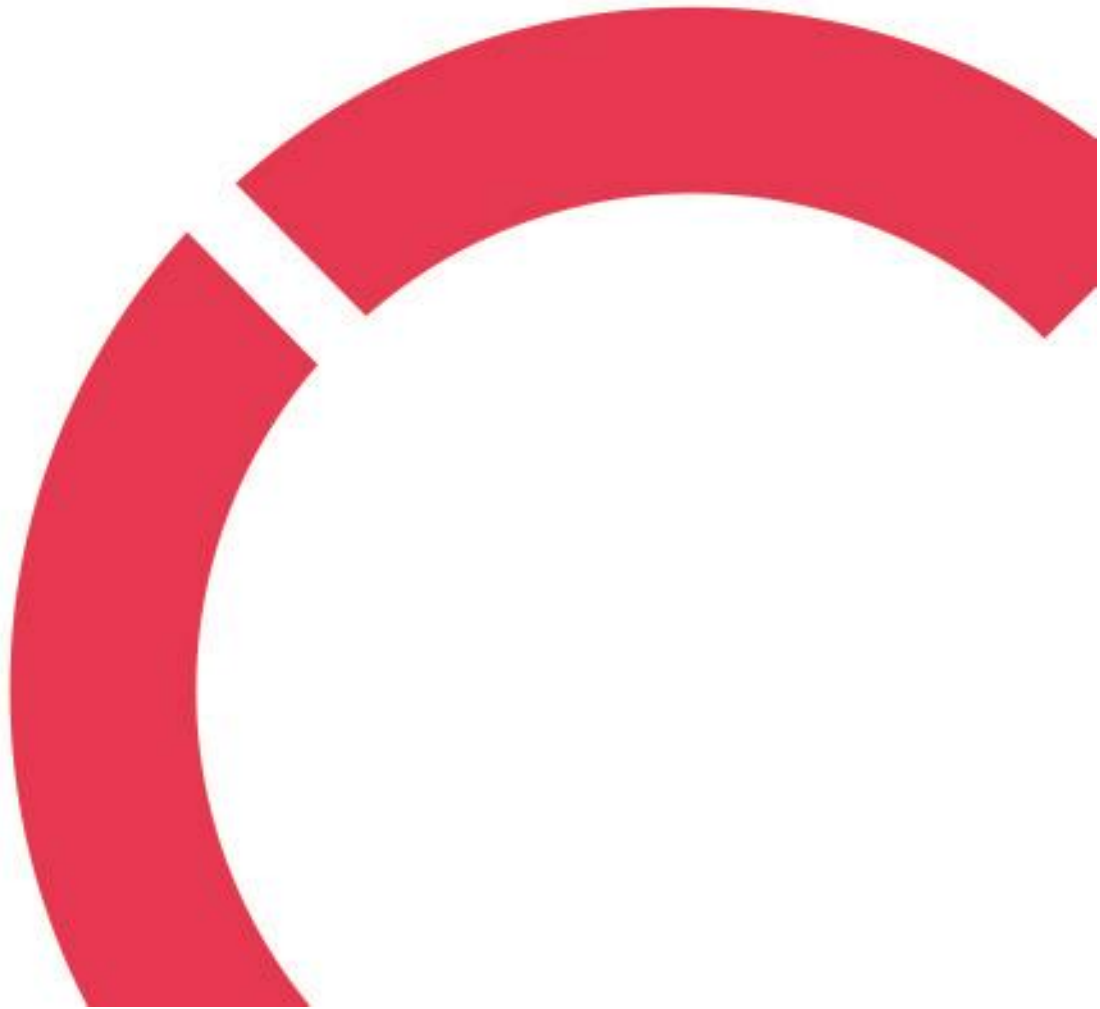


**Mikko Ylilammi**

# **PÖLYNEROTUS JA KIERTOTALOUS**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Insinöörikoulutus  
Marraskuu 2023**



