

TUOTANTOTILOJEN ILMANVAIHDON PARANTAMINEN

Case: Be Group Oy Ab

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Juuso Vatanen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

VATANEN, JUUSO:

Tuotantotilojen ilmanvaihdon
parantaminen.
Case: Be Group Oy Ab

Mekatroniikan opinnäytetyö, 35 sivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä käsitellään Be Group Oy Ab:n tuotantotilojen ilmanvaihdon parantamista. Tuotantotilojen ilmanvaihdon sekä pölynpoiston parantamisessa keskityttiin hiomon osaan tuotantohallista. Ilmanvaihtojärjestelmän hankinnan tavoitteeksi asetettiin työntekijöiden työolojen parantaminen sekä siivousaikojen pienentäminen tuotantotiloissa.

Opinnäytetyössä tarkasteltiin aihetta teorian sekä käytännön avulla. Ilmanvaihtojärjestelmän hankinnassa keskityttiin tuotantotilan suurimpaa epäpuhtauksien aiheuttajaan, hiomoon. Tällä tavalla yritettiin estää epäpuhtauksien leviäminen hallin muihin osiin keskittämällä ilmanpuhdistus mahdollisimman lähelle suurinta epäpuhtauksien aiheuttajaa.

Opinnäytetyössä suunniteltu ilmanvaihtojärjestelmä auttaa työntekijöiden työterveyden edistämiseksi sekä parempien työolojen tavoittelemiseksi. Vaikutukset näkyvät myös vähenevissä siivousajoissa sekä näin ollen tuotannon tehokkuudessa..

Asiasanat: Be Group Oy Ab, ilmanvaihto, metallipöly

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

VATANEN, JUUSO: Improvement of the ventilation
system in a production area.
Case: Be Group Oy Ab

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 35 pages

Spring 2015

ABSTRACT

This Bachelor's Thesis discusses the improvement of the ventilation system in the production area of Be Group Oy Ab. The thesis focuses on improving the ventilation and dedusting system in the grindery part of the production area. The ventilation system was needed in order to improve the working conditions of the employees, and to reduce the cleaning time in the production area.

The thesis studies the field both in theory and in practice. The work focuses on the grindery, which is the largest cause of the impurity in the production area. The aim was to prevent impurities from spreading to the other parts of the production area. This was done by placing the ventilation system close to the grinder.

As a result of the study, a new design of the new ventilation system was created, which enhances the health of the employees, and improves their working conditions. The effects are seen also in the reduction of the cleaning time. Thus, the efficiency of production is improved.

Key words: Be Group Oy Ab, ventilation, metal dust

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	BE GROUP OY AB	2
3	METALLIPÖLYT JA PÖLYNKERÄÄMINEN TEOLLISUUDESSA	4
3.1	Metallinhionta	4
3.2	Pölyn mittaaminen	5
3.3	Metallipölyn aiheuttamat terveysvaikutukset	6
3.4	Terveydelle vaaralliset yhdisteet ja pölymäärät	7
4	PÖLYNKERÄYS- JA ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT	9
4.1	Imuseinät	9
4.2	Kohdepoistoletkusto	10
4.3	Huuvat	11
4.4	Imupöydät	12
4.5	Clean Air Tower-pölynkeräystorni	13
4.6	Zehnder-pölynkeräysjärjestelmä	14
4.7	Push pull-järjestelmä	15
4.8	Kulmahiomakone pölynpoistolla	16
5	LAHDEN TUOTANTOTILOJEN RATKAISUT	17
5.1	Nykytilanne	17
5.2	Parannettavat kohteet	18
5.3	Ratkaisujen kartoittaminen	18
5.3.1	Riskianalyysitaulukon menetelmä	18
5.3.2	Riskianalyysin ongelmat	19
5.4	Ratkaisun valinta	19
5.5	Ratkaisun toiminnallisuus tuotantotilassa	26
5.5.1	Mittalaite	26
5.5.2	Mittauksen toteutus	27
5.5.3	Mittaustulokset	27
5.5.4	Mittauksen johtopäätökset	30
6	YHTEENVETO	31
	LÄHTEET	32

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaajana oli Lahden Lotilassa sijaitseva Be Group Oy Ab. Opinnäytetyön avaus tapahtui syksyllä 2014, ja työn valmistumisen tavoitteeksi asetettiin kevät 2015.

Työn tavoitteena oli saada toimiva järjestelmä tuotantotilojen jälkikäsittelyosaston ilman laadun parantamiseksi. Jälkikäsittelyosastolla hiotaan sekä viistetään leikkauksesta valmistuneita kappaleita. Hiottavina materiaaleina jälkikäsittelyosastolla on eri metalleja aina mustasta raudasta ruostumattomiin teräksiin. Joitakin metalleja hiottaessa syntyy terveydelle vaarallisia metallipölyjä, jolloin ilmanvaihdon ja pölynkeräämisen tärkeys korostuu. Jälkikäsittelyosaston ilmanlaadun parantamisen päätavoitteena on parantaa työntekijöiden työoloja sekä vähentää työntekijöiden käyttämää aikaa siivoukseen. Järjestelmää valittaessa keskityttiin epäpuhtauksien suurimpaan aiheuttajaan, hiomoon.

Tuotannontyötilojen ilmanlaadun parantamiseksi valittiin jälkikäsittelyosastolle hankittavaksi ilmanvaihto- tai pölynkeräysjärjestelmä. Tällä toimenpiteellä saadaan parannettua työntekijöiden työterveyttä. Työolojen parantamisella sekä siivousajan vähentämisellä voitiin parantaa myös tuotannon tehokkuutta. Lisäksi järjestelmän valinnalla haluttiin estää hiomossa syntyvien metallipölyjen sekä kaasujen leviäminen hallin muihin osiin. Työn tarkoituksena oli parantaa tuotannontehokkuutta sekä työntekijöiden työoloja.

Tiedonhankintaan käytettiin internetlähteitä sekä Be Group Oy Ab:n verkkosivuja sekä intranet´a. Intranet´n lähteet ovat salaisia, ja ne ovat vain yrityksen työntekijöiden käytettävissä. Järjestelmien tiedonhankinnassa käytettiin lähinnä valittujen vaihtoehtojärjestelmien valmistajien omia verkkosivuja. Aikaisempi työkokemus yrityksestä tuki opinnäytetyön edistymistä, sillä kokemuksen ansiosta tuotantoketju oli tuttu ennestään.

2 BE GROUP OY AB

BE Group Oy Ab on Suomessa toimiva osa BE Group -konsernia. Be Group -konserni on yksi Euroopan suurimpia terästen ja metallien toimittajia, joka on riippumaton terästehtaista. Be Group Oy Ab:lla on laaja ja kilpailukykyinen tarjonta teräksistä, alumiineista sekä ruostumattomista ja haponkestävistä teräksistä. Sen erityinen asema teräsmarkkinoilla johtuu asiakkaiden palvelemisesta niiden tarpeiden mukaan. Monipuoliset tuotantopalvelut, kuten terminen ja mekaaninen leikkaus, sahaus, taivuttaminen, lävistäminen sekä sinkopuhdistus ja suojamaalaus, takaavat asiakkaiden tarpeiden täyttämisen. Tällä mahdollistetaan asiakkaille komponenttien tilaaminen suoraan tuotantoketjuihin. Lisäksi Be Group Oy Ab palvelee rakennus- ja prosessiteollisuudessa, sähkö- ja elektroniikkateollisuudessa sekä kuljetus- ja kaivosalalla. (BE Group Oy Ab 2015b.)

Be Group Oy Ab:n liikevaihto vuonna 2014 oli 1 715 MSEK ja liiketulos 32 MSEK. Henkilöstöä yrityksellä vuonna 2014 oli noin 360 henkilöä. (BE Group Oy Ab 2015h.)

Liiketoimintamallina Be Group Oy Ab:ssä pidetään toimintaa suurten ja useiden pienten teräsasiakkaiden välimaastossa. Pääasiallisina asiakkaina ovat rakennus- ja konepajateollisuuden yritykset. Suurena ostajana Be Group Oy Ab on houkutteleva yhteistyökumppani teräksen tuottajille sekä asiakkaille. Ostoprosessin joustavuus sekä asiakkaiden toiveiden mukainen tuotanto hyödyttävät asiakkaan tuotteiden hankkimista. (BE Group Oy Ab 2015e.)

Be Group Oy Ab:n liikeideana on tarjota asiakkaille teräksien ja metallien tehokasta jakelua sekä erilaisia tuotantopalveluja teollisuusasiakkaille ympäri Eurooppaa. Asiakkaat hyötyvät Be Group Oy Ab:n palveluista vahvistaen omaa kilpailukykyä säästämällä aikaa, pääomaa sekä kustannuksia. (BE Group Oy Ab 2015d.)

Be Group -konsernissa laadunjohtamisjärjestelmä on SP-sertifioitu (SS-EN ISO 9001:2008), jonka lisäksi noudatetaan sisäistä laatujärjestelmää. Be

Group Oy Ab sai yrityskohtaisen TLT-hyväksynnän sekä ISO 9002 -laatusertifikaatin jo vuonna 1992 ja on toiminut terästukkuliikkeiden edelläkävijänä laatu- ja ympäristöjärjestelmien kehittäjänä. (Be Group Oy Ab 2015c.)

