

SINTRAAMO 2:N PELLETOINNIN PÖLYNPOISTON KEHITTÄMINEN

Outokumpu Chrome Oy

Rautiainen Eemil

Opinnäytetyö

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

2023

Konetekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Eemil Rautiainen	Vuosi	2023
Ohjaaja(t)	Ins. (AMK) Mika Majuri		
Toimeksiantaja	Outokumpu Chrome Oy		
Työn nimi	Sintraamo 2:n pelletoinnin pölynpoiston kehittäminen		
Sivumäärä	39 + 3		

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Outokumpu Chrome Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Sintraamo 2:n pelletoinnin pölynpoiston toimintaa, koska laitos ei ole koskaan käytännössä toiminut täysin.

Työ aloitettiin laitoksen toiminnan kartoituksella, jonka jälkeen ryhdyttiin luomaan pohjaa laitoksen kunnossapidolle. Laitokselle tehtiin kuntotarkastus laitetoimittajan toimesta. Yhdessä kunnossapidon ja käytön henkilöstön kanssa laadittiin laitteille kriittisyysluokittelu, jota käytettiin pohjana ennakkohuoltotöiden luomisessa. Ennakkohuoltotyöt luotiin KUTI-järjestelmään.

Pölynpoistolaitteiston saaminen kunnossapidon piiriin ja toimintakuntoiseksi lisänee Outokumpu Chrome Oy Sintraamo 2:n työturvallisuutta, kun pölymäärää halli-ilmasta saadaan minimoitua.

Avainsanat pölynpoisto, pelletointi, työturvallisuus, ennakkohuolto, kriittisyysluokittelu

Mechanical Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Eemil Rautiainen	Year	2023
Supervisor(s)	Mika Majuri BEng		
Commissioned by	Outokumpu Chrome Oy		
Title	Developing of Sintering Plant 2 Pelletizing Dust Collector		
Number of pages	39 + 3		

This thesis was commissioned by Outokumpu Chrome Oy. The purpose of the thesis was to develop the pelletizing dust removal function of sintering plant 2, because it has never been fully operational in practice.

The work had to start with a survey of the plant's operations, after which the foundation for the plant's maintenance was laid. The facility was inspected by the equipment supplier. Together with the maintenance and operation personnel, a criticality classification was prepared for the equipment, which was used as a basis for creating preventive maintenance work. Preventive maintenance works were created in the KUTI-system.

The purpose of the work was to get the dust removal equipment within the scope of maintenance and to make it operational and to remain operational in the future. This will increase the work safety of Outokumpu Chrome Oy Sintering plant 2, as the amount of dust from the hall air can be minimized.

Keywords dust collector, pelletizing, work safety, preventive maintenance, criticality classification

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 OUTOKUMPU OYJ	8
2.1 Outokummun historiaa	8
2.2 Outokummun liiketoiminta-alueet	10
2.3 Ferrokromitehdas	12
2.4 Pelletoinnin pölynpoisto	13
2.4.1 Sinbran kasettisuodinyksikkö	14
2.4.2 Toimintaperiaate	14
3 TURVALLISUUS	17
3.1 Työturvallisuus Outokummun tehtailla	17
3.1.1 Erilaiset riskit työturvallisuudelle	18
3.1.2 Riskeiltä välttyminen	18
3.1.3 Odottamattoman käynnistymisen estäminen	19
4 KUNNOSSAPITO	21
4.1 Yleistä kunnossapidosta	21
4.2 Kunnossapitovalmiuksien rakentaminen	23
4.3 Laitteiden kriittisyysluokittelu	25
4.4 Ennakkohuoltotyöt	25
5 PÖLYNPOISTON ONGELMAKOHDAT	26
5.1 Kuntotarkastus 29.5.2023	27
5.2 Pölynpoiston toimintakuntoon saattaminen	31
6 PÖLYNPOISTOLAITTEISTON HUOLTOSUUNNITELMA	32
6.1 Ennakkohuoltotyöt	32
6.2 Varaosat	35
7 POHDINTA	37
LÄHTEET	39
LIITTEET	40

ALKUSANAT

Haluan kiittää Outokumpu Chrome Oy:tä opinnäytetyön mahdollistamisesta ja erityisesti kiitos kunnossapidon ja käytön henkilöstölle yhteistyöstä.

Torniossa 31.10.2023

Eemil Rautiainen

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

KUTI	Kunnossapitotietojärjestelmä
Mako	Materiaalikoodi
PI-Kaavio	Putkitus- ja instrumentointikaavio
SBO-kierros	Turvallisen käyttäytymisen havainnointikierros

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Outokumpu Chrome Oy. Työn tavoitteena on kehittää Outokummun ferrokromitehtaalla sijaitsevan sintraamo 2:n pelletoinnin pölynpoistoa. Työn edetessä kehittäminen keskittyy laitoksen kunnossapitoon. Laitoksen kunnossapidettävyyden edellyttää pohjaa, jonka mukaan voidaan kunnossapidollisia toimia lähteä suorittamaan. Työssä keskitytään luomaan suodatinlaitokselle ennakko- huoltosuunnitelma ja kartoittamaan, mitkä ovat sen kriittisimmät varaosat. Suodatinlaitokselle ei ole luotu minkäänlaista ennakko- huoltosuunnitelmaa, eikä sille ole määritetty tarpeellisia varaosia.

Opinnäytetyö aloitetaan luomalla laitoksen laitteistolle kriittisyysluokittelu käytön ja kunnossapidon henkilöstön yhteistyönä. Ennakko- huoltosuunnitelma tehdään kriittisyysluokittelun pohjaa apuna käyttäen. Käyttö ja kunnossapidon henkilöstön kokemus ja asiantuntijuus on merkittävässä roolissa kriittisyysluokittelussa, ennakko- huoltosuunnitelman luonnissa ja varaosien tarpeellisuuden määrittämisessä.

Pölynpoistolaitteille joudutaan suorittamaan laaja huolto, ennen kuin se on täysin toimintakuntoinen. Huollon jälkeen otettaneen käyttöön ennakko- huoltosuunnitelma, jolla varmistetaan, että laitteisto pysyy toimintakäykyisenä eikä yllättäviä laiterikkoja pääse enää tulevaisuudessa syntymään.

2 OUTOKUMPU OYJ

Outokumpu on maailman johtava vastuullisen ruostumattoman teräksen tuottaja. Liiketoiminta perustuu kiertotalouteen, koska tehtailla käsitellään joka vuosi yli 2 miljoonaa tonnia kierrätysterästä. Outokummun tavoitteena on minimoida tuotantosta ympäristövaikutukset ja näin auttaa asiakkaitansa pienentämään hiilijalanjälkeänsä. (Outokumpu Oyj 2023a.)

2.1 Outokummun historiaa

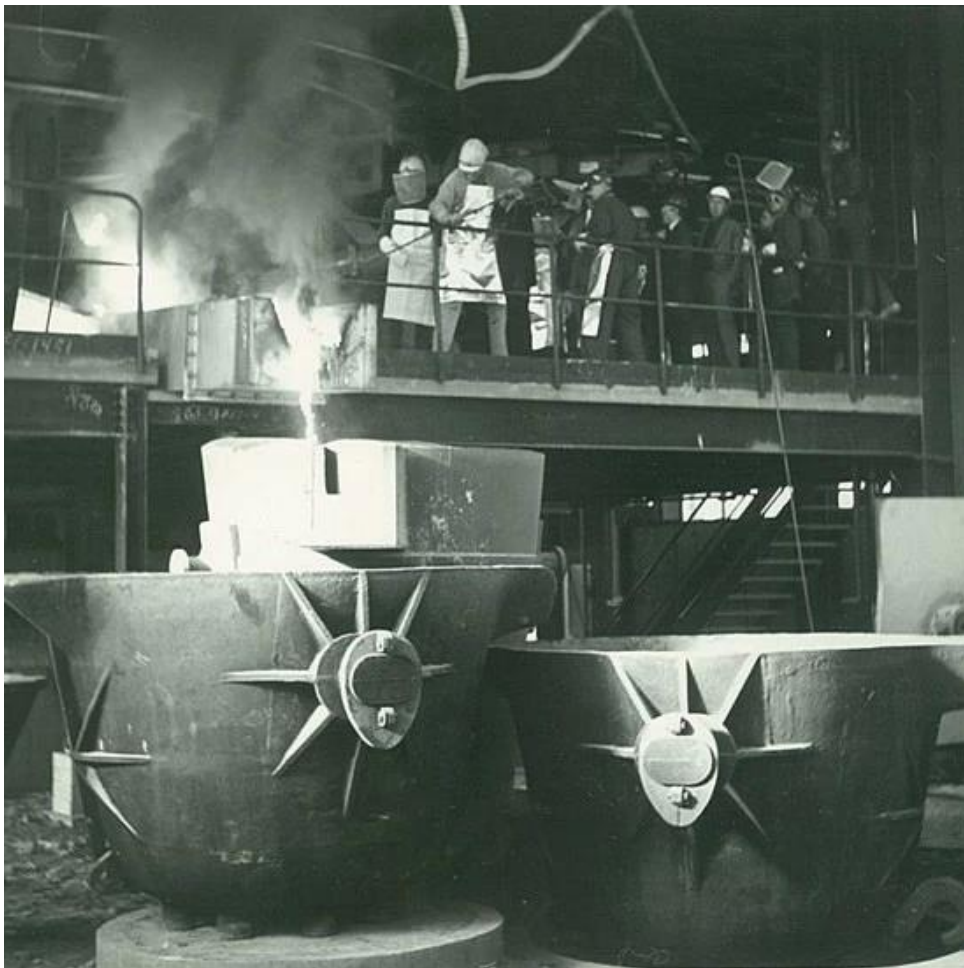
Itäsuomalaisesta Kuusjärven kunnasta löydettiin rikas kupariesiintymä 1910 ja Outokumpu aloitti yritystoimintansa. Muutamassa vuodessa kuparintuotanto käynnistyi ja Suomen valtio ja malmialueen omistaja Hackman & Co. perustivat vuonna 1914 avoimen yhtiön nimeltä Outokumpu Kopperverk vastaamaan kuparintuotannosta. Vuosien 1917–1920 välisenä aikana yhtiö vuokrattiin norjalaiselle hybniette-yhtiölle, jonka tuotantomenetelmä oli ollut alusta asti Outokummun käytössä. Hybinette perusti Outokummun Kupari Oy:n vuonna 1916, joka jo seuraavana vuonna lyhennettiin Ab Outokumpu Oy:ksi. Norjalaiset jättäytyivät yhtiön toiminnasta pois vuonna 1921, jonka jälkeen toimintaa jatkettiin suomalaisosakkaiden voimin. Suomen valtio kansallisti Outokummun vuonna 1924. (Outokumpu Oyj 2022.)

