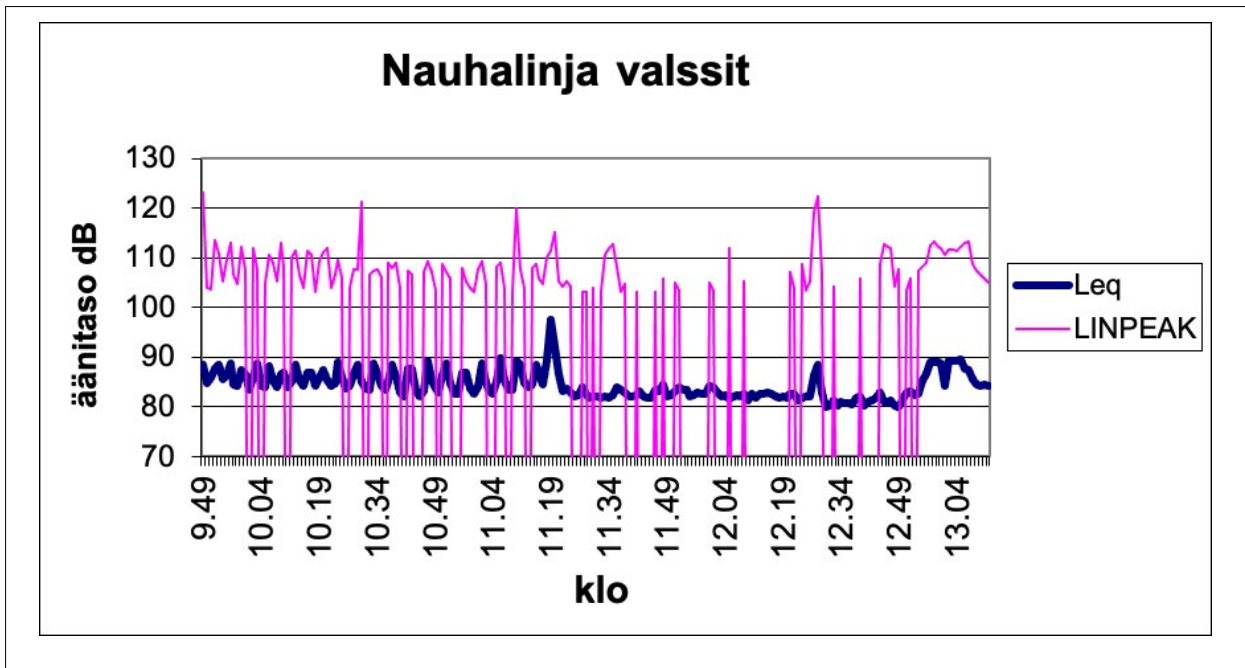


2. Levyvalssaamo päätyleikkuri, LAeq = 90 dB ja LCpeak = 130 dB ja vaihteluväli 70 - 117 dB, kesto 3 h 54 min



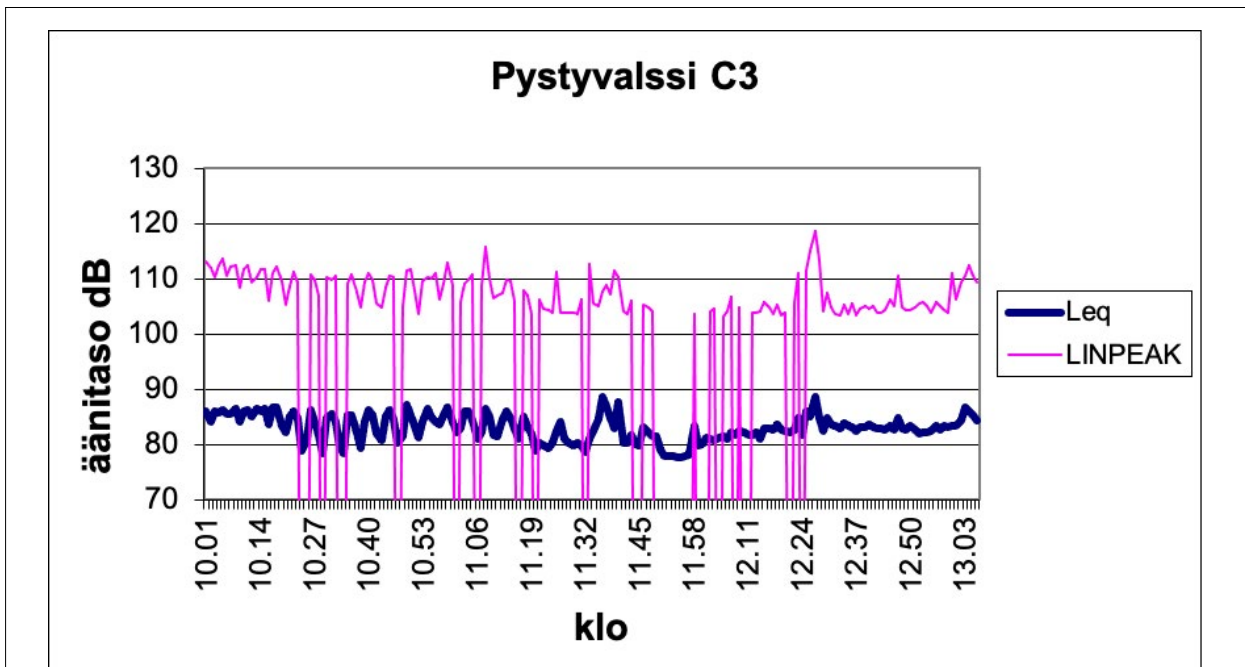
3. Plasmaleikkauskone 8 ohjauskoppi, LAeq = 86 dB ja LCpeak = 135 dB ja vaihteluväli 70 - 121 dB, kesto 3 h 36 min

4 Nauhalinja nauhavalssaamo kelain C33, LAeq = 80 dB ja LCpeak = 125 dB, kesto 3 h 23 min, ei profiilia häiriö



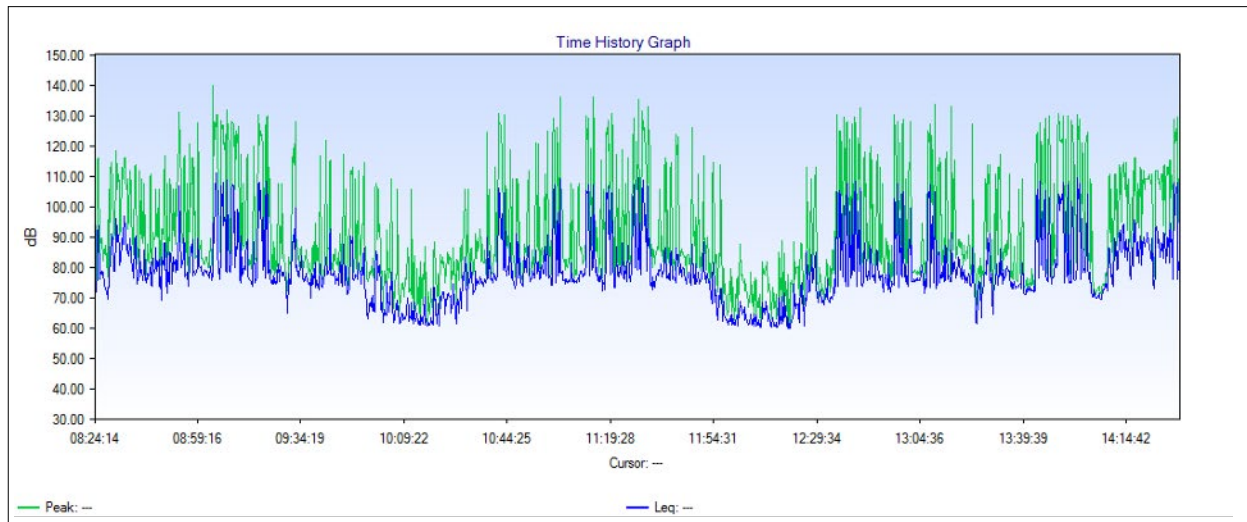
5. Nauhavalssaamo valssit C1, LAeq = 85 dB ja LCpeak = 123 dB ja vaihteluväli 82 - 98 dB (1 min LAeq), kesto 3 h 24 min, 10% 88 dB, 50% 84 dB, 90 % 81 dB ja 95% 80 dB.

6. Nauhalinja 1. valssi C34, LAeq = 85 dB ja LCpeak = 131 dB ja vaihteluväli 82 - 98 dB (1 min LAeq), kesto 3 h 13 min, 10% 89 dB, 50% 82 dB, 90 % 78 dB ja 95% 78 dB.

