



samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

NIKO PYRRÖ

Hitsaamon melunvaimennuksen hankinnan suunnittelu

TUOTANTOTEKNIIKAN JA TUOTANTOTALOUDEN KOU-
LUTUSOHJELMA

2023

Tekijä(t) Pyrrö, Niko	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Kesäkuu 2023
	Sivumäärä 44	Julkaisun kieli Suomi
Julkaisun nimi Hitsaamon melunvaimennuksen hankinnan suunnittelu		
Tutkinto-ohjelma Tuotantotekniikan ja tuotantotalouden tutkinto-ohjelma		
Tiivistelmä Dinolift Oy rakennutti vuonna 2022–2023 uuden tehdaslaajennusosan. Kesällä 2022 lähdettiin pohtimaan melua laajennusosassa ja tarvitseeko sitä vaimentaa rakennuksen korkeuden vuoksi. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää toimeksiantajan uudessa tehdaslaajennusosassa toimivan hitsaamon työntekijöiden altistuminen melulle ja selvittää työntekijöiden korviin kantautuvat melutasot. Melualtistuman mahdollisuus selvitettiin melutasomittauksien avulla ja näiden melutasomittauksien perusteella selvitettiin toimeksiantajayrityksen tuotantotilojen lisämelunvaimennuksen tarve ja hankinnan suunnittelu, myös tulevaisuutta ajatellen. Työ toteutettiin kvantitatiivisen eli määrällisen tutkimuksen ja kvalitatiivisen tutkimuksen eli laadullisen tutkimuksen yhdistelmänä. Opinnäytetyössä käsiteltiin valtioneuvoston asetusta työntekijöiden suojelemiseksi melulta, melun vaikutuksia työntekijöihin sekä esitellä melunvaimennusratkaisuja, jotka voisivat olla sopivia toimeksiantajan tiloihin. Valtioneuvoston asetusta 85/2006 noudattaen tehtyjen melutasomittauksien perusteella päädyttiin lopputulokseen, että lisä meluvaimennukselle ei ole tarvetta, mutta työntekijöiden on käytettävä tehtaassa uudessa hitsaamossa laajennusosassa kuulosuojamia ja suositeltavaa olisi toteuttaa äänitasomittauksia tasaisin väliajoin.		
Avainsanat Melunvaimennus, melu, hitsaamo, suunnittelu, hankinta		

Author(s) Pyrrö, Niko	Type of Publication Bachelor's thesis	Date June 2023
	Number of pages 44	Language of publication: Finnish
Title of publication Planning for the procurement of noise reduction for the welding shop		
Degree programme Industrial management and engineering		
Abstract <p>Dinolift Oy built a new factory extension in 2022-2023. In the summer of 2022, the noise in the extension was taken into consideration regarding whether it needs to be dampened due to the height of the building.</p> <p>The purpose of the thesis was to find out the noise exposure of the workers in the welding factory operating in the client's new factory extension and to find out the noise levels reaching the ears of the workers. The possibility of exposure was determined using noise level measurement. Based on the noise level measurement results, the commissioning company's need for additional noise reduction in the production facilities was assessed, keeping future use in mind.</p> <p>The work conducted as a combination of quantitative research and qualitative research.</p> <p>The thesis dealt with the government decree to protect employees from noise, the effects of noise employees, and presented noise reduction solutions that could be suitable for the client's premises.</p> <p>Based on the noise level measurements made in compliance with Government Regulation 85/2006, it was concluded that there is no need for additional noise reduction. The workers, however, must wear hearing protection in the new welding shop extension of the factory, additionally, it would be advisable to conduct sound level measurement at regular intervals.</p>		
Keywords Noise reduction, noise, welding plant, planning, acquisition		

SISÄLLYS

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT	5
1 JOHDANTO.....	7
2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS.....	9
3 TUTKIMUSONGELMA JA -TAVOITE.....	10
3.1 Tutkimusongelma.....	10
4 TOIMEKSIANTAJA.....	11
4.1 Uuden hitsaamon laajennushanke.....	11
5 VALTIONEUVOSTON ASETUS TYÖNTEKIJÖIDEN SUOJELEMISEKSI MELULTA	13
5.1 Meluntorjunta.....	15
6 MELU	17
7 MELUN VAIKUTUKSET.....	21
7.1 Kuulonalenema	23
8 MELUNVAIMENNUS.....	26
8.1 Melunvaimennuksen suunnittelu	30
8.2 Melunvaimennus seinämät	30
8.3 Absorboivat materiaalit	33
8.4 Kysely melunvaimennuksista	34
8.5 Toteutettu melunvaimennus.....	35
9 MELUKARTTA.....	37
10 MELUTASOMITTAUS	39
10.1 Tutkimuksen melutasomittaukset.....	40
11 POHDINTA JA YHTEENVETO.....	44
LÄHTEET	
LIITTEET	

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

Absorptio	Absorptiolla tarkoitetaan pintamateriaalin ominaisuuksia, jossa ääni imeytyy melunvaimennukseen. Absorptio useasti sekoitetaan äänenvaimennukseen.
dB	Desibeli. Äänenvoimakkuuden sekä melutason mittaussyksikkö. Logaritminen yksikkö, joka ilmaisee äänenpainetason suhteessa vertailupisteeseen.
Hz	Hertsi. Taajuuden yksikkö 1/s. Yksi hertsi tarkoittaa taajuutta, jossa jaksonaika on yhden sekunnin.
Huoneakustiikka	Huoneakustiikalla tarkoitetaan äänen käyttäytymistä tilassa, jossa ääntä tuotetaan, huoneakustiikan keskeinen tunnus on jälkikaiunta-aika.
Jälkikaiunta-aika	Jälkikaiunta-ajalla tarkoitetaan kaikuisuuden ja äänenvaimennuksen tehokkuuden mittaamisen yksikkö. Jälkikaiunta-aika on aika, jonka kuluessa äänenpainetaso laskee huonetilassa 60 desibeliin.
LA05-LA95	Prosentuaalinen A-painotettu äänenpainetaso. LA01 edustaa ylitettyä melutasoa 1 % mittausjaksosta ja LA99 edustaa ylitettyä melutasoa 99 % mittausjaksosta.
LAm _{ax}	Maksimi A-painotettu äänenpainetaso. Jakson aikana mitattu korkein A-painotettu äänitaso.
LAm _{in}	Minimi A-painotettu äänenpainetaso. Jakson aikana mitattu alhaisin A-painotettu äänitaso.

Leq/LAeq	Keskiäänitaso eli vakio melutaso, joka johtaisi saman kokonaisäänienergian tuottamiseen tietyn ajanjakson aikana. Tulee englannin kielen sanoista Equivalent Continuous Pressure Level. Ekvivalenttinen jatkuva A-painotettu äänenpainetaso.
Pa	Pascal. Äänenpaineen yksikkö.

1 JOHDANTO

Nyky-yhteiskunnassa melunvaimennuksesta on tullut kriittinen kysymys, sillä melu on noussut yhä yleisemmäksi ihmisten terveyteen ja hyvinvointiin vaikuttavaksi ongelmaksi ja se on jatkuvasti läsnä. Melu on laajalle levinnyt ongelma kaikkialla maailmassa ja se vaikuttaa kaikkiin ihmisiin. Arvioidaan, että noin 480 000 työntekijää altistuu alemman toiminta-arvon ylittävälle melulle eli yli 80 desibelin melulle ja noin 190 000 työntekijää altistuu ylempään toiminta-arvon eli yli 85 desibelin melulle.

Mitä melu sitten on? Melu voidaan määritellä ei toivotuksi tai epämiellyttäväksi ääneksi, joka syntyy eri lähteistä, kuten liikenteestä, teollisesta toiminnasta, rakennustyömaista, musiikista ja ihmisten/työnteon äänistä. Pitkäaikainen altistuminen korkealle melutasolle vaikuttaa haitallisesti ihmisten terveyteen mukaan lukien kuulon heikkeneminen, stressi, unihäiriöt ja kognitiiviset häiriöt. Siksi melusta on tullut merkittävä ympäristöongelma, joka pitää huomioida (European Environment Agency, 2020.)

Huomioimisen helpottamiseksi Suomessa valtioneuvosto on laatinut asetuksen 85/2006 työntekijöiden suojelemisesta melun aiheuttavilta vaaroilta ja tämän opinnäytetyön tutkimukset on pohjattu suurimmalta osin tähän asetukseen.

Opinnäytetyön toimeksiantajana on toiminut Dinolift Oy. Dinolift Oy:n toimipaikka sijaitsee Loimaan Raikkolassa, joka sijaitsee noin 9 kilometrin päässä Loimaan keskustasta. Dinolift valmistaa korkealaatuisia, kevyen luokan henkilönostimia turvalliseen ja tehokkaaseen korkealla tapahtuvaan työskentelyyn.

Tässä opinnäytetyössä olemme keskittyneet Dinolift Oy:n Raikkolan tehtaan yhteyteen rakennettuun virtaustehokkaampaa tuotantoa varten rakennetun uuden hitsaamolaajennusosan melunvaimennuksen hankinnan suunnitteluun.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on ollut tutkia melua, perehtyä melun syihin ja melun aiheuttamia vaikutuksia työntekijöiden terveyteen ja hyvinvointiin, perehtyä valtioneuvoston asetukseen 85/2006 työntekijöiden suojelemisesta melun aiheuttavilta vaaroilta sekä perehtyä erilaisiin melunvaimennusratkaisuihin, joilla voidaan lieventää ja edesauttaa melun vähentymistä toimeksiantajan tiloissa, erityisesti hitsaamossa.

Tutkimuksen pääpainopisteinä on ollut perehtyä meluun ja valtioneuvoston asetukseen 85/2006, tunnistaa melunlähteet melutasomittauksien ja melukarttojen avulla,

analysoida niiden tuloksia, arvioida melutasomittauksien avulla hankittujen melunvaimennusratkaisujen riittävyys ja suunnitella näiden pohjalta tarvittavia jatkotoimenpiteitä tai meluvaimennusmenetelmiä sekä tarvittaessa tehdä ehdotus toimeksiantajalle sopivasta ratkaisusta melutasojen vähentämiseksi toimeksiantajan tuotantotiloissa. kuvassa 1. tutkimuksen pääpainopisteet.



Kuva 1. Opinnäytetyön tarkoitus (Pyrrö, 2023)

2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

Tämä opinnäytetyö koskee teollisuuden tehdastyöturvallisuutta ja se liittyy työsuojeluun ja meluun sekä sen estämiseen työntekijöiltä. Tutkimuksen aineiston keruutapana on päädytty käyttämään laadullisen eli kvalitatiivisen ja määrällisen eli kvantitatiivisen tutkimusmenetelmän yhdistelmää.

Kvantitatiivisella tutkimuksella eli määrällisellä tutkimuksella tarkoitetaan tutkimusta, jossa ollaan kiinnostuneita luokitteluista, vertailuista tai numeerisista tuloksista. Kvantitatiiviseen tutkimuksen tyypillisiä aineistonkeruumenetelmiä on kyselyt, etänä toteutetut haastattelut ja kokeelliset tutkimukset (Heikkilä, 2014; Jyväskylän yliopisto, 2021, -a.)

Kvalitatiivisella eli laadullisella tutkimuksella tarkoitetaan tieteellisemmän tutkimuksen menetelmäsuuntausta, missä keskitytään laatuun tai sen ominaisuuksiin. Kvalitatiivisen tutkimuksen tyypillisiä aineistonkeruumenetelmiä on lähihaastattelut, osallistuva havainnointi sekä valmis data (Heikkilä, 2014; Jyväskylän yliopisto, 2021, -b.)

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut kartoittaa melunvaimennuksen tarve toimeksiantajayrityksen tehdaslaajennushitsaamon tiloihin. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Cepro:n melunvaimennusseinämien riittävyys ja selvittää lisämelunvaimennuksen tarve suorittamalla melutasomittauksia melukartan avulla. Opinnäytetyössä käsitellään melua, melusta aiheutuvia vahinkoja, melunvaimennusta sekä melukarttojen valmistelua.

3 TUTKIMUSONGELMA JA -TAVOITE

3.1 Tutkimusongelma

Tämän opinnäytetyön tutkimusongelmana on ollut Dinolift Oy:n uuden laajennusosa hitsaamon melu ja melunvaimennuksen tarpeen arviointi sekä melunvaimennuksen hankinnan suunnittelu. Olemme lähteneet määrittämään tutkimusongelmaa seuraavan tutkimuskysymyksen avulla:

- Riittääkö jo hankittu melunvaimennus?

Vastauksia tutkimusongelmaan on haettu toimeksiantajayritys Dinolift Oy:n uudessa laajennusosasta laaditun melukartan ja tehtyjen melutasomittauksien avulla sekä vertaamalla melutasomittauksia valtioneuvoston asetukseen 85/2006. Lainsäädännön toiminta-/raja-arvoja ja tehtyjä mittaustuloksia on tulkittu empiirisenä tutkimuksena.