Outokumpu kasvoi 1930-luvulla merkittäväksi kuparintuottajaksi ja viejäksi. Vuonna 1932 Outokummusta tuli osakeyhtiö, jonka merkittävänä osakkeenomistajana jatkoi Suomen valtio. Yhtiömuutoksen myötä toiminta alkoi laajentumaan nopeasti kuparin tuotantoketjussa tankoihin, levyihin, putkiin ja elektrolyyttikupariin. Outokumpu rakensi 1930-luvun aikana kuusi uutta tuotantolaitosta. Suomen nopean teollistumisen ansiosta Outokummusta tuli yksi Euroopan johtavista kuparintuottajista. (Outokumpu Oyj 2022.)

Outokumpu oli yksi johtavista Euroopan kaivosyhtiöistä 1950-luvulla, joka jalosti omien kaivostensa malmeja. 1950- ja 1960-luvulla Outokumpu laajensi

kaivostoimintaansa, jonka myötä uudet sinkki-, nikkeli- ja kuparikaivokset sekä kobolttitehdas käynnistivät toimintansa. (Outokumpu Oyj 2022.)

Vuonna 1959 Kemissä, Martti Matilainen löysi makeavesikanavasta kromilohkareen. Outokumpu sai oikeudet esiintymän jatkotutkimukseen ja kaivotoiminnan aloittamiseen vuonna 1960. Varsinainen kaivostoiminta aloitettiin vuonna 1964 ja Tornioon rakennettiin ferrokromisulatto, jonka tuotanto käynnistyi vuonna 1968 ja kuviossa 1 on ensimmäinen ferrokromin lasku Tornion tehtailla. (Outokumpu Oyj 2022.)



Kuvio 1. Ensimmäinen ferrokromin lasku Tornion tehtailla elokuussa 1968. (Outokumpu Oyj 2022).

1970–1980 – luvuilla Outokummusta tuli kansainvälinen metalli- ja teknologiayhtiö, joka oli yksi maailman tehokkaimmista ruostumattoman teräksen tehtaista ja ainoa, jonka tuotantoketjuun kuului myös oma kromikaivos ja ferrokromituotanto. Vuonna 1976 ensimmäinen sulatuserä valmistui Tornion ruostumattoman teräksen tehtaalla. Tornio tuotti alkuun 50 000 tonnia ruostumatonta terästä, mikä oli Outokummun koko jaloteräskapasiteetti. Ruostumattoman teräksen integraatin täydensi myöhemmin valmistuneet kuuma- ja kylmävalssaamo, joiden myötä Outokumpu pystyi laajentamaan tuotevalikoimaansa. Outokumpu listattiin Helsingin pörssiin vuonna 1988. (Outokumpu Oyj 2022.)

Outokummun liiketoiminta perustui perusmetalleihin, kupariin, ruostumattomaan teräkseen ja teknologiaan 1990-luvulla. Outokumpu oli vuosituhannen vaihteessa kansainvälinen monimetalli- ja kaivosyhtiö, joka työllisti 21 000 työntekijää ympäri maailmaa ja jolla oli oma raaka-ainepohja. Outokumpu yhdisti ruostumattoman teräksen toimintansa Avesta Sheffieldin kanssa, uuden AvestaPolarit-yhtiön alle vuonna 2001. Tornion tuotemerkkinä oli Polarit. Yhdistymisen myötä AvestaPolaritista tuli maailman toiseksi suurin jaloteräsyhtiö. Vuonna 2004 Outokumpu päätti keskittyä yksistään ruostumattomaan teräkseen, koska yhtiö halusi maailman johtavaksi ruostumattoman teräksen tuottajaksi. Päätöksen myötä Outokumpu alkoi luopua hiljalleen muista metalleista, teknologiasta ja kaivostoiminnasta. (Outokumpu Oyj 2022.)

2.2 Outokummun liiketoiminta-alueet

Outokummun liiketoiminta jakautuu kolmeen eri liiketoiminta-alueeseen, jotka ovat Europe, Americas ja Ferrochrome. Europe ja America vastaavat markkina-alueillaan levy- ja nauhatuotteiden tuotannosta ja myynnistä. Ferrochrome taas keskittyy kromin ja ferrokromin tuotantoon ja myyntiin. Organisaatioon kuuluvat myös johto ja hallinto. (Outokumpu Oyj 2023c.)

Europe kattaa noin 60 % Outokummun liikevaihdosta ja näin ollen on liiketoiminta-alueista suurin. Laaja Europan tuotevalikoima kattaa erikoisteräslajit

ja standardituotteet sekä Afrikan, Lähi-Idän, Aasian ja Euroopan markkinat. Europe-liiketoiminta-alue vastaa ruostumattoman teräksen valmistuksesta integroiduilla tehtailla Torniossa ja Avestassa, kylmävalssaamoilla Saksassa ja Ruotsissa sekä Hollannissa viimeistely-yksikössä. (Outokumpu Oyj 2023c.)

Americas liiketoiminta-alue koostuu Calvertin integroidun ruostumattoman teräksen tehtaasta ja San Luis Potosín kylmävalssaamosta sekä Buenos Airesin palvelukeskuksesta. Outokumpu Americas on tunnettu teknisestä osaamisestaan ja kattavimmasta palvelutarjonnasta tuotekehitykseen, materiaalivalintaan sekä tekniseen tukeen. Outokummun liikevaihdosta Americasin osuus oli viime vuonna 28 %. (Outokumpu Oyj 2023c.)

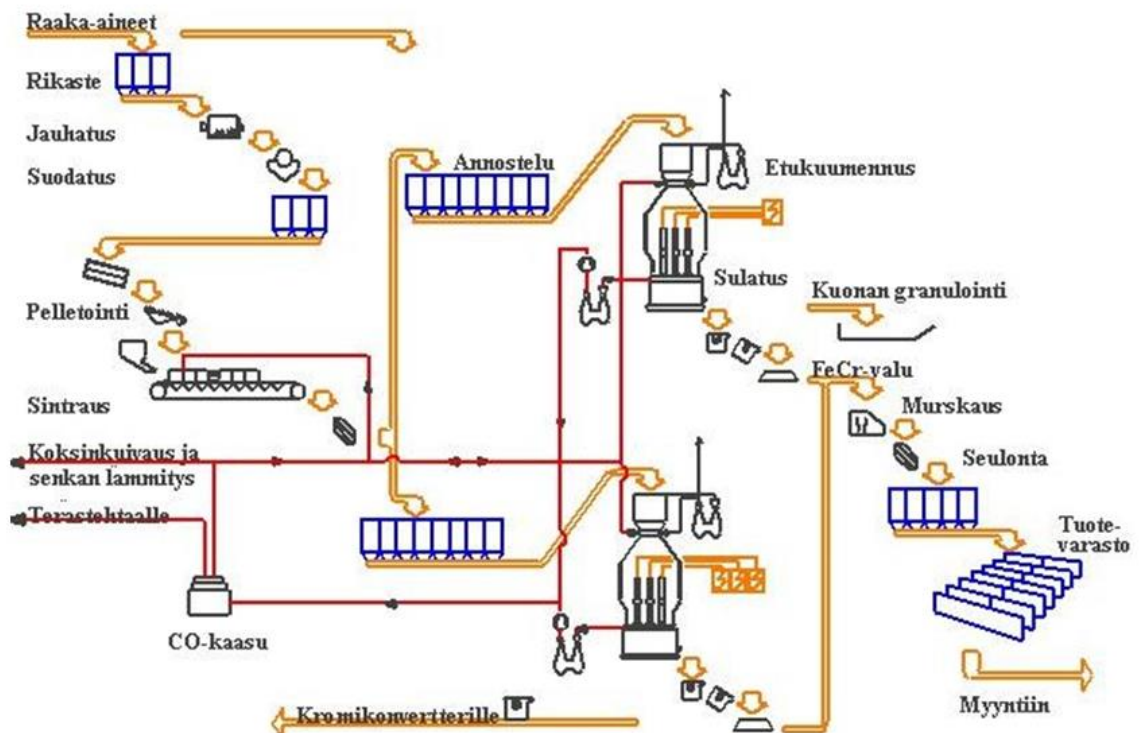
Ferrochrome-liiketoiminta-alueeseen kuuluu Tornion tehdasalueella sijaitseva ferrokromisulatto ja Kemin kaivos. Kemin kromikaivos on Euroopan ainoa, jonka Outokumpu omistaa. Outokummulla on siis omasta takaa olennaiset raaka-aineet ruostumattomaan teräksen tuotantoon. Liiketoiminta-alueen päätuote on siis ferrokromi. Suurin osa ferrokromista käytetään omien tehtaiden tuotannossa, mutta osa siitä myydään ulkopuolisille asiakkaille. Ferrokromisulaton sijainnin ollessa ruostumattoman teräksen tehtaan vierellä, mahdollistaa se sen, että ferrokromia voidaan käyttää tuotannossa sulana. Tämän johdosta saavutetaan merkittäviä energia- ja kuljetuskustannus säästöjä. Liikevaihdosta Ferrochromen osuus oli viime vuonna 2 %. (Outokumpu Oyj 2023c.)

