



TEKNIikka JA LIIKENNE

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotantotekniikka

OPINNÄYTETYÖ

Täyttöosaston melun tutkiminen

**Työn tekijä: Mikko Grönlund
Työn ohjaaja: Heikki Hasari
Työn ohjaaja: Juha Viitanen**

Työ hyväksytty: __. __. 2009

**Heikki Hasari
yliopettaja**



ALKULAUSE

Tämä insinöörityö tehtiin Tikkurila Paints Oy:lle. Haluan kiittää kaikkia projektissa mukana olleita. Erityisesti yliopettaja Heikki Hasaria, kunnossapitoinsinööri Juha Viitasta sekä Monicolor -tehtaan kunnossapitotiimiä.

Helsingissä 4.2.2009

Mikko Grönlund

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Työn tekijä: Mikko Grönlund	
Työn nimi: Täyttöosaston melun tutkiminen	
Päivämäärä: 4.2.2009	Sivumäärä: 37 s. + 1 liite
Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka	Ammatillinen suuntautuminen: Tuotantotekniikka
Työn ohjaaja: Heikki Hasari Työn ohjaaja: Juha Viitanen	
Työn tarkoituksena oli selvittää Tikkurila Paints Oy:n Monicolor-tehtaan suuret melusaasteiden aiheuttajat, tutkia niiden vaimentamiseen olevat mahdollisuudet ja toteuttaa ne sekä tehdä tarkistusmittaukset siitä, kuinka paljon melu väheni. Melusaasteiden aiheuttajan ja melun tutkimiseen käytettiin Tikkurila Paints Oy:n Monicolor-tehtaan omistamaa desibelimittaria. Koska melusaasteet ovat olleet jyrkässä nousussa vuosien mittaan tuotannon suuren kasvun takia, oli tärkeätä rajata työ eniten melua synnyttäviin laitteisiin. Suurimmat melusaasteet syntyivät täyttöosastolla maalia säiliöstä täyttökoneelle pumpaavista pumpuista, tyhjiä maalipurkkeja kuljettavasta kuljetinradasta ja täyttökoneen purkkikarusellista, jonka tehtävänä on syöttää purkit automaattisesti koneelle, sekä dissolveritasosta.	
Avainsanat: melu, desibeli, täyttöosasto	

ABSTRACT

Name: Mikko Grönlund	
Title: Investigation of Noise Problem	
Date: 4 February 2009	Number of pages: 37 + 1 appendix
Department: Mechanical & production engineering	Study Programme: Production engineering
Instructor: Heikki Hasari	
Supervisor: Juha Viitanen	
The purpose of this work was to identify the factors responsible for disturbing levels of noise at the Monicolor factory of Tikkurila Paints Oy. The aim was to find out how to decrease the noise and create a noise control system. This study was carried out by performing measurements which were carried out by using a decibel meter owned by the Monicolor factory of Tikkurila Paints Oy. Noises that are destructive for people's health have been on the increase for many years, because production has been increasing, as well. This is why this study concentrates only on the machines that create most of the noise. This study shows that the machines, which create most of the noise in the paint filling department, include pumps which transfer paint from the tanks to the paint filling machines as well as conveyors that transport empty cans. In addition, disturbing noise is caused by a dissolver machine and a carousel can feeding device working as an automated can feeder for the paint filling machine.	
Keywords: noise, decibel, filling department	

SISÄLLYS

ALKULAUSE

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	1
2	TYÖN LÄHTÖKOHDAT	2
2.1	Tikkurila Oy	2
2.2	Maalin valmistus	5
2.2.1	<i>Raaka-aineet</i>	5
2.2.2	<i>Esisekoitus</i>	5
2.2.3	<i>Jauhatus</i>	6
2.2.4	<i>Viimeistely</i>	6
2.2.5	<i>Sävytys</i>	6
2.2.6	<i>Suodatus ja täyttö</i>	6
3	MELU	7
3.1	Melun määrittely	7
3.2	Henkilökohtainen melualtistus	7
3.3	Meluhaitat	8
3.4	Melun mittaaminen	8
4	IHMISEN KORVA	10
4.1	Korvan rakenne	10
4.2	Äänen kuuleminen	10
4.3	Melun vaikutukset	11
4.4	Kuulovaurioiden välttäminen	12
5	MELUN VAIKUTUS TYÖTEHOON JA VIIHTYVYYTEEN	13
5.1	Melun vaikutus työympäristöön	13
5.2	Melun vaikutus keskittymiskykyyn	13
5.3	Puhemelu	14

6	MELUHAITTOJEN TORJUMINEN	16
6.1	Meluasetus	16
6.2	Toimenpiteitä päivittäisessä melualtistuksessa	17
6.3	Suojaimet ja tekninen torjunta	18
6.3.1	<i>Suojaimet</i>	18
6.3.2	<i>Tekninen torjunta</i>	19
7	TYÖN ETENEMINEN JA TAVOITTEET	22
7.1	Lähtökohdat	22
7.2	Tavoitteet	22
7.3	Dissolveritason melun vaikutus täyttöosastoon	22
7.3.1	<i>Tietoa dissolverisäiliöstä</i>	22
7.3.2	<i>Meluhaitat</i>	23
7.3.3	<i>Parannukset ja tulokset sekä parannusideat</i>	24
7.4	TK-1 sekä sen kuljetinradan vaikutus täyttöosastoon	25
7.4.1	<i>Tietoa TK-1 ja kuljetinradasta</i>	25
7.4.2	<i>Meluhaitat ja parannukset</i>	26
7.4.3	<i>Tulokset ja kehitysideat</i>	28
7.5	Pumput	29
7.5.1	<i>Tietoa pumpuista</i>	29
7.5.2	<i>Parannuskokeilut</i>	29
7.5.3	<i>Tulokset ja kehitysideat</i>	33
7.6	Kustannukset	34
8	YHTEENVETO	35
9	VIITELUETTELO	36

LIITE

Liite 1. Melunmittauspöytäkirja

1 JOHDANTO

Tämä työ tehtiin Tikkurila Paints Oy:n toimeksiannosta Monicolor-tehtaalle. Työn tarkoituksena oli tutkia, mistä melusaasteet syntyvät ja selvittää mitä niiden vaimentamiseksi voitaisiin tehdä. Työn lähtökohdaksi valittiin selvästi suurimmat melun aiheuttajat: pumpput, tyhjiä maalipurkkeja kuljettavat kuljetinradat, täyttökoneen purkkikarusellit ja dissolveritaso.

Melusaasteiden vaimentamisella pyrittiin mukaviin ja turvallisiin työskentelyolosuhteisiin, koska melusaasteet ovat selvässä kasvussa jatkuvan tuotannon kasvun takia.

2 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

2.1 Tikkurila Oy

Tässä kappaleessa esitettävät historiatiedot on koostettu Tikkurilan internet-sivuilta /1/.

Vuonna 1757 Keravanjoen Tikkurilankoskeen rakennettiin ensimmäinen vesimylly, ja vuonna 1862 myllyn yhteyteen perustettiin öljynpuristamo. Eversti-luutnantti Anders Lorentz Munsterhjelm omistama Dickursby Oljeslageri hyödynsi pellavan- ja hampunsiemeniä. Öljynpuristamo sijoitettiin aikoinaan paikkaan, joka vielä nykyäänkin on logistiikan kannalta ihanteellinen. Mahdollisuudet maa-, vesi- ja ilmakuljetuksiin ovat vain parantuneet aikojen saatossa. Lisäksi yrityksellä on ollut tilaa laajeta haluamaansa suuntaan.

Vuonna 1967 yhtiö osti Suomen Väriteollisuus Oy:n laitokset Hangosta. Tuotevalikoimaan saatiin myös laivamaaleja, mikä antoi vauhtia yhtiön teollisuusmaalien markkinointiin. Vuonna 1970 Suomen Väri- ja Vernissatehdas Oy:n Korson tehtaot siirtyivät Schildt & Hallbergin omistukseen.

Modernin, maaleja ja muita pintakäsittelyaineita valmistavan laitoksen suunnittelu aloitettiin 1970-luvun alussa. Investointi oli iso eivätkä omistajasuvut halunneet siihen sitoutua. Oy Schildt & Hallberg Ab siirtyi silloisen Rikkihappo Oy:n, nykyisen Kemira Oyj:n, omistukseen vuonna 1972. Kemira on edelleen yrityksen ainoa omistaja.

Voimakkaasta kotimaisesta kysynnästä huolimatta myös vienti kiinnosti. Ensimmäinen ulkomainen tytäryritys, Fennia Färg AB, perustettiin yhdessä kilpailijan, silloisen Teknos-Maalit Oy:n, kanssa Tukholmaan. Valikoimassa oli aluksi molempien yhtiöiden kauppa- ja rakennusmaaleja, mutta myyntiyhtiön siirryttyä Tikkurilan haltuun vuonna 1976 valikoimaan otettiin myös teollisuusmaalit. Dickursby Färgin nimellä pitkään toiminut nykyinen Tikkurila Coatings AB on hankkinut Ruotsissa hyvän maineen erityisesti teollisuusmaalien toimittajana. Jo yli 250 ruotsalaista siltaa on saanut pintaansa Tikkurilan maalit.

Vuonna 1970 markkinoille tuotiin Monicolor-sävytysjärjestelmä, joka mullisti niin maalien teon kuin jakelunkin - miten perusteellisesti, sitä ei varmaankaan osattu vielä kuvitella. Maaleja ei siis enää sävytetty tehtaalla, vaan

asiakas sai maalikaupassa haluamansa sävyn odottaessaan. Värejä oli tarjolla 360, ja se tuntui uskomattomalta.

Vuonna 1975 Monicolor-tehdas keskusvarastoinen valmistui. Se oli maailman pisimmälle automatisoitu maalitehdas ja puolustaa paikkaansa alansa kärkipäässä vielä nykyäänkin. Lähes täysin suljettu, ympäristöä ja raaka-aineita säästävä tuotantoprosessi oli silloin jotain ennen kuulumatonta.

Vuonna 1975 vaihtui myös yhtiön nimi, se oli nyt Tikkurilan Värитеhtaат Oy - Dickursby Färgfabriker Ab. Ruotsin kieli eli yhtiössä vielä vahvana suomen rinnalla, joskin sen merkitys alkoi vähentyä omistajien vaihduttua ja ruotsinkielisten osuuden henkilöstöstä pienentyessä jatkuvasti.

Vuonna 1979 oli päätetty panostaa teollisuusmaalien markkinointiin entistä voimakkaammin. Uuden teollisuusmaalitehtaan ja varastojen rakentaminen aloitettiin vuonna 1982. Temacolor-tehdas käynnistyi ja teollisuusmaalien Temacolor-sävytysjärjestelmä tuotiin markkinoille vuonna 1983. Vuonna 1988 valmistuneen Novacolor-tehtaan myötä vanha 1-tehdas siirtyi historiaan.