Opinnäytetyölle asetetut tavoitteet:

- Määritellä tehdaslaajennus hitsaamon melutasot pohjakuvaan jaoteltujen sektorien ja piirretyn melukartan avulla.
- Suorittaa melutasomittaukset tehdaslaajennuksessa ja määritellä sektorit melukartaan sekä kirjata nämä taulukkoon.
- Määritellä hitsaamon melukartan avulla sektorit, joissa melutasot mahdollisesti ylittävät valtioneuvoston asetuksen määrittämät raja-arvot.
- Suunnitella tutkimuksen perusteella määriteltyjen oikeanlaisten melunvaimennusten hankinta melukartan sektoreille, joilla melutasomittaukset osoittivat olevan liikaa melua valtioneuvoston asetukseen peilaten

4 TOIMEKSIANTAJA

Toimeksiantajana tässä opinnäytetyössä toimii Dinolift Oy. Toimeksiantaja yritys Dinolift Oy on vuodesta 1974 asti toiminut perheyritys, joka työllistää tällä hetkellä yli 200 henkeä. Yrityksen päätoimipaikka sijaitsee Varsinais-Suomen Loimaalla noin yhdeksän kilometrin päästä Loimaan keskustasta (Dinolift, n.d; Finder, n.d.; Loimaan lehti, 2021, -a.)

Yrityksen liikevaihto on vuonna 2021 ollut 39,5 miljoonaa euroa ja yrityksen vienti tuotannosta on noin 85 %. Vientiä on yli 40 maahan ja päävientikohteita on Saksa, Pohjoismaat sekä Yhdysvallat (Dinolift, n.d; Finder, n.d.; Loimaan lehti, 2021, -b.)

Dinolift valmistaa korkealaatuisia työskentelykorkeudelta 10,5–28 metrissä tapahtuvaan työskentelyyn tarkoitettuja kevyitä henkilönostimia. Dinolift Oy:lle on myös myönnetty Avainlippu-tunnus. Avainlippu-tunnuksen saa suomalaiset yritykset, joiden kotimaisuusaste on vähintään 50 prosenttia, ja sillä kunnioitetaan kotimaista työtä (Dinolift, n.d; Finder, n.d.; Loimaan lehti, 2021, -c.)

4.1 Uuden hitsaamon laajennushanke

Dinolift toimi aiemmin kolmessa eri toimipaikassa Loimaalla, toimipaikkoina Kurittulan tehdas, Seppälän tehdas ja Raikkolan tehdas. Dinolift Oy:n päämääränä on ollut saada kaikki laitevalmistuksen toiminta yhden katon alle yhteen toimipisteeseen yrityksen Raikkolan tehtaalle. Seppälän tehdas kuitenkin jää vielä laajennuksen myötä prototyyppi- ja huoltotoiminta käyttöön (Loimaan Lehti, 2021, -d.)

Dinolift Oy on virtaviivaistanut tuotantoa ja valmistanut Raikkolan tehtaan yhteyteen vuoden 2022 aikana täysin uuden noin 3000 neliön laajennusosan, joka toimii hitsaamona. Hitsaamon toiminta siirtyi noin viiden kilometrin päähän Dinolift Oy:n Kurittulan tehtaalta lopullisesti alkuvuodesta 2023 (Loimaan Lehti, 2021, -e.)

Laajennushankkeen tarkoituksena on hitsaamon sijainnin muun tehtaan ohessa lyhentää nostinten valmistusaikaa ja pienentää hiilijalanjälkeä, koska uuden hitsaamon myötä Kurittulan ja Raikkolan välinen kuorma-autoliikenne poistuu. Kuvassa 2 Dinolift Oy:n Raikkolan uusi laajennusosa kuvattuna heinäkuussa 2022, kun seinät olivat

jo pystytetty, mutta hitsaamon muutto ei ollut vielä tehty eikä hitsaamo ollut toiminnassa (Loimaan Lehti, 2021, -f.)



Kuva 2. Dinolift Oy:n Raikkolan tehtaan laajennusosa (Pyrrö, 2022)

5 VALTIONEUVOSTON ASETUS TYÖNTEKIJÖIDEN SUOJELE- MISEKSI MELULTA

Melu määritellään Suomessa työsuojelun asetuksen 85/2006 mukaan kuulolle haitalliseksi ääneksi, joka on sen kuulijalle häiritsevää sekä epämiellyttävää. Kova melu voi pitkäkestoisessa altistuksessa aiheuttaa heikentyneen kuulon, olla haitallista keskittymiskyvylle ja tällöin melulle altistunut kuulija ei välttämättä kuule tai ymmärrä sanottua. Melu voi myös aiheuttaa työn suorittajalle virheitä (Työsuojelu, 2022; Valtioneuvoston asetus, 2006, -a.)

Todettujen työmelun aiheuttamien kuulovaurioiden ja työtaturmien vuoksi valtioneuvosto on säätänyt asetuksen 85/2006 työntekijöiden suojelemisesta melulta aiheutuvilta vaaroilta. Asetus 85/2006 on kumonnut asetuksen 1404/1993 ja astunut voimaan helmikuun 15. päivä vuonna 2006. Asetusta sovelletaan EU:ssa (Euroopan Unioni) ja kaikkia jäsenmaita koskevan meludirektiivin 2003/10/EY pohjalta säädettyä työturvallisuuslakia 738/2002 soveltavaan työhön ja työhön missä työntekijällä on mahdollista altistua työstä aiheutuvalla melulla tai siitä aiheutuvilla vaaroilla tai haitoilla. Asetuksen melualtistuman määrittäminen on laadittu kansainvälisen ISO 1999:2013 standardin pohjalta (Työsuojelu, 2022; Valtioneuvoston asetus, 2006, -b.)

Asetuksessa määritellyllä C-painotetulla huippulukemalla tarkoitetaan äänitasomittarin C-painotettua huippulukemaa eli niin sanottua melupiikkiä ja asetuksen päivittäisellä melualtistuksella A-painotetun äänitason tasoa, joka saadaan 8 tunnin työpäivän aikana työntekijöitä altistavasta melusta impulssimelu mukaanluettuna.

Asetuksen viikoittaisella melualtistuksella tarkoitetaan viiden työpäivän mukaan laskettua keskimääräistä joka työpäivä tapahtuvaa melualtistusta. Asetuksen 4§:ssä on määritelty melualtistuksen ja huippupaineen alempi/ylempi toiminta-/raja-arvo, ja niiden nojalla päivittäisen melualtistuksen alempi toiminta-arvo on määritelty korkeintaan 80 desibeliin ja ylempi toiminta-arvo LAeq on määritelty korkeintaan 85 desibeliin (Työsuojelu, 2022; Valtioneuvoston asetus, 2006, -c.)

Asetuksen 4§:n momentissa 1 päivittäisen huippupaineen alempi toiminta-arvo on asetuksen mukaan määritelty 112 Pascaliin, joka desibeleiksi muutettuna tarkoittaa 135 dB ja ylempi toiminta-arvo taas on määritelty 140 Pa joka desibeleiksi muutettuna on 137 dB. Asetuksen neljännen pykälän momentissa 2 on määritelty päivittäisen

melualtistuksen raja-arvoksi 87 dB ja äänen huippupaineen arvoksi 200 Pa joka desibeleiksi muutettuna on 140 desibeliä (Työsuojelu, 2022; Valtioneuvoston asetus, 2006, -d.)

Päivittäisellä melualtistuksella neljännen pykälän 2 momentissa tarkoitetaan arvoja, joissa on otettu huomioon myös kuulosuojaimet. Asetuksessa on myös säädetty, että työssä asianmukaisesti perustelluissa olosuhteissa, joissa työntekijän päivittäinen melualtistus vaihtelee huomattavasti työpäivästä toiseen, voidaan 4 pykälässä säädettyjä raja-arvoja sovellettaessa käyttää päiväarvon sijaan viikkoarvoa, jos riittävällä seurannalla osoitettu viikoittainen melualtistus ei ylitä altistumisen raja-arvoa 87dB ja että työhön liittyvät vaarat ja haitat pidetään mahdollisimman pieninä. (Valtioneuvoston asetus 85. 2006. -e.)

Asetuksen pykälissä 6 ja 7 on säädetty työnantajan velvollisuus selvittää mahdollinen työntekijöiden altistuminen melulle ja selvitettävä sen aiheuttavat tekijät.

Työnantajan on myös arvioitava ja tarpeen vaatiessa tehtävä työntekijän altistumiseen liittyvät mittaukset ja mittaustuloksia arvioitaessa on otettava huomioon mittausten mahdolliset epätarkkuudet. (Valtioneuvoston asetus 85. 2006.-f.)

Asetuksen 8§:ssä sanotaan, että melualtistuman mittaus ja arviointi on suoritettava hyväksyttävästi ja mittaus/-menetelmien voidaan uusia tarpeen vaatiessa. Mittauksen arvioinnin suorittaa työterveyshuollon taho tai muu mittaukseen kyvykäs asianmukainen henkilö. Mittauslaitteiston ja mittausmenetelmien on oltava soveltuvia mittaamaan huippupainetta ja päivittäistä sekä viikoittaista melualtistusta.

Asetuksen 8§:n mukaan mittaukseen vaadittavien laitteiden ja käytettävien menetelmien on oltava soveltuvia 3§:ssä mainittujen äänen huippupaineen, päivittäisen/viikoittaisen melualtistuksen määrittelemiseen sekä toteamaan, onko 4§:ssä säädettyjä arvoja ylitetty. Asetuksen pykälässä 8 mainitaan lisäksi, että melualtistumisen mittaamisessa tulee kiinnittää erityisesti huomiota mitattavassa tilassa mitattavan melun ominaisuuksiin, tilassa tapahtuvan altistumisen ajalliseen keston ja mitattavaan työympäristöön sekä äänitasomittauslaitteiden ominaisuuksiin (Valtioneuvoston asetus. 2006. -g.)

Asetuksen 13§:ssä on säädetty, että mikäli työntekijöiden melualtistukset ylittävät 4§ ensimmäisessä momentissa säädetyn alemman toiminta-arvon 80 desibeliä, työnantajan tulee, huolehtia työntekijälle henkilökohtaiset kuulosuojaimet ja mikäli työntekijän

altistuminen melulle vastaa tai ylittää 4 pykälän ensimmäisessä momentissa säädetyn ylemmän toiminta-arvon $L_{Aeq:n}$ (85dB), työnantajan tulee huolehtia työntekijälle henkilökohtaiset kuulosuojaimet ja huolehdittava, että työntekijä käyttää niitä. Asetuksen pykälässä 13§ on myös säädetty, että työnantajan tulee merkitä ja rajata asianmukaisesti alueet, joissa työntekijöiden on mahdollista altistua pykälässä 4 säädetyn ylemmän toiminta-arvon $L_{Aeq:n}$ (85dB) ylittävälle melulle. Asetuksen pykälässä 14§ on asetettu toimenpiteet raja-arvon ylittyessä. Asetuksessa on säädetty, että mikäli työntekijän altistuminen melulle ylittää pykälän 4§ toisessa momentissa säädetyn päivittäisen melualtistuksen raja-arvon 87 desibeliä on työnantajan välittömästi ryhdyttävä toimenpiteisiin, joilla altistuksen taso saadaan alle raja-arvon. (Valtioneuvoston asetus. 2006. -h)

5.1 Meluntorjunta

Valtioneuvoston asetuksen 85/2006 15§:ssä on säädetty meluntorjuntaohjelman laatimisesta. Asetuksen pykälässä 15§ sanotaan, että mikäli työntekijän melualtistus ylittää 85 desibeliä, työnantajan on laadittava ja toimeenpantava tavoitteeltaan melualtistusta vähentävä meluntorjuntaohjelma, jossa kiinnitetään huomiota asetuksen 12§ pykälän tekijöihin melualtistuksen ennaltaehkäisyssä ja vähentämisessä. Asetuksen pykälän 12§ huomioitavat tekijät ovat:

- Menetelmät, joilla melualtistusta saadaan pienemmäksi
- Työsuunnittelu niin, että melualtistus vähenee tai keskeytyy ajoittain
- Laitteisiin liittyvien järjestelmien ym. huolto-/kunnossapito-ohjelma
- Työpisteiden jaottelu melualtistusta vähentävällä tavalla
- Melualtistuksen vähentäminen kouluttamalla työntekijät työvälineiden turvalliseen oikeanlaiseen käyttötapaan
- Tuotantotilojen päivittäminen melua eristävillä materiaaleilla
- Melualtistuksen keston ja voimakkuuden rajoittaminen
- Päivittää työvälineet niin, että niiden melualtistusriski on pienempi

Lisäksi työnantajan tulee ottaa huomioon työntekijöiden taukotilan olosuhteet niin, ettei melualtistusta tule. Työnantajan tulee määrittää myös meluntorjuntaohjelman keinoille tavoiteaika melualtistusriskin perusteella, ja meluntorjuntaohjelman toimet tulee

toteuttaa tavoiteaikaan mennessä (Valtioneuvoston asetus 85,2006, -f; Meluntorjunta, Työsuojelu, 2020).