Outokummun konsernin johtoryhmä raportoi toimitusjohtajalle ja vastaa konsernin toiminnan tehokkaasta johtamisesta. Toimitusjohtajan ja hallituksen asettamien tavoitteiden mukaan johtoryhmä kehittää konsernin toimintoja. Outokummun hallituksen jäseniä on kahdeksan ja heidän tavoitteenansa on liiketoiminnan ja strategioiden ohjaus, jonka tavoitteena on lisäarvon kasvattaminen yhtiön osakkeenomistajille. Outokummun toimitusjohtajana toimii Heikki Malinen ja Ferrochrome-liiketoiminta-alueen johtajana Martti Sassi. (Outokumpu Oyj 2023c.)

2.3 Ferrokromitehdas

Tornion ferrokromitehtaalla valmistetaan ferrokromia Kemin kaivokselta saatavasta kromiittirikasteesta. Ferrokromi on metalliseos, joka pääasiassa koostuu raudasta ja kromista. Rautapitoisuus siinä on noin 37 % ja kromipitoisuus on 53-55 %. Ferrokromissa on lisäksi hieman hiiltä, piitä ja fosforia. Kromirikastetta sulatetaan sähkökäyttöisissä valokaariuuneissa ja näin saadaan erotettua rauta ja kromi hapesta prosessimetallurgisesti. Ruostumattoman teräksen korroosionkesto-ominaisuuksien parantamiseksi ferrokromia käytetään sen raaka-aineena.

Ferrokromitehdas muodostuu useammasta tuotantoyksiköstä, joihin lukeutuvat koksiasema, sintraamot, kolme ferrokromiuunia (sulatto) sekä murskaamo (kuvio 2. Ferrokromitehtaan prosessikaavio). (Outokumpu Oyj 2023d.)



Kuvio 2. Ferrokromitehtaan prosessikaavio (Outokumpu Oyj 2023d).

Ferrokromiprosessissa koksen kuivaus suoritetaan kahdella kuilu-uunilla, kuulamyllyllä jauhetaan rikaste, pelletointi hoidetaan pyörivällä rummulla, sintraus nauhauunilla ja sulatus suljetulla sähköuunilla. Prosesseissa syntyy ja

uudelleenkäytetään materiaaleja, jotka ovat hyvin hienojakoisia. Sintraamoiden prosessissa käytetyt materiaalit (koksipöly, yleispöly ja sideaineena bentoniitti) ovat jo itsessään hienojakoisuutensa vuoksi pölyäviä. Mutta pyrkimyksenä on minimoida pölyhiukkaspitoisuudet hallien ilmasta pölynpoistolaitteistolla ja kierrättää se takaisin prosessiin. Sintraamo 2:lla on käytössä yleispölynpoisto ja pelletoinnin pölynpoisto. Opinnäytetyö keskittyy Sintraamo 2:n pelletoinnin pölynpoistoon. (Outokumpu Oyj 2023d.)

2.4 Pelletoinnin pölynpoisto

Pelletoinnin pölynpoiston lähtökohtana oli vähentää merkittävästi Sintraamo 2:n halli-ilman pölyhiukkaspitoisuutta. Tämä pyrittiin suorittamaan niin, että kaikki pölyn syntypisteet koteloidaan ja tuotetaan koteloinnin sisälle riittävän suuri poistoilmamäärä, jolla saadaan aikaan alipaine. Sintraamon halliin kohdistuva suuri alipaine vältettiin korvausilmalla, joka otetaan suoraan ulkoilmasta. Ulkoilma esisuodatetaan, minkä jälkeen se puhalletaan kontrollisuodattimen läpi Sintraamon halliin. Tällä tavalla vältetään siltä, että Sintraamon hallissa vallitsisi suuri alipaine, joka imisi pölypitoista ilmaa hallin ulkopuolelta. (Outokumpu Oyj 2023d.)

Pölynpoiston laitteisto mahdollistaa myös sen, että talviaikaan hallista poistettu ja suodatettu ilma palautettaisiin kontrollisuodatettuna takaisin Sintraamon halliin. Koska hallista poistettu ilma voi sisältää asbestia, niin sitä ei saa takaisinkiertää. Tarkoitus oli hyödyntää prosessista syntyvä lämpö ja kierrättää sitä. Kesäaikaan hallista poistettu suodatettu ilma on tarkoitus ohjata suoraan piipusta taivaalle, minkä johdosta lämpötila hallissa ei pääse nousemaan liian korkealle. Vaihtoehtona oli myös välimuoto, jossa osa ilmasta ohjataan taivaalle ja osa takaisin Sintraamon halliin. (Outokumpu Oyj 2023d.)

2.4.1 Sinbran kasettisuodinyksikkö

Sinbran kasettisuodatin (kuvio 3) on rakenteeltaan selkeä ja tarkoin suunniteltu korkean erotusasteen hiukkassuodatin, joka on täysin automatisoitu. Laitteiston tekniset tiedot ovat taulukossa 1 ja liitteessä 2 on laitteiston PI-kaavio.

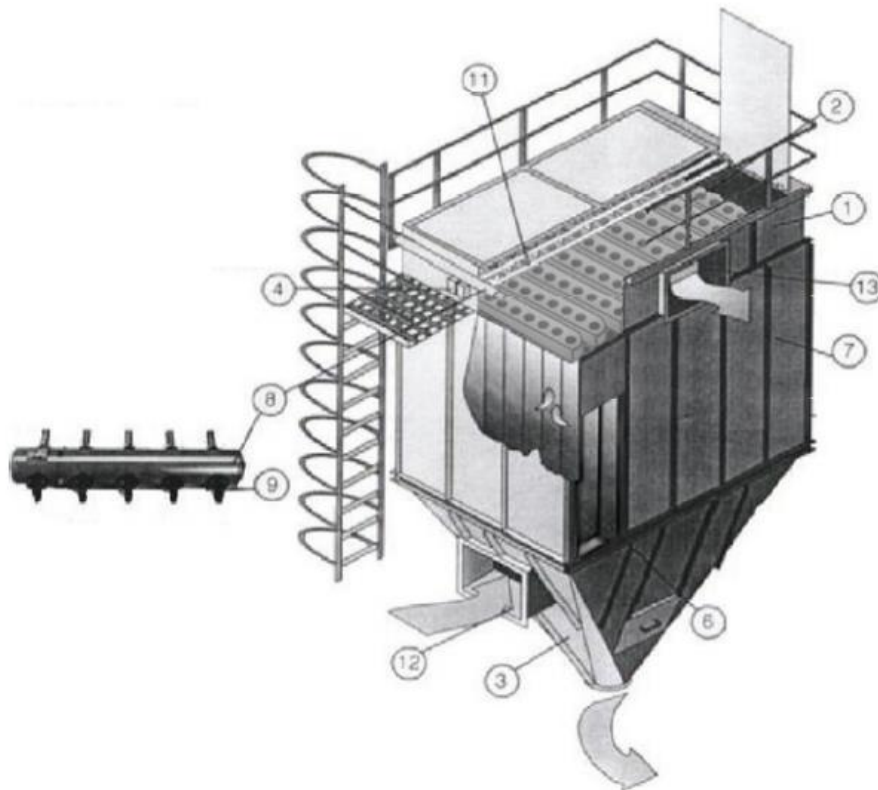


Kuvio 3. Sinbran kasettisuodatin.

2.4.2 Toimintaperiaate

Suodatinyksikön suodatin muodostuu runkorakenteesta, joka on jaettu likaisen kaasun kammioksi ja puhdaskaasutilaksi kasettien kiinnityslevyllä (kuviossa 4 on havainnollistava rakennekuva suodatinyksiköstä). Suodatinelementit kiinnitetään kiinnityslevyssä rivissä oleviin reikiin. Jokaiselle suodatinelementille on oma

paineilmatukkiin yhdistetty puhdistusputki, jonka puhallusreikä on suunnattu elementin suuaukolle. Jokaisella kalvoventtiilillä on magneettiventtiili, jonka avulla venttiilit toimivat jaksoittain. Puhdistus säätyy ohjaavan ohjausyksikön antamien pulssien mukaan. (Outokumpu Oy 2023f.)



Kuvio 4. Sinbra kasettisuodattimen havainnollistava rakennekuva (Outokumpu Oy 2023f.)

1. Puhdaskaasutila. 2. Reikälevy. 3. Alakartio. 4. Ajastin. 6. Suodatinelementit. 7. Likaisenkaasun kammio. 8. Paineilmatukki. 9. Kalvoventtiili. 11. Puhdistusyhde. 12. Tuloyhde. 13. Poistoyhde

Tuloyhteen kautta hiukkaspitoinen kaasu johdetaan suodattimeen, jossa hiukkaset kerääntyvät suodatinelementin ulkopinnoille ja suodatettu kaasu jatkaa matkaansa suodattimen läpi poistoyhteen kautta. (Outokumpu Oy 2023f.)

Suodatinelementit on puhdistettava määräaikaavälein, jotta suodattimen sisällä vallitseva paine-ero voidaan pitää vakiona. Puhdistus tapahtuu elektronisen

ohjausyksikön avulla, joka on ohjelmoitu antamaan venttiileille lyhyitä ohjauspulsseja. Puhdistusputkeen virtaa paineilmaa, kun magneettiventtiili aukaisee kalvon, jolloin puhdistusputken alla olevaan suodatinelementin sisään virtaava ilma antaa elementille paineilmaiskun. Paineilmaiskulla saadaan elementin pinta värähtämään äkillisesti, jolloin elementin ulkopinnalle kerääntyneet hiukkaset irtoavat. Puhdistus tapahtuu elementtirivi kerrallaan. Puhdistuksen aikana suodattimen muut elementit jatkavat normaalisti kaasun suodattamista, jotta suodattimen paine-erojen muutokset saadaan minimoitua. (Outokumpu Oyj 2023f.)