Yhtiömme SFS-EN ISO 9001:2000 -sertifikaatti kattaa teräs- ja alumiinituotteiden hankinnan, myynnin, varastoinnin ja esikäsittelypalvelut Lahden, Turun ja Lapuan teräspalvelukeskuksissa. Olemme ensimmäinen terästukkukauppa Suomessa, jolle tämä sertifikaatti on myönnetty tässä laajuudessa. (Be Group Oy Ab 2015h.)

Laatu- ja ympäristöjärjestelmien sertifikaattien lisäksi Be Group Oy Ab:n ympäristöjärjestelmälle on myönnetty vuonna 2002 SFS-EN ISO 14001:2004 -sertifikaatti. Yrityksen ympäristöjohtamisessa asetetaan lyhyen sekä pitkän tähtäimen tavoitteita ympäristöselvitysten, ympäristöpolitiikan ja ympäristönäkökohtien tunnistamisen ja arvioinnin pohjalta. Tätä pystytään johtamaan tehokkaammin järjestelmällisellä asia- ja numerotietojen keräämisellä. Kuvassa 1 esitetään Be Group Oy Ab:n laatu- ja ympäristösertifikaatit. (Be Group Oy Ab 2015c.)



KUVA 1. Be Group Oy Ab:n laatu- ja ympäristösertifikaatit (Be Group Oy Ab 2015)

3 METALLIPÖLYT JA PÖLYNKERÄÄMINEN TEOLLISUUDESSA

Vuonna 2005 valmistuneen Työterveyslaitoksen teettämän Metallipölyjen kertyminen työntekijöiden keuhkoihin teräksen hionnassa-tutkimuksen mukaan Suomessa altistuu 40 000 ihmistä kromille ja nikkelille. Kromi ja nikkeli ovat teräksien terveydelle haitallisia seosaineita, joita käytetään teollisuudessa laajasti. Ruostumaton teräs sisältää yleisesti 18 prosenttia kromia ja 8 prosenttia nikkeliä. Kromin kuusiarvoiset yhdisteet ovat terveyden kannalta vaarallisimpia kromiyhdisteitä, joille altistutaan teräksien hitsauksessa ja hionnassa. Siinä altistutaan myös nikkeliyhdisteille, jotka ovat kromiyhdisteiden kanssa luokiteltu ihmisille karsinogeneiksi eli syöpää aiheuttaviksi. (Kaskinen 2006.)

Tutkimuksessa otettujen keuhkonäytteiden metallipitoisuudet olivat selkeästi suuremmat työssään metalleille altistuvilla kuin altistumattomilla henkilöillä. Vuosien 1996 ja 2002 välillä hitsaushuurut aiheuttivat 81 ammattitautia, kun taas hiontapöly 31 ammattitautia. (Kaskinen 2006.)

Hiontapölyn rakenne koostuu suurimmaksi osaksi metallipinnasta repeytyneistä sirpaleista, joiden koostumus oli työstetyn teräksen tapainen. Lisäksi pölyssä on hiontanauhoista sekä laikoista peräisin olevia hiukkasia. Teollisuudessa hiontapölyltä voidaan kuitenkin suojautua ehkäisemällä altistumista sekä keuhkojen metallikertymää.

Pölynkeräämiseksi on olemassa useita suodattimia, jotka toimivat työtehtävissä erinomaisesti. Suodattimien huoltamisesta sekä vaihdosta on huolehdittava, jotta altistuminen saadaan pidettyä kurissa. (Kaskinen 2006.)

3.1 Metallinhionta

Hionta tarkoitetaan pienten lastujen eli pölyn poistamista hiottavan kappaleen pinnalta geometrisesti epämääräisellä terällä. Se voidaan jakaa kuiva- ja märkähiontaan. Hionta on tärkeä osa metallintyöstöä, ja se on aina mukana jossain muodossa mittatarkkuuksia ja pinnankarheuksia, joita muilla työstömenetelmillä ei voida saavuttaa. Hiontavälineinä käytetään

työkaluja tai koneita, joiden nauhoihin tai laikkoihin on liimattu hionta-aineita. Metallien hionta altistaa työntekijän hienojakoiselle pölylle, mikä sisältää hiottavasta materiaalista sekä mahdollisesti hiontamateriaalista peräisin olevia metalleja. Märkähionnassa työntekijät altistuvat ilmaan vapautuneen leikkausnestesumun sisältämille yhdisteille, mikrobeille ja endotoksiineille. (Työterveyslaito 2007, 1 - 2.)

Hionta suoritetaan puoli- tai kokoautomatisoiduilla koneilla tai käsityökaluilla ja sen menetelmät voidaan jakaa pyörö- ja tasohiontaan. Hionnan muita sovelluksia ovat jäysteiden poisto, katkaisuhionta, valujen purseiden poisto sekä työkalujen valmistus- ja huoltohiontamenetelmä. Hiontamateriaali koostuu kolmesta osasta: hionta-aineesta, sidosaineesta ja huokosista. Hionta-aine suorittaa lastuamisen samalla sidosaine toimii matriisina, johon hiomarakenteet ovat kiinnittyneet. Huokokset siirtävät hionnassa syntyvää pölyä pois työstettävältä pinnalta. (Työterveyslaitos 2007, 1 - 2.)

Teräaineet voidaan jakaa luonnollisiin-, perinteisiin sekä superhionta-aineisiin. Näistä perinteiset hionta-aineet ovat yleisimmin käytettäviä. Niiden yleisin hioma-aine on alumiinioksidi, jota voidaan seostaa muilla oksideilla. Yleisin seostuksessa käytetty oksidi on titaanioksidi. Valuraudan ja austeniittisen ruostumattoman teräksen hionnassa käytetään piikarpidia. Luonnollisten hionta-aineiden joukko koostuu luonnosta löytyvistä hionta-aineista. Kolmas hionta-aineryhmä on superhionta-aineet, joihin kuuluvat timantti ja kuutiollinen boorinitridi. Työkalu- ja pikaterästen hiontaan käytettävä boorinitridi sisältää runsaasti karbideja, kun taas timanttia käytetään harvoin työkaluterästen hionnassa huonon lämmönkestävyyden takia. Timanttia käytetään kovametallien ja keraamien hionnassa. (Työterveyslaitos 2007, 1 - 2.)

3.2 Pölyn mittaaminen

Pölyn mittaamisen tavoitteena on määrittää altistuminen metallipölylle tietynä ajanjaksona sekä selvittää kriittisimmät altistelähteet.

Mittaustuloksista voidaan arvioida terveysriskit sekä päättää hyväksyttävät

altistumisolosuhteet. Tuloksia voidaan käyttää myös työolojen valvonnassa. Tuotantotoiminnan sekä olosuhteiden vaihtelut aiheuttavat vaihtelua ilman epäpuhtauksissa.

Ilman epäpuhtauksien mittaamisella on monia edellytyksiä. Altiste ja sen esiintymismuoto sekä vaikutustapa tulee tuntea. Mittaustuloksella tulee olla vertailuarvo sekä niiden tulee olla luotettavia. Mittaamisessa täytyy harkita muita mahdollisia keinoja saavuttaa tavoite helpommin, luotettavammin tai edullisemmin. Mikäli olosuhteet ovat parannettavissa teknisillä toimenpiteillä tai arvioimalla, mittausta ei tarvita muuhun kuin lopputuloksen toteamiseen. Mittaajan valmiudet sekä laitteisto tulee olla riittävän hyvät mittaukseen. Tämän takia useimmiten yrityksissä käytetään ulkopuolisia asiantuntijoita mittauksen toteutukseen. Mittaustulosten luotettavuuteen ja hyödynnettävyyteen vaikuttavat mittaajan taidot sekä tiedot mittauksesta. Mittaajan tulee tuntea mittalaitteiston toiminta, yleistiedot altisteista, ohjearvot ja määräykset, mittaus- ja laitestandardit, prosessit ja työtekniikat sekä torjuntatekniset periaatteet. (Rantanen & Pääkkönen 2008, 31 - 32.)

3.3 Metallipölyn aiheuttamat terveysvaikutukset

Työskentelytiloista hengityselimiin karannut pöly voi aiheuttaa haittatekijöitä aina lievästä epäviihtyvyydestä palautumattomiin sekä hengenvaarallisiin sairaustiloihin. Mahdolliset vaarat tai terveyshaitat riippuvat pölyn laadusta sekä sen toksikologisista ominaisuuksista. Toksikologiset ominaisuudet määräytyvät pölyn fysikaalisten, kemiallisten sekä mineralogisten ominaisuuksien mukaan. Altistuminen määritellään pitoisuuden (mg/m^3) ja altistumisajan mukaan. Hiukkasten aerodynaamiset- sekä liukoisuusominaisuudet, pysyvyys, muoto ja työn rasittavuus vaikuttavat lopulliseen elimistöön kertyvään annokseen. (Säämänen, Riipinen, Kulmala & Welling 2004, 30 - 33.)

Pitkäaikaiselle altistumiselle tyypillistä on, että oireet huomataan vasta vuosia altistumisen jälkeen. Vaikka altistuminen olisi päättynyt aikaisemmin työtehtävien vaihtumisen tai tehokkaan torjuntatoimen

ansioista, pölyaltistumisen vaikutukset voivat tulla myöhemmin esiin ja pölystä aiheutunut tauti voi edetä. Tällöin työperäisyys jää toteamatta, sillä oireita ei osata yhdistää vuosien takaiseen altistumiseen. Metallihuurut sekä pölyt aiheuttavat oireita myös lyhyen altistumisajan jälkeen. Niille tyypillisiä oireita ovat metallikuume, myrkytykset tai allergiat. (Säämänen, ym. 2004, 30 - 33.)