Tikkurila kansainvälistyi vuonna 1984 kertaheitolla ostaessaan Ison-Britannian neljänneksi suurimman maalialan yrityksen. Donald Macpherson Group toimi kahdeksassa maassa, Euroopan ohella myös Kaakkois-Aasiassa ja Karibialla. Vuonna 1986 yhtiö sai uuden, kansainvälisissä yhteyksissä entistä helpomman nimen: Tikkurila Oy.

Ongelmia alkoi syntyä siitä, että sävytysasiakkaat olivat enimmäkseen muita maalitehtaita - siis Tikkurilan kilpailijoita. Liiketoiminta pilkottiinkin vuoden 1997 alusta eri yhtiöihin. Sävytysliiketoimintaa hoitamaan perustettiin Tikkurila CPS Oy. Tikkurila Paints Oy keskittyi kauppa- ja rakennusmaaleihin, ja Tikkurila Coatings Oy teollisuusmaaleihin. Tikkurila Oy jäi emoyhtiöksi, ja Tikkurila Services Oy toimitti palveluja konserniyhtiöille.

Lokakuussa 2000 Tikkurila CPS myytiin ruotsalaiselle pääomasijoitusyhtiölle Industri Kapitalille ja Tikkurila palasi juurilleen eli valmistamaan maalia. Asemaa Euroopan maalimarkkinoilla vahvistettiin liittämällä vuoden 2001 alusta ruotsalaisen AB Wilhelm Beckerin kauppa- ja rakennusmaalit, Alcro-Beckers AB, Tikkurilan liiketoimintaan.

Mainetta saatiin muutenkin kuin sävytysteknologiaa kehittämällä. Vuonna 1994 Tikkurilasta tuli maailman ensimmäinen ympäristösertifioitu maalitehdas. Nyt Tikkurilan useimmilla toimipaikoilla on olemassa tai valmisteilla omat ympäristöjärjestelmät. Koko konsernin kattava yhteiskuntavastuuohjelma julkaistiin vuonna 2001.

Vuoden 2004 alusta palveluyhtiö Tikkurila Services Oy liitettiin emoyhtiö Tikkurila Oy:hyn. Liiketoimintayhtiöinä jatkavat Tikkurila Paints Oy ja Tikkurila Coatings Oy. (Kuva 1.)

Pienestä öljynpuristamosta on 140 vuodessa kasvanut johtava maalialan yritys Pohjois- ja Itä-Euroopassa.



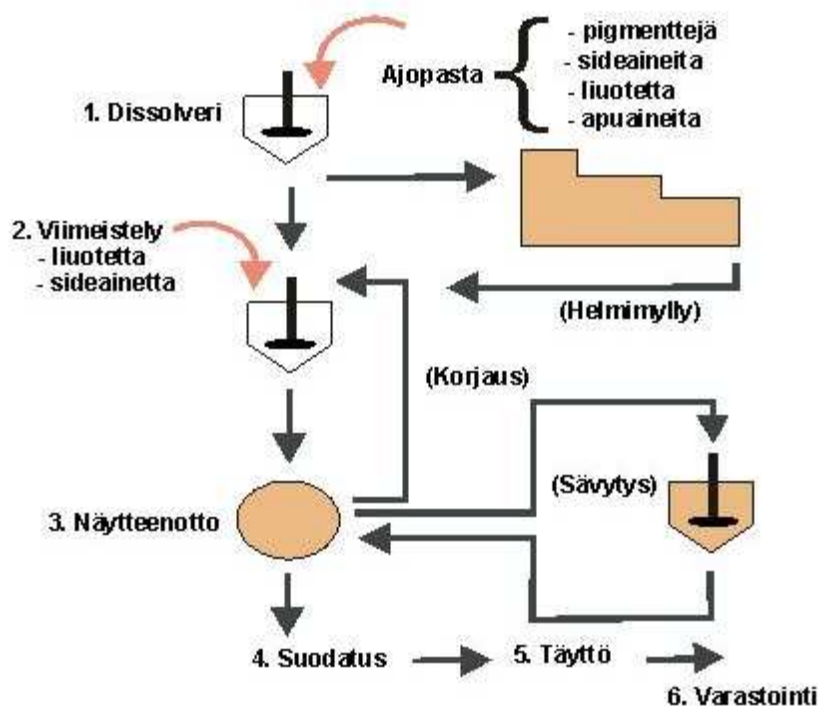
Tikkurilan Vantaan toimipaikka

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| 1 Konttori | 5 Monicolor-tehdas |
| 2 Tutkimuskeskus | 6 Temacolor-tehdas |
| 3 Koulutuskeskus Paletti | 7 Novacolor-tehdas |
| 4 Finnresin-tehdas | 8 Varastot |

Kuva 1. Tikkurilan tehdasalue /1/

2.2 Maalin valmistus

Maalin valmistuksen vaiheet ovat raaka-aineiden annostelu, esisekoitus, jauhatus eli dispergointi, viimeistely, sävytys, suodatus ja täyttö (kuva 2).



Kuva 2. Maalinvalmistusprosessi /2/

2.2.1 Raaka-aineet

Maalin valmistuksessa tarvitaan sideaineiden, pigmenttien ja liuotteiden lisäksi myös lukuisia erilaisia apuaineita. Apuaineet helpottavat maalin valmistusta ja vaikuttavat moneen valmiin maalin ominaisuuteen, esimerkiksi viskositeettiin, kuivumiseen, sävytettävyyteen ja säilyvyyteen. /2./

2.2.2 Esisekoitus

Aluksi osa raaka-aineista annostellaan ja sekoitetaan keskenään. Tällöin muodostuu paksu, tahnamainen seos jauhatusta varten. Raaka-aineiden automaattinen annostelu nopeuttaa valmistusprosessia ja annostelun tarkkuutta voidaan koko ajan seurata. Ruuvikuljettimilla syötetään pigmenttejä ja täyteaineita silloista pigmenttivaa'alle. Kaikki raaka-aineet annostellaan punnitsemalla erilaisilla vaa'oilla valmistusastioihin eli dissolveihin. Tikkurilan

tehtailla suurin osa raaka-aineista annostellaan automaattisesti. Ainoastaan pieninä määrinä käytettävät aineet annostellaan käsin. /2./

2.2.3 Jauhatus

Raaka-aineista osa on nestemäisiä ja osa jauhemaisia. Jotta näistä saataisiin tasalaatuista maalia, aineet pitää sekoittaa ja pigmentit jauhaa huolellisesti kunkin tuotteen laatuvaatimusten mukaan.

Tavallisimmat maalin jauhatuslaitteet ovat pikasekoitin eli dissolveri ja helmimylly. Jauhatusessa pigmenttihiukkaset irtoavat toisistaan ja jakautuvat tasaisesti maaliin. Pigmentit jauhetaan sideaine- tai vesiseoksessa dissolve- rilla tai helmimyllyllä tiettyyn hienousasteeseen, jotta maaliin saadaan haluttu kiilto ja peittokyky. Helmimyllyssä jauhetaan vaikeimmin jauhautuvia pigmenttejä. /2./

2.2.4 Viimeistely

Ajopasta viimeistellään dispergoinnin jälkeen valmiiksi maaliksi sekoittimella varustetussa viimeistelysäiliössä. Viimeistelyvaiheessa erään sekoitetaan loput sideaineet ja liuotteet, jolloin maali saa lopulliset ominaisuutensa.

Viimeistellystä maalierästä otetaan näyte, joka tutkitaan laadunvalvontalaboratoriossa. Tavallisesti tuotteesta määritellään hienous, viskositeetti, kiilto ja peittokyky. Kun laboratorio on hyväksynyt erän, maali suodatetaan ja purkitetaan. /2./

2.2.5 Sävytys

Suurin osa Tikkurilan maalituotannosta on nykyisin perusmaaleja, jotka sävytetään vasta kaupoissa sävytysjärjestelmällä. Eräissä tapauksissa (esim. maalausliike tilaa suuren erän tiettyä väriä) tuote myös sävytetään jo tehtaalla. /2./

2.2.6 Suodatus ja täyttö

Maali purkitetaan automaattisesti täyttökoneilla, joille maali johdetaan kalvo- pumpuilla suodattimen läpi. Kun maali on purkitettu, purkit kansitetaan ja viedään kuljettimilla pakkaukseen. Pakkauksessa purkit lavataan roboteilla ja lavat kelmutetaan varastoon vietäviksi. /2./

3 MELU

3.1 Melun määrittely

Suomen lainsäädännössä melu määritellään ääneksi, joka on terveydelle haitallista tai joka merkittävästi vähentää ympäristön viihtyisyyttä taikka merkittävästi haittaa työntekeä. Toisen määritelmän mukaan melu on ääntä, jonka ihminen kokee epämiellyttävänä tai häiritseväenä, ääni on mekaanista värähtelyenergiaa. Eri määritelmät katsovat melua eri näkökulmasta. Lainsäädännöllinen määritelmä korostaa melusta yhteiskunnalle aiheutuvaa haittaa, kun taas jälkimmäisessä korostuu melun kokemisen subjektiivisuus. Sama ääni voi olla toisen korvissa nautittavaa kuunneltavaa, kun toinen aistii sen meluna. Melun voimakkuus ilmoitetaan desibeleinä. /3./

Melu on yleisimpiä työperäisiä haittoja. Tavallisimpia melun aiheuttajia ovat erilaiset koneet ja laitteet. Melun lähteinä koneissa ja laitteissa ovat värähtelevät kiinteät pinnat sekä nesteiden ja kaasujen virtaukset. Impulssi- eli iskumelulla tarkoitetaan melua, joka on äkillistä ja sisältää runsaasti lyhyitä, alle sekunnin kestäviä iskumaisia, voimakkaita ääniä. Impulssimelun synty voidaan jakaa kolmeen päätyyppiin, jotka ovat kappaleiden iskeytyminen, kaasun laajeneminen ja sähköpurkaukset. Infra- ja ultraäänit ovat ääniä, joita ei voi korvin kuulla. Infraäänillä tarkoitetaan ääntä, jonka taajuus on alle 20 Hz. Ultraäänin taajuus on vastaavasti yli 20 000 Hz. Infraääntä voivat aiheuttaa ilmastointi- ja kompressorilaitteet. Ultraääntä käytetään esimerkiksi muovin hitsauksessa ja metallin puhdistamisessa. Altistumisympäristön ja tilanteen mukaan melu voidaan jaotella asumismeluksi, työpaikkameluksi, vapaa-ajan meluksi ja ympäristömeluksi. /3./

3.2 Henkilökohtainen melualtistus

Päivittäinen henkilökohtainen melualtistus ei saa ylittää 85 dB. Impulssimelualtistuksen raja-arvo on 200 pascalia, mikä vastaa melumittarin lukemaa 140 dB. Nämä raja-arvot on annettu valtioneuvoston päätöksessä työntekeiden suojelusta työssä esiintyvän melun aiheuttamilta vaaroilta ja haitoilta (1404/1993). Päätöksessä annetaan myös suuntaa-antavia ohjeita melun mittaamisesta ja työntekeiden kuulon tutkimisesta. Meluarvot ilmoitetaan yleensä A-äänitasona, mikä tarkoittaa samanarvoista, jatkuvaa äänitasoa. Jos edellä mainitut meluarvot ylittyvät, työnantajan on selvitettävä syyt rajojen ylittymiseen ja laadittava meluntorjuntaohjelma. Meluntorjuntaohjelmassa

esitetään toimet melualtistuksen vähentämiseksi. Työntajan on myös opastettava työntekijöitä melusta, hankittava työntekijöiden käyttöön kuulosuojaimia, asetettava melualueille asianmukaiset merkinnät ja tutkittava säännöllisesti melulle altistuvien työntekijöiden kuuloa. /4./