Suodatin koostuu kuudesta lohkoista, joita voidaan huoltaa ja puhdistaa käynnin aikana yksi kerrallaan. Likaisen kaasun ja puhdaskaasutilan kanavissa on automaattiventtiilit, jotka mahdollistavat käynnin aikaisen puhdistuksen. Suodattimen lohkoilla 1, 2 & 3, sekä lohkoilla 4, 5 & 6 on omat ruuvikuljettimet, joiden avulla lohkojen kartioihin kertynyt pöly siirretään lohkojen yhteiselle yhdysruuville, jonka kautta pöly voidaan ajaa joko ulos konttiin tai sitten vaihtoehtoisesti pneumaattiselle kuljettimelle, joka kuljettaa pölyn pölysiiloon. (Outokumpu Oyj 2023f.)

Taulukko 1. Suodatinyksikön tekniset tiedot (Outokumpu Oyj 2023f)

Tekniset tiedot	
Suodattimen tyyppi	6xJT66 Sinbran
Suodatinkasetit	ePTFE / Sinbran, 396 kpl
Kaasumäärä ja lämpötila	120 000 m ³ /h, max. 147 000 m ³ /h, (-+20...+30) °C
Pölymäärä arvioitu	<10 g/m ³
Suodatinpinta-ala	1663 m ²
Suodatinkuormitus	88,4 m ³ / m ² /h
Paineilman kulutus max	108 Nm ³ /h, 5 bar
Suunniteltu paine-ero	Alle 2500 Pa
Päästö	< 1 mg/m ³

3 TURVALLISUUS

Työnantajalla on yleinen huolehtimisvelvollisuus. Työturvallisuuslain 8. pykälän mukaan työnantaja on velvollinen huolehtimaan työntekijöiden terveydestä ja turvallisuudesta työssä. Työnantajan on huomioitava työolosuhteisiin, työhön ja työympäristöön sekä työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat. Erityisesti on huomioon otettava se, että työntekijän henkilökohtaiset edellytykset voivat edellyttää yksilöllisiä työsuojelutoimenpiteitä, joilla varmistetaan työntekijän turvallisuus ja terveys. (Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738)

3.1 Työturvallisuus Outokummun tehtailla

Outokummulle turvallisuus on kaikkein tärkeintä. Tavoitteena on olla turvallisuuden suhteen alan edelläkävijä ja visiona onkin se, että kaikki tapaturmat vältetään lopulta. Perimmäisenä tavoitteena on tapaturmien nollassa ja turvallisuuskäytäntöjen jatkuvaa parantamista tukeva johtamisfilosofia, jonka avulla Outokumpu pysyy turvallisuusasioissa alansa edelläkävijänä. Päivittäistä toimintaa ohjataan standardeilla, ohjeilla, yhteisillä turvallisuusperiaatteilla ja turvallisuuden kymmenellä perussäännöllä. Mahdolliset piilevät turvallisuusriskit ja vaaralliset käyttäytymistavat, jotka saattavat aiheuttaa tapaturman, havaitaan vaarahavaintojen ja turvallisuuskäyttäytymisen havaintojen, eli SBO-kierrosten avulla. Turvallisuusperiaatteet, joita kaikki päätöksen ja toimet noudattavat, ovat:

”Turvallisuus ennen tonneja: turvallisuus on tärkeämpää kuin mikään muu, mukaan lukien tuotanto.”

”Turvallisuus alkaa minusta: meistä jokainen on vastuussa omasta turvallisuudestaan ja huolehtii kollegoiden turvallisuudesta.”

”Ei oikoteitä: noudatamme yhdessä sovittuja menettelytapoja ja arvioimme riskit ennen kuin toimimme.”

”Ei toistoa: tutkimme kaikki vaaratilanteet ja ryhdymme toimiin niiden toistumisen estämiseksi kaikkialla.” (Outokumpu Oyj 2023e.)

3.1.1 Erilaiset riskit työturvallisuudelle

Ferrokromitehtaalla tyypillisimmät altisteet ovat häikä, melu, pöly, lämpösäteily, sularoiskeet ja asbestikuidut. Ferrokromitehtaan tuotantotiloissa työskentelevien perusvarustukseen sisältyy suojakypärä, suojalasit, turvakengät, kuulonsuojaimet, suojakäsineet sekä suojavaatteet. Alueella on mahdollista esiintyä häikävaaraa, minkä vuoksi kaikilla alueella työskentelevillä täytyy olla myös häikämittari mukana. (Outokumpu Oyj 2023b.)

Asbestivaaraa ilmenee alueilla, joissa käsitellään rikasteita. Rikasteiden rikkoontumisesta ja hankautumisesta syntyvä pöly voi sisältää asbestia, joka on pääsääntöisesti tremoliittiasbestia. Asbestivaara-alueet on merkitty paikallisesti varoituskylteillä ja tehtyjen mittauspitoisuuksien mukaan on määritelty karttaan punaiset, keltaiset ja vihreät alueet (Outokumpu Oyj 2023b.)

3.1.2 Riskeiltä välttyminen

Lähtökohtaisesti pölyaltistumista pyritään vähentämään ensisijaisesti estämällä pölyn syntyminen ja sen leviäminen ilmaan teknisin ratkaisuin esim. pölynpoistoilla. Teknisten ratkaisujen lisäksi henkilöihin kohdistuva altistuminen pyritään minimoimaan henkilökohtaisten suojaimien avulla. (Outokumpu Oyj 2023b.)

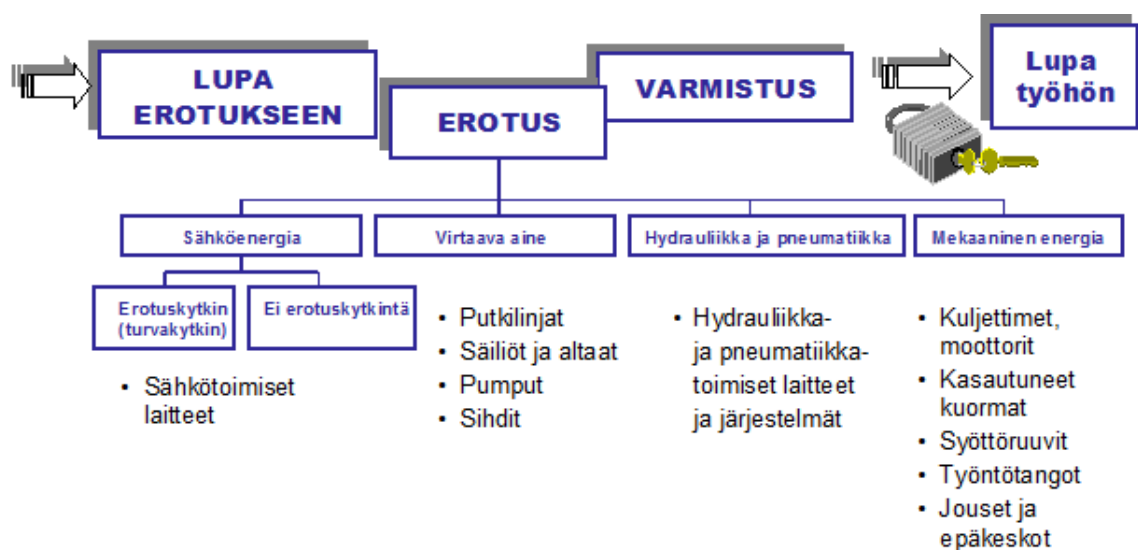
Asbestivaara-alueella työskennellessä tai liikkuesssa on aina käytettävä vähintään hengityssuojainta. Yksittäisissä työohjeissa voidaan määritellä tarkemmin työtehtävässä tarvittavat henkilösuojaimet. Hengityssuojaimien käyttöön on laadittu aikaan perustuvat määreet. Jos hengityssuojaintarve työvuoron aikana on yli kaksi tuntia, on käytettävä puhaltimella varustettua hiukkassuodatinta, jonka teholuokka on oltava vähintään TH2P. Alle 2 tuntia kestävään lyhytaikaiseen työskentelyyn soveltuu puolinaamari, joka on varustettuna P3-luokan hiukkassuodattimella. Lähtökohtaisesti kuitenkin suositellaan käytettävän puhaltimella varustettua hiukkassuodatinta. Keltaisella alueella voi esimerkiksi tarkastuskierroksen suorittaa hengityssuojaimen kanssa normaaleissa suojavaatteissa, mutta jos työtehtävä aiheuttaa likaantumista, on käytettävä hengityssuojaimen lisäksi kertakäyttösuojahaalareita. Pölyn ja lian

kulkeutumisen estämiseksi puhtaisiin tiloihin tulee asbestivaara-alueella työskentelyn jälkeen työasut joko poistaa, (kertakäyttöhaalarit) puhdistaa tai vaihtaa. Asbestivaara-alueilta poistutaan aina puhdistautumistilan kautta. Huomioon pitää ottaa myös asbestialueella käytettyjen työkalujen puhtaus. Tuotantotiloista irroitettut laitteet tulee vähintäänkin pestä, ennen kuin ne huolletaan tai lähetetään huoltoon. (Outokumpu Oyj 2023b.)

3.1.3 Odottamattoman käynnistymisen estäminen

Odottamattomalla käynnistymisellä tarkoitetaan sitä, että jokin kone tai laite käynnistyy. Aiheuttajia voivat olla esim. energiasyötön palaaminen, ohjausjärjestelmän vikaantuminen tai tarkoituksettomasta käynnistyskäskestä. (Outokumpu Oyj 2023b.)

Koneen tai laitteen odottamaton käynnistyminen tai muu siihen verrattava energian odottamaton purkautuminen kunnossapito- tai häiriönpoistotilanteessa on tyypillinen vakavaan tapaturmaan johtava tapahtuma. Tilanteessa täytyy huomioida koko työympäristö mahdollisten muiden turvallisuusriskien varalta. Odottamattoman käynnistymisen eston pääperiaatteet on kuvattu kuviossa 5. (Outokumpu Oyj 2023b.)