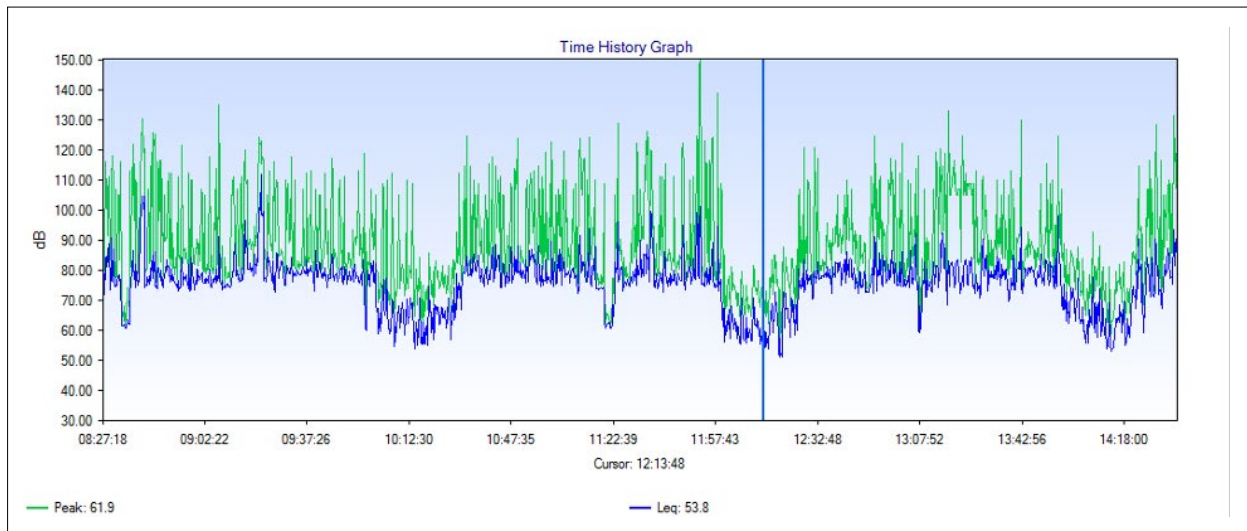


7. Nauhalinja pystyvalssi C3, LAeq = 84 dB ja LCpeak = 118 dB ja vaihteluväli 78 - 89 dB (1 min LAeq), kesto 3 h 13 min, 10% 87 dB, 50% 83 dB, 90 % 78 dB ja 95% 78 dB.

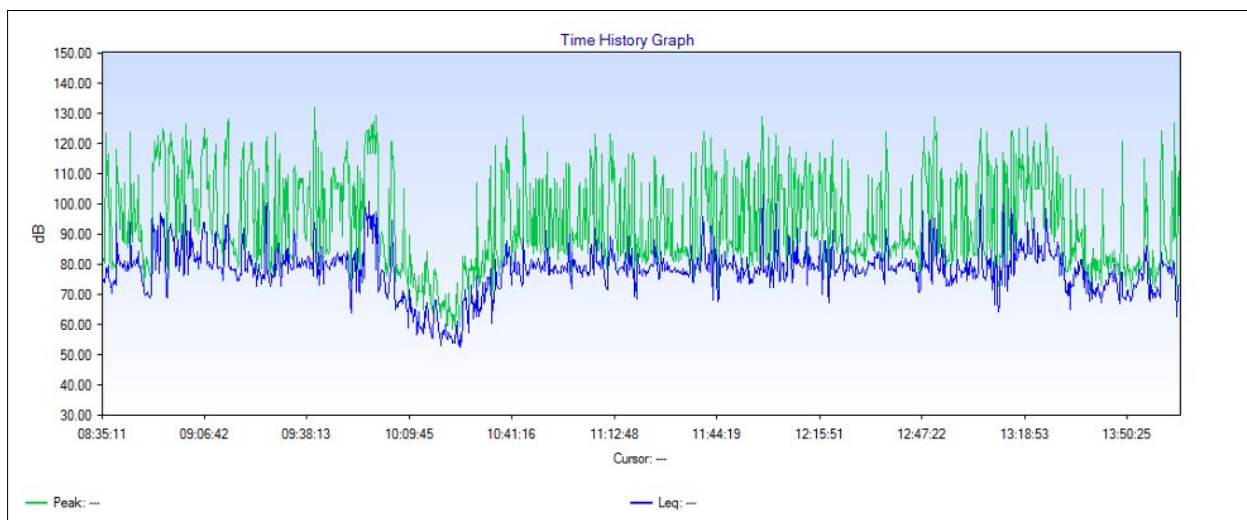
AGCO Power Oy 10.2.2022



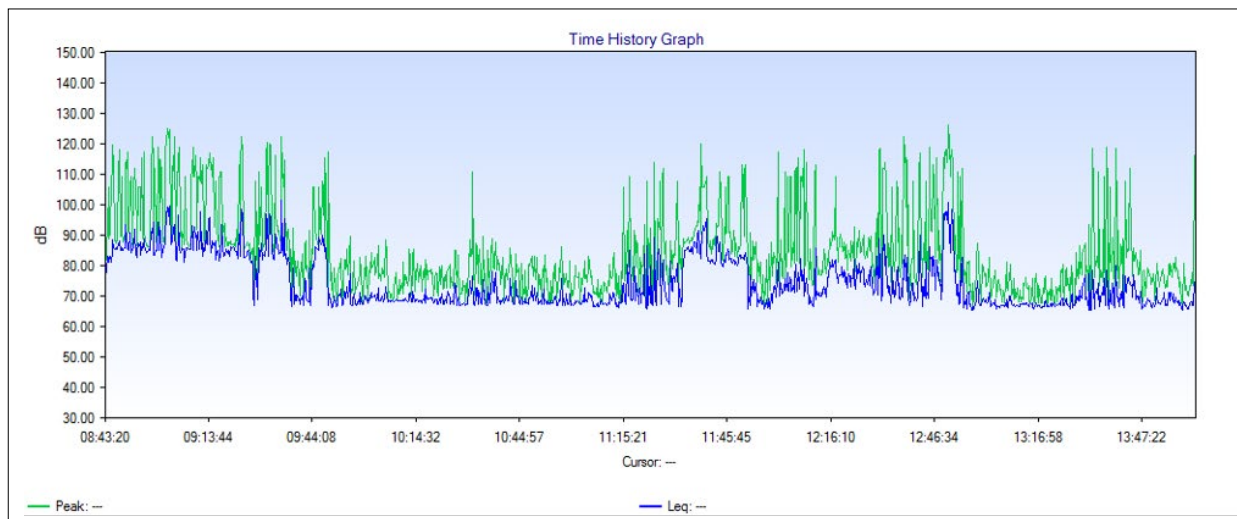
L1. Paineilma käsisolu LD 18642 10-2-22 klo 824-1432 LAeq =94 dB, LCpeak 140 dB



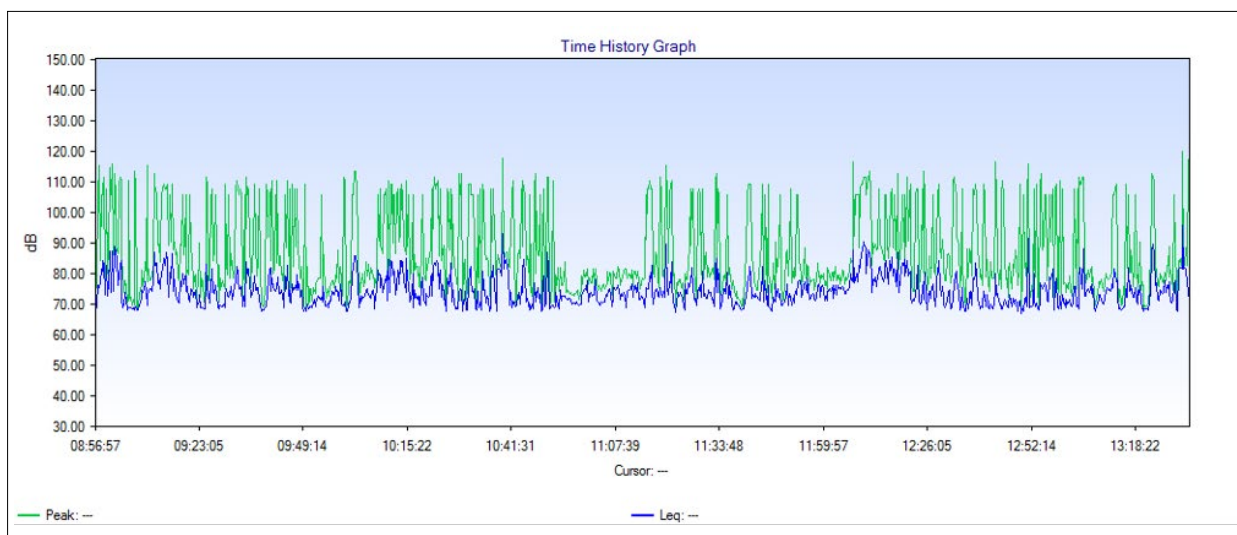
L2. Paineilma robottisolu LD 16 10-2-22 klo 827-1435 LAeq = 85 dB, LCpeak 151 dB. Huipputaso ylittää mittarin mitausalueen meluimpulssin osalta klo 11.56