3.3 Meluhaitat

Yksilöllinen herkkyys melulle vaihtelee ja joillekin henkilöille voi kuulon heikkenemistä aiheuttaa jo noin 75 dB(A):n melu. Altistuminen voimakkaalle melulle saattaa aiheuttaa tilapäistä kuulon heikkenemistä, joka levon jälkeen palautuu normaalitasolle. Toistuvat, tilapäiset kuulon heikkenemiset voivat kuitenkin johtaa vaurioihin, jotka aiheuttavat pysyvän meluvamman. Pitkäaikainen melu saattaa aiheuttaa parantumattomia vaurioita sisäkorvaan ja heikentää kuuloa pysyvästi. Melu voi aiheuttaa myös henkistä kuormittumista, ärtymystä, unihäiriöitä ja suorituskyvyn heikkenemistä. Melu voi estää korvaa aistimasta muita äänimerkkejä, esimerkiksi varoitusääniä, jolloin tapaturmavaara kasvaa. Jos melu on tilapäistä, kuulo palautuu yleensä ennalleen. Jatkuva yli 90 dB melualtistus aiheuttaa lähes poikkeuksetta pysyvän kuulovaurion. /4./

Meluvamman syntyyn vaikuttavat melun voimakkuus, altistusaika, äänienergian jakautuminen eri taajuuksille, melun laatu ja ihmisen yksilöllinen herkkyys. Kuulon heikkenemisen lisäksi vaarana on tinnitus eli korvassa tai päässä kuuluva soiva, humiseva tai naputtava ääni. Ihmisen kuulo heikenee iän myötä. Perinnölliset tekijät määräävät kuulon heikkenemisen vauhdin. Monet altistuvat melulle myös vapaa-aikanaan työmelun lisäksi. /4./

On paljon muitakin terveyshaittoja, joita liika melu voi aiheuttaa ihmiselle kuten stressi, verenpaineen nousu ja henkinen kuormittuminen. Äänen ei tarvitse voimakkuudeltaan olla kuuloa vaurioittava ollakseen melua. Esimerkiksi lieväkin liikenteen melu öiseen aikaan voi (muutoin hiljaisessa ympäristössä) häiritä unta ja aiheuttaa siten terveyshaittoja. /4./

3.4 Melun mittaaminen

Melun määrä ilmaistaan yleensä suhteellisella yksiköllä, desibelillä (dB). Perusyksikkö on beli, $1 \text{ B} = 10 \text{ dB}$. Koska desibeliasteikko on suhteellinen, 0 dB ei tarkoita "absoluuttisen hiljaista", vaan sitä alinta äänenpainetasoa, jonka ihmiskorva vielä aistii. Asteikko on vaikeatajuinen, logaritminen ja vielä

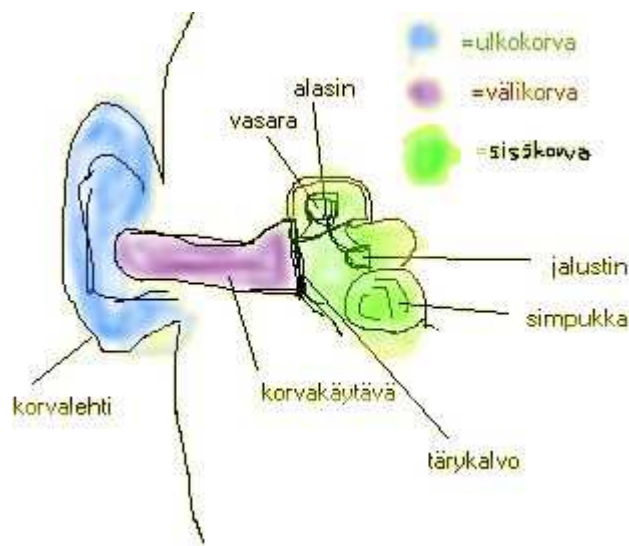
kymmenkertainen. Havaittua melua siis tavallaan verrataan alimpaan ihmis-korvan aistimaan äänitasoon. 10 dB:n melu tarkoittaa, että äänienergia on kymmenkertaistunut tähän lähtötasoon verrattuna, 20 dB vastaa satakertais-tumista, 30 dB vastaa tuhatkertaistumista. Sen sijaan äänekkyysaistimukse-na 10 dB:n lisäys tietää äänekkyuden kaksinkertaistumista. /5./

Desibeliasteikko hämää kiloihin ja metreihin tottuneita ihmisiä, kolmen desi-belin nousu ei tunnu isolta, vaikka se merkitsee äänen tehon kaksinkertais-tumista. Melun mittaustuloksissa yleensä näkyy merkintä dB(A), A-äänitaso tarkoittaa, että melu on mitattu käyttäen taajuussuodatinta, joka mukailee korvan vastaanottokykyä. Melun mittaaminen ei ole itsetarkoitus, tärkeintä on melun vähentäminen. /5/.

4 IHMISEN KORVA

4.1 Korvan rakenne

Ihmisen korvassa on kolme pääosaa: ulkokorva, välikorva ja sisäkorva. Ulkokorvaan kuuluu korvalehti, välikorvaan korvakäytävä ja sisäkorvaan kuuloluut, tärykalvo ja simpukka (kuva 3).



Kuva 3. Ihmisen korva /6/

4.2 Äänen kuuleminen

Ilmassa etenevä paineenvaihtelu, ääni, etenee yli- ja alipaineisina vyöhykeinä. Ääni on siis pituussuuntaista mekaanista aaltoliikettä eli värähtelyä. Ulkokorva kerää äänivärähtelyjä säilyttäen suurimmaksi osaksi niiden tulosuunnan. Värähtelyt keskittyvät korvakäytävää pitkin sormenkynnen kokoiselle tärykalvolle, joka värähtelee ja liikuttaa kuuloluuta, jotka sijaitsevat täryontelossa. Kuuloluut ovat yhteydessä simpukkaan, jonka sisässä on ns. Cortin elin ja jossa on noin 25 000 aistinkarvaa. Vain lapsilla ja nuorilla kaikki nämä karvat ovat toiminnassa. Simpukan aistinkarvat siirtävät sähkövärähtelyt keskushermoston kautta aivoihin, jossa aistimme ne äänenä. Simpukassa on myös tasapainoaistiin kuuluva neste. Nuori ihminen kuulee äänet, joiden taajuus on noin 16 – 19500 Hz (hertsiä). Tätä aluetta kutsutaan nimellä audiokaista. /6./

Kuuloaisti ei toimi äänenvoimakkuuden suhteen tasaisesti. Kaksinkertainen äänenpaine ei kuulosta kaksinkertaiselta, vaan ainoastaan juuri ja juuri kuul-tavalta voimakkuuserolta. Korvan kuulokynnys ja äänenvoimakkuustasojen aistiminen riippuu sekä äänenpaineesta että taajuudesta. Herkkyys on par-haimmillaan 3 - 4 kilohertsin taajuuksilla ja se pienenee, kun mennään lä-hemmäksi korkeita ja matalia taajuuksia. Korkeat ja matalat äänet on hel-pompi kuulla, kun äänenpaineen taso nousee. /6./

Monet eläkeikää lähestyvät ja nuoremmatkin ihmiset väittävät kesäisin hei-näsirkkojen kadonneen. Näin ei kuitenkaan ole, sillä me, joilla kuulo vielä on tarkka, kuulemme sen korkean sirinän. Korvan kuuloalue alkaa kolmenkym-men ikävuoden lähestyessä rajoittua yläpäästä. Vanhuuden karttuessa koko kuuloalueen kuulokynnys saattaa nousta jopa 10 dB. Tietenkään kyn-nyksen nouseminen ei ole kaikilla taajuuksilla yhtäläinen. /6./

4.3 Melun vaikutukset

Yleinen turvaraja melussa työskenteleville on 85 dB yhden kilohertsin taa-juudella. Jos tämä piste ylitetään, täytyy työpaikalla käyttää kuulosuojaimia lakisääteisesti. Muuten 85 dB olosuhteissa voi oleskella periaatteessa noin 8 tuntia ilman kuulovaurion mahdollisuutta. Jos melussa ollaan jatkuvasti ja pitkään, ei kestä kauankaan, ennen kuin korvan kuulokynnys nousee tietyltä taajuudeltaan. Lisäksi korviin saattaa ilmestyä korkeataajuisia piippausta, jo-ka kuuluu aina. Sitä ei pääse pakoon, ei edes nukkuessaan. Useimmat kui-tenkin tottuvat jatkuvaan piippaamiseen melko nopeasti, mutta eivät missään tapauksessa halua sitä ainakaan lisää. Piippausta kutsutaan tinnitukseksi. /6./

Kuulon vaimentuma syntyy myös jatkuvassa, mutta pienemmässä desibeli-määrässä. Vaimennus tapahtuu siten, että korvasimpukassa oleva aistikarva värähtelee omalla taajuudellaan, mutta kun tarpeeksi iso voimakkuus tulee, aistikarva saattaa taittua, samalla tavalla kuin vilja kesämyrskyssä. Eikä ais-tikarva enää omin avuin nouse ylös, kuten ei oljenkorsikaan. Ihminen eli työntekijä, joka viettää tietokoneen läheisyydessä parikymmentä vuotta, ei varmasti enää häiriinny koneensa tuulettimen hurinasta, koska juuri sillä kohdalla hänen kuulossansa on vaimentuma. Pahimmillaan suuri äänenvoi-makkuus saattaa johtaa täydelliseen kuuroutumiseen. Taulukossa 1 näem-me aikarajana, kuinka kauan tietyssä melusaasteessa voi viihtyä. /6./

Taulukko 1. Aikarajat tietyille melutasoille /6/

Melutaso (dB)	Esimerkki	Aikaraja
0	Kuulokynnys	
5 – 25	Pensaiden lehtien havina	
25 – 50	Tietokone	
50 – 70	Äänekäs puhuminen	
70 – 85	Liikenne	e - 8 h
85 – 90	Moottoripyörä	4 - 2 h
90 – 110	Disco	2 h - 1 min
110 – 130	Kipukynnys	Oleskelua ei suositella

4.4 Kuulovaurioiden välttäminen

Kuulovaurioita voi välttää puhdistamalla korvat tarpeeksi usein, ei kuitenkaan liian usein, koska ne voivat tulehtua, ja on syytä välttää äkillisiä painenvaihteluita, varsinkin jos ne aiheuttavat kipua. Välttää voimakasta ja pitkäkestoista melua, kuten työkoneiden ääniä. Jos on joutunut meluhäirinnän tulilinjalle, on hyvä antaa korvien levätä hiljaisuudessa. Periaatteessa yhden diskokerran jälkeen pitäisi antaa korvien levätä noin kaksi kuukautta, että kuulo ei heikkenisi hyvin nopeasti ja pysyvästi. Jos pitää oleskella pitkään meluisassa paikassa tai altistua hetkellisesti hyvin voimakkaaseen meluun, kuten ampumaradalla, niin pitää käyttää kuulosuojaimia. Ne ovat halpa vakuutus korville. /6./