Yleisimmät pölystä aiheutuvat sairaudet ja oireet ovat pölykeuhko, syöpä, myrkytys, kovametallitauti, ärsytys ja tulehdukselliset keuhkovauriot, allergiset vaikutukset sekä infektiot. (Säämänen, ym. 2004, 30 - 33.)

3.4 Terveydelle vaaralliset yhdisteet ja pölymäärät

Be Group Oy Ab:lle Työterveyslaitoksen lähettämästä taulukosta nähdään työilman laadun tavoitetasot teollisuusrakennuksissa.

TAULUKKO 1. Be Group Oy Ab:n ilmanlaadun tavoitetasot (Be Group Oy Ab 2015h)

Epäpuhtaus	II. Hyvä teollisuustaso	III. Yleinen teollisuus taso	IV. Minimiteollisuustaso
Epäorgaaninen pöly (mg/m ³)	alle 0,5	0,5 - 2,5	2,5 - 10
Typpidioksidi (mg/m ³)	alle 0,2	0,2 - 1,4	1,4 - 5,7
Hiilimonoksidi (mg/m ³)	alle 3	3 - 12	12 - 35
Yleinen malli muille epäpuhtauksille	alle 0,1×HTP	0,1×HTP - 0,25×HTP	yli 0,25×HTP - HTP
Kromi-(III)-yhdisteet (mg/m ³)	alle 0,01	0,01 - 0,1	0,1 - 0,5
Kromi-(VI)-yhdisteet (mg/m ³)	alle 0,002	0,002 - 0,01	0,01 - 0,05
Nikkeli (mg/m ³)	alle 0,005	0,005 - 0,02	0,02 - 0,1
Otsoni (mg/m ³)	alle 0,05	0,05 - 0,075	0,075 - 0,1
Otsoni (ppm)	alle 0,024	0,024 - 0,036	0,036 - 0,05

Be Group Oy Ab:ssä noudatetaan tarkasti Työterveyslaitoksen määrittämiä työilman laadun tavoitetasoja sekä työntekijöille määritettyjä altistumisraja-arvoja vaarallisille kaasuille ja pölyille altistuttaessa.

Terveydelle vaarallisten epäpuhtauksien kanssa työskenteleviltä työntekijöiltä tarkastetaan puolen vuoden välein altistumiset vaarallisille epäpuhtauksille virtsatesteillä. (Be Group Oy Ab 2015h.)

TAULUKKO 2. Mittaustulosten vertailu ohjearvoihin Be Group Oy Ab yrityksessä vuonna 2010. (Be Group Oy Ab 2015h)

Näyttenumero	Mittauskohde	Mittattu aaltite	Arvioitu 8-h:n keskipitoisuus (mg/m ³)	Osuus HTP-arvosta (%)	Työn toistuvuus (pv/a)	Käytetyt riskienhallintakeinot	
1	CK10-00533-01 ICM	Hienosädeplasma Leikkaajien työpiste	Hengittävä pöly	2,2	22	Imupöytä	
2	CK10-00533-02 ICM	Hienosädeplasma, Halli 3 Leikkaaja	Hengittävä pöly	2,3	23		
3	CK10-00533-03 ICM	Hienosädeplasma Leikkaajien työpiste	Kromi ja sen yhdisteet, kromina Rautaoksidi huuрут, Rautana Vesiliukoiset kromiyhdisteet (Cr(VI)), CrO ₄ :na Mangaani ja sen yhdisteet, mangaanina Nikkeli ja sen yhdisteet, nikkelinä	0,053 0,91 0,0014 0,034 0,043	11 18 3 17 43		
4	CK10-00533-04 ICM	Hienosädeplasma, Halli 3 Leikkaaja	Kromi ja sen yhdisteet, kromina Rautaoksidi huuрут, rautana Vesiliukoiset kromiyhdisteet (Cr(VI)), CrO ₄ :na Mangaani ja sen yhdisteet, mangaanina Nikkeli ja sen yhdisteet, nikkelinä	0,05 0,93 0,0009 0,031 0,039	10 19 2 16 39		
5	CK10-00662-01 Grimm 1.108	Leikkaushalli, hienosädeplasma Leikkauspöydän ohjausyksikön päällä	Alveolijakeinen pöly Hengittävä pöly	0,2 0,6	- 6		
6	CK10-00662-02 GrayWolf EC-anturi	Leikkaushalli, hienosädeplasma Leikkaajien työpiste	Hiilimonoksidi Hiilidioksidi Typpioksidi Typpidioksidi Otsoni	1,3 ppm 460 ppm 0,2 ppm 0,2 ppm 0,08 ppm	4 9 1 7 *		* kts. Taulukko 3 huomautus
7	CK10-00662-03 GrayWolf EC-anturi	Leikkaushalli, hienosädeplasma Leikkauspöydän hallin puoli keskellä	Hiilimonoksidi Hiilidioksidi Typpioksidi Typpidioksidi Otsoni	1,3 ppm 460 ppm 0,03 ppm 0,14 ppm 0,05 ppm	4 9 0,1 5 *		

Taulukosta 2 nähdään Be Group Oy Ab:n vuonna 2010 työntekijöille tekemien mittausten pitoisuuksia eri mittauskohteissa.

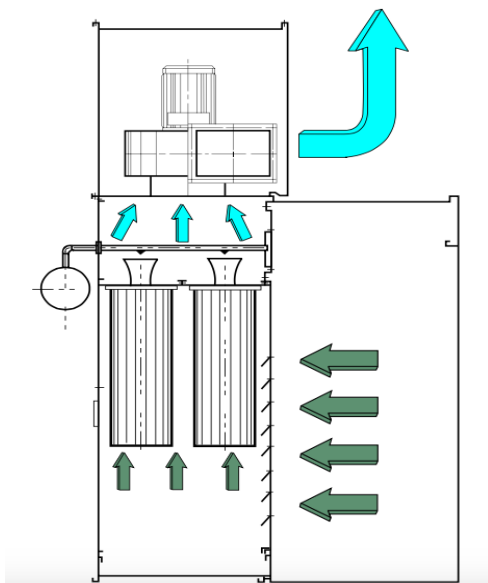
4 PÖLYNKERÄYS- JA ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT

Ilmanvaihtojärjestelmien päätehtävänä on puhdistaa sekä ylläpitää rakennuksien sisäilmaa. Lisäksi ne poistavat likaisen ilman sekä käytetyn hiilidioksidipitoisen ilman ulos rakennuksesta. Teollisuudessa pölyn sekä muiden epäpuhtauksien lähteitä ei voida kokonaan poistaa, jolloin toimiva ilmanvaihto- tai pölynkeräysjärjestelmä on tarpeellinen. Tällöin saadaan ilmanpuhtaus pidettyä ihmisille ja rakennuksille terveellisellä tasolla.

Teollisuudessa ilmanvaihtona käytetään yleisesti tulo-poistoilmanvaihtoa, jossa tuloilma puhalletaan koneellisesti tilaan, sekä poistoilmanvaihtoa, jossa ei ole koneellisesti tuotettua tuloilmaa. (Sisäilmayhdistys 2015.)

4.1 Imuseinät

Imuseinät ovat suunniteltuja leijuvan pölyn poistoon. Seiniä voidaan muokata sekä soveltaa kohteen tarpeiden mukaan, ja niiden koko vaihtelee metristä aina usean metrin imuseiniin. Toimintaperiaate imuseinissä on tehokas suuren imupinnan ansiosta. Niiden yksinkertainen toimintaperiaate perustuu imuseinään sijoitetun puhaltimen imutehoon, jolloin likainen ilma siirtyy suodatinyksikön läpi puhaltimelle. Tällöin pöly jää suodattimiin, josta se kerätään suodatinpuhdistuksella pölyn keräysastioihin. Imuseiniin voidaan valita erilaisia suodattimia, joilla on erilaisia ominaisuuksia sekä suodatustehoja. Seinien koko määrittää myös suodattimien määrän, jotta koko alueelta saadaan tehokkaasti kerättyä likainen ilma. Kuvassa 2 esitetään Zincocar-imuseinän rakennetta ja toimintaperiaatetta. (Suomenimurikeskus Oy 2015b.)



KUVA 2. Zincocar-imuseinä (Suomenimurikeskus Oy 2015b)

4.2 Kohdepoistoletkusto

Kohdepoistoletkustoja käytetään yleisimmin metalliteollisuudessa hitsauskäryjen, hiontapölyjen, savujen ja kaasujen poistamiseen suoraan kohteesta. Niiden muoto sekä varsisto ovat valittavissa kohteeseen sopivaksi. Letkustot kiinnitetään joko kannattimien avulla tai letkustot voidaan jättää sellaiseen asentoon, jossa ne ovat itsekantavia.

Kohdepoistoletkustot tarvitsevat lisäksi imuyksikön tai puhaltimen, jolla likainen ilma saadaan suodatettua, eikä korvaavaa ilmaa tarvita.

(Painepiste Oy 2015b.)

Kohdepoistoletkustoja voidaan soveltaa kohteen mukaan muutaman metrin pituudesta aina lähes kymmeneen metriin asti. Letkustojen mitoitus on kuitenkin tärkeää tehdä huolella, jotta kapasiteetti riittää tehokkaaseen epäpuhtauksien poistoon. Letkuston huonolla asettelulla sekä mitoituksella on negatiivinen vaikutus ilmavirtaan ja poistonopeuteen letkustoissa.