**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Marraskuu 2023	<b>Tekijä/tekijät</b> Mikko Ylilammi
<b>Koulutus</b> Insinöörikoulutus, Kiertotalous		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
<b>Työn nimi</b> PÖLYNEROTUS JA KIERTOTALOUS		
<b>Työn ohjaaja</b> Aki Suokko		<b>Sivumäärä</b> 31 + 1
<b>Työelämäohjaaja</b> Marko Valli		
<p>Opinnäytteessä tarkasteltiin Filtrabit Oy:n tarinaa, teknologiaa, tuotteita sekä pölynsuodatusratkaisuja. Työssä otettiin näkökulmaa kierroutukseen ja yhdistettiin teollisten pölyjen suodatusta osaksi kierroutusta sekä Filtrabit Oy:n tarinaa SSAB:lle Raaheen toteutetun pilottitoimituksen kautta.</p> <p>Työssä paneuduttiin erilaisiin suodatusmenetelmiin sekä kierroutukseen yleisesti että osana teollisuuden tuotantovirtoja.</p> <p>Filtrabit Oy:n pilottitoimituksen oppeja on se, että teollisten pölyjen suodattamista ja talteenottoa kannattaa harkita kaikille pölylaaduille ja määrille. Varsinkin kun kyseessä ovat orgaaniset pölyt, joita voidaan käyttää sellaisenaan tai pelletöitynä ja/tai briketöitynä. Myös epäorgaanisten pölyjen osalta pölynpoistoratkaisut voivat olla erittäin kannattavia</p>		
<b>Asiasanat</b> Kierroutus, pölynpoisto, sivuvirrat, teollisuus		

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> November 2023	<b>Author</b> Mikko Ylilammi
<b>Degree programme</b> Engineer, Circular economy		
<b>Name of thesis</b> DUST COLLECTION AND CIRCULAR ECONOMY		
<b>Centria supervisor</b> Aki Suokko	<b>Pages</b> 31 + 1	
<b>Instructor representing commissioning institution or company.</b> Marko Valli		
<p>The thesis examined Filtrabit Oy's story, technology, products and dust filtration solutions. The thesis took a perspective on the circular economy and combined the filtering of industrial dust as part of the circular economy, as well as the story of Filtrabit Oy through the pilot delivery to SSAB in Raahe.</p> <p>The work focused on different filtering methods, and on both for the circular economy in general and as part of industrial production flows.</p> <p>The lessons learned from Filtrabit Oy's pilot delivery is that it is worth considering filtering and recovering industrial dust for all dust qualities and quantities, especially when it comes to organic dusts, which can be used as such, pelletized or briquetted. Dust removal solutions can also be very profitable for inorganic dusts.</p>		
<b>Key words</b> Dust handling, dust handling solution, dust separation, filtering		

## **KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**

### **PÖLYNPOISTO**

Yleisesti pölyä poistetaan kohteesta tai alueelta laitteilla tai muilla järjestelyillä

### **PÖLYNPOISTORATKAISU**

Pölynpoistoratkaisu tarkoittaa kokonaisratkaisua sisältäen pölynerotuslaitteen, kuljettimet, putkistot ja muut ratkaisuun kuuluvat laitteet.