6 MELU

Ääni on ihmisille jokapäiväistä ja kuuluu elämään, mutta kun ääni muuttuu meluksi sillä voi olla haitallisia vaikutuksia sen kuulijan henkiseen ja fyysiseen terveyteen. Ihmisten ongelmana on, etteivät he tunnista työpaikalla syntyvien melusaasteiden syitä ja vaikutuksia vakavaksi terveysongelmaksi.

Maailman Terveysjärjestön (WHO) mukaan melu on yksi vakavimmista terveysuhkista ja he määrittelevät yli 65 desibelin melun melusaasteeksi. Tutkimuksia tarkemmin katseltuna melusta tulee haitallista, kun se ylittää 75 desibeliä ja melu muuttuu sen kuulijalle tuskalliseksi, kun melu nousee yli 120 desibeliin. Tästä syystä WHO suosittelee, että melutaso pidettäisiin päivällä alle 65 desibelissä, ja yöllä melutason olisi oltava alle 30 desibeliä, jotta yöuni olisi tarpeeksi levollinen (Iberdola, Noise pollution, n.d, -a.)

Kuitenkaan kaikkea ääntä ei pidetä meluna, esimerkiksi musiikkikonsertissa melutaso voi olla yli 90 desibeliä ja sen kuulija ei koe sen häiritsevän koska pitää siitä alitajuisesti. Euroopan ympäristöviraston tilastojen mukaan melu aiheuttaa jopa 16600 ennen aikaista kuolemaa ja melun vaikutuksesta syntyy yli 72000 sairaalahoitoa vaativaa tapausta vuodessa pelkästään Euroopassa (Iberdola, Noise pollution, n.d, -b)

Ääni on siis se mitä ihminen kuulee ja kun ääni muuttuu epämiellyttäväksi tai ei toivotuksi niin siitä tulee melua. Yksikään muu ympäristötekijä ei ole aiheuttanut yhtä paljon hämmennystä ympäristötekijän vaikutuksista teollisuuden työntekijöiden tehokkuuteen tai terveyteen kuin melu (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023; Muralikrishna V.M., Manickam V., 2017, -a.)

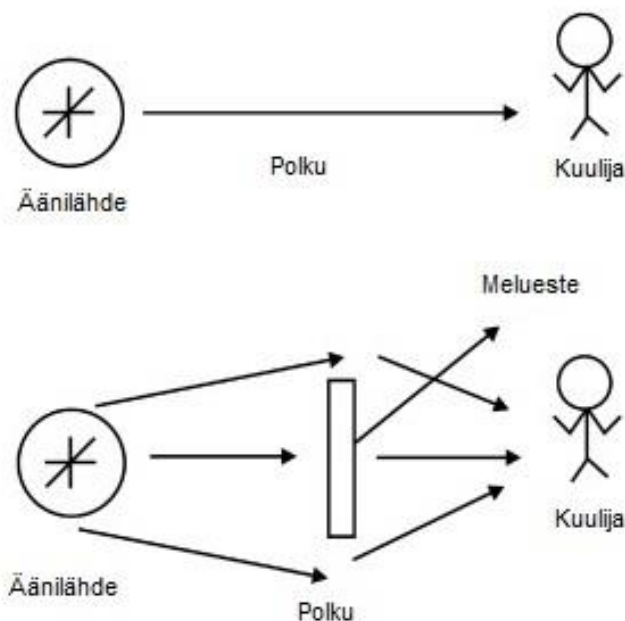
Ääni tai melu syntyvät prosesseista, jotka aiheuttavat esineiden värähtelyä, iskuja, edestakaista liikehdintää, kitkaa ja turbulenssia ilmavirroissa tai kaasuvirroissa ja näin se tulee saavuttamaan kuulijan korvan ilman aaltoina. Kun esine tärisee, se aiheuttaa hyvin pieniä muutoksia ilmanpaineessa ja nämä ilmanpaineen muutokset kulkevat aaltoina ilman läpi tuottaen ääntä. Näin korvan kuulomekanismi tunnistaa ääniaallot ja muuntaa ne tiedoiksi, jotka välittyvät aivoihin ja aivot tulkitsevat tiedon ääneksi (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023; Muralikrishna V.M., Manickam V., 2017, -b.)

Todella kovat äänet aiheuttavat myös erittäin pieniä paineenvaihteluita noin 1:10000 verrattuna ympäröivään ilmanpaineeseen. Korvan kuulomekanismi on tarpeeksi herkkä havaitsemaan pienimmätkin paineaallot, korvan herkkyyden vuoksi kova ääni voi myös vahingoittaa kuuloa. Melupäästöstandardeilla on vain epäsuora vaikutus hallitsemaan koneen tuottamaa epäsuorasti kulkevaa melua (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023; Muralikrishna V.M., Manickam V., 2017, -c.)

Melupäästöstandardeissa ilmoitetaan ainoastaan työtiloissa tapahtuvien äänitasojen suurimmat sallitut äänitasot. Suurin sallittu melutaso työntekijän korvissa ja sen altistumisaika eivät kuitenkaan liity suoranaisesti minkään koneen aiheuttamaan meluun, vaan ne ovat täysin riippuvaisia alueella tapahtuvasta kokonaisuudesta. Tästä syystä olisi hyvä rajoittaa melupäästöstandardit tai niiden tarkoitukset tuotekohtaisiin melupäästömääräyksiin (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023; Muralikrishna V.M., Manickam V., 2017, -d.)

Tätä on myös tutkittu, ja asiasta on raportoitu, että korkeat intensiteetit, korkeat taajuuudet ja ajoittainen melun luonne ovat työntekijöille haittatekijä, tämän kaltainen tilanne ei raporttien mukaan aiheuta ainoastaan fyysisiä ja psyykkisiä vahinkoja, vaan vaikuttaa myös negatiivisesti työntekijöiden tehokkuustasoihin ja heikentää tuotantoa sekä aiheuttaa tyytymättömyyttä työntekijöiden keskuudessa (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023; Muralikrishna V.M., Manickam V., 2017, -e.)

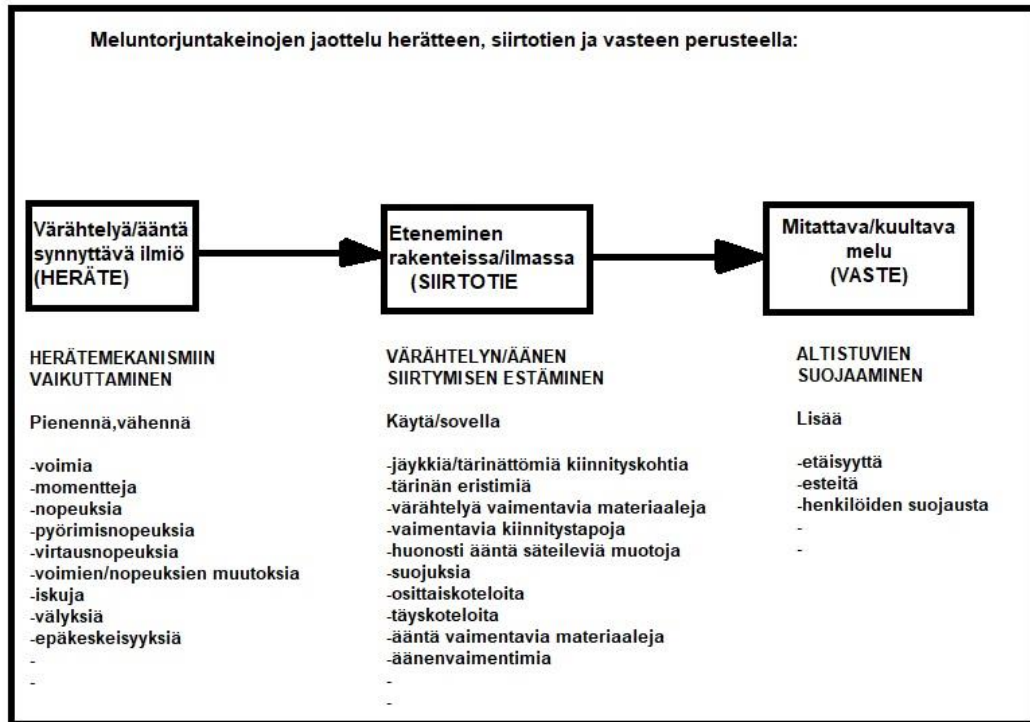
Työyhteisön reagointiin ja tällöin hyväksyttävien rajojen asettaminen työyhteisöalueille on hyvin vaikea määrittää asioihin liittyvien tekijöiden monimutkaisuuden ja monikantaisuuden vuoksi. Edellä mainituissa tapauksissa mitattu melu voidaan tuottaa yhdestä tai useammasta erilaisten koneiden yhdistelmästä, näitä olen havainnollistanut kuvan 3 avulla (Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2023; Muralikrishna V.M., Manickam V., 2017, -f.)



Kuva 3. Melun elementtien välinen vuorovaikutus (Muralikrishna & Manickam, 2017)

Saarisen & Tanttarin kirjassa työkoneiden melun vähentäminen -perusteet on käsitelty melun syntymisprosessia kolmiosaisena systeeminä, jonka keskiössä ovat heräte, siirtotie ja vaste. Herätteellä tarkoitetaan melun alkuun synnyttävää vaikutusta tai ilmiötä, siirtotiellä tarkoitetaan melun etenemiseen vaikuttavia materiaaleja ja vasteella mitattuuretta, josta ollaan kiinnostuneita, kun suunnitellaan melunvaimennusta. Vasteena mitataan yleisesti melun tai meluvärähtelyn voimakkuutta tietyissä pisteissä, perinteinen vasteen mittasuure on A-painotettu äänitaso (Saarinen & Tanttari, 1995, s. 11.)

Saarisen & Tanttarin kirjassa (1995, s.15) on myös havainnollistettu kuvassa 4 melunvaimennuskeinoja herätteen, siirtotien ja vasteen avulla. Kuvasta 4 voidaan havaita, että herätettä voidaan pienentää esimerkiksi porakoneen pyörimisnopeutta hiljentämällä, siirtotietä voidaan soveltamaa asemoimalla työkone tukevasti sellaiseen työpisteeseen ja vastetta voidaan käsitellä asemoimalla työpiste tuotannon tilaan, joka on mahdollista eristää muusta työtilasta melua vaimentavilla rakenteilla tehdyillä seinillä.



Kuva 4. Meluntorjuntakeinojen jaottelu (Saarinen & Tanttari, 1995)

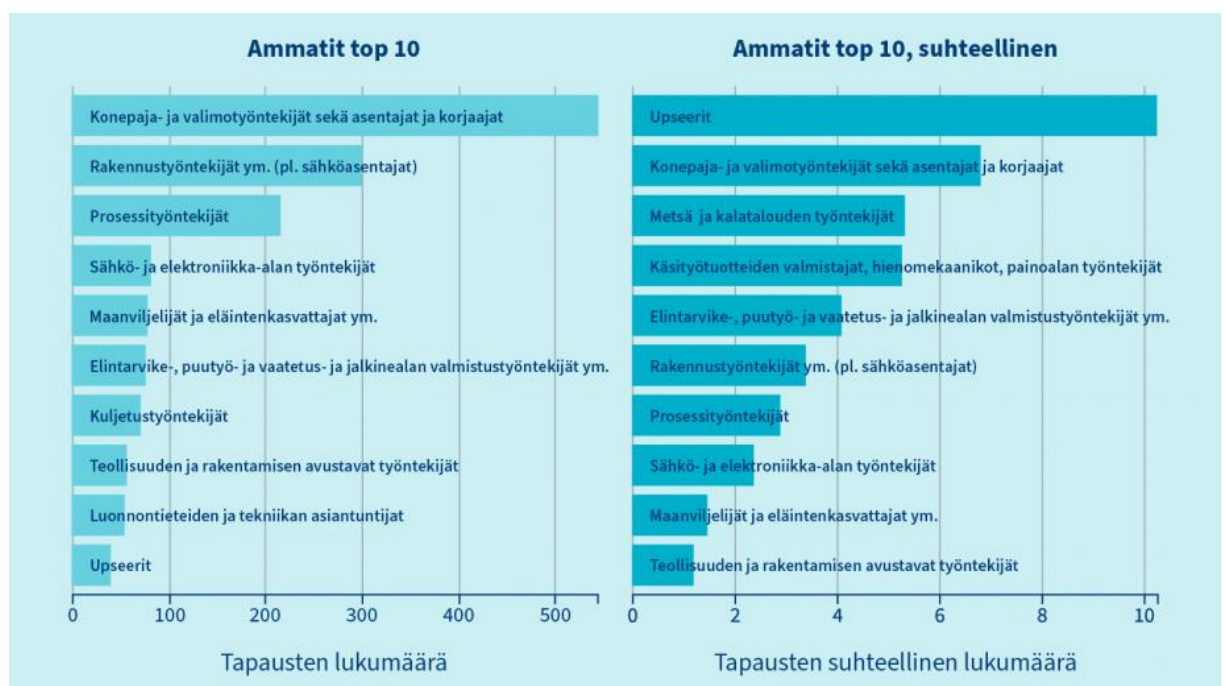
Hitsaamossa melua ei synnytä merkittävästi itse hitsaaminen, vaan melu syntyy hitsaamossa hitsaamisen ympärillä tapahtuvista toimenpiteistä kuten eri kokoisista kulmahiomakoneista, paineilmakarhennuksesta, paineilmalla puhdistuksesta, vasaroinnista ja taonnasta sekä muista vastaavista hitsaamon ympärillä tapahtuvista toimenpiteistä. Melutasomittauksia käsitellään hieman tarkemmin tämän työn kappaleessa 10 (Nousiainen ym., 2023.)