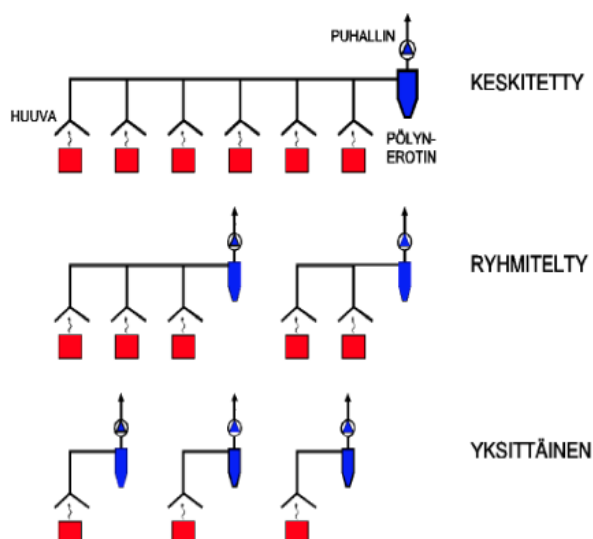
Kuvassa 3 esitetään Nederman kohdepoistoletkusto. (Tammiholma Oy 2015.)



KUVA 3. Nederman Standard letkusto (Teca Oy 2015)

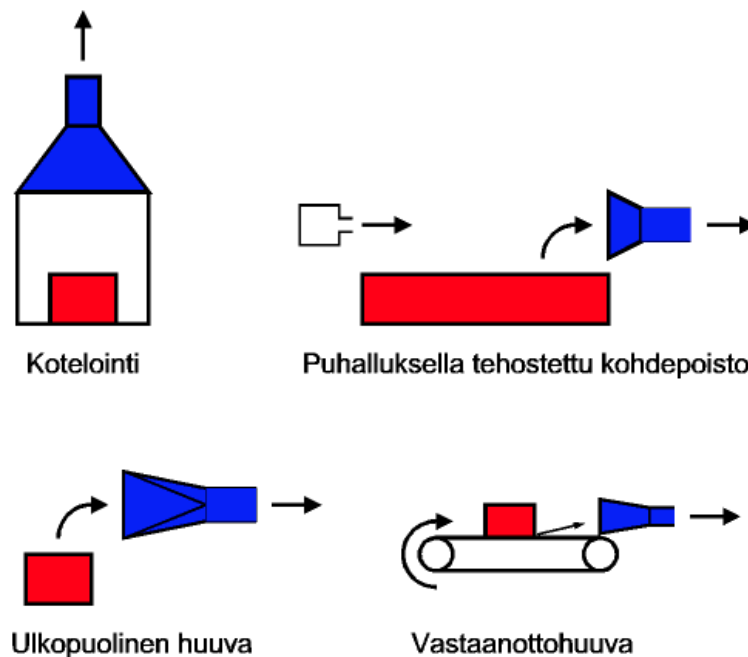
4.3 Huuvat

Huuvat voidaan asentaa kohteeseen keskitetysti, ryhmitellysti tai yksittäin, kuten kuviosta 1 huomataan. Keskitetyissä sekä ryhmitetyissä huuvissa mitoitus sekä tasapainotus on tärkeää ja vaativaa, jotta saadaan mahdollisimman tehokas imuteho. Yksittäisessä imuhuuvassa tasapainotus sekä mitoitus on helpompaa, jolloin ei ole muita huuvia vaikuttamassa toistensa tasapainoon sekä tehokkuuteen. (Kulmala 2000.)



KUVIO 1. Periaatekuva kohdepoistojärjestelmistä (Kulmala 2000)

Huuvat voidaan luokitella seuraavasti: koteloitu huuva, epäpuhtauslähteestä etäällä sijaitseva ulkopuolinen huuva, puhalluksella tehostettu huuva sekä vastaanottohuuva. Koteloinnissa huuva ympäröi epäpuhtauden aiheuttajan kokonaan tai osittain. Puhalluksella tehostetuissa huuvissa puhallussuihku on kohdistettu kohtisuoraan huuvaa kohti, jolloin imuteho kasvaa eikä huuva voi imeä epäpuhtauksia imuaukon takaa. Vastaanottohuuvien tehokkuus perustuu huuvan kohdistamiseen siten, ette ne hyödyntävät epäpuhtauksien lähtösuuntia. (Kulmala 2000.)

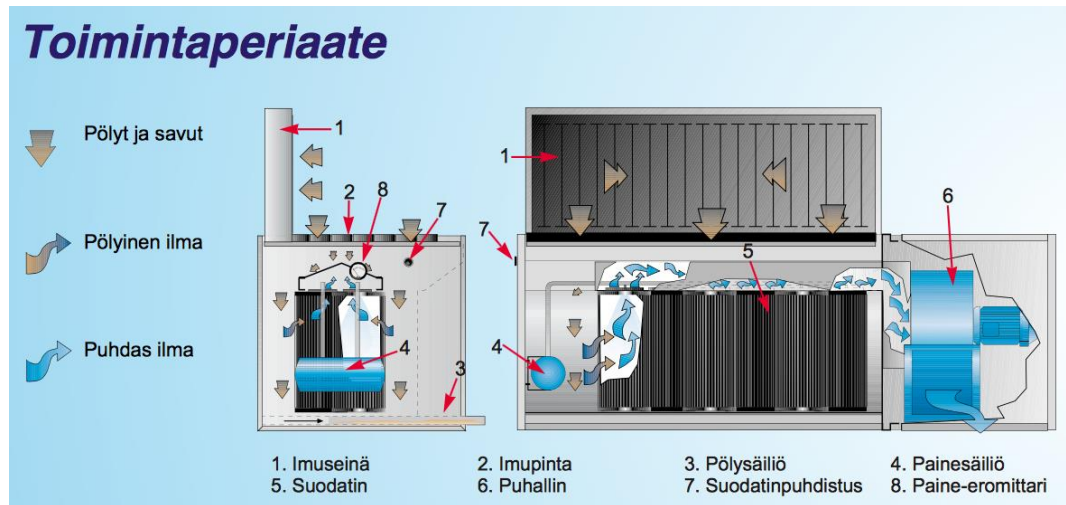


KUVIO 2. Huuvien luokittelu (Kulmala 2000)

4.4 Imupöydät

Imupöydät ovat suunniteltuja kappaleiden hionnassa ja puhdistuksessa syntyvien kaasujen sekä pölyjen poistoon. Pöly imetään imupöydän läpi keskipakopuhaltimen avulla. Pöydissä suodatus tapahtuu joko pöydän oman suodatusjärjestelmän tai erillisen suodatusjärjestelmän avulla. Omalla suodatinyksiköllä varustetun imupöydän läpi kulkeutunut epäpuhdas ilma suodatetaan suodattimien läpi, jolloin epäpuhtaudet tippuvat roskasäiliöön ja puhdas ilma palautuu takaisin työilmaan. Tällöin korvaavaa ilmaa ei tarvita. Imupöydät voidaan myös varustaa takaimuseinillä, jolloin imu tapahtuu sekä alhaalta etää sivulta. Kuvassa 4

esitellään Suomenimurikeskuksen myymää imupöydän toimintaperiaatetta. (Suomenimurikeskus Oy 2015a.)



KUVA 4. Imupöydän toimintaperiaate (Suomenimurikeskus Oy 2015a)

4.5 Clean Air Tower-pölynkeräystorni

Clean air tower on Kemper'n valmistama pölynkeräysjärjestelmä. Sitä käytetään kohteissa, joissa kohdepoisto on riittämätön tai mahdotonta käyttää. Clean air tower'illa voidaan suojata tehokkaasti työntekijöitä ja koneita hienolta pölyltä. Ilmanpuhdistus tapahtuu kierrättämällä ilmaa laitteen läpi suodattimien kautta. Laitteen etuna on, ettei se luo turbulenssia lähes ollenkaan, jolloin pöly ei pääse kulkeutumaan puhtaille alueille. Clean air tower`n syrjäytysilmanvaihdon periaate toimii suositeltujen terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaan. Järjestelmä esitellään kuvassa 5. (Kemper 2015.)



KUVA 5. Clean Air Tower pölynkeräystorni (Kemper. 2015)

4.6 Zehnder-pölynkeräysjärjestelmä

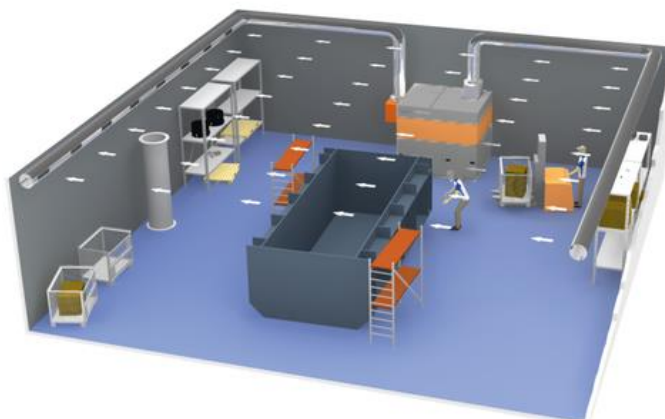
Zehnder'n valmistava Flimmer E3000 on teollisuuteen valmistettu ilmansuodatustuote. Ilmanpuhdistus tapahtuu suodattamalla pienhiukkaset suoraan ilmasta. Laitetta voidaan käyttää monissa erilaisissa tiloissa. Laitetta voidaan käyttää myös puhdistetun ilman ohjaamiseen, jolloin laitteesta saadaan paras mahdollinen hyöty. Zehnder Flimmer E3000 sisältää EC-puhaltimen, joka mahdollistaa tarpeiden mukaisen ohjelmoitavan ajastimen. Tällöin saadaan käyttöön automaattinen moottorin suojaus, ohjelmoitava ajastinratkaisu, hälytystoiminto suodattimien vaihtoa varten sekä helppo tilavuusvirran säätö. Järjestelmä asennetaan tuotantotilan kattoon. Kuvasta 6 nähdään järjestelmän ulkomuoto. (Zehnder Group Nordic AB 2015.)