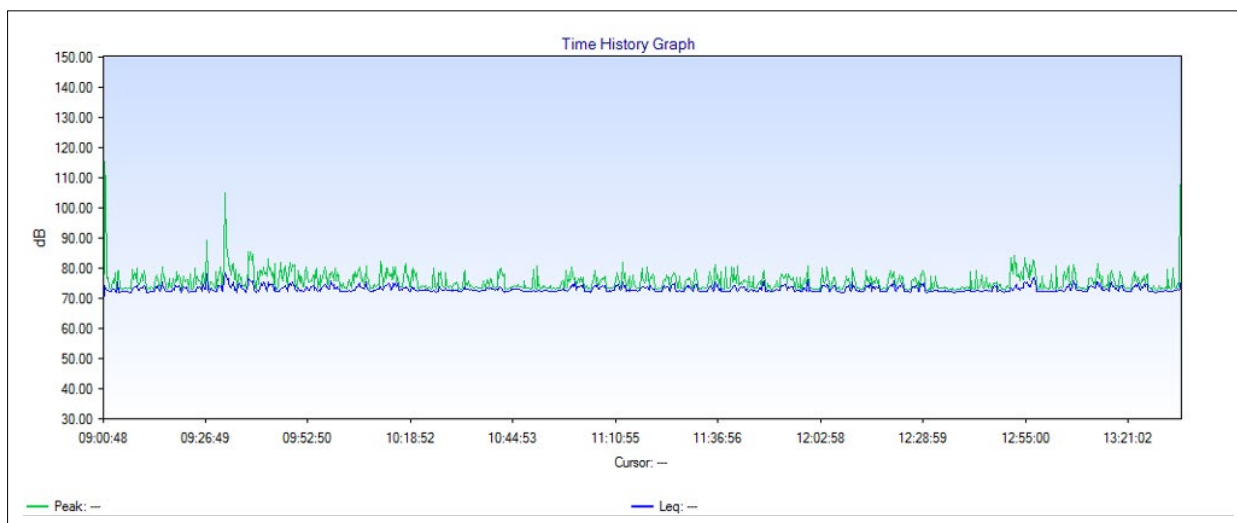
L3. Putkikatkaisu LD 09 10-2-22 klo 835-1406 LAeq =85 dB, LCpeak 132 dB