7 MELUN VAIKUTUKSET

Hyvällä kuulolla on yhteiskunnassa merkittävästi vaikutusta hyvään vuorovaikutukseen ihmisten kanssa ja terveiden ihmisten hyvään toimintakykyyn. Huonokuuloisia alkaa olemaan enemmän kaikissa ikäluokissa ja eläkeläisistä joka kolmannella arvioidaan olevan jonkinlainen kuulohäiriö ja suurimmalla osasta yli 75-vuotiaista ihmisistä kuulo on tutkimuksien mukaan heikentynyt merkittävästi. Uusimpien tutkimuksien selvityksen mukaan myös nuorten ihmisten keskuudessa huonokuuloisuus on yleistymässä (Kuuloliitto, n.d.)

Melulla voi olla työntekijälle monia psyykkisiä ja fyysisiä vaikutuksia, ja tutkimuksien mukaan se voi aiheuttaa muun muassa lihasjännitystä, päänsärkyä, ärtyneisyyttä, väsymystä ja korkeaa sykettä, joka puolestaan voi johtaa verenkierron sairauksiin sekä melu voi altistaa työntekijän tapaturma alttiimmaksi (Kylliäinen & Hongisto, 2007, s.10, -a.)

Tilastollisesti katsottuna melunaiheuttamista tapauksista voidaan havaita kuvasta 5, että suurin ryhmä kuulovauriotapauksista on tapahtunut teollisuudessa tai teollisuuden alihankintatyössä. Kuvasta 5 voidaan myös havaita, että suurin meluallistuman ja sen vaurioiden ryhmä konepaja työntekijät.



Kuva 5. Kuulovauriot (Kuuloliitto, n.d.)

Yksi kaikista vakavimmista ja yleisimmistä melun aiheuttama terveydelle haitallinen vaikutus on pysyvä ja välitön kuulovaurio. Kuulovaurioita voi tulla kenelle tahansa työntekijälle ikään ja sukupuoleen katsomatta, mikäli työntekijä altistuu työssään päivittäin erittäin voimakkaille impulssimaisille äänille (Kylliäinen & Hongisto, 2007, s.10, -b.)

Hiljaisemmat äänet taas voivat aiheuttaa työntekijälle muun muassa unihäiriöitä, koska meluisassa tehdasympäristössä työskentelyn on tutkimusten mukaan katsottu vaikeuttavan nukahtamista ja aiheuttavan muita nukkumiseen liittyviä ongelmia. Kylliäisen ym. mukaan myös puutteellisilla akustisilla ominaisuuksilla olevat olosuhteet voivat johtaa myös toisella tavalla terveydellisiin haittoihin: kovameluinen, erittäin kaikuisa tai liiallisesti meluvaimennettu tila pakottavat tilassa puhuvan korottamaan ääntään, jonka seurauksena puhujalle voi kehittyä äänihäiriö, jolloin hänellä on ongelmia tuottaa normaalia puheääntä (Kylliäinen & Hongisto, 2007, s.10, -c.)

Teollisuustiloissa työskenteleviin työntekijöihin kohdistuvien melujen haittavaikutukset voidaan jakaa viiteen ryhmään ja ne ovat:

- Eriasteiset kuulonheikkenemiset
 - Lyhyt-aikaiset kuulonheikkenemiset
 - esim. hetkellinen korvien soiminen tehdaskierroksen jälkeen
 - Pitkä-aikainen kuulonheikkeneminen
- Puheviestinnän häiriöt
 - Et kykene kommunikoimaan meluisassa ympäristössä niin selkeästi
- Häiriöt sekä työmukavuus ja työviihtyvyys
 - Työnteko häiriintyy meluisassa ympäristössä
- Fysiologiset vaikutukset
- Vaikutukset työsuoritukseen ja työturvallisuuteen
 - Meluisassa ympäristössä työhön keskittyminen vaikeutuu

Näiden seikkojen lisäksi meluntorjunnalla tai sen laiminlyönnillä saattaa olla suoria ja välillisiä kustannusvaikutuksia yrityksen liiketoiminnassa (Hongisto, 2011, s.9)

Hyvällä kuulolla on yhteiskunnassa merkittävästi vaikutusta hyvään vuorovaikutukseen kanssa ihmisten kanssa sekä terveiden ihmisten hyvään toimintakykyyn. Huonokuuloisia alkaa olemaan enemmän kaikissa ikäluokissa ja eläkeläisistä joka kolmannella arvioidaan olevan jonkinlainen kuulohäiriö ja suurimmalla osasta yli 75-vuotiaista ihmisistä kuulo on tutkimuksien mukaan heikentynyt merkittävästi. Uusimpien tutkimuksien selvityksen mukaan myös nuorten ihmisten keskuudessa huonokuuloisuus on yleistymässä (Kuuloliitto, n.d.).

7.1 Kuulonalenema

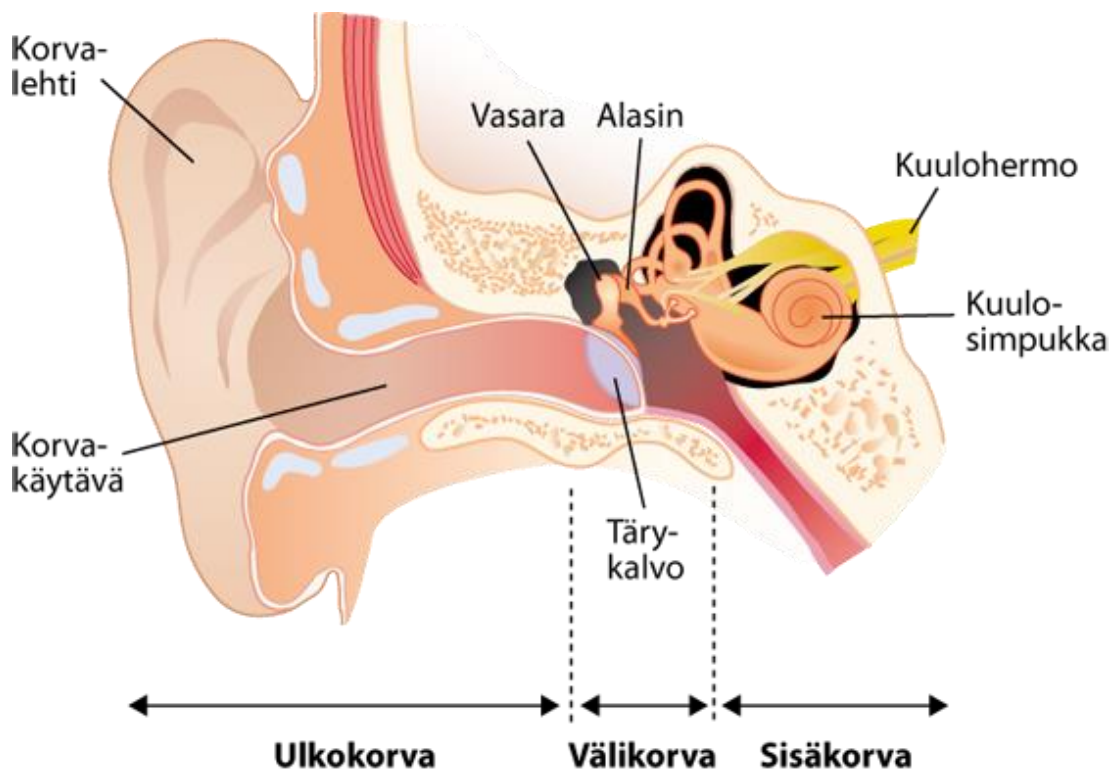
Kuulonalenemalla tarkoitetaan sitä, että tiettyjen äänien kuuleminen ei onnistu. Toisinaan kuulonalenema saattaa jäädä tilapäiseksi esimerkiksi kovan äänisen tehdaskierroksen jälkeen korvat saattavat soida jonkin aikaa ja tätä kutsutaan lyhytaikaiseksi kuulonalenemaksi. Yleensä pitkään meluisassa työympäristössä työskentelevän henkilön kuulonalenema on pysyvä, koska kuulemisen mahdollistavat mekanismit ovat vaurioituneet pysyvästi ja tätä voidaan kutsua pitkäaikaiseksi kuulonalenemaksi (Kuulonaleneman ymmärtäminen, n.d.)

Altistuminen melulle on yksi kuulohäiriöiden tärkeimpiä syitä. Tutkimuksien perusteella arvioidaan, että jopa noin 500 miljoonaa ihmistä voi saada melun aiheuttaman kuulonaleneman altistuttuaan melulle. Henkilön pitkäaikainen ja toistuva kovalle melulle altistuminen liittyy sisäkorvan sensoristen karvasolujen vaurioitumiseen ja pysyvän kuulokynnyksen siirtymän kehittymiseen ja ihmisten puheen huonoon ymmärrettävyyteen (Silwinska-Kowalska M. & Davis A., 2012, -a.)

Tutkimustuloksien perusteella on myös näyttöä siitä, että meluallistutus johtaa usein tinnitukseen, joka saattaa johtua keskuskuulotoiminnan muutoksista. Maailman aikuisväestössä meluallistutus voi myös vaikuttaa merkittävästi ihmisen elämänlaatuun ja muodostaa merkittäviä rajoituksia työntekijän kuulon kannalta kriittisissä töissä, mikä taas vähentää potentiaalisen työntekijän mahdollisuuksia työllistyä (Silwinska-Kowalska M. & Davis A., 2012, -b.)

Kuulonalenemat voidaan jaotella kolmeen yleiseen perusluokkaan ja ne ovat sensorineuraalinen kuulonalenema, konduktiivinen kuulonalenema sekä näiden sekoitus sekatyypin kuulonalenema.

- Sensorineuraalinen kuulonalenema
 - Sisäkorvan kuulosimpukassa on 25000 aistinsolua ja ne välittävät kuulemamme aivoihin. Sensorineuraalinen kuulonalenema eli sisäkorvavika on ihmisten keskuudessa yleisin kuulonaleneman muoto, se saattaa johtua henkilön ikääntymisestä, työntekijän toistuvalla altistumisella kovalle melulle, loukkaantumisista joko työssä tai vapaa-ajalla, sairaudesta, joistakin lääkkeistä tai ihmisen perinnöllisistä sairauksista. Sensorineuraalisen tyyppinen kuulonalenemaa ei yleensä ole mahdollista hoitaa niin lääketieteellisesti kuin myöskään kirurgisesti, kuitenkin hyvin monet ihmiset, joilla on todettu sensorineuraalinen kuulonalenema, hyötyvät kuulokojeista. Sensorineuraalinen kuulonalenema ilmenee yleensä, kun ihmisen sisäkorva tai kuulohermo vaurioituu jostakin syystä. Sensorineuraalinen kuulonalenema yleensä tapahtuu, kun jotkin ihmisen kuulosimpukan (Kuva 6) karvasoluista ovat vaurioituneet (Types of hearing loss: Sensorineural Hearing Loss, n.d.: Kuulo ja kuulovammat. n.d.).



Kuva 6. Kuulo ja kuulovammat (Kuuloavain.fi, n.d.)

- **Konduktiivinen kuulonalenema**
 - Ihmisen korva koostuu kolmesta osasta – ulkokorvasta, välikorvasta ja sisäkorvasta (Kuva 6). Konduktiivinen kuulonalenema eli johtumis-/välikorvavika syntyy ihmiselle niin, ettei mitkään kuultavissa olevat äänet eivät enää pääse syystä tai toisesta ihmisen ulko- ja välikorvan lävitse. Konduktiivisesta kuulonalenemasta kärsivän ihmisen voi olla hyvin vaikeaa kuulla pehmeitä ääniä sekä joillain taajuuksilla kuullut kovemmat äänet voivat vaimentua (American Speech-Language-Hearing Association, n.d, -a.)
 - Nykyaikaisen lääketieteen tai kirurgisen toimenpiteen avulla kuitenkin pystytään mahdollisesti korjaamaan konduktiivinen kuulonalenema. Yleisimpiä konduktiivisen kuulovaurion aiheuttavia syitä ovat - Nestettä välikorvassa, vilustuminen, jotkin allergiat tai korvatulehdus. (American Speech-Language-Hearing Association, n.d, -b.)