KUVA 6. Zehnder Flimmer E3000 (Zehnder Group Nordic AB 2015)

4.7 Push pull-järjestelmä

Push pull-huoneilmanvaihdon käyttökohteita ovat tilat, joissa pölyn ja savun puhdistaminen ei ole mahdollista. Työn kohteiden ja työkappaleiden vaihtelevuus vaikeuttaa kohdepoistojen käyttöä, jolloin push pull -huoneilmanvaihtojärjestelmällä voidaan pitää koko tila puhtaana. Toimintaperiaatteena push pull-järjestelmässä tuotantotilaan asennetaan suodatinyksikkö sekä putket vastakkaisille seinille, kuten kuvassa 7. Toiselle seinälle asennetuissa putkissa sijaitsee aukot tuloilmalle sekä vastaavasti toisella seinällä aukot imuilmalle. Vastakkaiselta seinältä puhalletaan puhdasta ilmaa tuotantotilaan ja samanaikaisesti toiselta seinältä imetään ilmaa, josta likainen ilma kulkee suodattimen lävitse ja palautuu takaisin halliin tuloilman putkesta. Suodattimista pöly on helppo kerätä ja hävittää. (Painepiste Oy 2015.)



KUVA 7. Push-Pull General Ventilation System (Kemper 2015)

4.8 Kulmahiomakone pölynpoistolla

Nykyisissä kulmahiomakoneissa käytettävä pölynpoisto tapahtuu erillisellä imusuojalla, joka asennetaan hiomalaikan ympärillä. Imusuojan tärkeimpänä tehtävänä on suojata kulmahiomakoneen koneistoa pölyltä ja imeä suurin pölyn suoraan hiottavasta kohteesta. (Wihuri Oy 2015.)

5 LAHDEN TUOTANTOTILOJEN RATKAISUT

Lahden Be Group Oy Ab:n tuotantotilat ovat laajentuneet merkittävästi 2010-luvulla. Tuotantotilat siirtyivät vuoden 2010 alussa Lahden Mytjäisistä Lotilaan. Lahden pääkonttori pysyi kuitenkin Mytjäisissä. Uuden teräspalvelukeskuksen keskittäminen Lotilan kaupunginosaan tehostaa yhtiön tuotantoa ja materiaalien käsittelyä sekä nopeuttaa varaston kiertonopeutta. Tällöin kuljetuskustannuksia saadaan pienennettyä. (Be Group Oy Ab 2015f.)

Vuonna 2011 Lahden uuden tuotantohallin koneasennukset saatiin päätökseen, millä saatiin tehostettua tuotantopalveluita. Uusien asennusten myötä Lahden teräspalvelukeskus on entistä valmiimpi vastaamaan tuotekokonaisuuksien kysyntään. Be Group`n uudet tuotantotilat pääsivät näin ollen toteuttamaan Be Groupin kehittämää monivaiheista tuotantopalvelukonseptia, johon sisältyvät muun muassa leikkaus, särmäys ja koneistus. (Be Group Oy Ab 2015g.)

5.1 Nykytilanne

Opinnäytetyön kohteena on Be Group Oy Ab:n Lahden teräspalvelukeskuksen tuotantohalli 3. Halli on jaettu kahteen osaan: laserleikkaus- sekä polttoleikkausosastoon. Laserleikkausosastolla on toiminnassa laserleikkauskoneita, särmäys- sekä vesileikkauskone. Polttoleikkausosastolla leikataan polttoleikkauksen lisäksi viisteplasmalla sekä hienosädeplasmalla. Polttoleikkausosaston puolella sijaitsee myös opinnäytetyön varsinainen kohde, jälkikäsittelyosasto, johon kuuluvat hiomo-, käsiviiste- sekä pakkausosasto. Jälkikäsittelyosastolla hiotaan, käsiviistetään sekä pakataan leikkauksesta valmistuneet kappaleet asiakkaalle lähetystä varten.

Jälkikäsittelyosastolla työskentelee samaan aikaan noin 6 työntekijää, ja alueen koko on noin 288 neliometriä. Työpisteillä ei ole erillistä kohdepoistoa pölynkeräämiseen, vaan ainoa ilmanvaihto tapahtuu ilmanvaihtokanavien kautta, jotka sijaitsevat hallin katossa. Työntekijöillä

on käytössä hengityssuojat, jotka ovat pakollisia käyttää hiottaessa metalleja, joista aiheutuva pöly on terveydelle vaarallista. Kohteessa on lattiaan asennettuna kolme pylväsnosturia, jotka ovat hiojien sekä käsiviisteellä työskentelevien käytössä, painavampia kappaleita käsiteltäessä. Lisäksi käytössä on yksi kiskoilla liikkuva magneettinostin painavampien kappaleiden siirtelyyn. Nostureiden takia tilankäyttö on rajoittuneempaa, kun joudutaan huomioimaan nostureiden liikeradat.

5.2 Parannettavat kohteet

Tuotantotilojen parannettavana kohteena on hiomon työpisteiden ilmanvaihdon parantaminen sekä pölymäärien vähentäminen. Jälkikäsitteilyosaston tuottama likainen ilma sekä pöly leviävät hallin muihin osiin ja näin ollen aiheuttavat epäsiisteyttä. Tämän seurauksena tuotantotiloja on siivottava useammin, mikä pienentää työn tehokkuutta ja heikentää työntekijöiden työskentelyoloja. Ilmanlaadun parantamista vaikeuttavat hallin päädyissä olevat nosto-ovet, jotka aukeavat päivän aikana useaan kertaan ja näin ollen aiheuttavat läpivetoa halliin. Läpiveto aiheuttaa pölyn leviämistä sekä nostaa pölyä maasta ilmaan aiheuttaen ilmanlaadun heikkenemistä.

5.3 Ratkaisujen kartoittaminen

Ratkaisujen kartoittamisen esivalintana käytettiin riskianalyysitaulukkoa, jolla valittiin sopivimmat ratkaisut Be Group Oy Ab:n tuotantotiloihin. Ennen kartoittamista tutkittiin erilaisia ilmanvaihto- sekä pölynkeräysjärjestelmiä, jotka soveltuvat pölynkeräämiseen sekä ilmanvaihtoon metalliteollisuudessa.

5.3.1 Riskianalyysitaulukon menetelmä

Kartoituksessa käytettiin riskianalyysitaulukkoa. Riskianalyysitaulukon kriteereiden valinta suoritettiin keskustelemalla tuotantotyöntekijöiden sekä työnjohdon kanssa. Kriteereille annettiin pisteytys riskin todennäköisyyden

sekä seurauksen vakavuuden perusteella. Todennäköisyys sekä riskin seurauksen vakavuus pisteytettiin välillä 1 - 5. Tämän jälkeen todennäköisyyden pisteet kerrottiin seurauksen vakavuuden pisteillä, josta saatiin riskin pisteytys. Eri ilmanvaihto- sekä pölynkeräysjärjestelmien riskianalyyysien pisteistä pystyttiin valitsemaan ratkaisut, jotka olisivat sopivimpia ja tehokkaimpia ratkaisuja hallin tuotantotiloihin. Opinnäytetyössä käyttämän riskianalyyysitaulukon maksimipisteytys on 145 pistettä ja minimipisteytys 27. Jokaiselle järjestelmälle lasketaan kaikkien riskien pisteet yhteen, mistä saadaan järjestelmän riskianalyyysin pisteet. Järjestelmät, joilla yhteispisteytykset ovat pienimmät, ovat tuotantotilaan sopivimpia ratkaisuja.

5.3.2 Riskianalyyysin ongelmat

Riskianalyyysiä tehdessä, analyyysin tekijän täytyy kuitenkin huomioida mahdolliset huomioimatta jääneet riskit järjestelmälle. Näin ollen tuotannontyöntekijöiden sekä työnjohton välinen kommunikointi tärkeimpiä riskejä ja niiden todennäköisyyksiä valitessa on erityisen tärkeää. Riskianalyyysin avulla tehtävässä valinnassa on myös tärkeää huomioida jo ennestään valittujen vaihtoehtojärjestelmien yksityiskohtia, sillä järjestelmät ovat täysin erilaisia toisiinsa nähden. Näin ollen joissakin vaihtoehtoissa saatetaan välttyä monelta eri riskiltä ja saada näin ollen alhaiset riskipisteet, vaikka järjestelmä ei muilta osin toimisi ratkaisuna.

5.4 Ratkaisun valinta

Riskianalyyysitaulukkojen avulla valittiin 4 parhaiten sopivaa ratkaisua Be Group Oy Ab:n tuotantotiloihin. Näistä valittiin mieleisin ja parhain ratkaisu opinnäytetyön kohteeseen. Riskeiksi valitsimme tehon, nostureiden käyttömahdollisuuden, trukin käyttömahdollisuuden, kustannukset, työn teon vaikeuttamisen, suurten hiottavien levyjen liikuttamisen sekä työkalujen säilytystilan puutteen. Vakavimmiksi riskeiksi arvioitiin tehon puutteen sekä suurien kustannuksien aiheuttamat seuraukset. Riskien seurauksen vakavuus säilyy samana jokaista järjestelmää arvioitaessa.