Kuvio 5. Vahinkokäynnistymisen estämisen pääperiaate (Outokumpu Oyj 2023b.)

Ennen huolto- tai korjaustoimia sekä niiden päätyttyä täytyy työtä suorittavan henkilön tai työryhmän ottaa yhteyttä kyseisen alueen ohjaamoon. Yksi työturvallisuuden tae on se, että työalueen kaikki työntekijät ovat tietoisia alueen huolto- ja korjaustoimista. Koskaan ei saa aliarvioida ilmoituksen tärkeyttä, vaikka kyseessä olisikin vain pikainen käynti alueella. (Outokumpu Oyj 2023b.)

4 KUNNOSSAPITO

4.1 Yleistä kunnossapidosta

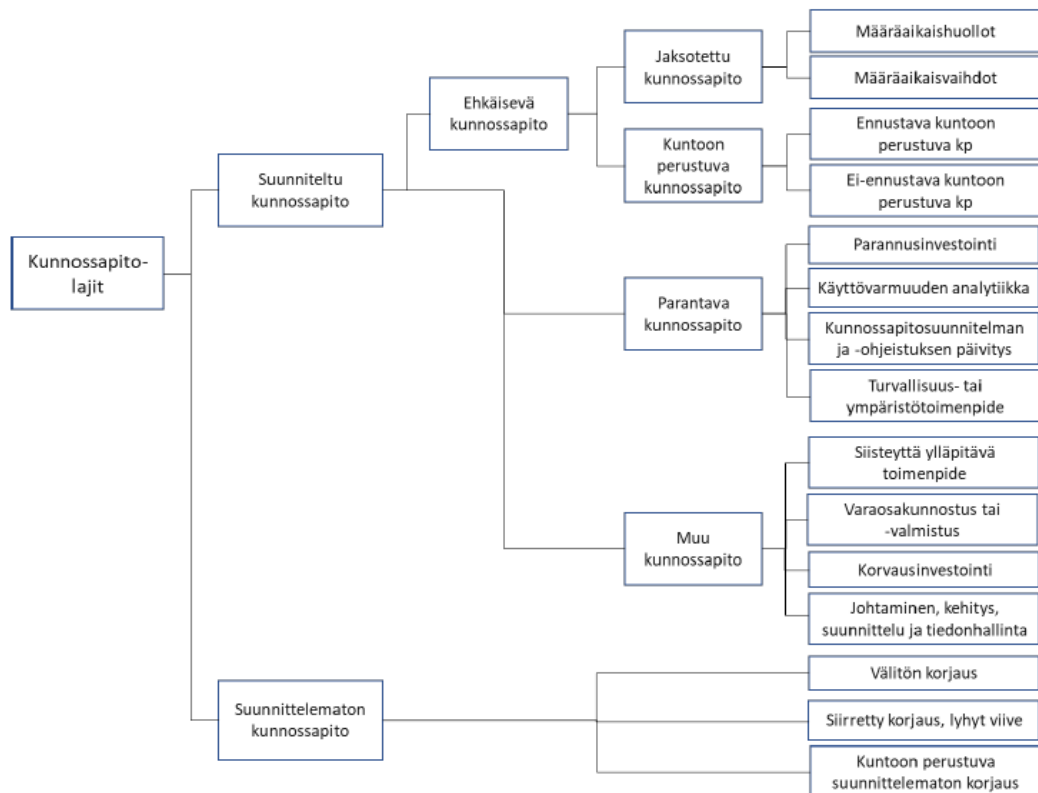
PSK 6201 standardin (2022-05-11), 3(44) mukaan kunnossapito määritellään seuraavasti: ”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.” Teollisen tuotantokyvyn edellytys on kunnossapito, jonka toiminnan tehokkuutta ja laatua mitataan erilaisilla tunnusluvuilla, joita voidaan käyttää arvioitaessa kunnossapitoa eri näkökulmista kuten pääoman, liiketoiminnan, tuotannon ja kunnossapitotoiminnan kannalta. (PSK 6201, 2022.)

Kunnossapidon keskeinen tavoite on tuotannon kokonaistehokkuus ja käyttövarmuus. Lisäksi merkittäviä tavoitteita ovat turvallisuus, kustannustehokkuus, toimintavarmuus ja ympäristön huomioiminen. Käyttövarmuuteen vaikuttavat päätekijät ovat toimintavarmuus, kunnossapidettävyyys ja kunnossapitovarmuus. Toimintavarmuudesta puhutaan, kun kohde pystyy suorittamaan toiminnon määrätyissä olosuhteissa vaaditun ajanjakson. Kun kunnossapito suoritetaan käyttäen vaadittuja menetelmiä ja resursseja, puhutaan kohteen kunnossapidettävyydestä, eli kyvystä olla tilassa tai palautettavissa tilaan, missä se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon määritellyissä käyttöolosuhteissa. Kunnossapito-organisaation kyky suorittaa vaadittu tehtävä tehokkaasti määritellyissä olosuhteissa vaaditulla ajanhetkellä tai ajanjaksona kuvaa kunnossapitovarmuutta. (PSK 6201, 2022.)

Kunnossapitotoiminnan suunnittelu on jatkuva prosessi, jonka lähtökohtana ovat laitteiston ominaisuudet ja tuotantotoiminnan luonne sekä toimintaympäristö. Kunnossapidolla pystytään estämään henkilö- ja omaisuusvahinkojen syntyminen. Kunnossapidon resursseilla hoidetaan lakisääteisten suunnitelmien mukaisten teknisten ratkaisujen toteuttaminen ja ylläpito. Laitoksen käytön ja laitteiden käyttövarmuuden on taattava laitokselle asetetut ympäristövaatimukset ja lupaehtojen päästörajat. (PSK 6201, 2022.)

Kunnossapitosuunnitelma on jäsennelty ja dokumentoitu työtehtävien joukko, joka sisältää toimenpiteet, menetelmäkuvaukset, resurssit sekä aikataulun. Suunnitelma tehdään laitteiston tai laitteen hankinnan yhteydessä ja sitä päivitetään tarvittaessa. (PSK 6201, 2022.)

Kunnossapito jakautuu (kuvio 6) eri kunnossapitolajeihin, jotka sisältävät eri toimenpidetyyppejä. Karkeasti kunnossapitolajit luokitellaan suunniteltuun kunnossapitoon ja suunnittelemattomaan kunnossapitoon, eli häiriökorjauksiin. Opinnäytetyössä keskitytään Sintraamo 2:n pölynpoiston laitteiston suunniteltuun kunnossapitoon, joka sisältää etupäässä ehkäisevää ja jaksotettua kunnossapitoa. Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään pienentämään vikaantumisen todennäköisyyttä tai hidastamaan kohteen toiminnan heikkenemisen etenemistä. Jaksotetulla kunnossapidolla, esimerkiksi voiteluhuollolla, määrätyin välein tehdyillä huoltotoimenpiteillä tai laitteiston osien vaihdolla saadaan ylläpidettyä laitteet toimintakunnossa mahdollisimman pitkään. (PSK 6201, 2022.)

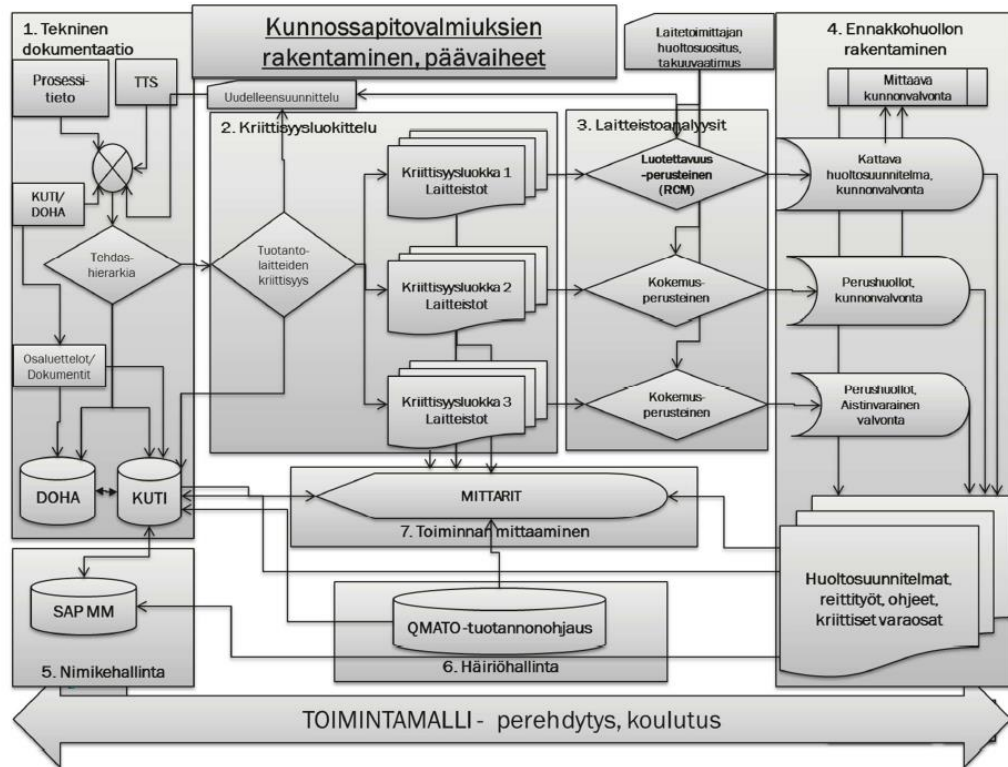


Kuvio 6. Kunnossapitolajien luokittelu (PSK 6201, 2022.)