- **Sekatyyppin kuulonalenema**
 - Sekatyyppin kuulonalenema on kuten nimestä voidaan päätellä, molempien, niin sensorineuraalisen kuin myös konduktiivisen kuulonaleneman piirteitä sisältävä kuulonaleneman muoto. Tarkoittaen, että sekatyyppin kuulonalenemassa ulko- ja sisäkorva ovat vaurioituneet. Ulkokorva ei tällöin voi kunnolla johtaa ääntä sisäkorvaan, eikä sisäkorva pysty käsittelemään aivoihin lähetettävää ääntä. Ihmiset, jotka sairastuvat sekakuulovammaan saattavat kokea yleensä äänet erittäin pehmeinä sekä vaikeasti ymmärrettävinä. (What is mixed hearing loss, n.d.).

8 MELUNVAIMENNUS

Melunvaimennuksella tarkoitetaan prosessia, jolla pyritään vähentämään eri äänilähteiden tuottaman kovan äänen eli melun määrää ja pyritään minimoimaan epämiellyttäviä ääniä tietyissä ympäristöissä. Melun vähentäminen vaimentamalla on erittäin tärkeää työympäristölle monista syistä, mukaan lukien työntekijöiden työn laadun parantaminen ja ihmisten terveyden suojeleminen, etenkin kuulon (Better Health Channel, n.d.; Definitions & Translations, 2023; Hongisto 2011, -a.)

Erilaisia menetelmiä ja melunvaimennusratkaisuja teollisuustuotantomelun pienentämiseksi on paljon. Paras lähestymistapa on täysin tapauskohtaista, ja se on tuotannon tilanteesta sekä ympäristöstä riippuvainen. Melunvaimennuksessa voidaan joissakin tapauksissa käyttää ratkaisuna ääntä vaimentavista materiaaleista kuten akustisesta vaahdosta tai lasikuitueristeestä valmistettuja paneeleita/seinämiä, melunvaimennuksessa voidaan myös käyttää melua vaimentavaa tekniikkaa esimerkiksi vastamelukkuulokkeita tai kuulosuojaimia (Better Health Channel, n.d.; Definitions & Translations, 2023; Hongisto 2011, -b.)

Melunvaimennuksella voidaan tarkoittaa esimerkiksi sitä, että tehdastiloihin lisätään tuotantotilojen sisäpintojen absorptiokykyä parantavia äänenvaimennusmateriaaleja/rakenteita, jolloin tehdasrakennuksen tai käytössä olevien työkoneiden pinnat heijastaisivat mahdollisimman vähän ääntä tehdastyöympäristöön. Melunvaimentimina käytetään yleensä materiaaleja ja rakenteita, joilla on mahdollisimman suuri kyky muuttaa ääniaaltojen tuottama liike-energia toiseen vähemmän melua synnyttävään energiamuotoon, mutta kuten aiemmin mainittiin, että melunvaimennuksena voidaan käyttää myös kuulosuojaimia tai työympäristöön hyväksytyjä vastamelukkuulokkeita (Better Health Channel, n.d.; Definitions & Translations, 2023; Hongisto 2011, -c.)

Melunvaimennuksen tarkoituksena on parantaa tuotantotilojen akustiikkaa poistamalla ääniaaltojen heijastumia, tällöin tilojen melutasot laskevat ja jälkikaiunta-aika lyhenee. Absorptiokykyiset huoneakustiikkaa parantavat melunvaimentimet kiinnitetään yleisesti tuotantotilojen seiniin, kattoon tai ne voidaan myös pystyttää tuotantotiloihin estämään melun liike (Better Health Channel, n.d.; Definitions & Translations, 2023; Hongisto 2011, -d.)

Kuvasta 7 voidaan havaita seiniin kiinnitettyjä melunvaimennusratkaisuja, näitä kannattaa käyttää esimerkiksi silloin, kun huonekorkeus on erittäin korkea. Kuvassa 7 voimme nähdä myös kattoon kiinnitettäviä, helposti poistettavissa olevia melunvaimennusratkaisuja, joita voidaan käyttää esimerkiksi silloin kun huonekorkeus on matala ja tuotantotilojen organisointi saattaa vielä muuttua (Better Health Channel, n.d.; Definitions & Translations, 2023; Hongisto 2011, -e.)



Kuva 7. Teollisuusmelunvaimennussarja (Aixfoam Absorber, n.d.)

Kuvasta 8 voimme havaita kiinteästi kattoon kiinnitettyjen melunvaimennusratkaisujen tarkoituksen, nämä ratkaisut ovat hyviä silloin, kun tuotantotilojen katto on tasainen, tuotantotilat on suunniteltu niin ettei melunvaimennuksia tarvitse enää poistaa eikä esimerkiksi korkeassa rakennuksessa seiniin kiinnittäminen ole mahdollista. Lisäksi tehdasolosuhteissa voidaan useasti myös käyttää melua vaimentavia ja huomattavasti huoneakustiikkaa parantavia melunvaimennus seinämiä (Better Health Channel, n.d.; Definitions & Translations, 2023; Hongisto 2011, -a.)



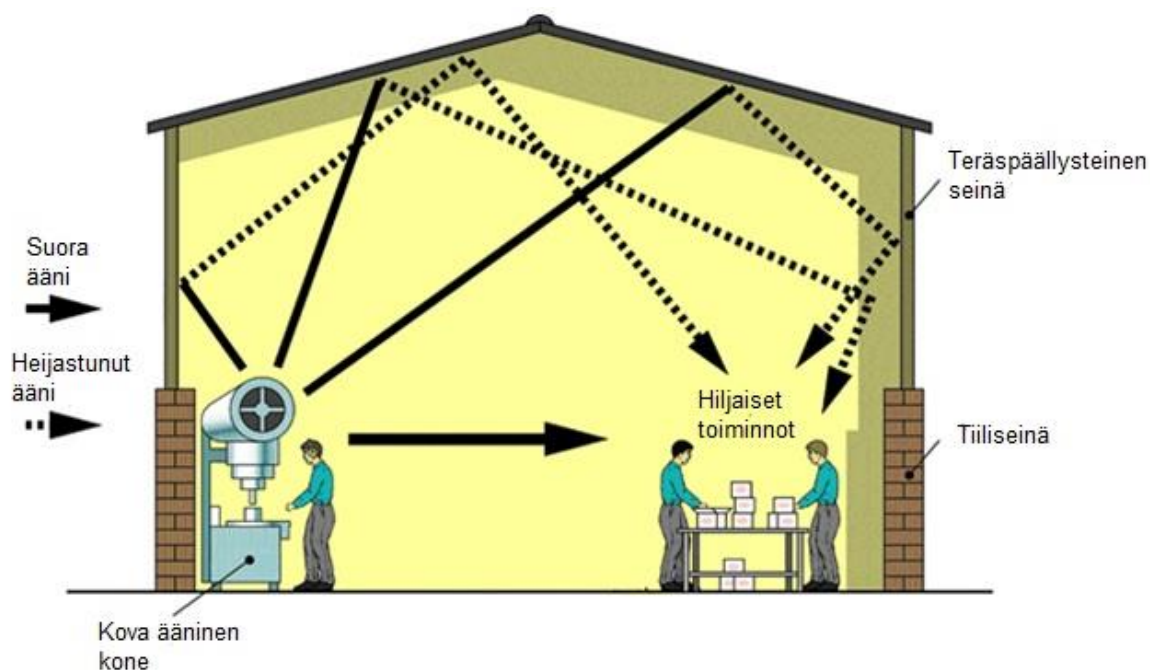
Kuva 8. (Rockfon, Rockfon Industrial Nature, n.d.)

Erinäisten melunvaimennuksien lisäämisellä tuotantotiloihin voidaan saavuttaa työtilan työntekijöiden työmukavuuden kannalta ajateltuna monia positiivisia etuja muun muassa tuotantotilojen pienempi melutaso, kun työpisteellä työskentelevän työpiste/kone on siirretty kauemmaksi toisesta kovasta melulähteestä.

Tehdastyöympäristössä työskentelevien työntekijöiden keskinäinen puhekommunikaatio on tällöin helpompaa, kun melunlähde on eristettynä muusta tuotannosta, tuotantotilojen kaikuisuus myös laskee.

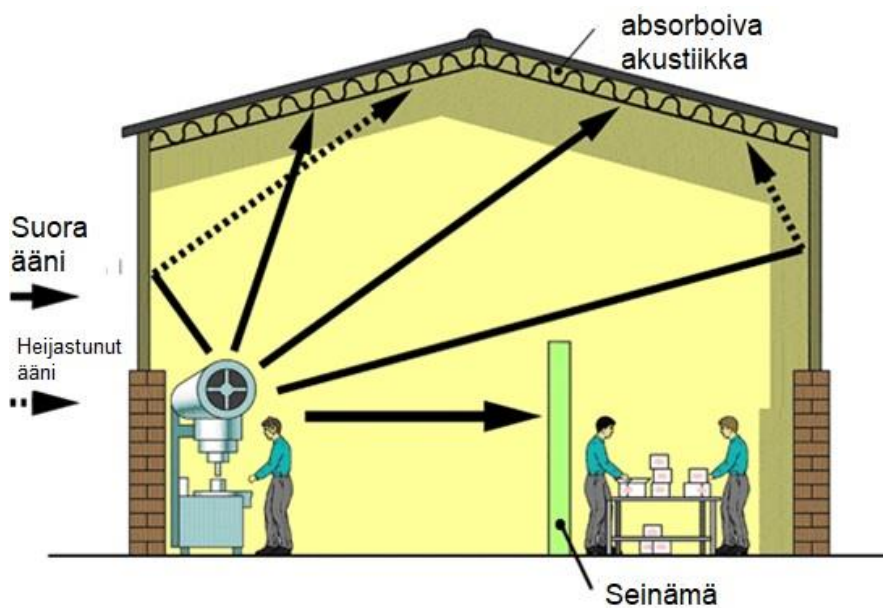
Kun melunvaimennus on valmistettu hyvin absorboivasta materiaalista ja tällöin työntekijöiden suuntakuulo paranee, eli työntekijöiden on helpompi arvioida äänilähteen tulosuunta, kun muu tuotannossa syntyvä melu on pienempää (Hongisto, 2011, s.39, -b.)

Kuvasta 9 voidaan nähdä, miten melu kulkee, kun tuotantotilaan ei ole hankittu lainkaan melunvaimennusta. Ääni kulkee kuvassa tuotantotilassa päämäärättömästi rakennuksen pinnoista saadun kimmokkeen vuoksi ja tällöin myös jää ”leijaillemaan” tuotantotiloihin.



Kuva 9. Työtilojen melu (Health and Safety Executive, n.d., -a.)

Kuvasta 10 voimme taas havaita, miten katon rajapinnassa ja sen läheisyydessä olevat melunvaimentimet absorboivasti imevät melun itseensä ja seinämä pyrkii estämään haitallisen melun suoraa reittiä kulkemisen ns. hiljaisemmalle alueelle.



Kuva 10. Työtilojen absorboivat pinnat (Health and Safety Executive, n.d. -b.)

8.1 Melunvaimennuksen suunnittelu

Melunvaimennukset tulisi ottaa huomioon jo heti hankkeen rakennus-/muuttosuunnitelmien yhteydessä ja pyrkiä toteuttamaan melunvaimennukset niin, että työtilat pyritään osastoimaan siten, että meluisimmat työpisteet sijoitetaan rakennuksen sivuille niin, että ääni pääsee kulkemaan hiljaisemmalle alueelle mahdollisimman vähäisesti. Melunvaimennuksen suunnitteluvaiheessa on myös tärkeää arvioida äänieristyksen mitoitus, jotta äänieristysten koko ei kasvaisi liian suureksi. Mikäli kuitenkin kyseisessä rakennushankkeessa kuitenkin on tarpeena erottaa meluisampi ja hiljaisempi tila, äänieristystarve ei välttämättä ole kovin suuri, koska tuotannossa hiljaisemman tilan melutasoon yleensä riittää vähintään noin 70dB (Hongisto, 2011, s.38–39.)

8.2 Melunvaimennus seinämät

Melunvaimennukseen käytettävillä seinämillä tarkoitetaan seinän kaltaista tilanjakajaa, joka ei ylety kattoon asti ja siinä on voitu myös käyttää absorboivaa materiaalia. Seinämiä on mahdollista hankkia tuotantotiloihin siirrettävinä seinämämalleina (kuva 11) tai kiinteinä seinämäratkaisuinä (kuva 12) tuotantotilojen ja yrityksen tarpeen

mukaan, kuten kuvasta 11 voidaan havaita, siirrettävän seinämän melunvaimennuskyky ei ole niin tehokas, johtuen sen kevytrakenteisuudesta. Näitä seinämiä käytetäänkin yleisesti lähinnä tilanjakajina.



Kuva 11. Siirrettävä seinämä (Pyrrö, 2023)



Kuva 12. kiinteä melunvaimennusseinä (Pyrrö, 2023)

Seinämien käyttö teollisuustiloissa on yleensä tarkoitettu jakamaan eri tuotantovaiheita tai -prosesseja tai tuotantotilojen työpisteitä suojaan toisistaan esimerkiksi melulta, pölyltä sekä hitsauskaaren valolta.