Taulukoissa 3 – 10 nähdään eri vaihtoehtojen pisteet riskianalyyssissä. Taulukoista voidaan nähdä alhaalta yhteispisteet, joiden perusteella valikoitiin parhaat ratkaisut.

TAULUKKO 3. Imuseinän riskianalyysi

VAARA/RISKI	Tod.näk.	Seuraus	Riskitaso
Teho ei riitä	1	5	5
Nosturit eivät mahdu liikkumaan	2	4	8
Trukilla ei mahdu liikkumaan/liikuttamaan suuria kappaleita	1	4	4
Kustannukset	3	5	15
Hidastaa työntekoa	1	4	4
12 metriset levyt eivät mahdu hiomoon	1	3	3
Työkaluille ei ole säilytystilaa	4	2	8
Yhteensä			47

TAULUKKO 4. Huvun riskianalyysi

VAARA/RISKI	Tod.näk.	Seuraus	Riskitaso
Teho ei riitä	1	5	5
Nosturit eivät mahdu liikkumaan	5	4	20
Trukilla ei mahdu liikkumaan/liikuttamaan suuria kappaleita	3	4	12
Kustannukset	3	5	15
Hidastaa työntekoa	1	4	4
12 metriset levyt eivät mahdu hiomoon	1	3	3
Työkaluille ei ole säilytystilaa	1	2	2
Yhteensä			61

TAULUKKO 5. Imupöydän riskianalyysi

VAARA/RISKI	Tod.näk.	Seuraus	Riskitaso
Teho ei riitä	2	5	10
Nosturit eivät mahdu liikkumaan	1	4	4
Trukilla ei mahdu liikkumaan/liikuttamaan suuria kappaleita	1	4	4
Kustannukset	3	5	15
Hidastaa työntekoa	1	4	4
12 metriset levyt eivät mahdu hiomoon	2	3	6
Työkaluille ei ole säilytystilaa	1	2	2
Yhteensä			45

TAULUKKO 6. Kohdepoistoletkuston riskianalyysi

VAARA/RISKI	Tod.näk.	Seuraus	Riskitaso
Teho ei riitä	3	5	15
Nosturit eivät mahdu liikkumaan	4	4	16
Trukilla ei mahdu liikkumaan/liikuttamaan suuria kappaleita	1	4	4
Kustannukset	3	5	15
Hidastaa työntekoa	2	4	8
12 metriset levyt eivät mahdu hiomoon	1	3	3
Työkaluille ei ole säilytystilaa	1	2	2
Yhteensä			63

TAULUKKO 7. Plymouth Push Pull-järjestelmän riskianalyysi

VAARA/RISKI	Tod.näk.	Seuraus	Riskitaso
Teho ei riitä	2	5	10
Nosturit eivät mahdu liikkumaan	3	4	12
Trukilla ei mahdu liikkumaan/liikuttamaan suuria kappaleita	1	4	4
Kustannukset	4	5	20
Hidastaa työntekoa	1	4	4
12 metriset levyt eivät mahdu hiomoon	1	3	3
Työkaluille ei ole säilytystilaa	1	2	2
Yhteensä			55

TAULUKKO 8. Zehnder-pölynkeräysjärjestelmän riskianalyysi

VAARA/RISKI	Tod.näk.	Seuraus	Riskitaso
Teho ei riitä	4	5	20
Nosturit eivät mahdu liikkumaan	1	4	4
Trukilla ei mahdu liikkumaan/liikuttamaan suuria kappaleita	1	4	4
Kustannukset	2	5	10
Hidastaa työntekoa	1	4	4
12 metriset levyt eivät mahdu hiomoon	1	3	3
Työkaluille ei ole säilytystilaa	1	2	2
Yhteensä			47

TAULUKKO 9. CleanAirTower'n riskianalyysi

VAARA/RISKI	Tod.näk.	Seuraus	Riskitaso
Teho ei riitä	2	5	10
Nosturit eivät mahdu liikkumaan	1	4	4
Trukilla ei mahdu liikkumaan/liikuttamaan suuria kappaleita	1	4	4
Kustannukset	2	5	10
Hidastaa työntekoa	1	4	4
12 metriset levyt eivät mahdu hiomoon	4	3	12
Työkaluille ei ole säilytystilaa	1	2	2
Yhteensä			46

TAULUKKO 10. Kulmahiomakoneen riskianalyysi

VAARA/RISKI	Tod.näk.	Seuraus	Riskitaso
Teho ei riitä	5	5	25
Nosturit eivät mahdu liikkumaan	1	4	4
Trukilla ei mahdu liikkumaan/liikuttamaan suuria kappaleita	1	4	4
Kustannukset	1	5	5
Hidastaa työntekoa	3	4	12
12 metriset levyt eivät mahdu hiomoon	1	3	3
Työkaluille ei ole säilytystilaa	1	2	2
Yhteensä			55



KUVIO 3. Yhteenveto riskien pisteityksestä

Riskianalyseistä saatiin kolme parhaiten kohteeseen sopivaa ratkaisua. CleanAirTower-pölynkeräystorni, imuseinä, imupöytä sekä Zehnder-pölynkeräysjärjestelmä valittiin riskianalyysien perusteella parhaiten sopivimmiksi ratkaisuksi tuotantotiloihin. Valinnoissa tarkoituksena oli kartoittaa kolme vähiten riskien pistetytyksessä pisteitä saanutta ratkaisua, mutta tulosten ollessa 2 pisteen sisällä näiden neljän välillä, valinnassa otettiin huomioon 4 ratkaisua. Pisteytyksen erot näiden neljän ratkaisun välillä olivat pienet. Seurausten vakavuuden perusteella suurimmat painoarvot valinnoissa kohdistuivat tehokkuuteen sekä kustannuksiin. Tämän perusteella CleanAirTower`n riskien todennäköisyys oli vakavimmissa riskeissä pienin, jolloin valinta päättyi Kemper Oy:n valmistamaan CleanAirToweriin. Valinnan tekemisessä auttoi myös tieto laitteen mahdollisesta koekäytöstä, jolloin ratkaisu saatiin todeta toimivaksi käytännössä. CleanAirTower-järjestelmä saatiin laitteen maahantuojan Airwell Oy:n kautta koekäyttöön. Tällä tavoin mahdollistettiin pölymäärien mittaukset järjestelmän tehokkuuden ja hyödyn määrittelemiseksi.

CleanAirTower-järjestelmä on halkaisijaltaan 1172 mm, ja sen korkeus on 3545 mm. Järjestelmä vaatii ainoastaan paineilmansyötön sekä voimavirralla pistokkeen. CleanAirTower`a ei asenneta kiinteästi, jolloin laitteen siirtäminen ja mahdolliset muutokset tuotantohallissa ovat mahdollisia vähemmällä työllä kuin muissa järjestelmissä. Laitteessa on yksi suuri suodatin, jonka vaihtoväli on 2 vuotta. Suodatin puhdistaa itsensä paineilamalla ja tiputtaa suurimmat epäpuhtaudet tyhjennettävään säiliöön. Laite sijoitettiin jälkikäsitteilyosaston keskellä seinän läheisyyteen, jotta mahdolliset törmäykset laitteen kanssa minimoitaisiin. Laitteen sijoituksella saatiin jälkikäsitteilyosaston epäpuhtauksien lähteet järjestelmän toiminta-alueen sisälle. Tehokas ilmanvaihto järjestelmällä on mahdollista 12 metriin asti, jonka jälkeen tehokkuus alenee huomattavasti.

5.5 Ratkaisun toiminnallisuus tuotantotilassa

CleanAirTower`n asennusten jälkeen tuotantotiloihin, aloitettiin järjestelmän tehokkuuden sekä hyödyn määrittämisen suunnittelu. Päädyttiin mittausten suorittamiseen tuotantotiloissa usemman päivän ajalta saaden näin ollen dataa laitteen vaikutuksesta tuotantotiloissa.

5.5.1 Mittalaite

Mittauslaitteeksi saatiin vuokrattua Handheld 5016-partikkelilaskuri, jolla saatiin muutaman viikon aikana toteutettua halutut mittaukset. Mittalaite on 6-kanavainen, ja sillä pystyttiin mittaamaan partikkelimääriä aina 0,5 mikrometrin kokoisista partikkeleista 25 mikrometrin kokoiisiin partikkeleihin. Laitteessa on 3000 muistipaikkaa, ja sillä voidaan tehdä myös lämpötilan ja kosteuden mittauksia. Näytteenotto laitteella on 0,1 CFM (2,86 l/min). Laite mittaa mittarin päässä olevan mittapään tunnistamia partikkeleita. (Perel Oy 2015.)

5.5.2 Mittauksen toteutus

Mittaukset jouduttiin toteuttamaan laitteen koeajan puitteissa ja ne suoritettiin viiden päivän aikana. Mittauksien pituus jouduttiin pitämään maltillisina, jotta tuloksia ehdittiin tarkastelemaan ennen lopullista päätöstä järjestelmän hankinnasta.