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 FILTRABIT OY.....</b>	<b>3</b>
2.1 Filtrabit Oy .....	3
2.2 Filtrabit historia .....	3
2.3 Filtrabit Oy pölynpoistoteknologia.....	4
2.4 Filtrabit Oy tuotteet .....	4
<b>3 PÖLYNPOISTO .....</b>	<b>9</b>
3.1 Pölynpoistomenetelmiä .....	9
3.1.1 Suodatus .....	9
3.1.2 Inertiaalierottimet .....	10
3.1.3 Syklonierottimet .....	11
3.1.4 Märkäpölynpoistojärjestelmät.....	11
3.1.5 Erikoissuodattimet .....	12
3.1.6 Sähköstaattiset keräimet .....	12
3.1.7 Laskeutusaltaat .....	12
3.1.8 Molekyyli- ja nanoteknologiat .....	13
<b>4 KIERTOTALOUS .....</b>	<b>14</b>
4.1 Yleistä .....	14
4.2 Kiertotalous vs. lineaaritalous.....	15
4.3 Kiertotalouden toteutustapoja .....	15
4.3.1 Materiaalien tehokas käyttö.....	16
4.3.2 Kierrätys- ja uudelleenkäyttö .....	16
4.3.3 Jätteen välttäminen .....	17
4.3.4 Tuotteen elinkaaren pidentäminen.....	17
4.3.5 Resurssitehokkuus.....	17
4.3.6 Biotalous.....	18
4.3.7 Digitalisaatio ja teknologiset ratkaisut.....	18
4.3.8 Liiketoimintamallit .....	18
4.3.9 Yhteistyö ja verkostot .....	18
<b>5 TEOLLISEN PÖLYNPOISTON MAHDOLLISUUDET KIERTOTALOUDESSA .....</b>	<b>20</b>
<b>6 YHTEENVETO JA POHDINTA .....</b>	<b>22</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>23</b>
<b>LIITTEET</b>	
<b>Filtrabit Oy esite tuotemalleista DC201 ja DC401</b>	

## **KUVIOT**

KUVIO 1. Filtrabiterotusyksikön erottelukyvykkyys.....	7
KUVIO 2. Monikerrossuodattimen ja suodatuksen vaiheet.....	11
KUVIO 3. Kiertotalousmalli.....	15

## **KUVAT**

KUVA 1. Filtrabitpölynerotuslaite ja sen komponentit.....	5
KUVA 2. Filtrabit DC201 ja CD401 tekninen erittely.....	6

## **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. Yleiset pölynpoistoratkaisun osat.....	8
--	---

## 1 JOHDANTO

Maailma on täynnä pölyä (Wallenius 2010). Pölyä tuottaa monenlaiset mekaanista liikettä tekevät ja aiheuttavat prosessit ja ilmiöt. Myös maa-aineksesta syntyy merkittäviä määriä pölyä, mikä näkyy esimerkiksi hiekkamyrskyinä. Pöly muodostuu kiinteistä hiukkasista, jotka leviävät väliaineessa, kaasuissa ja nesteissä. Pölyt voivat aiheuttaa monenlaisia ongelmia terveydelle, ympäristölle ja tuotantoprosesseille. Terveydelle ilmakehässä kulkeva pöly aiheuttaa riskin, kun bakteerit ja virukset voivat kulkea ilmapurtojen ja pölyn mukana pitkiäkin matkoja. (Wallenius 2010.)

Pölyä erotetaan, poistetaan, edelleen muokataan ja siirretään erilaisin menetelmin tarpeen ja kohteen mukaan. Kotioloissa voi pölyä torjua erilaisilla polynerotukseen tarkoitetuilla erillisillä laitteilla, joiden toimintaperiaate on pitkälti suodatusta. Myös kiinteästi ilmanvaihtoon asennettavia laitteita on olemassa. Teollisissa prosesseissa pölyä muodostuu erityisesti metalli- ja kaivannaisteollisuudessa, missä on alettu panostamaan pölynpoistoon osana työterveystoimenpiteitä. Pölynpoistoon keskitytään myös työolosuhteiden parantamisen vuoksi, mikä on tärkeä osa työvoiman houkuttelemisessa näille aloille. Moni nuori valitsee mieluummin siistit sisätyöt kuin perinteisen teollisuuden pölyiset ja likaiset työolot. Teollisen pölynpoiston merkittävyyksiä ovat:

- 1) työntekijöiden suojaaminen
- 2) ympäristönsuojelu
- 3) lakisääteiset vaatimukset
- 4) turvallisuus
- 5) tuotantotehokkuus.

Tämän lopputyön tarkoituksena on selvittää yhtäältä yleisesti käytössä olevia teollisuuden pölynpoistomenetelmiä kaasuissa ja toisaalta todentaa miten Filtrabit Oy:n pölynpoistoteknologia sijoittuu käytettävyydeltään pölynpoistomenetelmänä ja kuinka Filtrabit Oy:n pölynpoistoteknologiaa voidaan hyödyntää osana teollisuudessa harjoitettavaa kiertotaloutta.