Sintraamo 2:n pelletöinnin pölynpoiston kunnossapitosuunnitelman laatimiseen tarvitaan dokumentit laitoksen laitteiston toimittajilta, Outokummun tehdasstandardit TTS 20856: Ennakkohuoltostrategian ja -töiden luominen kuti-kunnossapitojärjestelmään sekä standardi PSK 6800: Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. Kriittisyysluokittelussa käytetään työkaluna PSK-standardista Outokummulle muokattua versiota.

4.2 Kunnossapitovalmiuksien rakentaminen

Outokummun kunnossapidon toiminnanohjausjärjestelmä on KUTI. Sillä hallitaan tehtaan laitehierarkia, osaluettelot, nimikkeet, työnsuunnittelu, vikailmoitukset ja tilaukset. Kunnossapidon pohjan muodostavat laitteistojen/laitteiden malliennakkohuoltotyöt, jotka muodostavat automaattisesti töitä niiden ajastuskriteerien mukaan. Kunnossapitovalmius rakentuu teknisestä dokumentaatiosta, kriittisyysluokittelusta, laitteistoanalyysistä, ennakkohuollon rakentamisesta, nimikehallinnasta, häiriöhallinnasta ja toiminnan mittaamisesta (kuvio 7). (TTS 20856. 2016.)



Kuvio 7. Kunnossapitovalmiuksien rakentaminen, 7-kohdan ohjelma (TTS 20856. 2016.)

Hyvin suunniteltu ennakkohuolto-ohjelma vähentää kohteen yllättäviä vikoja ja ohjaa tarvittavien varaosien suunnittelua, kun ohjelmaan on huomioitu kohteen elinkaari. Valmistajan antamat suosituksen huollosta tulee huomioida ennakkohuoltotöissä. Tarvittavat ennakkohuoltotyöt koostetaan riittävän tarkalle tasolle viedyn laiteanalyysin pohjalta. Ennakkohuoltotyöt pitää ajoittaa kalenteriin niin, että ne eivät avaudu samaan aikaan, eivätkä kasaannu samalle alueelle yhtäaikaan. Loogisesti ajastetuissa töissä on huomioitu töiden määrä, resurssointi ja seisokin ajankohta. Ennakkohuoltotöitä voidaan parantaa korjaamalla malliennakkohuoltotöiden kuvauksia ja täydentämällä materiaaliluetteloita, esim. häiriöiden jälkeen tehtävillä juurisyy- ja tapahtuma- analyyseillä. Ne auttavat parantamaan ennakkohuoltotöiden ajoitusta ja toistoväliä. (TTS 20856. 2016.)

4.3 Laitteiden kriittisyysluokittelu

Kriittisyysluokittelu on systemaattinen tapa järjestää prosessipaikan laitteistot tärkeysjärjestykseen laadun, tuotannon ja turvallisuuden kannalta. Laitteistojen kriittisyysluokittelua käytetään ennakkohuoltojen perustana. Kriittisyysluokittelu on kolmiportaista:

1 = Kriittinen laitteisto

2 = Vähemmän kriittinen

3 = Ei kriittinen

(PSK 6800. 2008.)

Kriittisten laitteistojen vikaantumisilla on välitön vaikutus tuotantoon, laatuun tai turvallisuuteen. Vähemmän kriittisten laitteistojen vikaantuminen ei vaikuta suoraan tai välittömästi. Ei kriittisillä laitteistolla ei ole vaikutusta tuotantoon, laatuun tai turvallisuuteen. (PSK 6800. 2008.)

Pelletoinnin pölynpoiston laitteistot on kriittisyysluokiteltu KUTI-järjestelmän mukaan käytön ja kunnossapidon yhteistyönä (Liite 1). Kriittisyysluokittelussa käytettävä työkalu on alkuperäisestä PSK-standardista Outokummulla muokattu versio.

4.4 Ennakkohuoltotyöt

Laitteistojen toimittajien käyttö- ja huolto-ohjeistusten mukaan on tehty viikoittain, kuukausittain ja vuosittain tehtävät ennakkohuoltotyöt. Toimittajien ohjeiden huoltovälit ovat usein todella tiheät ja osa huoltotoimista on vähemmän tärkeitä laitteiston toiminnan kannalta. Kunnossapitokokemuksen perusteella osa töistä poistettiin, koska todettiin, ettei niitä kannata resursoida niiden vähäisen merkittävyyden takia. Lisäksi laitoksen kokeneet ja ammattitaitoiset operaattorit ja kunnossapitohenkilöstö tarkensivat ennakkohuoltotöiden sisältöä ja huoltovälejä.

5 PÖLYNPOISTON ONGELMAKOHDAT

Jo rakennusvaiheessa tuli ilmi suunnitteluun, turvallisuuteen ja olosuhteisiin liittyviä ongelmakohtia. Laitteiston mahdollistamaa hallista imetyn ilman takaisinkiertäystä ei saanut toteuttaa asbestin takia, vaikka takaisinkiertätetty ilma onkin kontrollisuodatettua.

Toteutetuista imupisteistä osa on sijoitettu paikkoihin, joissa on runsaasti kosteutta ja höyryä. Kosteuden ja höyryn takia osa imupisteistä ja sen kanavistosta on mennyt tukkoon jo käytön alkuvaiheessa. Tällä hetkellä osa imupisteistä on täysin toimimattomia, koska osia niiden kanavista on purettu (kuvio 8).



Kuvio 8. Purettu imupisteen kanava.

Pellettirummun päätyyn rullaseulan päälle rakennettu kotelointi vaikeutti operaattoreiden kierroksella tehtäviä puhdistustöitä. Kotelointi on poistettu kohteesta. Myös pellettirummun sivulla olevat puoliympyrän muotoiset imupistekotelot aiheuttivat haittaa, koska niiden reunoissa olevat harjat hiersivät pellettirummun pintaa. Sen seurauksena rummun pinta kului ja alkoi ruostua.

Laitteistoa ei ole koskaan saatettu kunnossapidon pariin. Laitteelle ei ole määritetty tarpeellisia varaosia eikä ennakko- huoltotöitä ole luotu Outokummun sisäiseen kunnossapitojärjestelmään, joka ilmoittaisi huolloista automaattisesti niiden ollessa ajankohtaisia. Laitteistoa ei ole koko sen elämänkaaren aikana huollettu asianmukaisesti.

5.1 Kuntotarkastus 29.5.2023

Suodinyksikön toimittaja Industri-Textil Job Oy suoritti laitteistolle kuntotarkastuksen, jonka perusteella selvitettiin sen nykyinen tila ja toimintakyky. Kohteessa tehtyjen huomioiden ja poikkeamien jälkeen suodinyksikkö saatettiin käyttökieltoon. Ennen uudelleen käyttöönottoa pitää suodatinyksikölle suorittaa laaja huolto.

Industri-Textil Job Oy:n tekemät huomiot suodatinyksikö olivat seuraavanlaiset. Suodattimen päällä sijaitsevan esierottimen sisälle on kertynyt pölyä, koska esierottimen suodatinelementtejä on irronnut kiinnityksistä (kuvio 9).



Kuvio 9. Esierottimen suodatinkasetteja irronnut. (Industri-Textil Job Oy 2023.)

Ruuvikuljettimien rasvauksen puutteellisuuden vuoksi laakerit ovat kiinnileikkautuneet ja näin ollen alkaneet kuluttaa ruuvien akseleita. Ruuvikuljetin K97. 030211-W02 on päässyt liikkumaan.



Kuvio 10. Laakeri on kiinnileikkautunut ja kuluttanut akselia. (Industri-Textil Job Oy 2023.)

Sulku- ja säätöpelleistä osa on jumiutunut tai ei toimi ollenkaan. Sinbran suodatinkasettien keskikiristyksien RHS kappaleessa latat on osassa liian pitkät. Tästä syystä niitä kirittäessä suodatinkasetit eivät ole tiivistyneet reikälevyä vasten tarpeeksi ja pölyä on päässyt kertymään lohkoihin. Myös yleistä kulumista ja vuotoja osassa suodatinkasetteja oli havaittavissa (kuvio 11).



Kuvio 11. Suodatinelementeissä vuotoja ja pölyä. (Industri-Textil Job Oy 2023.)

Puhaltimen 8013 siipipyörässä on pölyä. Osassa paineilmatukin ja suodattimen välisissä liitoksissa klemmarit löysällä. Suodatinlohkoissa olevia vaaka-antureita ei ole kalibroitu. Paineilmalinjan säädin vuotaa.

5.2 Pölynpoiston toimintakuntoon saattaminen

Kuntotarkastusraportin pohjalta pölynpoisto saadaan toimintakuntoon seuraavilla toimilla. Esieroitin on puhdistettava pölystä ja suodatinelementit vaihdettava. Kuluneiden ruuvikuljettimien akselit on holkitettava ja laakerit vaihdettava. Jumiutuneet ja toimimattomat sulku- ja säätöpellit täytyy aukaista ja tarkastaa. Suodatinkasettien kiinnitykset ja niiden tiivisteet on tarkastettava joka lohkoista ja tarpeen vaatiessa vaihdettava uusiin. Lohkot täytyy puhdistaa pölystä. Puhallin 8013 siipipyörä pitää puhdistaa pölystä. Suodatinlohkojen suppiloiden vaaka-anturit on kalibroitava uudelleen. Paineilmalinjan säädin on vaihdettava. Kaikki voitelua vaativat laitteen osat on käytävä läpi ja voideltava huolellisesti.

Tarpeettomat tai haittaa laitteiston toiminnalle aiheuttavat imupisteet ja niiden kanavistot on poistettava tai sokeoitava. Tarpeellisten imupisteiden kanavistot tarkastettava ja liitettävä, jos niistä puuttuu osia. Pellettirummun poistetun koteloinnin tilalle pitäisi suunnitella jokin uusi käyttäjäystävällinen kotelointi/huuva, joka vähentäisi pölyämistä ja olisi helposti poistettavissa muiden laitteiden edestä esim. vuosihuollon yhteydessä. Rummun pintaa hiertäneitä harjoja voisi säätää tai poistaa kokonaan, jotta välttyttäisiin rummun pinnan ruostumiselta.