5 MELUN VAIKUTUS TYÖTEHOON JA VIIHTYVYYTEEN

5.1 Melun vaikutus työympäristöön

Melu on monien kansainvälisten tutkimusten mukaan yksi laajimmista ja häiritsevimmistä työympäristöongelmista. Meluallistuksen on osoitettu vaikuttavan psyykkisiin toimintoihin kuten keskittymis- ja suorituskkyyn sekä käyttäytymiseen. Melua vaimentamalla voidaan parantaa työympäristön viihtyvyyttä sekä työtehoa. /7./

Psykologisen hyvinvoinnin näkökulmasta melu voidaan määritellä ääneksi, joka haittaa käynnissä olevaa tehtävää tai on muulla tavoin ristiriidassa oletetun tai toivotun äänimaiseman kanssa. Esimerkiksi toimistotyöpaikoilla toisten ihmisten käymät keskustelut ovat yleensä melua, jos ne eivät ole itselle hyödyllisiä. Jos henkilö puolestaan itse osallistuu keskusteluun, ei ääni enää ole melua, vaikka äänenvoimakkuus olisi sama. Teollisuustyöpaikalla esimerkkinä voisi olla käsikoneen ääni, esim. porakone. Käyttäjä saa koneen äänen myötä palautetta työstään ja koneen toimivuudesta, eikä äänitaso haittaa käyttäjää, sillä palautteen on oltava tarpeeksi muista äänistä erottuvaa ollakseen kuultavissa. Vieressä oleva työntekijä taas kokee porakoneen äänen itselleen yksinomaan turhaksi. Ohi kävelevä yrityksen omistaja sen sijaan ei välttämättä koe ääntä meluksi vaan rahan ääneksi. /7./

Koetut psyykkiset vaikutukset eivät ole välttämättä yhdenmukaisia suoritusvaikutusten kanssa. Työntekijä saattaa suoriutua työtehtävästään normaalisti, vaikka melu häiritseisikin häntä, mutta suoritus saattaa häiriintyä, vaikka melua ei koettaisi häiritseväksi. Monet melun vaikutukset ovatkin epäsuoria ja liittyvät useiden tekijöiden yhteisvaikutukseen. /7/.

5.2 Melun vaikutus keskittymiskykyyn

Melu vaikuttaa negatiivisesti etenkin keskittymiskykyyn. Keskittyminen häiriintyy yleensä äänen vaihdellessa, alkaessa ja loppuessa. Ääniympäristön satunnaiset muutokset vaikuttavat suoritukseen yleensä hetkellisesti. Katkonaisen melun kohdalla meluryöppyjen vaikutukset työsuoritukseen riippuvat melun kestosta ja tehtävän suoritusvaiheesta. Tehtävän alkuvaiheessa ää-

niympäristön muutokset vetävät yleensä tarkkaavaisuuden puoleensa huonontaan suoritusta. Tehtävän ollessa pidemmällä lyhytkestoinen meluryöppy voi vireystilaan kohottavan vaikutuksen vuoksi jopa parantaa suoritusta. Melun suoritukselle aiheuttamaan haittaan vaikuttavat suoritettavan tehtävän ominaisuudet, kuten tehtävän tuttuus, sanallisuus, kesto ja tehtävän tarkkaavaisuudelle asettamat vaatimukset. Tutut vaatimuksiltaan yksinkertaiset ja rutiininomaiset tehtävät eivät häiriinny jatkuvastakaan melusta. Jatkuva melu ei siis vaikuta perustoimintoihin, joista monimutkaisemmat tehtävät koostuvat. /7./

Suoritustason pysyminen yllä meluisassa ympäristössä ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei melu häittäisi työskentelyä. Melu on kuormittava tekijä, joka vähentää tehtävään suunnattuja voimavaroja. Jatkuva pinnistely suoritusten ylläpitämisen meluisassa ympäristössä laskee motivaatiota ja aiheuttaa hiljaiseen työympäristöön verrattuna enemmän työpäivän jälkeistä väsymistä. Tarkkaavaisuutta heikentävän vaikutuksen vuoksi melun oletetaan heikentävän työturvallisuutta, vaikka sen ei olekaan osoitettu suoranaisesti aiheuttavan työtapaturmia tai lisäävän sairauslomia. /7/.

5.3 Puhemelu

Melu on tutkimusten mukaan eniten tyytymättömyyttä aiheuttava sisäympäristöongelma myös toimistotyössä. Yleisimmin toimistotyöympäristössä olevat melutyypit, kuten puheäännet, naurun, puhelinäännet ja käytävillä kulkemisen, aiheuttaa ihmisen toiminta. Avotoimistoissa jopa 90 % työntekijöistä kärsii melusta. Avotoimistoissa häiritsevin melulähde on naapurityöpisteistä kantautuvat puheäännet. Useissa tutkimuksissa on todettu, että suoritus huonontuu puhemelusta, muttei tasaisesta kohinasta. Puheen häiritsevyyteen vaikuttaa äänitason sijasta sen merkityssisältö ja erottuvuus. Mitä selvemmin puheen sisältö on kuultavissa, sitä enemmän sen on osoitettu haittaavan tehtäväsuoriutumista. Vaikka melussa työskentelevä henkilö pystyisi pitämään yllä tarkkaavaisuuttaan tehtävän suorittamiseen vaaditun ajan verran, hän joutuu normaalia suurempaan rasitukseen. Tällöin vaikutukset voivat näkyä vasta tehtävän lopettamisen jälkeen. Meluista työympäristö turhauttaa työntekijää, jos tämä ei melun vuoksi saavuta omia tai esimiehensä asetta-

mia tavoitteita. Melun on siten todettu alentavan myös työtyytyväisyyttä ja motivaatiota sekä toimivan tuottavuutta heikentävänä tekijänä. /7/.

6 MELUHAITTOJEN TORJUMINEN

6.1 Meluasetus

Melu häiritsee päivittäin noin miljoonaa suomalaista (20 %), saman verran suomalaisia kokee melun aiheuttavan viestintäongelmia. Noin 200 000 altistuu työssään yli 85 dB:n keskiäänitasolle ja noin 400 000 keskiäänitasolle yli 80 dB. Noin 700 000 suomalaista kärsii alentuneesta kuulokyvystä tai tinnituksesta ja noin 400 henkilöä saa vuosittain korvauksen kuulovammasta. Melu on todellinen ongelma monilla työpaikoilla, ja se on yhä useammille ongelma myös vapaa-aikana. /8./

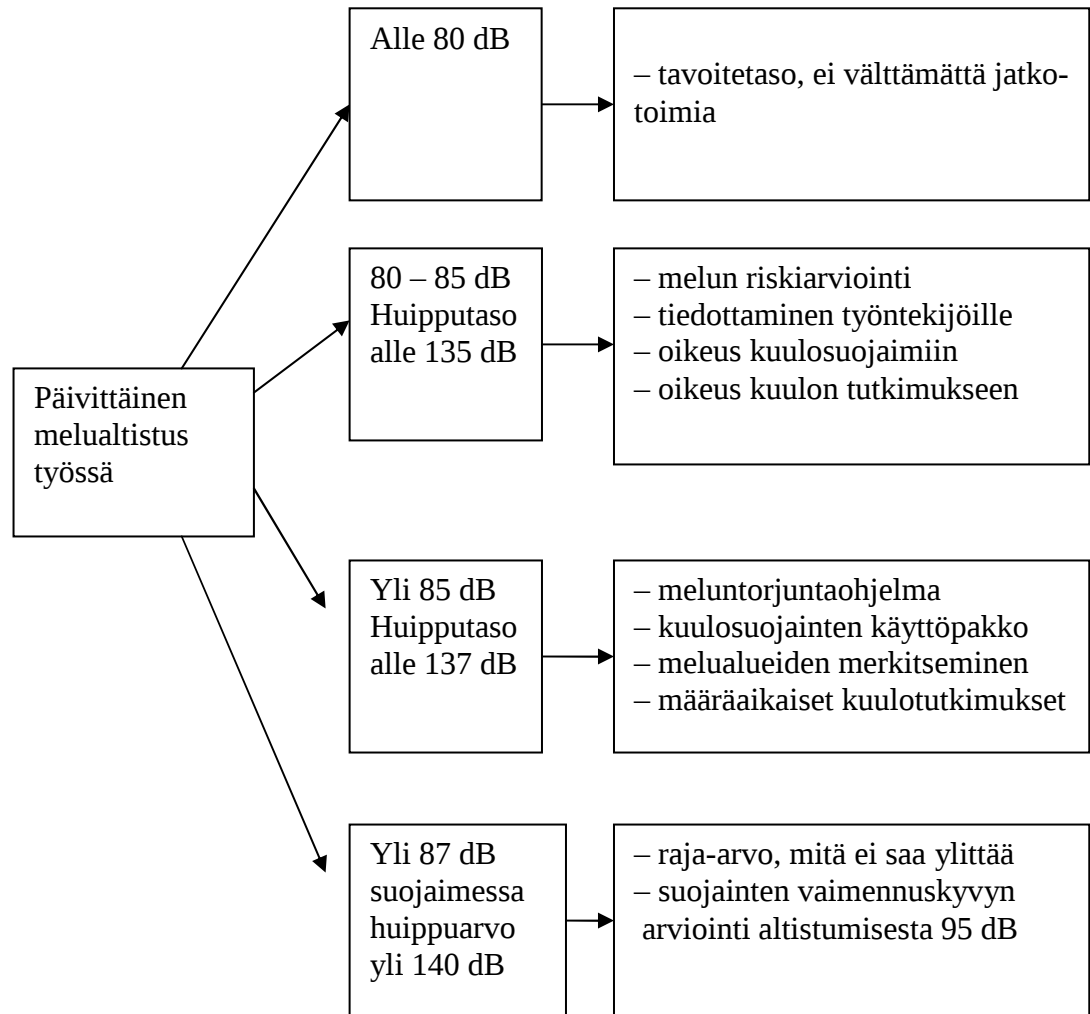
Valtioneuvoston antama meluasetus (85/2006) tähtää kuulovaurioriskin vähentymiseen työpaikoilla, ja se antaa merkittäviä mahdollisuuksia parantaa melussa työskentelevien työolosuhteita. Meluasetus perustuu EU:n meludirektiiviin (2003/10/EC), joka asettaa rajat keski- ja huippuäänitasoille sekä velvoittaa arvioimaan melun aiheuttaman onnettomuusriskin. Valtioneuvoksen asetuksen työntekijöiden suojelemisesta melulta aiheutuvilta vaaroilta (85/2006) mukaan pysyvän kuulovaurion vaaran aiheuttavana meluna pidetään meluallistusta (8 h), joka mitattuna standardin SFS 4578 mukaisesti ekvivalenttitasona (L_{Aeq}) ylittää arvon 80 dB. Jos melun jatkuva A-äänitaso ylittää 85 dB, kuulovaurion riski on niin suuri, että tarvitaan erityinen melun torjuntaohjelma. Taulukosta 2 saadaan päivittäiset aikarajat, jotka vastaavat 85 dB:n altistusta. /8./

Taulukko 2. Päivittäinen aikaraja meluallistuksessa /9/

Jatkuva A-äänitaso (dB)	Melussaoloaika
85	8 tuntia
88	4 tuntia
91	2 tuntia
94	1 tunti
97	30 minuuttia
100	15 minuuttia
103	8 minuuttia
106	4 minuuttia
109	2 minuuttia
112	1 minuutti
115	ei lainkaan

6.2 Toimenpiteitä päivittäisessä meluallistuksessa

Työntekijöitä on tärkeä motivoida kuulosuojaimien käyttöön. Jos heitä ei perehdytetä kuulosuojaimien oikeaan käyttöön ja suojainten asentamiseen, on mahdollista, että suojaimen vaimennuskyky jää olemattomaksi. Kuvassa 4 näkyy, millaisia toimenpiteitä työpaikalta ja työterveyshuollolta edellytetään erilaisten päivittäisten meluallistumisten tapauksessa.