Tämän lopputyön kirjoittamisessa olen osin käyttänyt omaa kumulatiivista kokemusta ja osaamista, joka on kertynyt minun toimisessani polynerotustoimialalla asiantuntija- ja kehitystehtävissä Filtrabit Oy:ssä. Tätä kirjoitettaessa olen työskennellyt yhtiössä yli kaksi vuotta ja omaksunut kattavasti

virtausdynamiikkaan perustuvia pölynerottamistekniikoita. Osa tiedoista perustuu myös alalla vakiintuneisiin toimintatapoihin ja yleisiin tietoihin.



## **2 FILTRABIT OY**

Tässä luvussa esitellään tämän työn perustana oleva yritys ja sen teknologiaa

### **2.1 Filtrabit Oy**

Filtrabit Oy on oululainen, teollisia pölynpoistoratkaisuja kehittävä, suunnitteleva, valmistava ja toimittava yritys, jonka historia nojaa vahvasti suomalaiseen metalliteollisuuteen. Filtrabitin omistavat industrial sijoittajat, sekä yksityiset henkilöt. Osa työntekijöistä on myös omistajina yhtiössä.

### **2.2 Filtrabit historia**

Filtrabit Oy:n alku liittyy vahvasti Raahen terästehtaaseen (SSAB). Yhtiön perustaja ja perusidean luoja Veikko Valli (1943–2022) alkoi tutkimaan ja kehittämään parannuksia saatavissa oleviin pölynpoistomenetelmiin työskenneltyään pitkään aiheen parissa. Tarina kertoo hänen saaneen idean Filtrabitistä vaihtaessaan omistamansa Volvo 244:n moottorin öljyjä ja katselleensa auton jäädyttimen ripoihin kertynyttä pölyä (Filtrabit Oy 2023a). Eri kohtiin virtauksen suunnassa kertyy ja kerrostuu pölyä eri määriä. Tästä havainnosta Valli alkoi selvittämään, miten virtausta voitaisiin käyttää hyväksi pölyn erottamisessa. Monien vaiheiden ja kokeiden jälkeen päädyttiin nykyiseen erottimeen, missä kaasun nopeutta ja liikesuuntaa poikkeuttamalla saavutetaan kiihtyvyyttä, mikä vaikuttaa väliaineessa(fluidissa) oleviin partikkeleihin saaden niille aikaan sopivan liikkeen, jolla partikkelit voidaan sitten edelleen johtaa omaan kanavaansa ja puhdistunut kaasu omaansa.

Filtrabit Oy:n nykyinen pölynerotusmenetelmä pohjaa alkuperäiseen ideaan pölyä sisältävän virtauksen jakamisen kahteen kanavaan, joista toisessa on valtaosa pölystä ja toisessa lähes puhdas kaasu. Prosessi on ollut pitkä ja vaatinut paljon tutkimusta ja kehitystä. Tätä kirjoitettaessa on Filtrabitin imuerotusmenetelmän tuotteiden kaupallistaminen menossa.

Raahen ja SSAB on syytä mainita erikseen Filtrabit Oy:n synnyssä tärkeinä tekijöinä. Filtrabit Oy on myös Raahen terästehtaasta alkunsa saanut yritys koska perusidea syntyi siellä ja tiiviin yhteistyön sekä kehitysprojektien tuloksena on perusteknologian kaupallistaminen hyvässä vauhdissa.

Filtrabit edelleen kehittää pölynpoistoon liittyviä teknologioita, tuotteita ja erilaisia menetelmiä, joita nyt ja tulevaisuudessa hyödynnetään asiakkaiden prosesseissa ja muissa pölynpoistoa vaativissa kohteissa. Filtrabit Oy:n menetelmä on patentoitu ja Filtrabit Oy on saanut EU:n Horizon-ohjelmasta rahoitusta teknologian kehittämiseksi. Rahoitus saatiin vuonna 2017 ja se saavutti ohjelman korkeimman arviointipistemäärän. (Filtrabit Oy 2023b)