L4. Hiekkapuhallus LD 10-2-22 klo 843-1402 LAeq =84 dB, LCpeak 126 dB

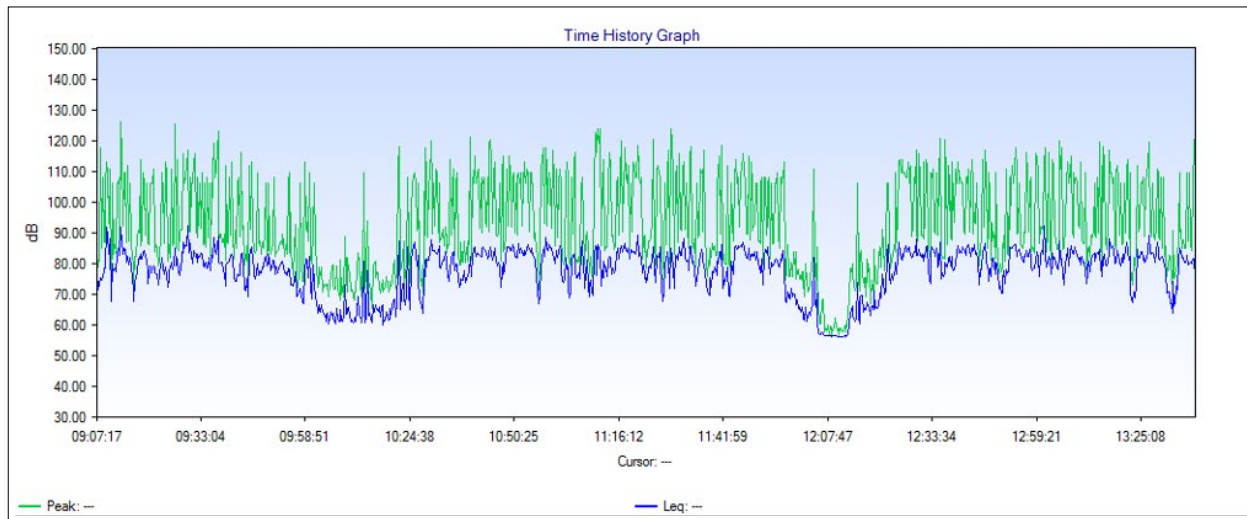


L5. Maalaamo LD 04 10-2-22 klo 856-1331 LAeq =78 dB, LCpeak 120 dB

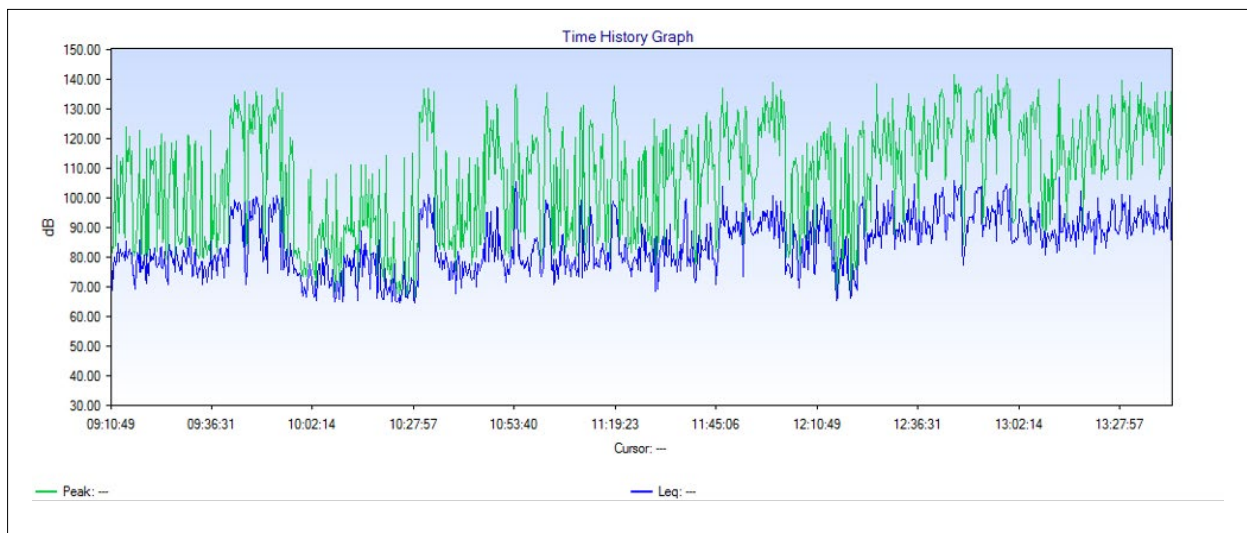


L6. Team Leader LD 15 10-2-22 klo 900-1334 LAeq =73 dB, LCpeak 115 dB

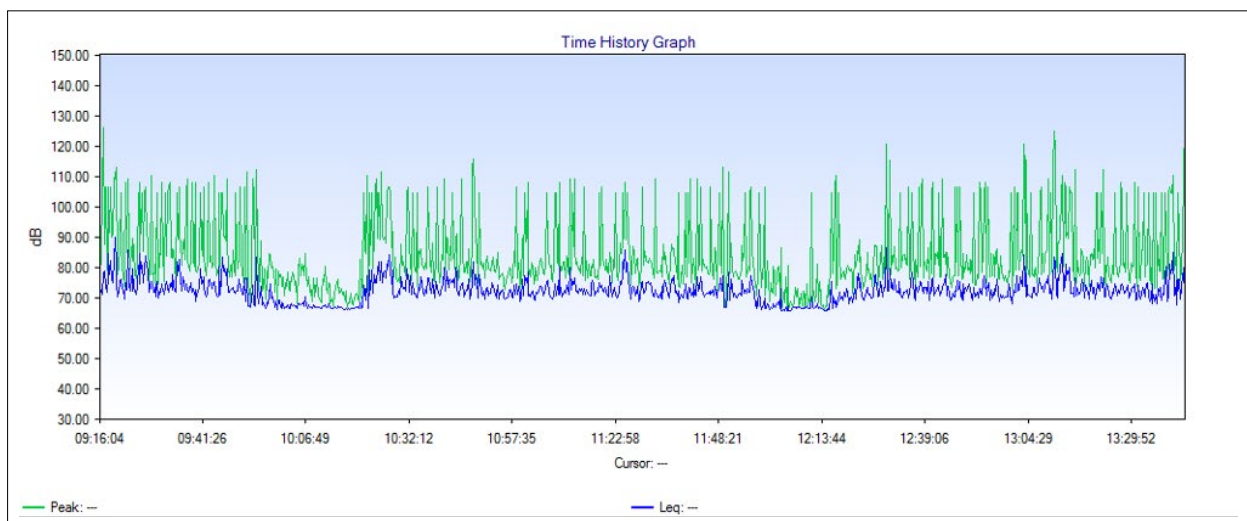




L7. Varastohissi keräily LD 268 10-2-22 klo 907-1338 LAeq = 81 dB, LCpeak 126 dB

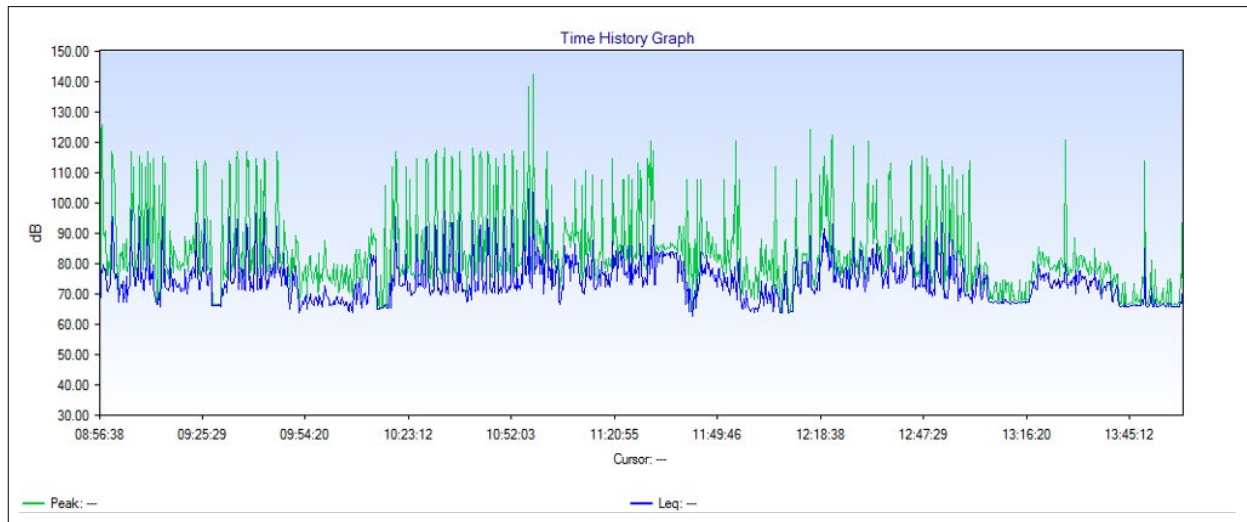


L8. Varastohissi täyttö LD 12 10-2-22 klo 910-1341 LAeq = 93 dB, LCpeak 142 dB