Kuva 4. Mitä työpaikan ja työterveyshuollon pitää tehdä erilaisten päivittäisten melualtistumisten tapauksessa /8/

6.3 Suojaimet ja tekninen torjunta

6.3.1 Suojaimet

Työnantajan on hankittava työntekijöiden käyttöön kuulosuojaimet, ja niitä on käytettävä työpaikalla melualtistustason ylittäessä toimenpiderajan. Suojainten valinnan tulee perustua työpaikan altistusmittauksiin. Suojainten tulee olla tyyppitestattuja ja CE-merkinnällä varustettuja.

Kuulosuojaintyyppit ovat

- Kupusuojaimet. Asetetaan korvan päälle.
- Kypäräkiinnitteiset kupusuojaimet. Ovat kiinni kypärässä.
- Tulppasuojaimet. Asetetaan korvakäytävään tai peittävät korvakäytävän. Tulppasuojaimet voivat olla kertakäyttöisiä, monta kertaa käytettäviä tai yksilöllisiä korvakäytävän mukaan valettuja.

Suojaimissa voi olla elektroniikkaa, jolla parannetaan kuulosuojaimen toimintaa tai käyttömukavuutta. Kuulosuojainten elektronisia toimintoja ovat:

- Vastamelun tuottaminen, joka parantaa suojaimen vaimennusta pienillä taajuuksilla, tyypillisesti alle 300 Hz.
- Kommunikaatiojärjestelmä, jolla voidaan järjestää yksi- tai kaksisuuntainen yhteys kuulosuojaimeseen.
- Radio.
- Tason mukaan säätävä vaimennus, jolloin suojaimen vaimennus muuntuu hetkellisen melutason mukaan. Elektronisessa suojaimessa voi olla jopa kaikki yllämainitut toiminnot.

Kuulosuojainten valinta perustuu aina työpaikalla tehtyyn altistumisselvitykseen. Suojaimet tulee valita siten, että niitä on mahdollisimman mukava käyttää ja ne vaimentavat tarkoituksenmukaisesti melua. /10./

Käyttömukavuuden kannalta tulee valita mahdollisimman kevyet ja pienikokoiset suojaimet. Tärkeä ominaisuus on, että kommunikaatio ei esty, vaikka suojaimet ovat päässä. Mikäli suojaimet vaimentavat liikaa, puheesta ei saa selvää ja suojaimet on poistettava keskustelun ajaksi. Kommunikaation ja suojauksen kannalta suojaimet ovat hyvät, jos melutaso suojaimen sisällä on 75 - 80 dB. Elektronisten toimintojen käyttökelpoisuus arvioidaan tapauskohtaisesti. /10./

6.3.2 Tekninen torjunta

Melun teknisellä torjunnalla tarkoitetaan menetelmiä, joilla estetään melun syntyä ja etenemistä. Meluntorjunnan suunnittelussa voidaan käyttää akusti-

sia malleja, joiden avulla voidaan arvioida torjuntatoimenpiteiden vaikutusta työntekijöiden altistumiseen, ääniympäristöön ja puheen ymmärrettävyyteen.

Tärkeimmät teknisen torjunnan menetelmät ja tavoitteet ovat:

- Melupäästö otetaan koneen tai laitteen valintakriteeriksi. Melupäästön arvo löytyy kaikkien uusien koneiden tyyppitiedoista.
- Äänilähteet kartoitetaan ja selvitetään mahdollisuudet äänen säteilyn vähentämiseksi.
- Koneet pidetään kunnossa. Kulunut kone meluaa selvästi enemmän kuin kunnossa oleva kone.
- Koteloidaan meluavat koneet.
- Parannetaan huonetilan akustisia ominaisuuksia ja vähennetään äänen leviämistä ympäristöön.
- Otetaan huomioon meluavien koneiden sijoitusta työtilassa.
- Työjärjestelyin vähennetään melulle altistumista ja parannetaan puheen ymmärtämistä.

Tekniset torjuntatoimenpiteet suunnitellaan huolellisesti parhaan mahdollisen tuloksen varmistamiseksi. Tekninen torjunta aloitetaan melukartoituksella selvittämällä eniten melua aiheuttavat koneet. Tämän jälkeen arvioidaan mahdolliset toimenpiteet ja niiden vaikutukset sekä kustannusvastaavuus. Työterveyslaitos auttaa meluntorjunnan suunnittelussa, mallintamisessa ja toteutuksessa. /11./

Rakenteiden äänieristävyys mitoitetaan äänilähdekohtaisesti, jotta äänieristävyys on riittävä, muttei ylimitoitettu. Useimmiten meluntorjuntasuunnitelmien hyväksyntä edellyttää johdon päätöstä, jolloin on erityisen tärkeää, että meluntorjuntasuunnitelmat ovat visuaalisesti selkeitä ja teknillistaloudellisesti perusteltuja. Investoinnin pitää olla yritystaloudellisesti kannattava: investoinnin tarkoituksena on aikaansaada parempi ääniympäristö, jossa työnteke on turvallisempaa, joutuisampaa ja viihtyisämpää. /11./

Kun investointipäätös on tehty, tehdään yleensä useampia rakennesuunnitelmia ja tarjouspyyntöjä. Tässä vaiheessa melukonsultin pitää olla aktiivisesti mukana, jotta tilattavat rakenteet tai koneet ovat meluntorjunnan kannalta asianmukaisia. /11./

Meluntorjuntatoimien toteuttaminen voi kestää viikoista vuosiin riippuen tarvittavasta rahamäärästä ja käytettävistä aikaresursseista. Resurssit eivät yleensä riitä kerralla kovin monen melulähteen vaimentamiseen. /11./

Meluntorjuntaprojekti on valmis vasta, kun meluntorjunnan vaikutukset ovat selvillä. Sen vuoksi lopussa tulee verrata mittaustuloksia, jotka on saatu ennen ja jälkeen meluntorjunnan. Tässä vaiheessa paljastuu usein suunnittelu- ja rakennevirheitä, jotka korjataan. Meluntorjuntaprojektin jälkeen keskustellaan, miten meluntorjuntaa tulisi jatkaa. Useimmiten jatkamisen into on sitä parempi, mitä paremmin meluntorjuntaprojekti onnistui. Oleellista on, että hankkeen jälkeen yrityksessä löytyvät avainhenkilöt, jotka osaavat jatkossa tiedostaa meluongelmat ja osaavat hakea niihin apua tai ratkaista niitä etukäteen. /11/.

7 TYÖN ETENEMINEN JA TAVOITTEET

7.1 Lähtökohdat

Aivan aluksi pidettiin työn ohjaajien kanssa pienimuotoinen palaveri, jossa rajattiin työ sellaisiin alueisiin, jotka ovat selvästi Monicolor-tehtaan meluisimmat paikat tai laitteet. Melukartoituksessa päädyimme Monicolor-tehtaan täyttöosastoon, jossa säiliöissä oleva maali pumpataan pumpuilla täyttökoneisiin annosteltaviksi purkkeihin. Täyttöosastolla on jatkuvasti töissä noin 10 - 20 ihmistä. Suurimpia melulähteitä täyttöosastolla olivat dissolveritaso, pumpput, täyttökone 1 (TK-1) ja TK-1:sen purkkikaruselli, johon tyhjiä purkkeja kuljettava purkkirata syöttää automaattisesti purkkeja. Tässä työssä keskityttiin juuri näihin.

7.2 Tavoitteet

Tavoitteeksi määriteltiin melukartoituksen tekeminen kyseisille alueille ja laitteille selvittämällä mistä melu johtuu tai selvittää mistä melu syntyy. Tarkoitus oli tehdä melumittauksia niiden aiheuttamista meluannoksista ja arvioida kuulosuojainpakkoa kyseisillä alueilla ennen ja jälkeen mahdollisten toimenpiteiden. Edelleen pyrittiin päättämään, mitä meluntorjuntamahdollisuuksia voitaisiin kokeilla ja myös miettiä ratkaisuja, joita voisi ehkä tulevaisuudessa kokeilla.

7.3 Dissolveritason melun vaikutus täyttöosastoon

7.3.1 Tietoa dissolverisäiliöstä

Dissolveri on maalinvalmistuksessa käytetty sekoitussäiliö, jossa on nopeasti pyörivä sahalaitainen terä (kuvassa 5) ja kaavin. Säiliön koko on noin 6 m³ ja siinä on kahdella akselilla kolme sahalaitaista dispergointiterää. Dispergoinnin aikana terät pyörivät saaden aikaan maalissa pyörteitä. Pyörteiden ansiosta maalissa olevat pigmentit jauhautuvat hienoiksi sekä sekoittuvat hyvin maaliin. Kun dispergointi on valmis, erä pumpataan viimeistelyyn ja dissolverisäiliöt pestään.



Kuva 5. Dissolverin terä

7.3.2 Meluhaitat

Dissolveritasosta on meluhaittaa täyttöosastolle, koska kun pigmenttisatsausta lopetetaan, niin käytetään paineilmatäryä, joka täryttää loput pigmentit putkilinjastosta säiliöön. Siitä johtuva melu on niin suuri, että se vaikuttaa lähimpänä oleviin täyttökoneisiin. Dissolveritason ja täyttöosaston väliin on rakennettu vuosi sitten melua vaimentava seinä, mutta sitä ei ole tehty talon päätyseinään asti, koska siinä menee trukki liikenteeseen tarkoitettu käytävä. Kuvassa 6 näkyy miten seinä päättyy ja miten on tehty kevyempää melueristeseinää käytävän suuntaisesti.