Laitteen tehokkuuden havaitsemiseksi valittiin neljän päivän mittaukset siten, että CleanAirTower oli käytössä kahtena päivänä neljästä. Jokaisena päivänä mittaukset suoritettiin samaan kellonaikaan 8 tunnin ajan. Mittaus tapahtui 5 minuutin mittausjaksoina, ja jaksojen välinen aika oli 25 minuuttia. Näin ollen suoritimme 2 mittausta jokaista mittausjakson tuntia kohden. Mittaukset suoritettiin järjestelmästä noin 5 metrin etäisyydellä epäpuhtauksien aiheuttajan, hiontapisteen välittömästä läheisyydestä. Mittauskorkeus lattiasta noin 1700 mm.

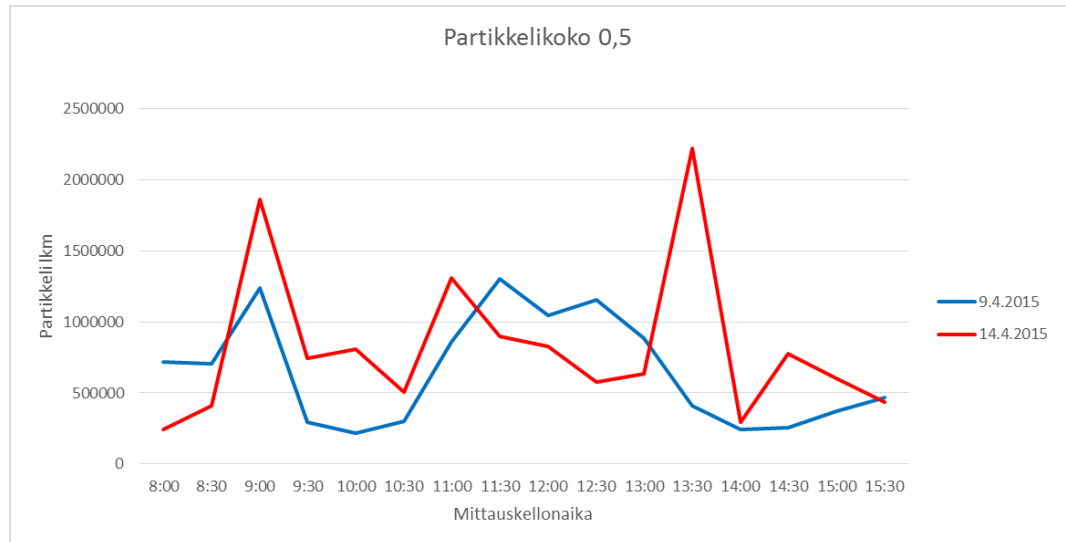
Lisäksi suoritettiin 2 mittausta 12 metrin etäisyydellä järjestelmästä laitteen ollessa käynnissä sekä pois päältä. Näissä mittauksissa mittausjaksot olivat 3 tuntia ja näytteet otettiin 25 minuutin välein 5 minuutin mittausjaksoina.

5.5.3 Mittaustulokset

Tuloksia tarkasteltaessa huomattiin, että eri kellonaikojen mittaustuloksien partikkelimäärät vaihtelivat selkeästi, mikä johtui mittauksen aikana tapahtuvista työtapatumista. Lisäksi mittaustuloksiin vaikuttavia tekijöitä huomattiin olevan lattian lakaisu sekä tuotantohallin nosto-ovien auki pitäminen. Jälkikäsitteilyosaston epäpuhtauksien mittauksen suurin ongelma huomattiin olevan hiojien työnkuvan monipuolisuus. Kappaleiden hionnan lisäksi hiojat pakkaavat kappaleita sekä siirtelevät trukilla niitä. Tällöin ilmasta mitataan huomattavasti pienempiä epäpuhtausmääriä.

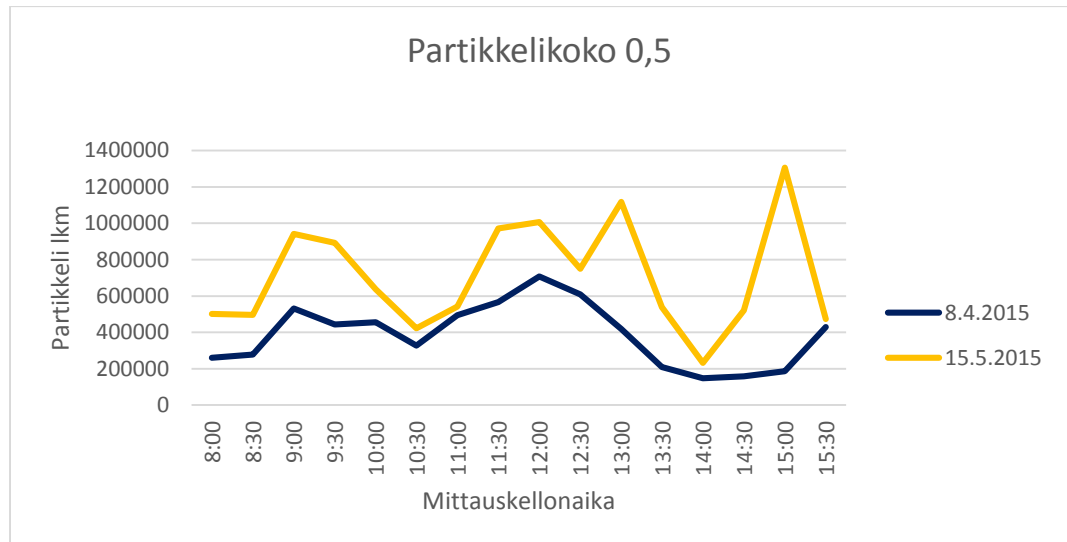
Partikkelimäärien keskiarvot kasvoivat eri päivinä tehdyissä mittauksissa samassa suhteessa partikkelikoon kasvaessa. Tämän takia mittaustuloksien vertailuun valittiin partikkelimäärät yhdestä kokoluokasta. Neljän päivän aikana toteutetut 8 tunnin mittausjakson mittaukset arvioitiin

niiden keskiarvojen mukaan. Näin ollen vertailuarvoiksi keskenään valittiin suurin keskiarvo laitteen ollessa päällä sekä pois päältä. Toiseksi vertailupariksi valittiin päivät, jolloin partikkelimäärien keskiarvot olivat pienimmät.



KUVIO 4. Partikkelimäärät tuotantohallissa

Kuviossa 4 esitellään partikkelien lukumääriä 8 tunnin ajanjaksoilla laitteen ollessa päällä sekä pois päältä. Sinisellä värillä merkityssä kuvaajassa esitetään partikkelimäärät CleanAirTower`n ollessa päällä ja punaisella kuvaajalla esitellään laitteen ollessa suljettuna. Kuvaajista voidaan päätellä eri kuvaajien mittausajanjaksojen olleen samantyyppiset mittauksen aikana. 9.4.2015 tehdystä mittauksesta keskiarvoksi saatiin 622 867 kappaletta 0,5 mikrometrin kokoista hiukkaspartikkeliä. 14.4.2015 tehdyn mittauksen keskiarvoksi saatiin 821 738 kappaletta 0,5 mikrometrin kokoisia hiukkasia, josta voitiin päätellä ilmanlaadun olleen selvästi epäpuhtaampaa verrattuna 9.4. suoritetuihin mittauksiin.



KUVIO 5. Partikkelimäärät tuotantohallissa

Kuviosta 5 nähdään mittauspäivien tulokset, joina keskiarvot partikkelimäärissä olivat pienimmät. Tummallalla kuvaajalla merkitty, 8.4.2015 suoritettu mittausjakso kuvaa ilmanlaatua ilmanpuhdistusjärjestelmän ollessa päällä ja keltaisella merkitty kuvaaja 15.4.2015 suoritettua mittausjaksoa järjestelmän ollessa suljettu. Keskiarvoiksi partikkelien määrille saatiin 8.4. 381 039 kappaletta ja 15.4. 709 501 kappaletta 0,5 mikrometrin kokoista hiukkasta.

Tuloksien perusteella voidaan päätellä CleanAirTower`n vähentävän epäpuhtauksia lähes puolella 8.4. ja 15.4. tehdyissä mittauksissa. 9.4. ja 14.4. tehdyissä mittauksissa ilman epäpuhtaudet vähenivät neljänneksellä. 12 metrin etäisyydellä tehtyjen 3 tunnin pituisten mittausjaksojen keskiarvot eivät eronneet oleellisesti toisistaan laitteen ollessa käynnissä tai sammutettuna. Mittausta ei voida kuitenkaan pitää kovin luotettavana lyhyiden mittausjaksojen takia. Mittauksen aikana näytteitä otettiin 6 kappaletta, joten yhden mittauksen vaikutus kasvoi liian suureksi keskiarvoja laskettaessa. Mittaustulokset todettiin merkityksettömiksi. Mikäli aikaa mittauksen toteutukseen olisi ollut enemmän ja mittausjaksoa olisi pidennetty, tuloksista olisi saatu vertailukelpoisia.

5.5.4 Mittauksen johtopäätökset

Johtopäätöksinä mittauksista voidaan sanoa laitteen parantavana jälkikäsittelyosaston ilmanlaatua sekä poistavan pölyä hengitettävästä ilmasta tehokkaasti. Mittauksissa käytetyllä hiukkasmittarilla ei voida kuitenkaan määrittää, mitä mitatut partikkelit ovat tai niiden vaarallisuutta terveydelle. Seurauksena mittaustulokset keskittyvät ainoastaan pölynkeräysjärjestelmän tehokkuuden määrittämiseen. Mittauksia suunniteltaessa täytyy arvioida tarkkaan tulokset sekä ongelmat, joita mittauksesta ilmenee. Tällä tavalla voidaan välttyä turhilta mittauksilta ja mittausdata saadaan hyödynnettyä.