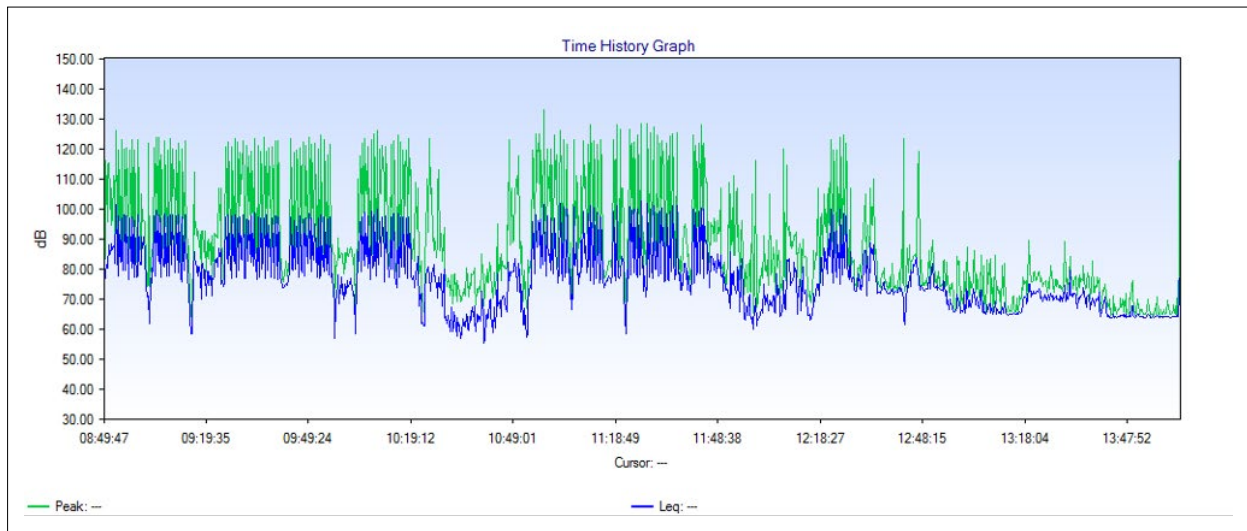


L9. Kokoonpano LD 05 10-2-22 klo 916-1342 LAeq = 71 dB, LCpeak 128 dB

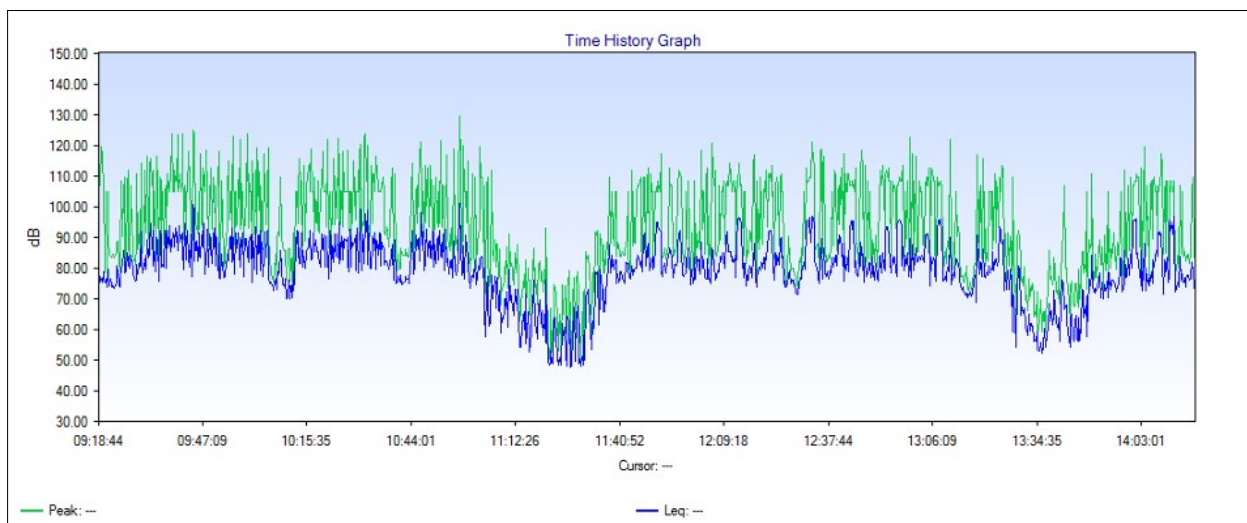
JTK Power Oy Vöyri 11.2.2022



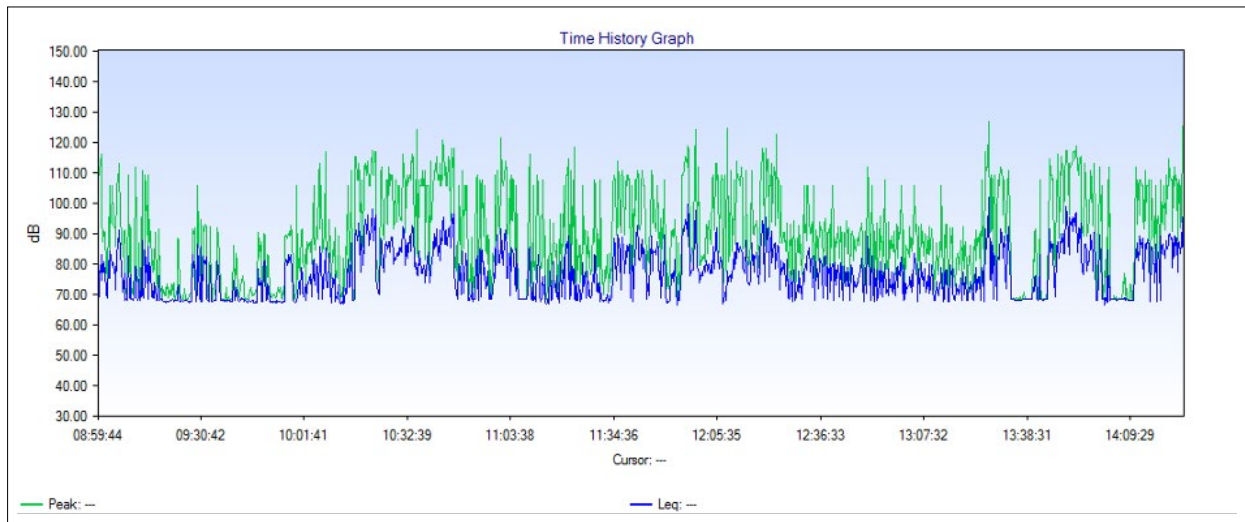
L1. Jyrsinkone LD 06 11-2-22 klo 856-1359 LAeq =83 dB, LCpeak 14,2 dB



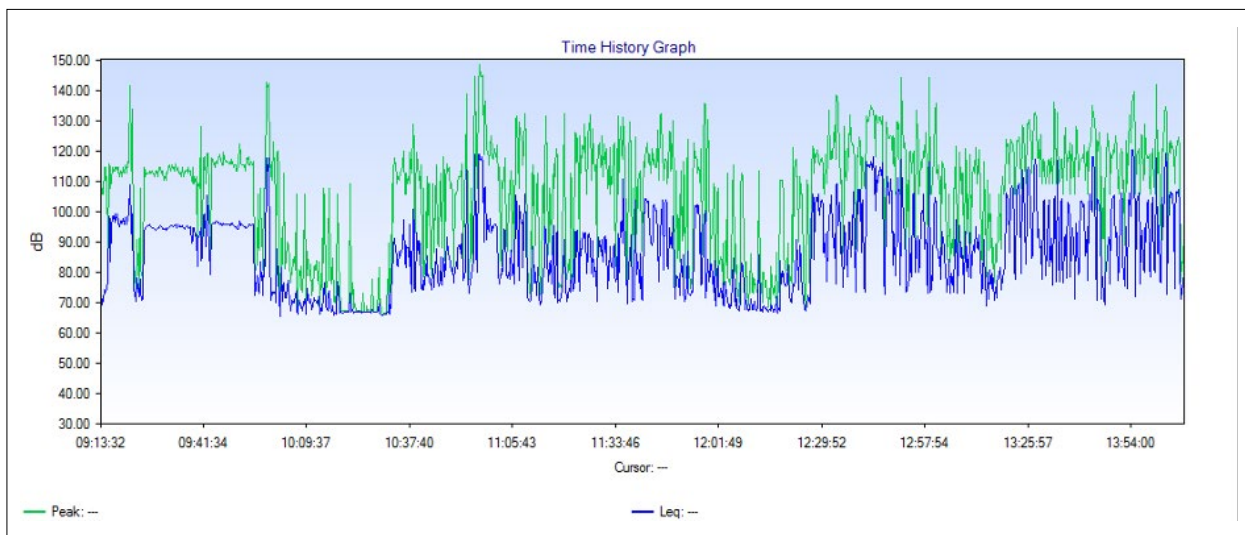
L2. Koneistaja LD 16 11-2-22 klo 849-1403 LAeq = 89 dB, LCpeak 133 dB



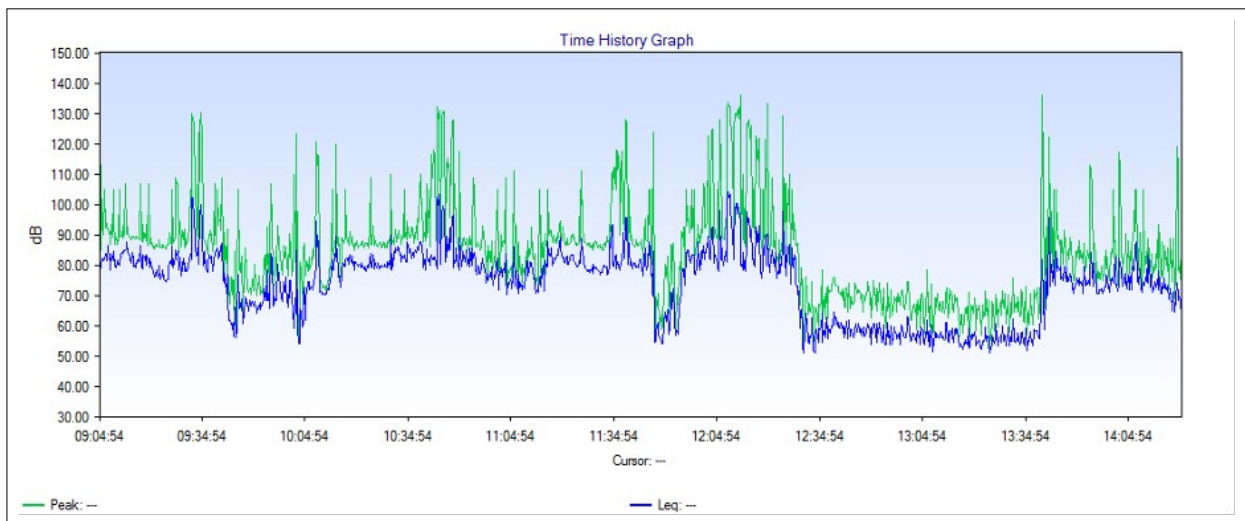
L3. Moduulikokoonpano LD 09 11-2-22 klo 918-1417 LAeq =86 dB, LCpeak 129 dB