Kuva 6. Dissolveritason ja täyttöosaston välinen melunvaimennusseinä

7.3.3 Parannukset ja tulokset sekä parannusideat

Ainoana parannus, joka melunvaimennukseen pystyttiin tässä kohteessa tekemään se, että kun uuden ja vanhan seinän välissä olevan noin kahden metrin välinen aukon sulkeminen siirtämällä vanhempi seinä uuteen seinään kiinni. Melua mitattiin B&K 2205 desibelimittarilla. (Kuva 7.) Mittaustuloksista huomasi, että siitä ei paljon apua ollut: kun alkutilanteessa yhden metrin päästä seinästä mittaustulos oli 90 - 93 dB ja kolmen metrin päästä 84 - 87 dB, muutoksen jälkeen samat tilanteet olivat metrin päästä 86 - 88 dB ja kolmen metrin päästä 83 - 85 dB. Mittaustuloksista huomaa, että seinä vaimentaa vain lähialueille. Kun seinä on lyhyt, niin melu pääsee "kiipeämään" seinän yli ja levittäytymään sitä kautta täyttöosastolle.

Parannusehdotuksena olisi rakentaa vuosi sitten rakennettu melua vaimentava seinä talon päätyseinään asti kiinni ja trukkilienteeseen tarkoitettulle käytävälle seinän kohdalle automaattisesti toimiva nosto-ovi. Nosto-ovi toimisi liiketunnistimilla, jotka olisivat kummallakin puolella ovea. Tunnistin toimii, kun joku liikkuisi siihen niin se automaattisesti avaisi oven, ja kun se havaitsisi tietyn ajan kuluttua, että liikettä ei enää ole niin se sulkee oven. Näillä ratkaisulla dissolveritasosta ei olisi minkäänlaista meluongelmaa täyttöosastolle ja liikkuminen olisi edelleen vaivatonta.



Kuva 7. Desibelimittari

7.4 TK-1 sekä sen kuljetinradan vaikutus täyttöosastoon

7.4.1 Tietoa TK-1 ja kuljetinradasta

Täyttökone 1 (TK-1) on selvästi täyttöosaston täyttökoneista suurimpia melunlähteitä koko täyttöosastolla. Täyttökoneessa täytetään ainoastaan pienempiä 1:n I ja 3:n I maalipurkkeja. Suurin syy minkä takia juuri täyttökone 1 on suurimpia melunlähteitä, kaikista täyttökoneista koko täyttöosastolla, se että siinä ovat kuljetinradat joilla kuljetetaan tyhjät 1:n I maalipurkit täyttökoneelle josta ne lopuksi putoavat tyhjiin avonaiseen purkkikaruselliin. Tyhjät 1:n I maalipurkit lähtevät liikkeelle purkinsyöttömakasiinilta, johon purkkeja syötetään lavoittain. Sieltä purkit kulkevat kuljetinrataa pitkin täyttökone 1:tä ja myös täyttökone 3:a (TK-3). Kun purkit työnnetään makasiiniin, niin sieltä ne kulkeutuvat täysin automaattisesti kohti täyttökoneita. Syy miksi TK-3 ei ole läheskään niin suuri melunlähde kuin TK-1 on se, että TK-3:lla ei ole samanlaista purkkikarusellia, (kuva 8), johon purkit putoavat kuljetinradalta ja aiheuta jo pelkästään kaikumisella meteliä. TK-3:lla on pöytä johon purkit tulevat hyvin rauhallisesti ja hitaasti, minkä takia siitä ei synny melua. TK-3:n kuljetinpöydässä on kuljetin, joka kuljettaa purkit erikseen täyttökoneelle. (Kuva 8.)



Kuva 8. TK-3:n purkinkuljetinpyötyä, jossa on 3l:n purkkeja ja 1l:n purkit tulevat juuri kuljettimelta.

7.4.2 Meluhaitat ja parannukset

Syitä miksi 1:n l purkkien kuljetinradasta syntyy niin suuri melu, on se, että tyhjät purkit kulkeutuvat siinä erittäin suurella vauhdilla ilman minkäänlaisia hidasteita tai hidastimia. Purkit pääsevät näin ollen kolisemaan ja hakkautumaan toisiaan vasten. Toinen syy kuljettimien meluongelmaan on se, kun purkit ovat metallia ja ne pääsevät kolisemaan toisiaan vasten. Melua kasvattaa suuresti se, että tyhjät purkit ovat avonaisia, jolloin purkin sisällä syntyy kaikua, joka moninkertaistaa äänentason ja sen kantavuuden. Desibeli-mittarilla mitattuna äänen arvo oli n. 86 – 92 dB ilman virhearviointia huomiotaessa. Tulos mitattiin TK-1:n läheisyydestä ja n. 1:n m päästä kuljetinradasta. Mittaustulokset kertovat sen, että ainakin TK-1 työskenteleville ja sen läheisyydessä toimiville tulee kuljetinradasta johtuvan melun takia pysyvä kuulosuojainpakko, koska meluarvo on niin suuri, että se aiheuttaa pysyvää kuulovaurioita.

TK-1:n purkkikarusellin tehtävä on jakaa automaattisesti ja tasaisesti tyhjt purkit täyttökoneelle. Tyhjt 1:n I purkit putoavat karuselliin kuljettimelta ja siitä johtuu karusellista johtuva suuri melu. Karuselli on täysin avoin, kun siinä ei ole minkäänlaista ovea suuaukon kohdalla ja linjasto, mitä kautta purkit menevät koneelle, on täysin avoin. Ainoa vaimennus, mikä oli jo aikaisemmin tehty, oli karusellin sisäseinien päällystäminen äänieristeisellä matolla. Kun purkit tulivat jatkuvalla syötöllä karuselliin, oli oviaukolta noin metrin päästä mitattu desibeliarvo 90 – 94 dB. Kun syötettiin käsin purkit, arvo oli 82 - 86 dB. Molemmat arvot kertovat, että melua on paljon ja jotain pitäisi tehdä työntekijöiden kuulon suojelemiseksi.

Kokeiltiin miten vaikuttaa, jos karusellin suuaukon peittää jollain. Sopivalla palalla eristevillaa, jota käytetään lämpöeristeenä seinien välissä, karusellin oviaukon peittämällä. Tulokset olivat loistavia, desibeliarvo oli 1:n I purkkeja syötettäessä 80 – 86 dB noin metrin päästä karusellista. Lopuksi varsin yksinkertaisesti saatiin paljon melua vaimennettua. Laitettiin karuselliin läpinäkyvä äänieristeinen ovi (Kuva 9) ja samalla aukot karusellista peitettiin äänieristemateriaaleilla. (Kuva 10.)



Kuva 9. Purkkikarusellin oviaukkoon valmistettiin äänieristeinen läpinäkyvä ovi.



Kuva 10. Purkkikarusellin sivussa olevat aukot peitettiin äänieristeisellä kumimatolla.

7.4.3 Tulokset ja kehitysideat

Purkkikarusellin melun mittaustulokset tehtyjen parannuksien jälkeen osoittivat, että muutos kannatti toteuttaa. Karusellin uuden oven ollessa kiinni ja purkinyötön ollessa päällä, desibelitulokset olivat noin metrin etäisyydeltä 84 - 86 dB, kun se oli ennen oven asennusta 92 - 94 dB. Desibelimittaus TK-1:n edestä eli siitä missä työntekijät ovat niin, tulokseni 86 - 88 dB. Vaikka kuinka tehtiin muutostöitä, niin silti kuten kuvassa 8 näkyy, TK-1:lle tuli kyltti, että on käytettävä kuulosuojaimia.

Parannusehdotus joka kuljetinradalle pystyttiin keksimään ja joka olisi kaikista loogisinkin vaihtoehto. Hidastettaisiin radan syöttöä ja asennettaisiin radan sivuille harjaksia. Ne hidastaisivat purkkien liikkeitä, jotta ne eivät iskeytyisi niin kovasti aina seuraavan purkin kylkeen. Toinen varsin toimiva ja melua vähentävä ratkaisu olisi hankkia TK-1:lle purkkikarusellin tilalle samanlainen purkkipöytä kuin TK-3:lla on. Parannukset jotka tehtiin TK-1:n purkkikaruselliin, olivat mittaustuloksellisesti erittäin hyviä. Myös koneen käyttäjiltä saatiin paljon positiivisia kommentteja siitä, että ovi toimii erinomaisesti ja äänieristykset, jotka valmistettiin ja asennettiin, ovat toimineet hyvin.

TK-1:llä ja sen läheisyydessä työskenteleville täytyy opastaa ja kouluttaa kuulosuojaimen käyttöä, sekä alueelle tulee asentaa kyltit, joissa varoitetaan alueelle tulevia suuresta melunmäärästä, joka voi aiheuttaa pysyvää kuulovaurioita, sekä neuvotaan käyttämään kuulosuojaimia. Alueella työskenteleville työnantaja joutuu hankkimaan henkilökohtaiset kuulosuojaimet.

7.5 Pumput

7.5.1 Tietoa pumpuista

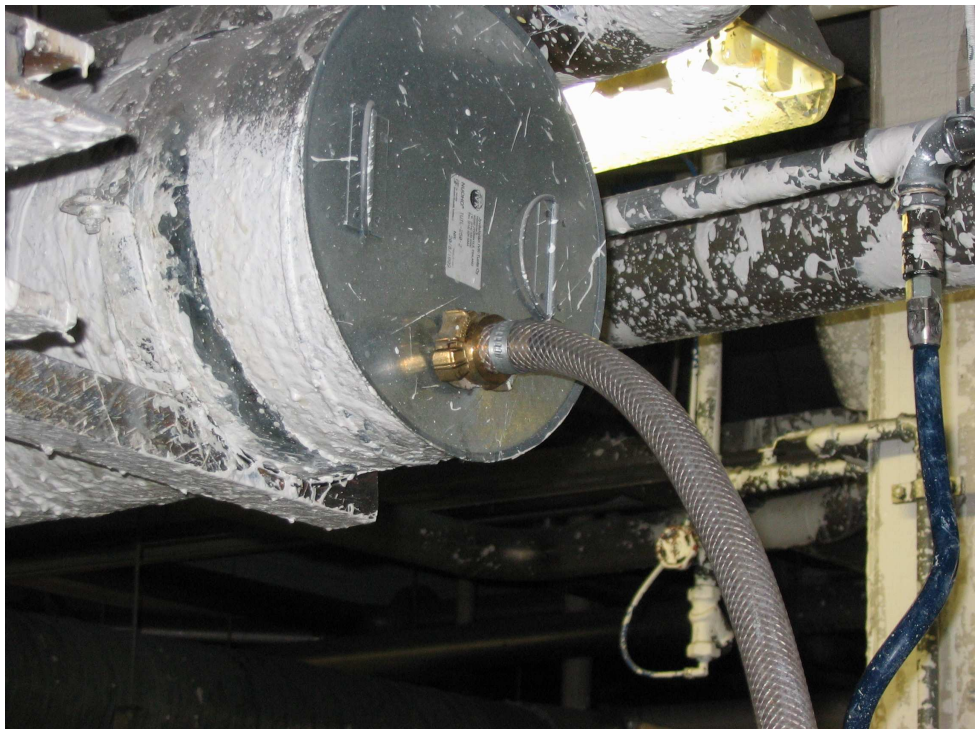
Ehdottomasti pahimmat melunaiheuttajat täyttöosastolla ovat pumpput. MC:n täyttöosastolla käytetään kahden ja kolmen tuuman paineilmatoimisia kalvopumppuja. Pumppujen tehtävänä on pumpata säiliöön varastoitu maali täytökoneelle. Pumppu on rakennettu kärryyn, jossa on samalla suodatinyksikkö, jonka läpi maali virtaa. Suodattimen raekoko vaihtelee sen mukaan, pumpataanko sen läpi alkydi- vai lateksipohjaista maalia. Verkkopaine paineilmaverkossa on noin 7,5 bar, mutta pumppuihin se on rajoitettu paineenrajoittajalla noin 4 - 5 bariin. Suurin syy miksi pumpuista tulee niin suuria melusaasteita, on ulostuloilman ääni. Kun paineilma, virratessa pumpusta ulos äänenvaimentimen läpi, niin se ei vaimene tarpeeksi. On kokeiltu kaikkia mahdollisia äänenvaimentimia joita on mahdollista saada. Kesäaikaan, kun tuotanto toimii täydellä teholla, pumppuja saattaa hyvinkin olla päällä samaan aikaan noin 6 - 8 kpl. Niistä lähtevä yhteismelu ylittää rajusti sallitut normit.