Täyskorkeiden seinämien käytön esteeksi teollisuudessa tulevat yleensä siltanosturit, joiden pitäisi kuitenkin pystyä kuljettamaan esteettömästi tuotannossa valmistettavia kappaleita työtilassa, esteenä on lisäksi yleensä myös täyskorkeiden seinämien siirto mahdollisuudet (Hongisto, 2011, s.41.)

8.3 Absorboivat materiaalit

Kaikki materiaalit absorboivat ääntä. Kuitenkin tilanteeseen sopivan materiaalin valinta voi toisinaan olla vaikea, koska materiaaleja löytyy paljon, mutta toisinaan valinta voi olla helppo ja yksinkertainen, esimerkiksi jalkapallostadionille ensimmäinen absorboiva materiaali on todennäköisesti tekonurmi, mutta tämän jälkeen asia saattaa monimutkaistua, mikäli stadionista halutaankin erittäin isokokoinen. Teollisuudessa ääntä absorboivat materiaalit voidaan karkeasti ryhmitellä seuraavasti:

- Huokoiset materiaalit
 - Huokoiset materiaalit absorboivat ääntä, koska huokoisten materiaalien aiheuttama kitka aiheuttaa lämpöhäviöitä huokoisten materiaalien ahtaissa kuiturakenteissa. Huokoisia materiaaleja ovat esimerkiksi mineraalivillat, paksut tekstiilit ja ruiskutteen. Huokoinen materiaalin tehokkuus on parhaimmillaan niillä taajuuksilla, joissa aallonpituus on vähintään nelinkertainen materiaalin paksuuteen verrattuna (Hongisto, 2011, s.149–155, -a.)
- Rei'itetyt levyt
 - Rei'itetyn levyn materiaali voi olla mikä vain rakennusmateriaali kuten teräslevy, kipsilevy, vaneri tai puukipsilevy. Rei'itetyn levyn absorption kykeneväisyys perustuu siihen, että materiaalin reiässä oleva ilma toimii massana ja ilmvälissä oleva ilma jousen, jolloin ilma ja massa muodostavat eräänlaisen massa-jousijärjestelmän (Hongisto, 2011, s.149–155, -b.)
- Mikrorei'itetyt levyt
 - Mikrorei'itetyn levyn reikä on nimensä mukaisesti huomattavasti pienempi kuin rei'itettyssä levyssä ja levyn reiän koko on yleensä noin 1 mm. Levyn toimintaperiaate on, että reikään syntyvä ilmamassa toimii materiaalin värähtelevänä massana ja levyn tiiviimmässä ilmatilassa oleva ilma toimii jousen tavoin (Hongisto, 2011, s.149–155, -c.)
- Ohuet reikälevyt
 - Ohut reikälevy ei toimi itsessään absorboivana materiaalina, mutta jos huokoinen materiaali pinnoitetaan ohuella reikälevyllä, joka on

valmistettu esimerkiksi alumiinista sen, absorptiokyky paranee huomattavasti (Hongisto, 2011, s.149–155, -d.)

- Levyresonaattorit
 - Levyresonaattorit ovat rakenteita, joissa ehjän rei'ittämättömän rakennuslevyn takana on tyhjä tai mineraalivillalla täytetty ilmaväli. Levyresonaattorit absorboivat pieniä taajuuksia. Suurilla taajuuksilla levyresonaattorit ovat heijastavia rakenteita. Levyresonaattoreita ovat esimerkiksi kaikki levyrakenteiset seinät ja ikkunat sekä useimmat ovet (Hongisto, 2011, s.149–155, -e.)

Lisäksi ilma myös absorboi hieman ääntä, ilman absorptio on yleensä kaikista voimakkainta suurilla taajuuksilla. (Hongisto, 2011, s.149–155, -f.)

8.4 Kysely melunvaimennuksista

Toimitin 30. kesäkuuta 2022 seitsemälle suomessa toimivalle metalli-/teollisuus-/valmistusyritykselle Microsoftin Forms ohjelmistolla luodun kyselyn (LIITE 1) yrityksiensä melunvaimennuksista sähköpostitse.

Kysely lähetettiin Kaiser Eur-Markille, Oy Kart Ab:lle, Kumera Oy:lle, Jousteel Oy:lle, Peikko Groupille, Stainless Team Finland Oy:lle, EFM Groupille sekä Tamminiitty Oy:lle.

Kyselyyn vastattiin kahdesta yrityksestä ja vastausprosentiksi kyselystä saatiin 28,6 % mikä on hyvä tulos kesäaikaan. Kyselyn kysymykset ja tulokset löytyvät liitteestä 1.

Kyselyn kahden vastauksen perusteella voimme päätellä, että kyselyyn osallistuneet yritykset eivät ole kokeneet tarpeelliseksi melunvaimennuksen tehostamista. Kyselyn vastauksien perusteella henkilökohtaiset kuulosuojaimet, tuotannon jaottelu sekä rakennuksen rakennusmateriaalit riittävät hyvin suojaamaan työntekijöitä.

8.5 Toteutettu melunvaimennus

Ennen tämän tutkimuksen aloittamista toimeksiantajayritys Dinolift Oy pitkällisen harkinnan jälkeen päätyi kesällä 2022 hankkimaan kiinteät melunvaimennusseinämät, joita pystyy myös käyttämään hitsaamon tilanjakajina.

Toimeksiantajayrityksen kilpailutettua melunvaimennusseinämien ominaisuudet ja hinnat päätyi yritys neuvottelemaan Painepiste Oy:n kanssa heidän jälleenmyymistään Cepro:n (Cepro Company, n.d.) valmistamista hitsaamokäyttöön tarkoitetuista 1,01 metriä leveistä Sonic Classic Wall System melunvaimennusseinästä. Painepiste Oy:n selvitettyä, että seinämien väri saatiin muutettua Dinolift Oy:n brändiin sopivammaksi, seinämät tilattiin.

Cepro on hollantilainen hitsaamokäyttöön tarkoitettujen tilanjakajien ja melunvaimennusseinämien valmistajayritys (Painepiste Oy, n.d.; Cepro Company, n.d.)

Cepro:n Sonic Classic Wall System seinämät ovat noin 2,2 metriä korkeita ja noin 1,01 tai noin 0,51 metriä leveitä ja ne voidaan kiinnittää toisiinsa pulttimutteri liitoksella ja lattiaan pulttaamalla. seinämistä luvataan vaimentavan melua oikeanlaisissa olosuhteissa jopa 26 dB.

Kuvassa 13 näemme Cepro Sonic Classic Wall System 1,01 metriä leveät melunvaimennusseinämät asennettuna toimeksiantajayrityksen uuteen hitsaamoon (Sonic – Hitsauskopit, n.d.; Sonic Classic Wall System infosheet, n.d.)



Kuva 13. Dinolift Oy:n uusi hitsaamo (Pyrrö, 2022)

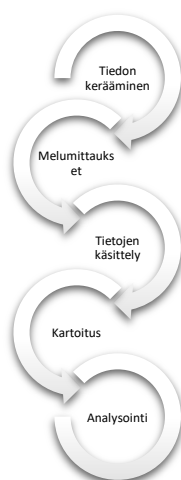
9 MELUKARTTA

Melukartalla tarkoitetaan, tietyyttypistä visuaalista esitystä, joka tarjoilee tietoa melun jakautumisesta ja intensiteetistä kartan avulla. Melukartat esitetään useasti käyttämällä väreihin koodattuna tai ääriivivaesityksinä, esimerkiksi teollisuudessa hyvä melukartan esitysmuoto on pohjakuvaan piirrettyä karttaa, joka keskittyy tuotantotilassa syntyvään meluun (Prašević M. ym., 2008; Psychas K. n.d.; Lan Z.& Cai M., 2021, -a.)

Melukarttoja voidaan käyttää eri melulähteiden mittaamiseen tieliikenteessä, teollisuudessa, lentokentillä, rautateilla jne. Melukartat auttavat tutkimuksen tekijää tunnistamaan alueet, joissa melun vaikutus on merkityksellistä. ja näistä saadun datan perusteella päättävät tahot voivat tehdä tietoihin perustuvia päätöksiä ja melunhallinnallisia toimenpiteitä (Prašević M. ym., 2008; Psychas K. n.d.; Lan Z.& Cai M., 2021, -b.)

Melukartat ovat tärkeä ja hyvä väline melun hallinnassa ja kuulijoiden suojelemisessa, sillä ne tarjoavat visuaalisen käsityksen alueittain syntyvän meluallistuksen syntymisestä ja auttavat kehittämään meluntorjuntastrategiaa (Prašević M. ym., 2008; Psychas K. n.d.; Lan Z.& Cai M., 2021, -c.)

Melukartat luodaan tyypillisesti keräämällä aluksi tietoja ja tämän jälkeen analysoimalla tiedot melutasoista jaotellusti rajatun alueen sisällä. Melukartan luomisessa voidaan soveltaa kuvion 1 vaiheita (Prašević M. ym., 2008; Psychas K. n.d.; Lan Z.& Cai M., 2021, -d.)



Kuvio 1. Melukartan vaiheet (Pyrrö, 2023)

Tiedonkeruuvaiheessa määritellään visuaalisesti alue, jolla melutasomittaukset suoritetaan ja tämän jälkeen suoritetaan melutasomittaukset melukarttaan määritetyillä sijainneilla. Tiedon keruussa melutasomittauksiin voidaan käyttää automatiikkaan perustuvia melunvalvontalaitteita, strategisesti sijoitettuja antureita tai perinteisiä käsi-käyttöisiä melutasomittareita (Prašćević M. ym., 2008; Psychas K. n.d.; Lan Z.& Cai M., 2021, -e.)

Melumittaus-vaiheissa suoritetaan mittauksia tuotannossa mahdollisimman tarkasti tuotannon aikataulut huomioon ottaen. Mittauksissa kerätyt tiedot sisältävät tyypillisesti äänenpainetasoja desibeleinä sekä mittausajat. Tiedon käsittelyvaiheessa kerätyt melutietoja käsitellään melutasoja tulkitsemalla ja analysoimalla. Nämä voivat sisältää muun muassa tilastollisia analyyseja ja/tai melun mallinnustekniikoita (Prašćević M. ym., 2008; Psychas K. n.d.; Lan Z.& Cai M., 2021, -f.)

Kartoitusvaiheessa käsitellyt tiedot visualisoidaan kartalle. Melukarttojen luominen kuitenkin voi vaihdella maantieteellisen sijainnin, asianomaisten, viranomaisten tai organisaatioiden tai tiedonkeruun tason mukaan (Prašćević M. ym., 2008; Psychas K. n.d.; Lan Z.& Cai M., 2021, -g.)

10 MELUTASOMITTAUS

Melutasomittaus on tärkeä osa, kun tarvitsee arvioida tai määrittää ääntä. Melutasomittaukset voidaan suorittaa, jos esimerkiksi halutaan tietää aiheuttaako melu haittaa työympäristössä tai halutaan tarkastaa, onko melu melulle asetettujen standardien vastainen (Queensland Government, 2020; Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2020, -a.)

Melutasomittauksien tarpeen määrittelyssä kannattaa selvittää esimerkiksi kyselyn avulla, että koituuko melusta haittaa työyhteisössä ja tämän perusteella tehdä arvio minkä tyyppinen mittaus on sopiva. Melutasomittauksen tekevän henkilön tulisi ymmärtää aina mittauksen tarkoitus sekä esimerkiksi melutasomääräykset ja niiden noudattaminen, kuulonaleneman ehkäisy, melunhallinta, melun vaikutukset työyhteisölle, melun lähteet ja ajat, jolloin tilassa syntyy melua (Queensland Government, 2020; Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2020, -b.)

Melutasomittauksissa on tärkeää, että oikea melunkuvaaja arvioidaan. Tasaisen melun eli melun, jonka A-painotettu äänitaso vaihtelee mittausaikana alle 5 dB mitattuna aikapainotuksella, näissä tapauksissa, joissa melu on jatkuvaa ja tasaista kuten esimerkiksi maalihteilla LA90:tä voidaan käyttää LAeq:n vastineena, tämän etuna on se, että se poistaa ylimääräiset ympäristötekijät mittauksesta (Queensland Government, 2020; Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2020, -c.)

LA90:llä ei kuitenkaan voida havaita esimerkiksi linnuista lähtevää melua. Ajallisesti vaihtelevan melun eli melun, jossa äänenpainetaso vaihtelee ja joka ei ole tasaisen melun määrittelemän mukaista, suositellaan käytettäväksi LAeq:ta melua seurattavana kuvaajana (Queensland Government, 2020; Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2020, -d.)

Lyhytkestoisen ja epätasaisen melun kuten isku-/impulssimelu mittaamiseen käytetään LAmax:ia. LAmax:ia käytetään esimerkiksi, kun arvioidaan ihmisten unihäiriöitä. (Queensland Government, 2020; Canadian Centre for Occupational Health and Safety, 2020, -e.)