L4. Työnjohto LD 10 11-2-22 klo 859-1425 LAeq =84 dB, LCpeak 127 dB

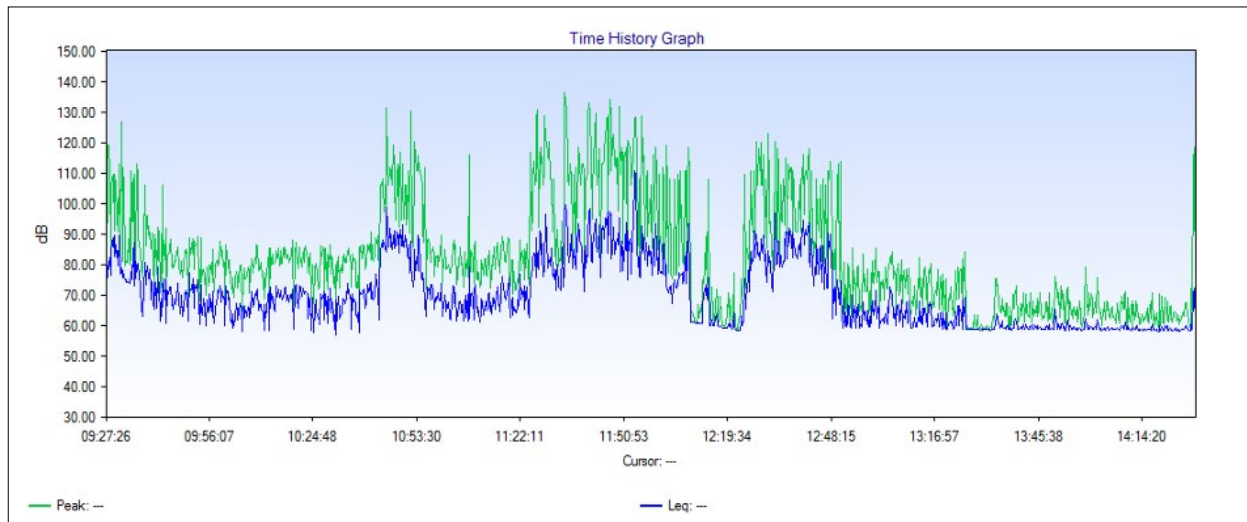


L5. Kokoonpanohitsaus LD 04 11-2-22 klo 913-1408 LAeq =103 dB, LCpeak 148 dB

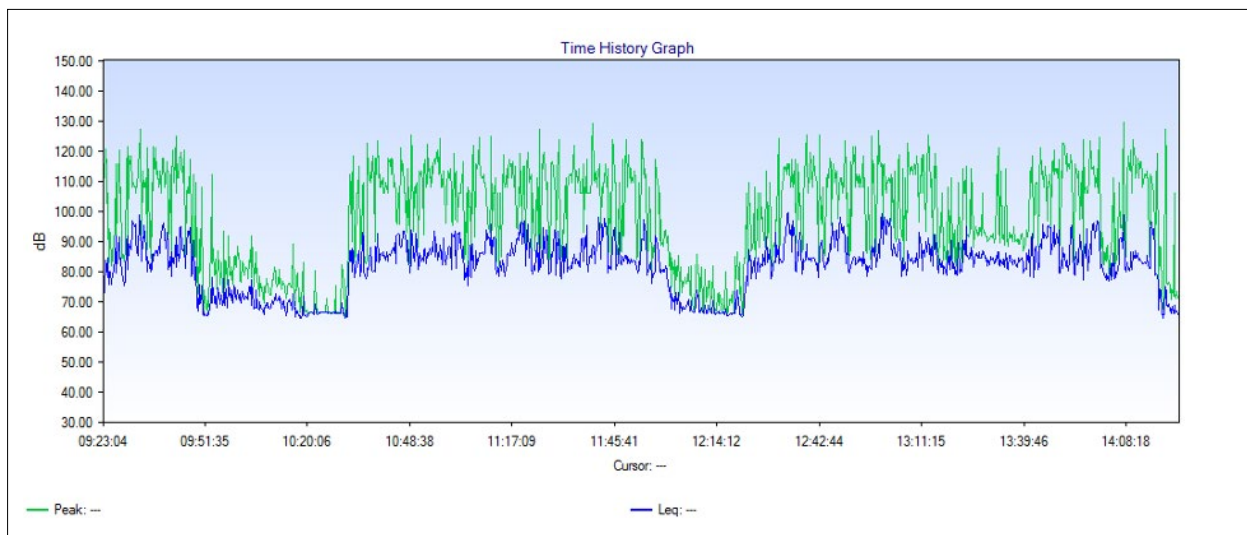


L6. Plasmaleikkaus LD 15 11-2-22 klo 904-1420 LAeq = 86 dB, LCpeak 136 dB

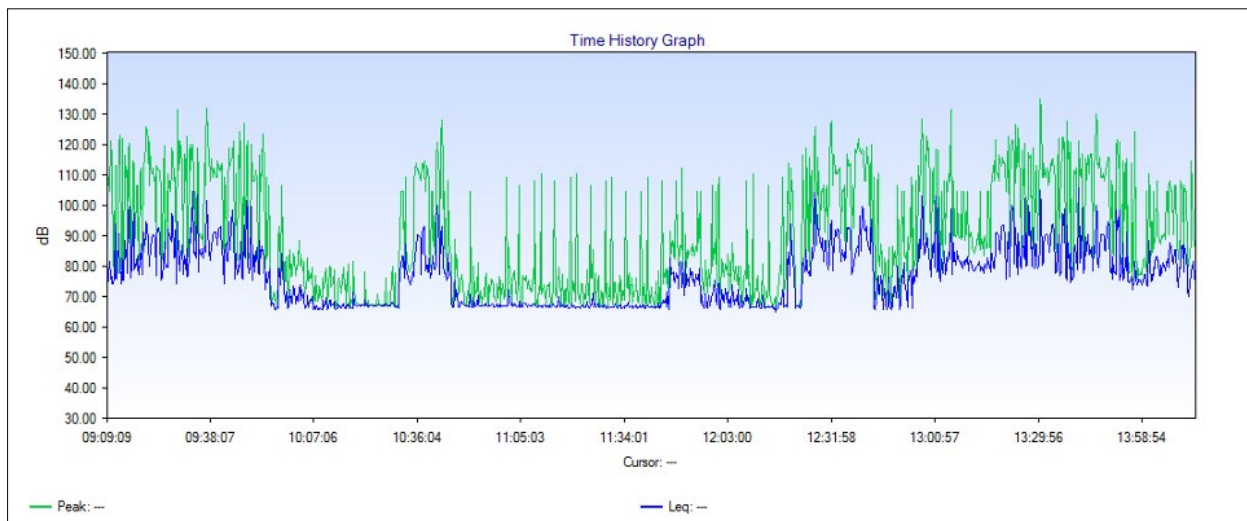




L7. Pakkaamo LD 268 11-2-22 klo 927-1429 LAeq = 86 dB, LCpeak 136 dB



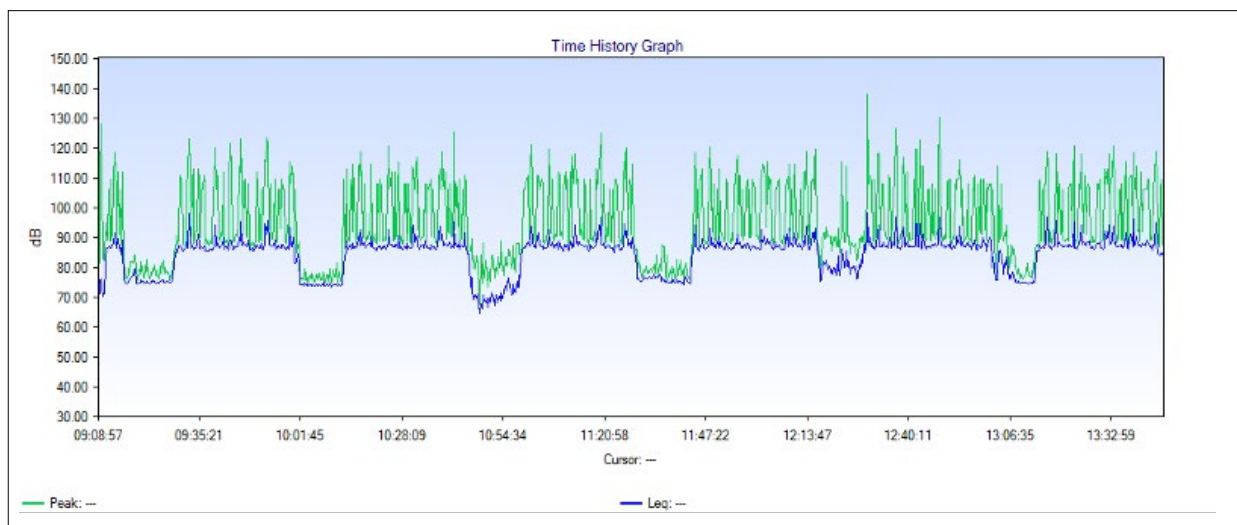
L8. Katalysaattori LD 12 11-2-22 klo 923-1422 LAeq = 88 dB, LCpeak 129 dB



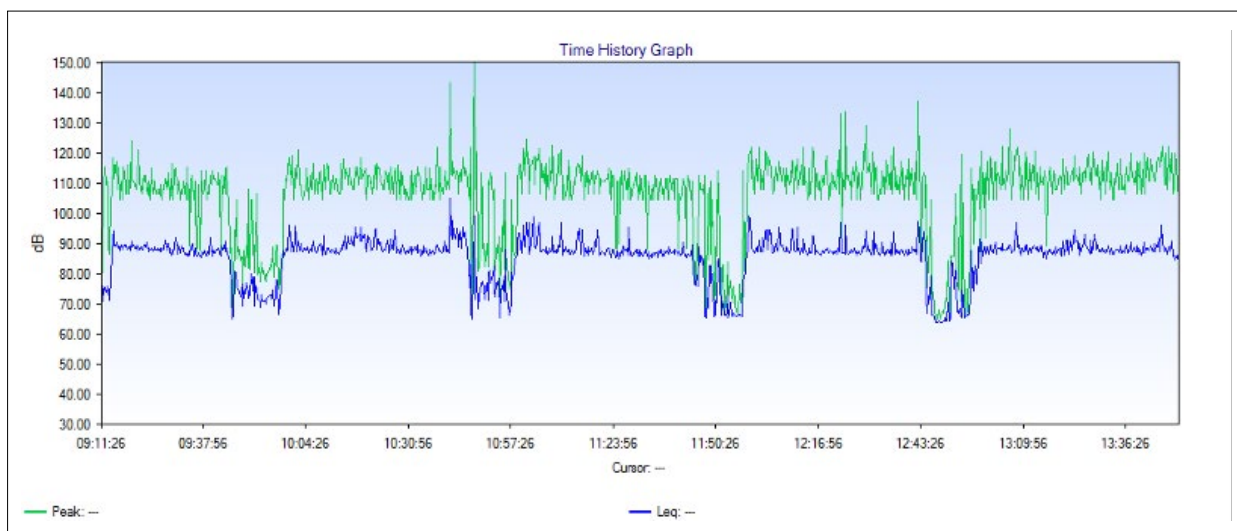
L9. Mankeli LD 05 11-2-22 klo 909-1413 LAeq = 88 dB, LCpeak 135 dB