Pölynpoiston laitteistot eivät ole vielä kunnonvalvonnan piirissä, mutta se olisi mahdollista. Kunnonvalvontaryhmä tekee käsimittauksia tarpeen/kriittisyyden mukaan 3–6 kk välein. Jos tiheämmille mittausväleille on tarvetta, niin he suosittelevat investointia jatkuvaan online-mittaukseen. Suositeltavaa olisi saada ainakin puhallin 8013 kunnonvalvonnan piiriin, koska sen kriittisyysluokitus on korkea.

6 PÖLYNPOISTOLAITTEISTON HUOLTOSUUNNITELMA

6.1 Ennakkohuoltotyöt

Seuraavissa taulukoissa on esitetty viikoittain, kuukausittain ja vuosittain tehtävät ennakkohuoltotyöt.

Taulukko 2. Viikoittain tehtävät ennakkohuoltotyöt/tarkastukset

Kohde	Kuvaus	Aikaväli
Sulku- ja säätöpellit	Pellin ja toimilaitteen käyttö	1 vko
Ruuvikuljettimet	Aistienvarainen tarkastus	1 vko
Sulkusyöttimet	Aistienvarainen tarkastus	1 vko
Pneumaattinen kuljetin	Seurataan kuljettimen toimintaa	1 vko
Puhaltimet	Aistienvarainen tarkastus	1 vko

Viikoittain tehtävät tarkastukset ovat enimmäkseen aistinvaraisia, niillä pyritään havaitsemaan mahdollisia muutoksia laitteen toiminnassa. Käytön henkilöstö voi suorittaa nämä viikoittaiset tarkastukset. Sulku- ja säätöpelteihin ehdotettiin automatiikkaa, joka itsestään käyttäisi sulku- ja säätöpeltejä auki/kiinniasennossa, koska muuten ne jumiutuvat helposti. Tällä varmistettaisiin peltien viikoittainen käyttö.

Laitteisto itsessään mahdollistaa sen, että lohkoja voidaan huoltaa yksi kerrallaan laitteiston ollessa käynnissä, joten automatiikka toimisi hyvin kohteessa, koska se ei käytännössä häiritsisi sen toimintaa mitenkään. Automatiikka täytyy kuitenkin ottaa huomioon silloin, kun lohkoihin lähdetään suorittamaan huoltotöitä. Sulku- ja säätöpellit eivät silloin saa aueta automaattisesti.

Taulukko 3. Kuukausittain tehtävät ennakkohuoltotyöt/tarkastukset

Kohde	Kuvaus	Aikaväli
Ruuvikuljettimet	Laakereiden voitelu	3 kk
Ruuvikuljettimet	Vaihdemoottori ääni, lämpötila ja voiteluaineen määrä	3 kk
Sulkusyöttimet	Vaihdemoottori ääni, lämpötila ja voiteluaineen määrä	3 kk
Puhallin 8013	Laakereiden voitelu	1 kk
Suodatinkasetit & puhdistusputket	Kasettien ja puhdistusputkien tarkistus	6 kk

Kuukausittain tehtävät työt kuuluvat jo enemmän kunnossapidon tehtäviin ja vaativat muutakin kuin aistienvaraista tarkastusta.

Taulukko 4. Vuosittain tai harvemmin tehtävät ennakkohuoltotyöt/tarkastukset

Kohde	Kuvaus	Aikaväli
Sulku- ja säätöpellit	Rakenteiden tarkastus	1 vuosi
	Laakereiden ja nivelpäiden voitelu/tarkastus	1 vuosi
Ruuvikuljettimet	Lehden korkeuden mittaust ja rakenteiden tarkastus	1 vuosi
	Vaihdemoottorin öljynvaihto	1 vuosi
Sulkusyöttimet	Vaihdemoottorin öljynvaihto	2 vuotta
Piippu	Teräsrakenteiden tarkastus	1 vuosi
Suppilot	Teräsrakenteiden tarkastus	1 vuosi
Puhaltimet	Juoksupyörän kunnon tarkastaminen	1 vuosi
Puhallin 8013	Joustokytkimen linjauksen tarkastaminen ja voitelu	1 vuosi

Vuosittain tehtävät tarkistukset ja huoltotyöt vaativat prosessin pysäyttämisen ja laajempaa laitteiston purkamista.

Sulku- ja säätöpeltien laakereiden ja nivelpäiden rasvaus on haastavaa niiden sijainnin vuoksi. Rasvauksen suorittaminen vaatisi telineet jokaiselle sulku- ja säätöpellille erikseen. Tämä hidastaa rasvareiden toimintaa ja aiheuttaa vuosittain telinekuluja. Lisäksi sisätilat, jonne telineet pitäisi rakentaa, ovat jo itsessään ahtaat. Turvallisuuskulmasta katsottuna telineet lisäävät riskejä työturvallisuuteen.

Ratkaisuksi tähän voisi ajatella automaattista voitelujärjestelmää, johon voitaisiin liittää kaikki rasvausta vaativat kohteet. Vaihtoehtoinen edullisempi ratkaisu olisi vetää esim. nylonletkut kaikista ongelmallisista rasvauskohteista yhteiseen jakotukkiin, jossa olisi jokaiselle kohteelle oma rasvanippa. Jakotukki pitäisi sijoittaa turvalliseen ja helposti saavutettavissa olevaan paikkaan, mutta kuitenkin lähellä kohteita, jotta materiaalikustannukset saataisiin minimoitua. Tämä vaatisi myös rasvanippojen muuttamista nylonletkuille sopiviksi putkiliittimiksi. Näillä toimenpiteillä kohteiden rasvauksesta tulisi helppoa, nopeaa ja turvallista myös silloin, kun laitteet ovat käynnissä.

6.2 Varaosat

Pölynpoistoon tarvittavat varaosat on osittain kerätty laitetoimittajien varaosaluetteloista ja ohjeistusten mukaan.

Taulukko 5. Ehdotus varastoon hankittavista varaosista

Kohde	Varaosa	Määrä
Sulku- ja säätöpeltien toimilaitteet	Aumatic SQ10-AC01	1 kpl
	Aumatic-SA07-GS80-AC01	1 kpl
	Auma SA07-GS100-3-F14	1 kpl
	Auma-SQ10	1 kpl
Ruuvikuljettimet	Laippalaakeriyksikkö UCFC 214	2 kpl
	Vaihdemoottori FA87/G DRN132S4	1 kpl
Sulkusyötin	Vaihdemoottori RF47 DRS71M4/TF	1 kpl
Puhallin 8013	Joustokytkin FALK T10 1110T	2 kpl
	SN 524 BL 100	2 kpl
Suodatin SB JT 6 x 66 / 198–1,5"	Suodatinkasetti 18/1500	66 kpl (yhden lohkon kasetit)
	Venttiilikalvo DB 112 1,5"	20 kpl
Esisuodatin	Suodatinelementti	48 kpl
Pneumaattinen kuljetin	Pintakytkin Z-tron IV	1 kpl
	Toimilaite 2-toiminen	1 kpl
	Kupoliventtiili DN200, AT401	1 kpl
	Liukulaakeri 50/55x60 SBT	2 kpl
	Liukulaakeri 50/55x20 SBT	2 kpl
	O-rengas 49.2x5.7 NBR 70	4 kpl
	Suodatin 1/4" SMC AF20-F02-A	1 kpl
	Lisäilma AL2O3 DN100, L=500	1 kpl
	Suodatin 1/2" SMC AF40-F04-A	1 kpl

Osa laitteiston varaosista löytyy jo varastolta ja niitä tietysti hyödynnetään, ettei luotaisi turhaan uusia makoja samoille osille.

Taulukko 6. Varaosat, joilla on jo mako.

Kohde	Varaosa	Mako	Varastosaldo	Hälytyspiste
Ruuvikuljettimet	Pystylaakeriyksikkö UCP 214	693725	2 kpl	2
	Telemecanique XSA-V11373	664455	6 kpl	6
Sulkusyöttimet	Sulkusyötin MLD 250 4C	701209	0 kpl	0
Puhallin 8013	Laakeri 22224 EK	509176	0 kpl	0
	Kiristysholkki H3124	510051	6 kpl	3

Osa Outokummun varastosta löytyvistä varaosien makoista on vanhoja ja niiden hälytyspiste on nolla, eli niitä ei ole saatavilla eikä niitä pidetä varastossa varalta.

7 POHDINTA

Työn tavoitteena oli kehittää Outokumpu Chrome Oy:n Sintraamo 2:n pelletoinnin pölynpoistolaitteistoa ja saada se kunnossapidon piiriin. Koin opinnäytetyöaiheen mielenkiintoisena, koska olen itse työskennellyt ko. alueella noin 5 vuotta. Isona haasteena oli se, että pölynpoistolaitteisto ei ole valmistumisensa jälkeen toiminut oikeastaan koskaan täysin.

Ensimmäiseksi pölynpoistolaitteistolle suoritettiin kuntotarkastus, jonka pohjalta laitos on tarkoitus huoltaa käyttökuntoon. Kuntotarkastuksen suoritti Industri-Textil Job Oy, joka on laitoksen laitteiden toimittaja. Tarkastusraportti auttoi hieman hahmottamaan laitoksen ongelmakohtia ja erityisesti laitteita, jotka ovat ongelmaherkkiä.

Seuraavaksi kävin muutamia keskusteluja kunnossapidon ja käytön henkilöstön kanssa, jotta sain kokonaiskäsityksen kunnossapitoa varten. Koin erittäin tärkeäksi ja antoisaksi keskustelut ammattitaitoisen henkilöstön kanssa, heidän kokemuksensa pohjalta oli helpompi tarkentaa laitteiston kriittisyysluokittelua ja ennakkohuoltotoita. Mielestäni on erittäin tärkeää, että aina otetaan huomioon henkilöstö, joka joutuu kunnossapitoa hoitamaan, koska heillä on paras tieto laitteiston kunnossapidosta ja tarpeellisista ennakkohuoltotoista. Yhteistyö kunnossapidon ja käytön kanssa helpotti kriittisyysluokittelua ja huoltojen aikavälien määrittämistä.