7.5.2 Parannuskokeilut

Kun oli keskusteltu kahden pumpputoimittajan kanssa ja kuunneltuani heidän mielipiteensä pumppujen vaimentamisesta, niin päätettiin kokeilla johdattaa pumpusta ulostulevan ilman ilmastointikanavaan. Asensin pumppuun äänenvaimentimen tilalle kynsiliittimen ja sitten siihen kiinni normaalia letkua, missä oli kynsiliitin molemmissa päissä. (Kuva 11.) Toisen pään letkusta asennettiin kynsiliittimillä ilmastointikanavaan. (Kuva 12.)



Kuva 11. Letku kiinni kynsiliittimillä pumpussa



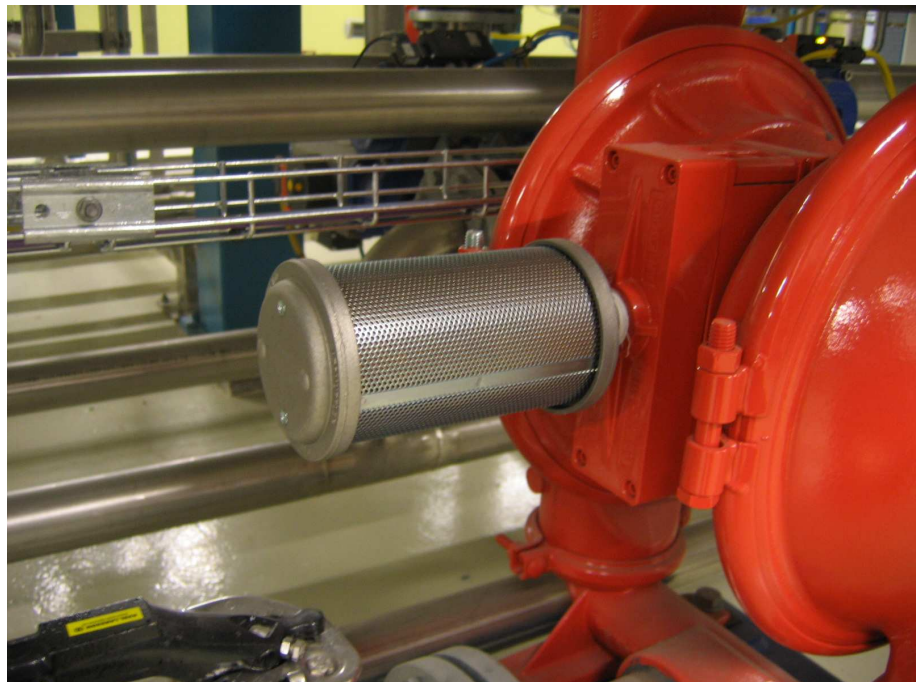
Kuva 12. Letku kiinni ilmastointikanavassa

Tikkurila Oy:n suunnitteluosastolta kuultiin, että Ruotsissa Nykvarnin tehtaalla on otettu uudet suuremmat äänenvaimentimet käyttöön, ja että ne ovat toimineet siellä erittäin hyvin. Ruotsista lähetettiin tiedot äänenvaimentimista

ja kahteen pumppuun tilattiin kokeeksi samanlaiset. Ikävä kyllä tulokset eivät olleet niin hyvä kuin olisi haluttu. (Kuvat 13 ja 14.)



Kuva 13. Pumpuissa käytetty normaali Ex-hyväksytty äänenvaimennin



Kuva 14. Uusi suurempi äänenvaimennin, jota suositeltiin Ruotsin tehtaalta

Lopuksi tultiin siihen tulokseen, että ei ole muuta mahdollisuutta vaimentaa pumppua, kuin koteloida se. Apua saatiin äänieristemateriaalien toimittajalta, joka hieman neuvoi materiaalien valinnassa. Päädyttiin erittäin hyvään äänieristemateriaaliin, Ewona-Acustica-akustiikkalevyyn. Se on erittäin kevyt ja turvallinen äänenvaimennusmateriaali, joka vaimentaa ääntä erilaisissa huonetiloissa, ja se soveltuu koneiden ja laitteiden meluntorjuntaan. Tilattiin kuusi 600 mm x 1200 mm kokoista levyä. Aluksi suunniteltiin runkoa, jonka sisälle levyt tulisivat ja jotka suojaisivat levyjä lialta ja maaliroiskeilta. Ajan puutteen vuoksi runko jäi rakentamatta, mutta akustiikkalevyt saatiin rakennettua pumpun ympärille. Pohja jätettiin koteloinnista auki, jotta ilma pääse kulkemaan sitä kautta pois. (Kuvat 15 ja 16.)



Kuva 15. Pumppu koteloituna akustiikkalevyillä



Kuva 16. Pumppu koteloituna akustiikkalevyillä

7.5.3 Tulokset ja kehitysideat

Normaali melutaso pumpuilla oli noin 86 - 89 dB. Letkun asentamisen jälkeen ilmastointikanavasta pumppuun mittaustulokset olivat noin 80 - 84 dB ja äänenlaatu muuttui kovasta iskumaistyyppisestä enemmän viheltäväksi. Kokeilu oli onnistunut ja menetelmä toimisi varsin hyvin pienien muokkauksien jälkeen, mutta se olisi aika hankala toteuttaa. Menetelmä hankaloitaisi jo entisestään vaikeasti kuljettavia alueita, koska se vaatisi jokaiseen pumppuun omat pitkät letkut, joten olisi täyttöosaston työntekijöille hankalia käyttää, ja lisäksi palokuorma osastolla lisääntyisi.

Uuden vaimentimen jälkeen mittaustulokset olivat n. 82 - 86 dB, kun normaalilla vaimentimella ne olivat 86 - 89 dB. Vaimennusta ei tullut tarpeeksi, jotta olisi voitu olla tyytyväisiä. Idea olisi ollut helppo ja halpa toteuttaa. (Kuvat 12 ja 13.)

Mittaustulokset koteloinnin jälkeen olivat erittäin hyvät, 74 - 78 dB, kun normaalisti ennen kotelointia tulokset olivat 86 - 89 dB. Melutaso väheni selväs-

ti. Pumpun kotelointi on menetelmänä erittäin helppo ja halpa systeemi saada täyttöosastolla melusaasteita pienemmäksi ja samalla turvata työntekijöiden kuuloa. Menetelmä vaati kuitenkin vielä suunnittelua ennen kuin sitä ruvettaisiin rakentamaan kaikkiin pumppuihin. Materiaali, jolla kotelointi tehtiin, vaatii suojauksen. Riittää hyvin, kun rakentaa levyille peltirungon. Lisäksi suunnittelua vaatii se, että kotelot pitää olla helposti pois siirrettävissä, koska pumppuja pitää pestä ja huoltaa säännöllisin väliajoin. Jos pumppu menee rikki, jolloin se pitää kokonaan purkaa. Tällaisia asioita ei voi jättää huomioimatta, koska muuten se kostautuu tulevaisuudessa.

Kehitysidea keksittiin yhdessä laitosmiesten kanssa. Pumput erotettaisiin suodatinyksiköistä ja suodatinyksiköt siirrettäisiin vaikka täyttökoneiden kylkeen. Pumpuille rakennettaisiin täyttöosastolle oma äänieristetty koppi. Pumppukopissa kaikki pumput olisivat rinnakkain ja samalla siellä voisi olla muutama varapumppu, jos joku pumpuista menee rikki. Olisi helppo vain ottaa rikkimennyt pumppu pois ja laittaa varapumppu tilalle, ja tuotanto taas jatkuisi normaalisti. Sen jälkeen voisi rauhassa viedä rikkimenneen pumpun pestäväksi, ja edelleen kunnossapitotiimille korjattavaksi.

7.6 Kustannukset

Kustannukset, joita syntyivät melusaasteiden vaimentamisesta. TK-1:n purkkikarusellin läpinäkyvästä ovesta ja äänieristemateriaaleista, joita asennettiin karusellin kylkeen, syntyivät materiaali kustannuksia noin 150,00€. Työkustannuksia, jotka tulivat laitosmiesten työtunneista, oli noin 350,00€. Äänenvaimentimista syntyneet kustannukset, olivat tilaamamme kaksi kappaletta äänenvaimentimia, jotka maksoivat yhteensä 150,00€. Työtunneista ei kerryntynyt kustannuksia, koska asennukset suoritettiin ilman ulkopuolisten apua. Lisäksi kustannuksia työhön kerryttivät pumppuihin tilaamamme akustiikkalevyt,, jotka olivat Ewona-Acustica levyä koko oli 600 x 1500 mm ja paksuus oli 50 mm. Levyt maksoivat kappaleeltaan 22,50€ ja niitä tilattiin kuusi kappaletta, joten yhteishinta oli noin 135,00€. Yhteensä työstä tuli kustannuksia noin 800€. Määrä on vähäinen sen takia, että emme käyttäneet ulkopuolista henkilökuntaa, vaan teimme suurimman osan töistä itse.

8 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli löytää syitä täyttöosaston suuriin melusaasteisiin ja niihin parannusmenetelmiä. Syyt meluun olivat aika selkeitä, vaimennusmenetelmien löytäminen ja keksiminen sen sijaan oli vaikeaa. Koin työn hieman hankalaksi, mutta opin aiheesta erittäin paljon. Varsinkin siitä, miten tärkeää oman kuulon ja työympäristön suojeleminen on. Omasta mielestäni asetettuihin tavoitteisiin, päästiin melko hyvin.