Fiskars Finland Oy Iittala  
TSR hanke Fiskars Iittala 25.3.20222



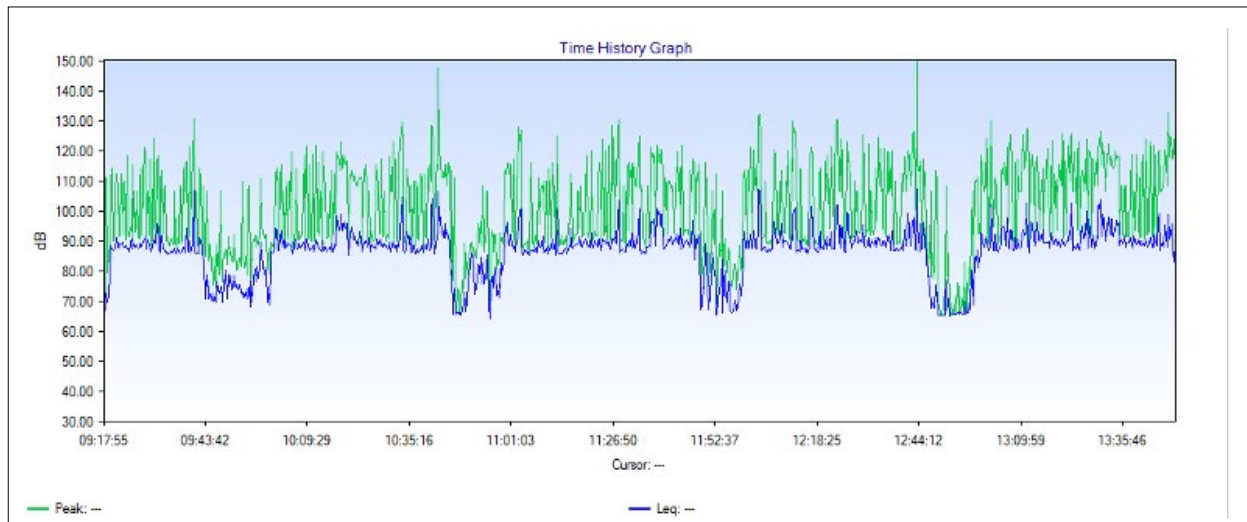
Kuva L1. Puhaltimo LD10 klo 9.08-13.46, LAeq = 87 dB ja LCpeak = 138 dB



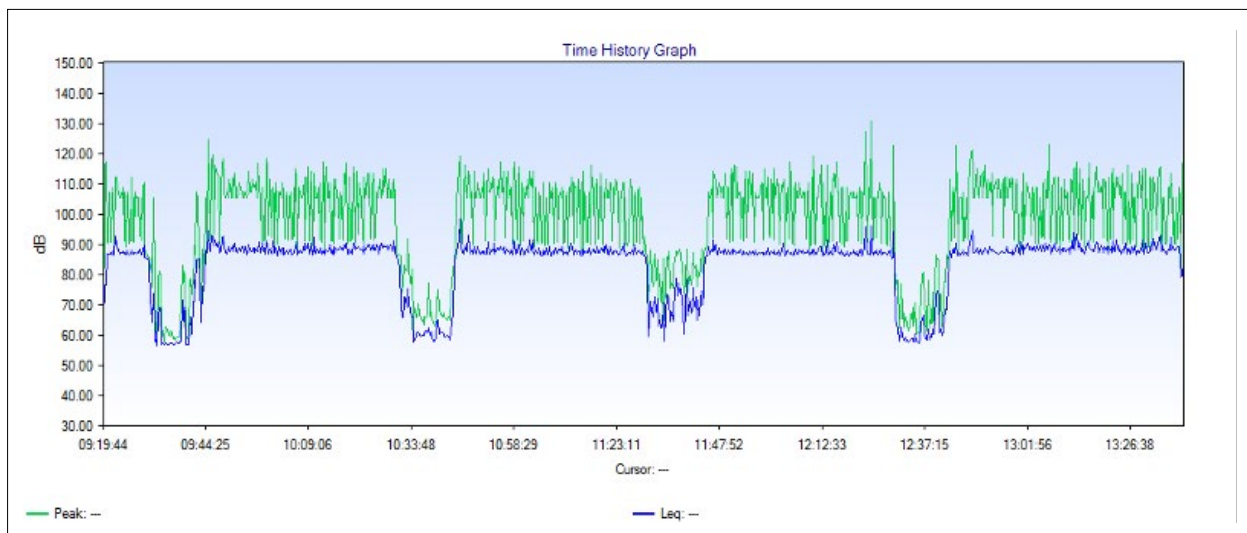
Kuva L2. Puhaltimo LD5 klo 9.11-13.49, LAeq = 89 dB ja LCpeak = 150 dB



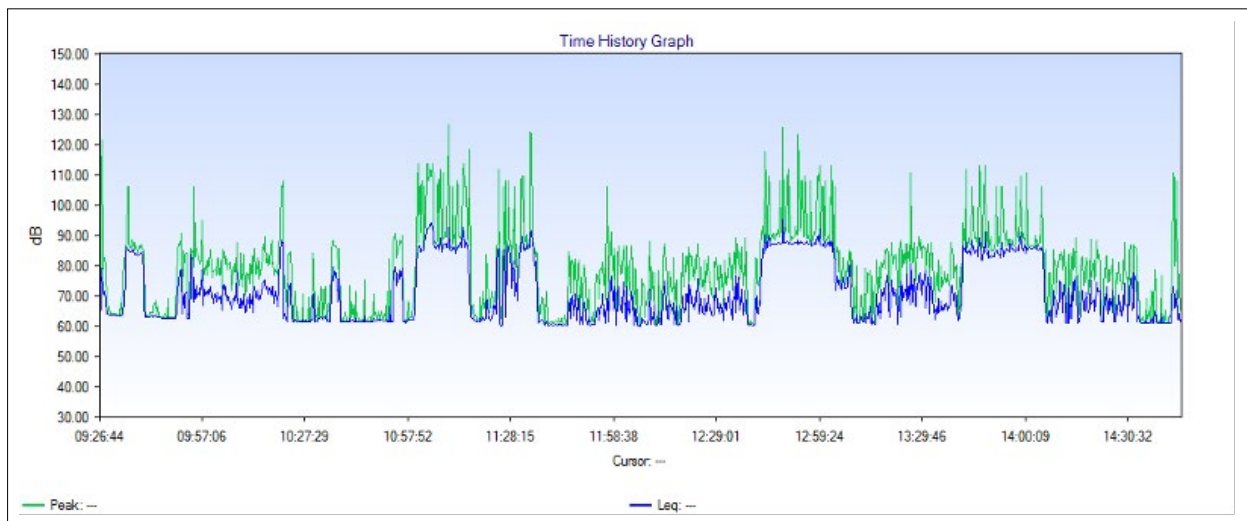
Kuva L3. Puhaltimo LD16 klo 9.14-13.45, LAeq = 86 dB ja LCpeak = 140 dB



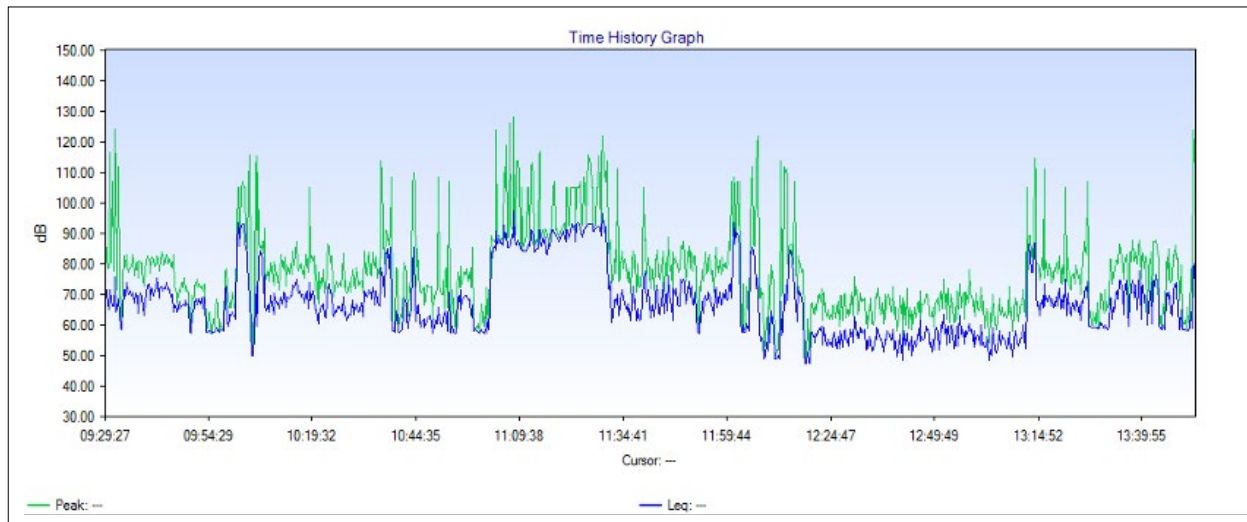
Kuva L4. Puhaltimo LD12 klo 9.17-13.48, LAeq = 92 dB ja LCpeak = 150 dB