Jouduin käymään laitoksella kuvaamassa laitteet ja niiden tyyppikilvet, jotta pystyin todentamaan olemassa olevat ja puuttuvat dokumentit. Ennakkohuoltotoita suunnitellessani jouduin pyytämään laitetoimittajilta tarkempia dokumentteja laitteista, sillä kaikkia dokumentteja ei ollut arkistoitu; esimerkiksi piirustuksia hallin sisäpuolella olevista kanavistoista ja imupisteistä ei löytynyt Outokummun arkistoista. Dokumenttien pohjalta loin KUTI-järjestelmään laitteistolle osaluettelot niistä, joista löytyi toimittajan tarkemmat osaluettelot. Laitetoimittajien osaluetteloiden pohjalta etsin KUTI-järjestelmästä mahdollisia jo makotettuja osia, jotta välttyttäisiin turhaan luomasta uusia tarpeettomia makoja jo olemassa olevien sijaan.

Pölynpoistosta saadaan varmasti toimiva ja pölyämistä vähentävä laitos, kunhan laitteistolle suoritetaan tarvittava huolto ja sen jälkeen sitä huolletaan huoltosuunnitelman mukaan.

LÄHTEET

Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738.

Industri-Textil Job Oy 2023. Kuntotarkastusraportti 29.5.2023.

Outokumpu Oyj 2022 Outokummun historia. Viitattu 10.8.2023.
<https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/history-of-outokumpu>

Outokumpu Oyj 2023a. Outokumpu lyhyesti. Viitattu 13.9.2023.
[In brief | Outokumpu](#)

Outokumpu Oyj 2023b. Outokummun Ohjekoulutusmatriisi, intranet. Viitattu 18.9.2023.

Outokumpu Oyj 2023c. Outokummun organisaatio. Viitattu 10.8.2023.
<https://www.outokumpu.com/fi-fi/about-outokumpu/organization>

Outokumpu Oyj 2023d. Outokummun sisäinen tietokanta, k-asema. Viitattu 12.8.2023.

Outokumpu Oyj 2023e. Outokummun turvallisuus. Viitattu 16.9.2023.
<https://www.outokumpu.com/fi-fi/sustainability/people-and-society/health-and-safety>

Outokumpu Oyj 2023f. Outokummun WebDoha, intranet. Viitattu 2.7.2023.

PSK 6201. 2022. 4. painos. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 6800. 2008. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

TTS 20856. 2016. Ennakkohuoltostrategian ja -töiden luominen KUTI – kunnossapitojärjestelmään. Tehdasstandardi. Espoo: Outokumpu Oyj.

LIITTEET

Liite 1. Kriittisyysluokittelu

Liite 2. PI-kaavio

Liite 1.

Positio	Laittelisto	Vaikutus prosessalin	Häiriöherkkyys	Sekoittaja	Turvallisuus	Laatu	Vaaralliset kemikaalit/palovälikkeet	Pisteet yht.	Kritisyysluokka	Vaikutus prosessalin (0-8)		Häiriöherkkyys (0-8)		Sekoittaja (0-8)		Turvallisuus (0-50)		Laatu (0-10)	
										Paino	Pisteet	Paino	Pisteet	Paino	Pisteet	Paino	Pisteet	Paino	Pisteet
1-93-41-008	Likainen kaasu kanavisto	40	0	0	80	40		160	0	20	2	20	0	20	0	20	4	20	2
1-93-41-001-801	Suodatin 1	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-001-801-0100	Jakotukki 1	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-001-801-0200	Jakotukki 2	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-001-801-8017	Lohko 1 sulkupeitti 1 (säädettävä)	40	40	0	80	40		200	0	20	2	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-001-801-8018	Lohko 1 sulkupeitti 2 (on/off)	40	40	0	80	40		200	0	20	2	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-001-801.1	Suppilo 1	40	0	40	80	40		200	0	20	2	20	0	20	2	20	4	20	2
1-93-41-001-801.1-8004	Suikuyötin	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-001-801.1-8012	Sähködäry	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-001-801.1-8051	Vaaka	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-002-802	Suodatin 2	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-002-802-0100	Jakotukki 1	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-002-802-0200	Jakotukki 2	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-002-802-8019	Lohko 2 sulkupeitti (säädettävä)	40	40	0	80	40		200	0	20	2	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-002-802-8020	Lohko 2 sulkupeitti (on/off)	40	40	0	80	40		200	0	20	2	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-002-802.1	Suppilo 2	40	0	40	80	40		200	0	20	2	20	0	20	2	20	4	20	2
1-93-41-002-802.1-8005	Suikuyötin	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-002-802.1-8006	Sähködäry 2	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-002-802.1-8052	Vaaka	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-003-803	Suodatin 3	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-003-803-0100	Jakotukki 1	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-003-803-0200	Jakotukki 2	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-003-803-8021	Lohko 3 sulkupeitti 1 (säädettävä)	40	40	0	80	40		200	0	20	2	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-003-803-8022	Lohko 3 sulkupeitti 2 (on/off)	40	40	0	80	40		200	0	20	2	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-003-803.1	Suppilo 3	40	0	40	80	40		200	0	20	2	20	0	20	2	20	4	20	2
1-93-41-003-803.1-8006	Suikuyötin	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-003-803.1-8081	Sähködäry 3	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-003-803.1-8053	Vaaka	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-004-804	Suodatin 4	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-004-804-0100	Jakotukki 1	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-004-804-0200	Jakotukki 2	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-004-804-8023	Lohko 4 sulkupeitti 1 (säädettävä)	40	40	0	80	40		200	0	20	2	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-004-804-8024	Lohko 4 sulkupeitti 2 (on/off)	40	40	0	80	40		200	0	20	2	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-004-804.1	Suppilo 4	40	0	40	80	40		200	0	20	2	20	0	20	2	20	4	20	2
1-93-41-004-804.1-8007	Suikuyötin	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-004-804.1-8082	Sähködäry 4	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-004-804.1-8054	Vaaka	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-005-805	Suodatin 5	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-005-805-0100	Jakotukki 1	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-005-805-0200	Jakotukki 2	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-005-805-8025	Lohko 5 sulkupeitti 1 (säädettävä)	40	40	0	80	40		200	0	20	2	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-005-805-8026	Lohko 5 sulkupeitti 2 (on/off)	40	40	0	80	40		200	0	20	2	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-005-805.1	Suppilo 5	40	0	40	80	40		200	0	20	2	20	0	20	2	20	4	20	2
1-93-41-005-805.1-8008	Suikuyötin	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-005-805.1-8083	Sähködäry 5	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-005-805.1-8055	Vaaka	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-006-806	Suodatin 6	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-006-806-0100	Jakotukki 1	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-006-806-0200	Jakotukki 2	120	40	0	80	40		280	0	20	6	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-006-806-8027	Lohko 6 sulkupeitti 1 (säädettävä)	40	40	0	80	40		200	0	20	2	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-006-806-8028	Lohko 6 sulkupeitti 2 (on/off)	40	40	0	80	40		200	0	20	2	20	2	20	0	20	4	20	2
1-93-41-006-806.1	Suppilo 6	40	0	40	80	40		200	0	20	2	20	0	20	2	20	4	20	2
1-93-41-006-806.1-8009	Suikuyötin	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-006-806.1-8084	Sähködäry 6	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-006-806.1-8056	Vaaka	80	40	80	80	40		320	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	2
1-93-41-010	Palautusilmakanavisto	40	0	0	80	40		160	0	20	2	20	0	20	0	20	4	20	2
1-93-41-010-0200	Eisusuodatin	40	80	80	80	40		320	0	20	2	20	4	20	4	20	4	20	2
1-93-41-010-8014	Sulkupeitti 1 (säädettävä)	40	0	0	80	40		160	0	20	2	20	0	20	0	20	4	20	2
1-93-41-010-8015	Sulkupeitti 2 (säädettävä)	40	0	0	80	40		160	0	20	2	20	0	20	0	20	4	20	2
1-93-41-010-8016	Sulkupeitti 3 (on/off)	40	0	0	80	40		160	0	20	2	20	0	20	0	20	4	20	2
1-93-41-010-8074	Korvauksilman puhallin	160	40	120	80	40		440	0	20	8	20	2	20	6	20	4	20	2
1-93-41-010-0300	Pilppu	160	0	160	80	80		480	0	20	8	20	0	20	8	20	4	20	4
1-93-41-010-8013	Puhallin	160	40	120	80	80		480	0	20	8	20	2	20	6	20	4	20	4
1-93-41-8001	Ruuvikujien suodatinsuppilon alla 1	160	40	120	80	80		480	0	20	8	20	2	20	6	20	4	20	4
1-93-41-8002	Ruuvikujien suodatinsuppilon alla 2	160	40	120	80	80		480	0	20	8	20	2	20	6	20	4	20	4
1-93-41-8003	Yhdysruuvi (Pneumaipölykontti)	160	40	120	80	80		480	0	20	8	20	2	20	6	20	4	20	4
1-93-41-8003-8100	Pneumakujien	120	80	80	80	80		440	0	20	6	20	4	20	4	20	4	20	4
1-93-41-8003-8010	Suikuyötin pneumalle	120	80	80	80	80		440	0	20	6	20	4	20	4	20	4	20	4
1-93-41-8003-8011	Suikuyötin pölykontille	120	80	80	80	80		440	0	20	6	20	4	20	4	20	4	20	4
1-93-41-011	Paineilmastäili	120	0	40	80	80		320	0	20	6	20	0	20	2	20	4	20	4
1-93-41-8570	Jäähdytysilmahuuhallin	80	40	80	80	80		360	0	20	4	20	2	20	4	20	4	20	4

Liite 2.