Mittaustuloksista voidaan päätellä CleanAirTowerin toimivan kyseisessä tuotantotilassa erinomaisesti. Epäpuhtauksien keskiarvojen alentuminen jopa lähes 50 % parantaa työoloja merkittävästi. Tuloksien tueksi tuotantotyöntekijöiltä saatu palaute on ollut positiivista ja laitteen tehokkuus on mahdollista havaita ilman mittausmenetelmiä. Tulosten perusteella järjestelmän valintaa voidaan pitää onnistuneena. Tehokkaampaa ilmanpuhdistusta haluttaessa CleanAirTower-järjestelmiä voidaan lisätä tuotantohalliin vaikuttamatta aikaisempien järjestelmien tehokkuuteen.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyö antoi erinomaisen kokemuksen tuotannon työtilojen suunnittelusta ja tuotannon- sekä työnsuunnitteluntyöstä. Ilmanlaadun ja tuotannon työntekijöiden työolojen tärkeys tuli opinnäytetyön aikana hyvin selville. Työntekijöiden kanssa kommunikoinnin tärkeys korostui opinnäytetyön prosessia eteenpäin vietäessä. Ilman kommunikointia tuotannon sekä työnjohdon välillä kaikkia näkökulmia ja muita tärkeitä huomioita ei olisi välttämättä huomioitu ilmanpuhdistusjärjestelmää valittaessa. Järjestelmäksi valittiin lopulta Kemper Oy:n valmistama ja Airwell Oy:n maahantuoma CleanAirTower-ilmanpuhdistusjärjestelmä.

Huolellisella suunnittelulla saadaan aikaiseksi toimiva ratkaisu tuotannotiloihin. Riskien ja ongelmien havaitseminen ja välttäminen on erityisen tärkeässä roolissa järjestelmän valintaa suunniteltaessa. Järjestelmää valittaessa tulee tuotantoketju ja työtavat tuntea perusteellisesti. Aikaisempien kesien työkokemukset olivat siis tärkeässä roolissa opinnäytetyötä tehdessäni.

Opinnäytetyön tavoitteet sekä loppuun vieminen onnistuttiin suorittamaan erinomaisesti. Be Group Oy Ab tilaajana hyötyi opinnäytetyöstäni ja sai näin ollen kehitettyä tuotantotilojaan. Opinnäytetyöni vietiin loppuun aikataulussa, eikä suuria ongelmia prosessin aikana tullut vastaan.

LÄHTEET

BE Group Oy Ab. 2015a. Avainluvut [viitattu 20.1.2015]. Saatavissa:

<http://www.begroup.com/fi/BE-Group-Finland/BE-Group/Avainluvut-2006/>

BE Group Oy Ab. 2015b. Erikoistunut palveluun [viitattu 20.1.2015].

Saatavissa: <http://www.begroup.com/fi/BE-Group-Finland/BE-Group/>

BE Group Oy Ab. 2015c. Laatu ja ympäristö [viitattu 20.1.2015].

Saatavissa: <http://www.begroup.com/fi/BE-Group-Finland/Laatu-ja-ymparisto/>

BE Group Oy Ab. 2015d. Liikeidea [viitattu 20.1.2015]. Saatavissa:

<http://www.begroup.com/fi/BE-Group-Finland/BE-Group/Liikeidea/>

BE Group Oy Ab. 2015e. Liiketoimintamalli [viitattu 20.1.2015].

Saatavissa: <http://www.begroup.com/fi/BE-Group-Finland/BE-Group/Liiketoimintamalli/>

BE Group Oy Ab. 2015f. Lahden teräspalvelukeskuksen palveluvalikoima

kasvaa [viitattu 20.1.2015]. Saatavissa: <http://www.begroup.com/fi/BE-Group-Finland/Uutiset-ja-media/Uutiset/2010/BE-Group-kaynnistanyt-tuotannon-Lahden-laajennetussa-teraspalvelukeskuksessa/>

BE Group Oy Ab. 2015g. Lahden teräspalvelukeskuksen palveluvalikoima

kasvaa [viitattu 20.1.2015]. Saatavissa: <http://www.begroup.com/fi/BE-Group-Finland/Uutiset-ja-media/Uutiset/2011/Lahden-teraspalvelukeskuksen-palveluvalikoima-kasvaa/>

BE Group Oy Ab. 2015h. Yrityksen sisäinen materiaali. [viitattu 20.1.2015].

Saatavissa yrityksen intranetistä.

Kaskinen, H. 2006. Metallipölyn kertyminen työntekijöiden keuhkoihin teräksen hionnassa [viitattu 29.4.2015]. Saatavissa:

<https://www.tsr.fi/tutkimustietoa/tata-on-tutkittu/hanke/?h=101321&n=tiedote>

Kemper. 2015. CleanAirTower General Ventilation [viitattu 19.3.2015].

Saatavissa:

http://www.kemper.eu/en/products/cleanairtower-general-ventilation_p11551

Kulmala. 2000. Kohdepoistojärjestelmät [viitattu 19.3.2015]. Saatavissa:

http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/polyverkko/kpl_6_2.htm

Painepiste Oy. 2015a. Huoneilmanvaihto eli Push-Pull pölynpoisto [viitattu 19.3.2015]. Saatavissa:

http://www.painepiste.fi/pdf/huoneilmanvaihto_push_pull.pdf

Painepiste Oy. 2015b. Kohdepoistoletkustot [viitattu 19.3.2015].

Saatavissa: <http://www.painepiste.fi/tuotteet/kohdepoistoletkusto/>

Perel Oy. 2015. Handheld 5016 partikkelilaskuri [viitattu 12.5.2015].

Saatavissa:

http://verkkokauppa.perel.fi/44357899/Hiukkaslaskuri_Handheld_2016-5016

Rantanen, S. & Pääkkönen, R. 2008. Työhygieniä: Kemialliset ja fyysikaaliset tekijät [viitattu 19.3.2015]. Saatavissa:

http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2009/09/TSJ_86.pdf

Sisäilmayhdistys. 2015. Ilmanvaihdon perusteet [viitattu 29.4.2015].

Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi/paasivuista-toinen/ilmanvaihdon-perusteet/>

Suomenimurikeskus Oy. 2015a. BSW-imupöytä [viitattu 19.3.2015].

Saatavissa:

<http://www.suomenimurikeskus.fi/wp-content/uploads/2013/07/BSW-imupoyta.pdf>

Suomenimurikeskus Oy. 2015b. Zincocar imuseinä [viitattu 19.3.2015].

Saatavissa:

<http://www.suomenimurikeskus.fi/wp-content/uploads/2013/07/zincocar.pdf>

Säämänen, A. , Riipinen, H. , Kulmala, I. & Welling, I. 2004. Pölyntorjunta [viitattu 30.4.2015]. Saatavissa:

<http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/polyverkko/pace.pdf>

Tammiholma Oy. 2015. Kohdepoistoletkustot [viitattu 19.3.2015].

Saatavissa: <http://www.tammiholma.fi/tuote-osasto/koneet/kohdepoisto/kohdepoistoletkustot/>

Työterveyslaitos. 2007. Metallin hionta [viitattu 29.4.2015]. Saatavissa:

<http://www.ttl.fi/partner/kamat/tietokortteihin/Documents/Metallinhionta.pdf>

Zehnder Group Nordic AB. 2015. Zehnder Flimmer E3000 [viitattu 19.3.2015]. Saatavissa:

<http://www.zehnder.fi/cleanairsolutions/Zehnder-Flimmer-E3000,186.html>

Wihuri Oy. 2015. Tekninen kauppa [viitattu 19.3.2015]. Saatavissa:

http://www.autola.fi/ajankohtaista/tyokalut/sahkotyokalut/fi_FI/kulmahioma_koneet2014

7 KUVALÄHTEET

Be Group Oy Ab. 2015h. Yrityksen sisäinen materiaali

Kemper. 2015. CleanAirTower General Ventilation [viitattu 19.3.2015].

Saatavissa:

http://www.kemper.eu/en/products/cleanairtower-general-ventilation_p11551

Kemper. 2015. Push-Pull General Ventilation System [viitattu 19.3.2015].

Saatavissa:

http://www.kemper.eu/en/products/push-pull-general-ventilation-system_p7683

Kulmala. 2000. Kohdepoistojärjestelmät [viitattu 19.3.2015]. Saatavissa:

http://virtual.vtt.fi/virtual/proj3/polyverkko/kpl_6_2.htm

Suomenimurikeskus Oy. 2015a. BSW-imupöytä [viitattu 19.3.2015].

Saatavissa:

<http://www.suomenimurikeskus.fi/wp-content/uploads/2013/07/BSW-imupoyta.pdf>

Suomenimurikeskus Oy. 2015b. Zincocar imuseinä [viitattu 19.3.2015].

Saatavissa:

<http://www.suomenimurikeskus.fi/wp-content/uploads/2013/07/zincocar.pdf>

Teca Oy. 2015. Nederman Standard letkusto [viitattu 19.3.2015].

Saatavissa:

<http://www.teca.fi/tuotteet/tyoymparisto/kohdepoisto/kohdepoistoletkustot/1265/standard>

Zehnder Group Nordic AB. 2015. Zehnder Flimmer E3000 [viitattu 19.3.2015]. Saatavissa:

<http://www.zehnder.fi/cleanairsolutions/Zehnder-Flimmer-E3000,186.html>