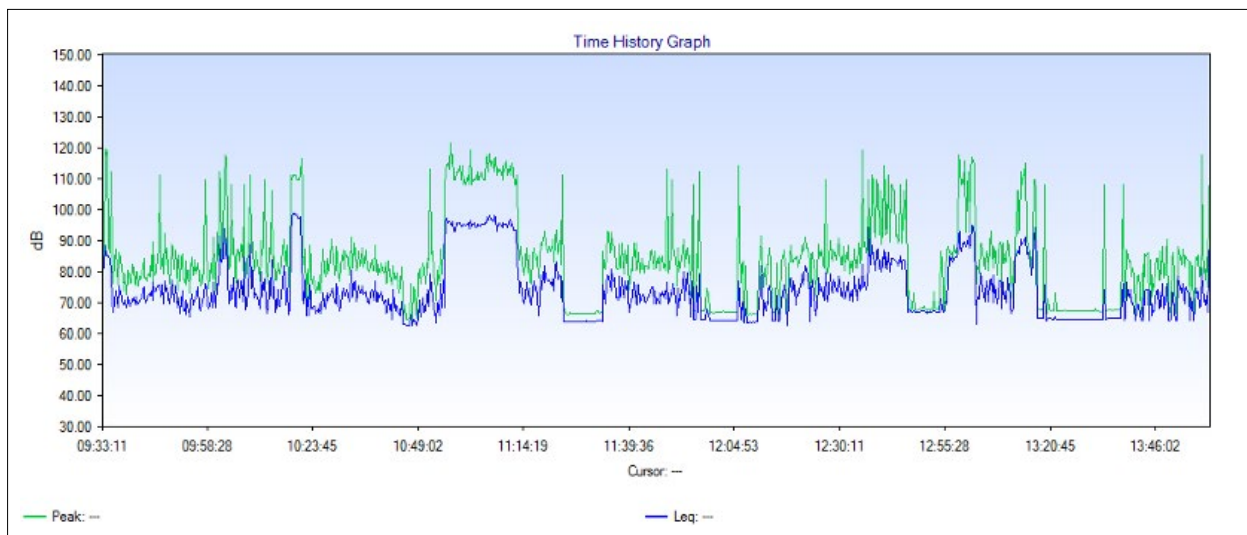
Kuva L5. Puhaltimo LD15 klo 9.19-13.39, LAeq = 87 dB ja LCpeak = 131 dB



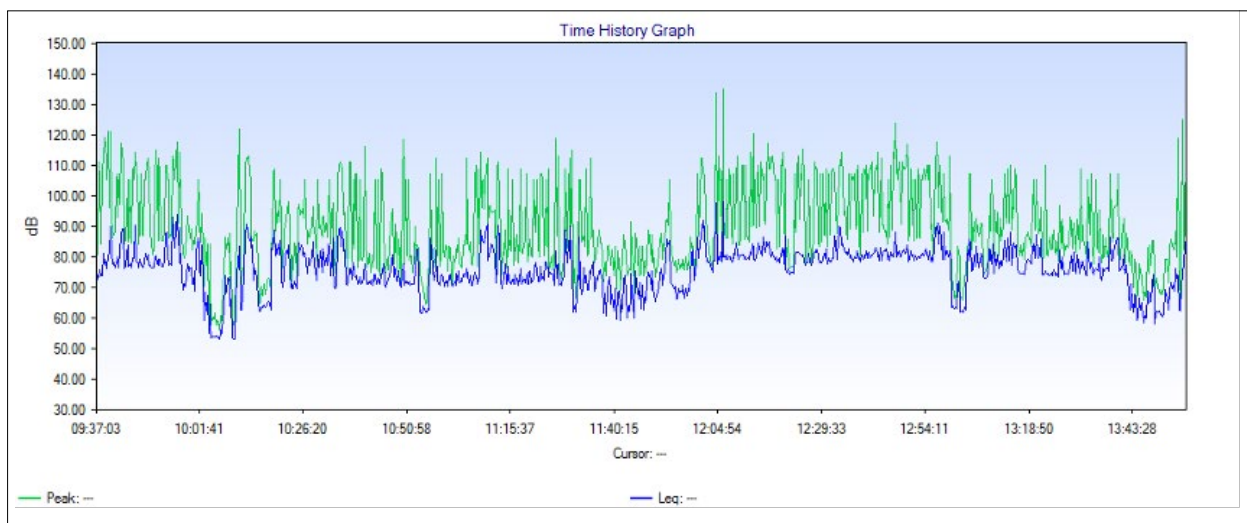
Kuva L6. Sulatus LD6 klo 9.26-14.45, LAeq = 81 dB ja LCpeak = 126 dB



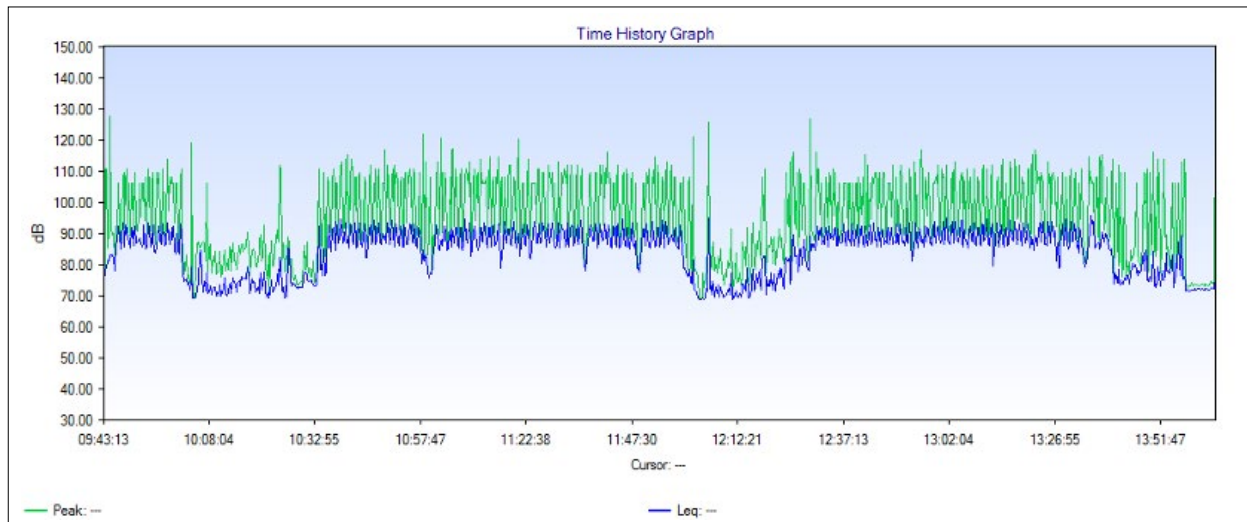
Kuva L7. Color LD9 klo 9.29-13.52, LAeq = 81 dB ja LCpeak = 128 dB



Kuva L8. Pakkaamo LD33 klo 9.33-13.58, LAeq = 85 dB ja LCpeak = 122 dB



Kuva L9. Pakkaamo LD8 klo 9.37-13.56, LAeq = 81 dB ja LCpeak = 135 dB



Kuva L10. Elisa LD11 klo 9.43-14.04, LAeq = 88 dB ja LCpeak = 128 dB



Esa Nousiainen, Anu Järvensivu, Katri Otonkorpi-Lehtoranta ja Rauno Pääkkönen

Teollisuuden työpaikkojen ääniympäristön ratkaisukeskeinen kehittäminen,  
tunnus 210083

ISBN 978-952-456-436-6

ISSN 2343-0664 (painettu)

ISSN 2343-0672 (verkkajulkaisu)

Humanistinen ammattikorkeakoulu julkaisuja, 156.

© Tekijät ja Humanistinen ammattikorkeakoulu, 2023, Helsinki