Melutasomittautulosten luotettavuus on erittäin tärkeää ottaa huomioon, mikäli melutasomittautulokset osoittavat melutasot ja tuloksista raportoidaan, tulee raportista ilmetä melutasomittautulosten tiedot epävarmuudesta.

Ympäristöministeriön ohjeen mukaan (taulukko 1) mittaustulosten epävarmuudeksi voidaan määrittellä +/- 2 dB jos mittausetäisyys on 30 metriä tai vähemmän, +/- 4 dB mikäli mittausetäisyys on 100 metriä tai vähemmän ja 7 dB jos mittausetäisyys on 500 metriä tai vähemmän (Ympäristömelun mittaaminen - Ohje, 1995, s.22–24, -a.)

Taulukko 1. Epävarmuustekijät (Ympäristömelun mittaaminen - Ohje, 1995, s.23)

tulosten epävarmuus (ΔL)	2 dB	4 dB	7 dB
mittausetäisyys	30 m	100 m	500 m

Mittaustulosten epävarmuus voidaan karsia ja oikeellisuus voidaan varmistaa tekemällä mittaukset useaan kertaan (taulukko 2), tällöin melutasomittaustulokseksi määritellään mittausten aritmeettinen keskiarvo. Mikäli melutasomittausten edellä mainittuja vaatimuksia ei pystytä täyttämään, mittauksen epävarmuudeksi merkitään +/- 10 desibeliä (Ympäristömelun mittaaminen - Ohje, 1995, s.22–24, -b.)

Taulukko 2. Tulosten epävarmuus (Ympäristömelun mittaaminen - Ohje, 1995, s.24)

tulosten epävarmuus (ΔL)	2 dB	4 dB
mittausten vähimmäismäärä	6	4
mittausetäisyys	100 m	500 m

10.1 Tutkimuksen melutasomittaukset

Kädessä pidettävä melutasomittaus suositellaan tehtäväksi niin, että melutasomittari on telineessä tai tasaisella pinnalla ja melutasomittarin mikrofoni on mitattavaan kohteeseen suunnattuna (Queensland Government, 2020).

Tutkimuksessa tehdyt melutasomittaukset olen toteuttanut kuvan 14 Rion NL-20 äänitasomittarilla, jonka esivahvistin on malliltaan NH-21 ja mikrofoni UC-52.

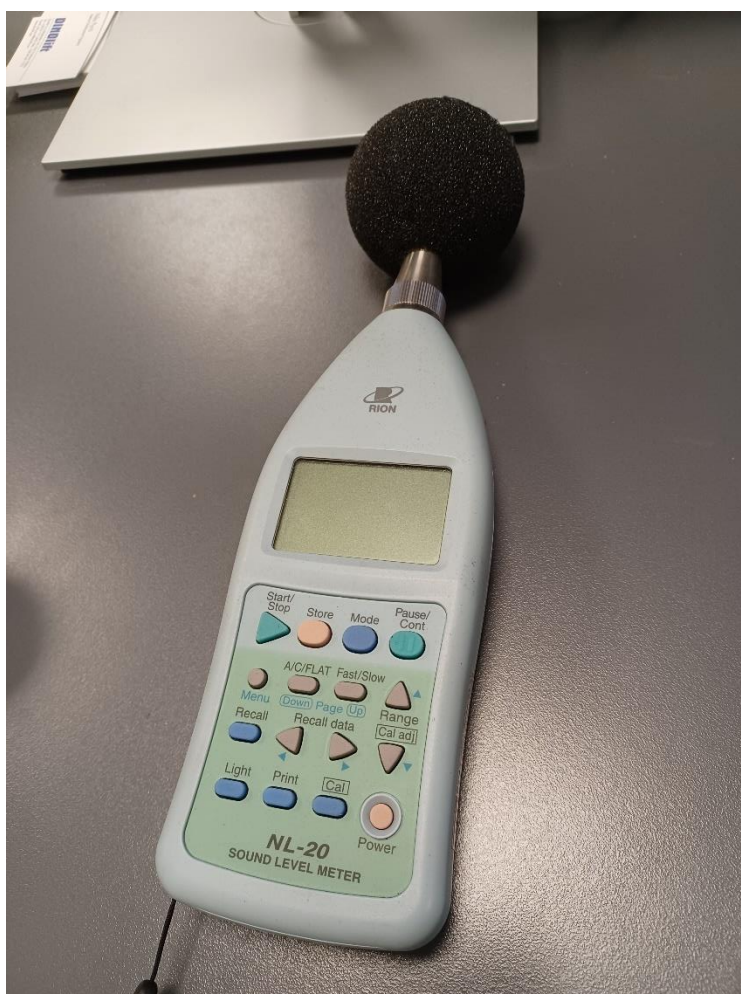
Tutkimustyössä aloitettiin vertailukäyttöön tarkoitettujen melukarttojen tekemisen tiedonkeruu vaiheella toimeksiantajan Kurittulan tehtaalla 22.09.2022. Tällöin vielä käytössä ollut tehdas oli kuitenkin mittausolosuhteiltaan haastava, joten päädyttiin tekemään mittaukset ainoastaan haastavilta alueilta eli puomihitsaus-alueelta ja alustahitsausalueelta.

Aluksi hankittiin yrityksen sisäisestä verkosta pohjakuvan tehtaasta ja seuraavaksi pohjakuvaan merkittiin liitteessä 2 näkyvät alustahitsauksen ja puomihitsauksen sijainnit. Kun olimme saaneet Kurittulan tehtaalla mittauspaiikat merkittyä tehtaan pohjakuvaan, suoritimme melukarttaan merkityillä paikoilla melutasomittaukset.

Melutasomittaukset tehtiin yhden minuutin hetkellisenä melutasona mitattuna ja näiden tulokset nähdään taulukosta 3.

Taulukko 3. Kurittulan tehtaan melutasomittaukset. (Pyrrö, 2022)

	LAeq	LAm _{ax}	LAm _{in}	LA05	LA10	LA50	LA90	LA95
PUOMIHITSAUS	82,2	95,7	73,7	89,3	83,9	76,3	74,6	74,3
ALUSTAHITSAUS	94,3	96,5	90,0	96,2	96,0	94,3	91,0	90,7



Kuva 14. Rion NL-20 (Pyrrö, 2023)

Mittauksen tutkimustuloksien analysoinnin LAeq 94,3 dB +/- 2 dB perusteella Kurittulan tehtaan alustahitsaukseen olisi tällöin tarvinnut laatia meluntorjuntaohjelma ja lisätä melunvaimennusta. On kuitenkin otettava huomioon mittauksen lyhyt kesto, jonka perusteella melutasoja ei voi luotettavasti tulkita. Lisäksi tulee huomioida, että tehdas on poistunut jo toimeksiantajayrityksen tuotannollisesta käytöstä.

Hitsaamomuuton jälkeen tammikuussa 2023 lähdimme laatimaan suunnitelmaa melutasomittauksiin, ensimmäisenä mittasimme melutasoja Raikkolan tehtaan uudessa hitsaamossa, niin että varmistimme äänitasomittarilla Cepro Sonic Classic Wall System meluseinämien toimivuuden tilassa.

Mittaukset, jossa mittasimme yhden minuutin ajan hitsaamotyöntekijän työssä käytettävien koneiden ja laitteiden hetkellisiä melutasoja pystyimme toteamaan melunvaimennusseinämät toimiviksi toimeksiantajan tiloihin ja taulukosta 4. voimme havaita, että Dinolift Oy:n Raikkolan uudessa hitsaamohallissa Cepro:n Sonic Classic Wall System melunvaimennusseinämän vaimentava vaikutus keskiäänitasoon LAeq on pienimmillään negatiivinen +/- 2 dB mittausvirhe mukaan laskettuna ja enimmillään jopa noin 13 dB(A) +/- 2 dB. Mittauksen aikana tuotantotiloissa oli taustamelua jonkin verran, eikä kaikkia mittauksia ole toteutettu samassa kohdassa.

Taulukko 4. Työkoneiden hetkellinen melutaso (Pyrrö, 2023)

Työkalu/Melun lähde	Laeq	LAm _{ax}	LAm _{in}	LA05	LA10	LA50	LA90	LA95
Karhennus	98,0 dB	103,3 dB	80,4 dB	102,0 dB	101,7 dB	96,8 dB	90,4 dB	86,2 dB
Karhennus (Seinäjä välissä)	83,6 dB	91,0 dB	66,8 dB	90,3 dB	89,2 dB	81,0 dB	70,7 dB	69,2 dB
Iso Kulmahiomakone	99,5 dB	103,1 dB	80,3 dB	102,4 dB	101,6	99,1 dB	96,4 dB	95,8 dB
Iso Kulmahiomakone (Seinäjä)	92,0 dB	95,1 dB	83,5 dB	94,6 dB	94,3 dB	91,7 dB	90,1 dB	89,6 dB
Pieni Kulmahiomakone	83,5 dB	86,2 dB	77,1 dB	85,3 dB	84,9 dB	83,7 dB	81,0 dB	78,2 dB
Pieni Kulmahiomakone (Seinäjä)	81,3 dB	86,6 dB	72,4 dB	84,3 dB	83,9 dB	81,9 dB	62,8 dB	59,8 dB
Puomin hitsaus	70,5 dB	79,9 dB	62,4 dB	75,8 dB	74,7 dB	68,7 dB	63,4 dB	63,1 dB
Puomin hitsaus (Seinäjä välissä)	62,5 dB	70,0 dB	57,5 dB	67,7 dB	66,9 dB	59,7 dB	58,3 dB	57,9 dB
Taonta	96,8 dB	104,4 dB	46,9 dB	103,0 dB	101,2 dB	94,4 dB	49,9 dB	48,2 dB
Taonta (Seinäjä välissä)	80,0 dB	94,5 dB	43,8 dB	87,6 dB	83,7 dB	56,5 dB	44,8 dB	44,5 dB

Toimeksiantajan Raikkolan tehtaän uuteen laajennusosaan melukartan suunnittelun ja mittauspaikkojen määrittelyn aloitimme lähes välittömästi muuttoprosessin päätyttyä.

Mittauksia toteutin lähes välittömästi, mutta melunvaimennusseinämien sijaintien muutospohdintojen vuoksi jouduin keskeyttämään melutasomittaukset väliaikaisesti.

Toteutin varsinaiset melutasomittaukset huhtikuun alussa 2023.

Melutasomittaukset aloitimme piirtämällä melukartan (liite 3) ja suunnittelemalla, miten saan mahdollisimman tarkan tuloksen mittauksista. Päädyimme jakamaan tehdaslaajennusosan melukartan avulla sektoreihin. Melukarttaan olemme merkinneet sektorit ja niiden sijainnit omalla värillään, melunlähteen tai työntekijän sijainnin omalla värillään sekä siirrettävien tilanjakajaseinämien ja kiinteiden melunvaimennusseinämien värit ominaan. Melutasomittauksissa käytettiin 60 minuutin äänitasomittausta ja mittaus toteutettiin kahtena eri päivänä. Mittauksessa pääasiallisena meitä kiinnostavana tunnuksena meillä oli LAeq, taulukossa 5. on listattuna sektoreittain suoritettujen äänitasomittaustulokset.

Taulukko 5. Melutasomittaukset Raikkolan tehtaan hitsaamossa (Pyrrö, 2023)

Sektori	LAeq	LAmx	Lamin	L05	L10	L50	L90	L95
1	80,3	109,2	51,3	86,6	84,3	74,2	57,0	55,8
2	81,4	97,9	64,7	87,1	85,3	77,6	72,1	70,9
3	81,3	104,3	56,0	87,7	84,8	75,8	66,2	64,9
4	79,7	103,1	61,8	85,5	83,5	74,3	69,5	68,5
5	83,0	103,4	53,6	87,2	83,9	74,6	56,3	55,8
6	82,4	97,3	65,9	88,0	86,1	79,8	74,0	72,0
7	79,9	99,4	62,3	86,2	84,6	73,1	68,4	67,2

Suoritettujen äänitasomittauksien keskiäänitasojen ja muiden tuloksien perusteella, liittäväälle melunvaimennukselle emme näe tarvetta. Kuitenkin kuulosuojaimia tulisi hitsaamossa käyttää, ja mielestäni Dinolift Oy:n Raikkolan tehtaan hitsaamossa voitaisiin toteuttaa, äänitasomittauksia tasaisin väliajoin, esimerkiksi 6 kuukauden välein melukarttaan merkityillä sektoreilla, koska tämä yhden tutkimuksen kahden päivän mittaus ei välttämättä anna tarpeeksi luotettavaa tai riittävästi tietoa äänitasomittauksien tuloksista.

11 POHDINTA JA YHTEENVETO

Tutkimuskysymyksessä kysyttiin:

Riittääkö hankittu melunvaimennus?