Työ saattoi antaa sellaisen kuvan, että tässä ovat kaikki täyttöosaston meluongelmat, mutta näin ei kuitenkaan ole. Meluongelmat eivät poistu kokonaan sillä, että korjaa nämä kaikki kohdat kuntoon. Jos nämä korjataan, niin se parantaa työviihtyvyyttä ja työmotivaatiota ja sitä kautta saataisiin parempia tuloksiakin. Tämä työ oli hyödyllinen, koska sen ansioista työntekijät suojaavat kuulonsa täyttöosastolla niillä paikoilla, missä melusaasteet ovat suuri terveysriski ja näin ollen tämä parantaa ihmisten terveyttä. Sekään ei kuitenkaan riitä, että laitettiin koko täyttöosasto kuulosuojainten käyttöpakkoon.

Tämän työn jälkeen on hyvä lähteä korjaamaan ja parantamaan niitä asioita joita ei ehkä aikaisemmin ole ajateltu. Työterveys tulee olemaan erittäin tärkeää tulevaisuudessa ja siihen tullaan panostamaan ja sitä olisi hyvä painottaa tuotannonsuunnittelulle. Tämä työ antoi Monicolor-tehtaan täyttöosastolle hyvät avaimet parempaan ja miellyttävämpään työympäristöön tulevaisuudessa.

9 VIITELUETTELO

- /1/ Tikkurilan historia [verkkodokumentti]. [viitattu 15.3.2008]. Saatavissa: http://www.tikkurila.fi/tietoatikkurilasta/index.jsp?cid=Historia_etusivu&hid=1.4.6
- /2/ Tikkurilan intranet [verkkodokumentti]. [viitattu 17.3.2008]. Saatavissa: yrityksen sisäinen verkko
- /3/ Mitä melu on [verkkodokumentti]. [viitattu 20.3.2008]. Saatavissa: <http://fi.wikipedia.org/wiki/Melu>
- /4/ Henkilökohtainen meluallistus [verkkodokumentti]. [viitattu 24.3.2008]. Saatavissa: <http://www.tyoturva.fi/tyoturvallisuus/olosuhteet/melu/>
- /5/ Melua mitataan desibeliasteikolla [verkkodokumentti]. [viitattu 24.3.2008]. Saatavissa: <http://arkisto.sll.fi/melu/tieto.html>
- /6/ Ihmisen korva ja asiaa melusta [verkkodokumentti]. [viitattu 10.4.2008]. Saatavissa: <http://koti.netplaza.fi/~mikaa/rami/tietoboxi/korva.html>
- /7/ Melu vaikuttaa työtehoon ja viihtyvyyteen [verkkodokumentti]. [viitattu 10.4.2008]. Saatavissa: <http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Tiedonvalitys/Verkkolehdet/Tyoterveiset/2005-03/3.htm>
- /8/ Mitä meluasetus (valtionneuvoston asetus 85/2006) edellyttää työpaikoilta [verkkodokumentti]. [viitattu 22.4.2008]. Saatavissa: http://www.ttl.fi/NR/ronlyres/927E426D-181A-40A8-809F-0F47A0813455/0/Mita_meluasetus_edellyttaa_tyopaikoilta.pdf
- /9/ Koneita ja laitteita koskeva melu [verkkodokumentti]. [viitattu 22.4.2008]. Saatavissa: http://fi.osha.europa.eu/good_practice/koneet/paastot.stm

- /10/ Henkilökohtaiset suojaimet [verkkodokumentti]. [viitattu 25.4.2008]. Saatavissa:
<http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Aihesivut/Tyohygienia/Melu/Suojaimet.htm>
- /11/ Melun tekninen torjunta [verkkodokumentti]. [viitattu 10.5.2008]. Saatavissa:
<http://www.ttl.fi/Internet/Suomi/Aihesivut/Tyohygienia/Melu/Tekninen+torjunta.htm>

MELUMITTAUSPÖYTÄKIRJÄ**Päivitetty: 12.5.2008**

Ajankohta ja Mittaaja	Mittauskohde ja -etäisyydet	SPL Min-max dB(A)	S/F	Muut kommentit (Olosuhteet, poikkeavuudet,...)
12.2.2008 klo 13:15 MG	TK1 1. Linjalla, korvan kohdalla 2. Purkkien syöttö, korvan kohdalla (purkkikaruselli)	82- 88 92- 94	S S	2,7 L Supi 1. 82-86dB normaalisti, purkkeja syöttäessä -88dB. 2. Litran kokoisia purkkeja syötettiin suoraan kuljetin radalta.
08.11.07 klo 13:30 MG	TK4 Kansittaja, korvan kohdalla	80- 83	S	Pumppuja käy taustalla 4 ja 10 m päässä. 9L Bestå Täcksfärg
08.11.07 klo 13:30 MG	TK2 1. Purkin syöttäjä, korvan kohdalla 2. Kannen syöttäjä, korvan kohdalla	80- 84 80- 84	S S	9L Interior paint, Cello
12.2.2008 Klo 12:00 MG	TK1 1. Purkkikaruselli	80- 86	S	1. Käytettiin eristevillaa vaihtamena aukossa, josta laitetaan 3L purkit. Toimi hyvin siihen suunnitellaan äänieristeen ovi.
8.2.2008 Klo. 12:45 MG	Dissolveri- taso 1. 1m Päästä 2. 3m Päästä 3. 4m Päästä	90- 92 84- 85 83- 84	S S S	Mittaustulokset ennen, kuin oli tehty muutostyö.
12.2.2008 Klo. 9:30 MG	Dissolveri- taso 1. 1m Päästä 2. 3m Päästä 3. 4m Päästä	86- 88 83- 84 80- 82	S S S	Mittaustulokset, kun oli tehty muutostyö. Muutos, Siirrettiin vanha meluseinä uuteen kiinni.

SPL = Sound Power Level, normaali äänenpainetaso, **SPL min-max** = Edellisen ääriarvot, **S/F** = Mittausaikavakio S=slow, F=fast

MELUMITTAUSPÖYTÄKIRJA**Päivitetty: 12.5.2008**

Ajankohta ja Mittaaja	Mittauskohde ja -etäisyydet	SPL Min-max dB(A)	S/F	Muut kommentit (Olosuhteet, poikkeavuudet,...)
18.03.08 klo 09:30 MG	TK-1 Purkkikarusellin edestä 1. 1,0m kohteesta, 1,6m lattiasta.	84- 87	S	Uuden ääntä vaimentavan oven ollessa kiinni 1L purkkeja tullessa radalta eli purkin syöttö oli päällä.
18.03.08 klo 09:45 MG	TK-1 Purkkikarusellin edestä 1. 1,0m kohteesta, 1,6m lattiasta.	82- 84	S	Normaalisti kun purkin syöttö ei ole päällä, mutta karusellissa oli purkkeja.
18.03.08 klo 10:00 MG	TK-1 edestä purkkikarusellin purkkikaruselliä. 1. 1,0m kohteesta, 1,6m lattiasta.	86- 88	S	Tehtyjen muutostöiden jälkeen mitatut arvot, paljonko purkkikaruselli tuottaa ääntä TK-1 eteen.
17.03.08 klo 10:15 MG	1:n l purkinkuljetinrata 1. noin 1m radan alapuolelta TK-1 takana	88- 90	S	1 L Purkkiradasta aiheutuva melu, syötön ollessa päällä. Melu syntyy, kun purkit hakaavat toisiaan vasten radalla.
17.03.08 klo 10:15 MG	TK1 1. Kulku 3 l:n astia väylältä, 4m 2. Purkin käsin syöttö 3. Koneen edestä 1m ja 1,6m lattiasta 4. Purkin syöttö korvan kohdalta	74- 79 82- 86 81- 86 84- 88	S S S S	3 l:n astia 3. Kansittajasta max 88dB(fast) 4. 1 l:n astia
08.03.08 klo 10:15 MG	TK2 Purkin syöttö korvan kohdalta	80- 84	S	10 l Harmony, max. 89dB (fast)
08.03.08 klo 10:15 MG	TK4 Purkin syöttö korvan kohdalta	80- 84	S	10 l Oljefärg

SPL = Sound Power Level, normaali äänenpainetaso, **SPL min-max** = Edellisen ääriarvot, **S/F** = Mittausaikavakio S=slow, F=fast

MELUMITTAUSPÖYTÄKIRJA**Päivitetty: 12.5.2008**

Ajankohta ja Mittaaja	Mittauskohde ja -etäisyydet	SPL Min-max dB(A)	S/F	Muut kommentit (Olosuhteet, poikkeavuudet,...)
23.01.08 klo 09:30 MG	Yleismelumittaus, käytävä 1. TJ Koppi 2. Keskeltä 3. Pääty	72- 78 74- 79 78- 80	S S S	Mittausjärjestys TK7-TK1, keskeltä käytävää ja päädyistä
23.01.08 klo 09:30 MG	Yleismelu, valmistuksen apuainesatsaus, 1. keskeltä lattiaa 2. 1,0m kohteesta, 1,6m lattiasta,	86 84	S S	
23.01.08 klo 09:30 MG	Alkydivastaanotto S31 1. Kalvopumppu Sundpiper/"5 3m 2. Kalvopumppu Sundpiper 1m 3. Kalvopumppu Sundpiper 1m, ei paineenalenninta	80 84-85 95-96	S S S	3. Vaimennin OK.
22.01.08 klo 09:30 MG	Jätekäsittelyhuone 1. 1m oven suusta 2. Hihnakuuljetin	83 89	S S	
14.01.08 klo 09:30 MG	TK3 Purkin syöttö korvan kohdalta	77- 82	S	3 l Betolux, max 89dB
25.01.08 klo 09:30 MG	TK7 1. Purkin täyttö korvan kohdalta 2. Purkin syöttö korvan kohdalta	75- 82 78- 84	S S	3 l – astia 1. Fast 89dB (kolisevat astiat)

SPL dB(A) = Sound Power Level, normaali äänenpainetaso, **SPL min-max** = Edellisen ääriarvot, **S/F** = Mittausaikavakio S=slow, F=fast

MELUMITTAUSPÖYTÄKIRJA**Päivitetty: 14.3.2008**

Ajankohta ja Mittaaja	Mittauskohde ja -etäisyydet	SPL Min-max dB(A)	S/F	Muut kommentit (Olosuhteet, poikkeavuudet,...)
08.11.07 klo 10:20 MG	Sandpiper pumppu 3-tuuman. 1.1m päästä kaksi pumppua vierekkäin 2.1m päästä yksi pumppu	86- 89 84- 87	S	Melupiikki oli 90- 92 dB
10.11.07 klo 09:45 MG	Sandpiper pumppu 3-tuuman. 1.1m päästä	80- 84	S	Asennettiin letku kysiliitimillä pumpusta ilmastointikanavaan ja johdettiin ulostuloilma kanavaan.
10.01.08 klo 13:30 MG	Sandpiper pumppu 3-tuuman 1.1m päästä	83- 86	S	Mittaus tehty uusien äänenvaimentimien jälkeen.
14.03.08 klo 14:15 MG	Sandpiper pumppu 3-tuuman 1.1m päästä	74- 78	S	Koteloidun pumpun mittausulos.

SPL = Sound Power Level, normaali äänenpainetaso, **SPL min-max** = Edellisen ääriarvot, **S/F** = Mittausaikavakio S=slow, F=fast