Tutkimuskysymykseen vastauksena päädyimme melutasojen selvittämisen menetelmäksi käyttämään melutasomittauksia melukartan avulla. Melukartan suunnittelussa päädyimme jakamaan tehdaslaajennuksen sektoreihin, jotta melutasomittaustutkimusten analysointi helpottuu.

Helputukseksemme saimme havaita melutasomittauksista, että lisämelunvaimennukselle ei nähdä tarvetta valtioneuvoston asetuksessa määriteltyjen toiminta-/raja-arvojen puitteissa, mutta kuulosuojaimia on tuotantotiloissa käytettävä nyt ja jatkossa, koska lähes jokaisella määritellyllä sektorilla melutasot ylittävät valtioneuvoston asetuksen 85/2006 4§:ssä määritellyn ylemmän toiminta-arvon.

Tehdaslaajennuksen sektoreista melua syntyy eniten puomihitsauksen ympäristössä eli sektoreilla 5 ja 6. Mutta kuten tutkimuksen melutasomittaustuloksesta voimme havaita, melua syntyy melko tasaisesti koko tehdaslaajennuksessa.

Tehdaslaajennuksessa lisämelunvaimennukselle emme näe tarvetta tällä hetkellä, mutta varmistuaksemme, että melutasot pysyvät valtioneuvoston asetuksessa asetetun ylemmän toiminta-arvon alapuolella ehdotan toimeksiantajalle, että tehtaan hitsaamossa suoritetaan äänitasomittaukset 6 kk välein ja ryhdytään välittömästi meluntorjuntaohjelman laadintaan, mikäli sille tulee tarvetta. Lisäksi ehdotan, että hitsaamon oviaukoille voitaisiin asentaa kyltit kuulosuojaimien pakollisuudesta hetkellisten kovien melupiikkien vuoksi yritysvieraita ym. ajatellen.

LÄHTEET

Aixfoam. (n.d.). Horizon Industry Set. Haettu 25.2.2023 osoitteesta <https://www.aix-foam.fi/square-set-industry>

Akustiikkapalvelut. (n.d.). Akustiikkasanasto. Haettu 12.11.2022 osoitteesta <https://www.akustiikkapalvelut.fi/akustiikan-perusteet/sanasto>

Aritmeettinen keskiarvo. (n.d.). Aritmeettisen keskiarvon laskentakaava. Haettu 18.5.2023 osoitteesta <https://fi.economy-pedia.com/11035699-arithmetic-average>

Better Health Channel. (n.d.). Workplace safety – noise pollution. Haettu 17.5.2023 osoitteesta <https://www.betterhealth.vic.gov.au/health/healthyliving/workplace-safety-noise-pollution>

Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (5.4.2023). Noise. Haettu 15.5.2023 osoitteesta https://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/noise/noise_basics.html

Canadian Centre for Occupational Health and Safety. (2020). Noise measurement. Haettu 18.5.2023 osoitteesta https://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/noise/noise_measurement.html

Cepro Company. (n.d.). Home. Haettu 4.7.2022 osoitteesta <https://www.cepro.eu/>

Cepro Company. (n.d.). Sonic Classic Wall System – infosheet. Haettu 4.7.2022 osoitteesta https://www.cepro.eu/wp-content/uploads/2016/03/CEPRO_PFS_Sonic_Classic_cabins_2EN.pdf

Conductive Hearing Loss. American Speech-Language-Hearing Association, n.d., Haettu 12.12.2022. <https://www.asha.org/public/hearing/conductive-hearing-loss/>

Definitions & Translations. (2023). Noise Reduction. Haettu 15.5.2023 osoitteesta <https://www.definitions.net/definition/Noise+Reduction>

Dinolift. (n.d.). Yritys. Haettu 13.1.2023 osoitteesta <https://www.dinolift.com/fi/yritys/>

European Environment Agency. (2022). Noise pollution is a major problem, both for human health and the environment. Haettu 15.3.2023 osoitteesta <https://www.eea.europa.eu/articles/noise-pollution-is-a-major>

Finder. (n.d.). Dinolift Oy. Haettu 15.3.2023 osoitteesta <https://www.finder.fi/Henkil%C3%B6nostimet/Dinolift+Oy/Loimaa/yhteystiedot/130330>

Finlex. (2006). Valtioneuvoston asetus 85/2006. Haettu 12.11.2022 osoitteesta <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2006/20060085>

Health and Safety Executive. (n.d.). Workplace design. Haettu 12.11.2022 osoitteesta <https://www.hse.gov.uk/noise/goodpractice/workplacedesign.htm>

- Heikkilä T. (2014). Tilastollinen tutkimus. Edita Publishing, Helsinki.
- Hongisto V. (2011). RIL 243-4-2011 Rakennusten akustinen suunnittelu: teollisuustilat. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- Iberdola. (n.d.). Noise pollution. Haettu 25.1.2023 osoitteesta <https://www.iberdola.com/sustainability/what-is-noise-pollution-causes-effects-solutions>
- John Hopkins Medicine. (n.d.), Types of hearing loss: Sensorineural Hearing Loss Haettu 12.12.2022. <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/hearing-loss/types-of-hearing-loss>
- Jyväskylän Yliopisto. (2021). Laadullinen tutkimus. Haettu 25.5.2023 osoitteesta <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/laadullinen-tutkimus>
- Jyväskylän Yliopisto. (2015). Määrällinen tutkimus. Haettu 25.5.2023 osoitteesta <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/maarallinen-tutkimus>
- Kuuloavain. (n.d.). Kuulo ja kuulovammat. Haettu 15.05.2023 osoitteesta <https://www.kuuloavain.fi/info/kuulo-ja-kuulovammat/>
- Kuuloliitto. (n.d.). Kuulo. Haettu 12.11.2022 osoitteesta <https://www.kuuloliitto.fi/kuulo/>
- Kuuloliitto. (2017). Melun vaikutukset. Haettu 12.11.2022 osoitteesta <https://www.kuuloliitto.fi/wp-content/uploads/2017/09/Melun-vaikutukset.pdf>
- Kylliäinen M. & Hongisto V. (2007). RIL 243-1-2007 Rakennusten akustinen suunnittelu: akustiikan perusteet. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- Lan Z. & Cai M. (05/2021). Dynamic traffic noise maps based on noise monitoring and traffic speed data. Haettu 18.5.2023 osoitteesta <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1361920921001000>
- Loimaan Lehti. (30.11.2021) Kasvuun tähtäävä Dinolift laajentaa päätehdastaan Raikkolassa. Haettu 15.3.2023 osoitteesta <https://www.loimaanlehti.fi/2021/11/kasvuun-tahtaava-dinolift-laajentaa-paatehdastaan-raikkolassa/>
- Muralikrishna I.V., Manickam V. (2017). Environmental Management. Haettu 16.5.2023 osoitteesta <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/industrial-noise>
- Nousiainen E., Järvensivu A., Otonkorpi-Lehtoranta K., Pääkkönen R. (2023). Teollisuuden työpaikkojen ääniympäristön ratkaisukeskeinen kehittäminen. Humanistinen ammattikorkeakoulu julkaisuja, 156. Haettu 24.5.2023 osoitteesta <https://www.humak.fi/wp-content/uploads/2023/03/teollisuuden-tyopaikkojen-aaenympariston-ratkaisukeskeinen-kehittaminen-2023.pdf>
- Painepiste Oy. (n.d.). Äänieristys. Haettu 4.7.2022 osoitteesta <http://www.suoja-verho.com/fi/aanieristys>

Painepiste Oy. (n.d.). Sonic – hitsauskopit. Haettu 4.7.2022 osoitteesta <http://www.suojaverho.com/downloads/hitsauskopit.pdf>

Pračević M., Cvetković D. & Mihajlov D. (2008). Industrial Noise Modelling and Mapping – The Case of a Cement Factory. Haettu 18.5.2023 osoitteesta <http://facta.junis.ni.ac.rs/walep/walep2008/walep2008-02.pdf>

Psychas K. (n.d.). EU Noise Policy WG4 on Noise Mapping. Haettu 18.5.2023 osoitteesta <https://www.eea.europa.eu/publications/NOS02/file>

ReSoundGN. (n.d.). Kuulonaleneman ymmärtäminen. Haettu 22.11.2022 osoitteesta <https://www.resound.com/fi-fi/hearing-loss/understanding>

ReSoundGN. (n.d.) What is mixed hearing loss, n.d., Haettu 12.12.2022. <https://www.resound.com/en/hearing-loss/understanding/types/mixed>

Rockfon. (n.d.). Rockfon Industrial Nature. Haettu 25.2.2023 osoitteesta <https://www.rockfon.fi/tuotteet/rockfon-industrial-nature/>

Silwinska-Kowalska M. & Davis A. (2012). Noise-induced hearing loss. Haettu 22.11.2022 osoitteesta <https://www.noiseandhealth.org/article.asp?issn=1463-1741;year=2012;volume=14;issue=61;spage=274;epage=280;aulast=Sliwinska-Kowalska>

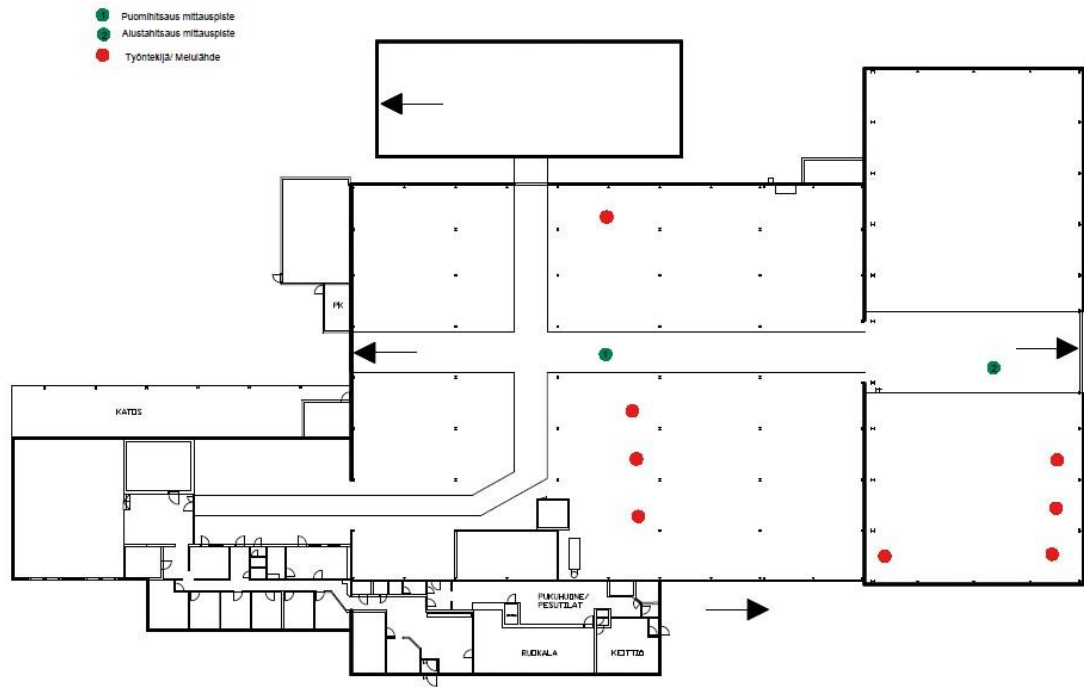
Tanttari J. & Saarinen K. (1995). Työkoneiden melun vähentäminen- perusteet. Metalliteollisuuden keskusliitto.

Työsuojelu. (n.d.). Melu. Haettu 18.1.2023 osoitteesta <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/melu>

Työsuojelu. (09.11.2020). Meluntorjunta. Haettu 6.4.2023 osoitteesta <https://www.tyosuojelu.fi/tyoolot/fysikaaliset-tekijat/melu/meluntorjunta>

Ympäristöministeriö. (1995). Ympäristömelun mittaaminen – ohje I. Painatuskeskus Oy, Pikapaino.

LIITE 1



LIITE 2



1. Milloin tuotantotilat on valmistettu?

Lisätietoja

0-2 vuotta sitten	3
2-5 vuotta sitten	3
5-10 vuotta sitten	3
yli 10 vuotta sitten	2



2. Mistä materiaalista tuotantotilat on valmistettu?

Lisätietoja

2
Vastaukset

Uusimmat vastaukset
"teräsrunko, betonielementtiverhoilu"
"EI TIETOA"

3. Kuinka paljon tiloissanne syntyy melua?

Lisätietoja

Yli 80dB	2
Alle 80dB	0
Ei tietoa	0
Muu	0



4. Onko tuotantotilojen rakenteisiin tehty melunvaimennusta?

Lisätietoja

Kyllä	0
Ei	2
Muu	0



5. Kertoisittekö mahdollisimman yksityiskohtaisesti minkäläistä ratkaisua käytätte/olette harkinnut melunvaimennuksessa?

Lisätietoja

2
Vastaukset

Uusimmat vastaukset
"henkilökohtaiset suojaruusteet, tilojen jakaminen, prosessien ulkoistamine..."
"HENKILÖKOHTAISET SUOJAIMET"