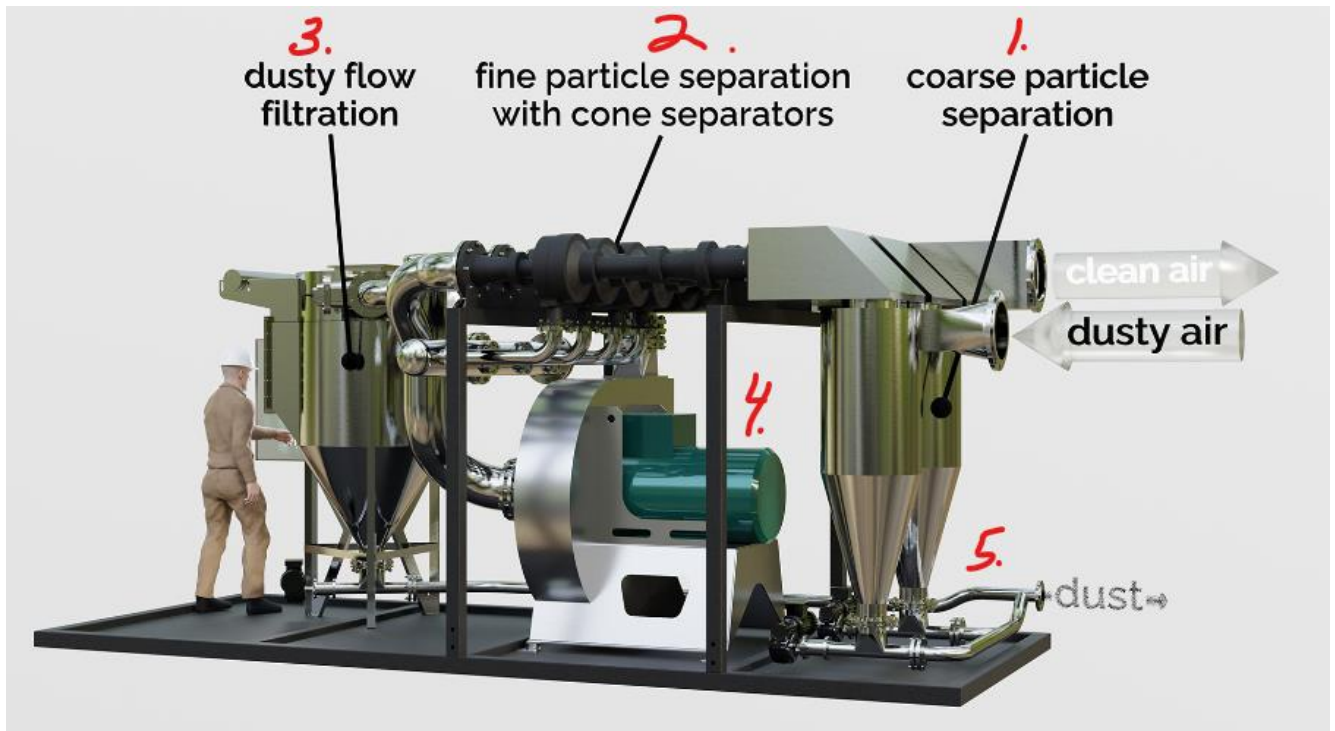
### **2.3 Filtrabit Oy pölynpoistoteknologia**

Filtrabitin teknologiaa on kehitetty aluksi tiiviissä yhteistyössä Oulun Yliopiston kanssa. Teknologian ydin ja tausta onkin vahvasti tutkijayhteisön osaamisessa. Teknologian ytimessä on pölynerotusyksikkö, jossa pölyinen kaasu saatetaan voimakkaaseen pyörivään liikkeeseen ja kiinteät partikkelit saadaan kaasun liikkeen avulla hakeutumaan laitteen sisällä sen ulkopinnoille. Partikkelit sisältävä kaasu erotetaan staattisen erottimen avulla omaksi pölypitoiseksi virrakseen, joka voidaan käsitellä erikseen.

### **2.4 Filtrabit Oy tuotteet**

Filtrabitin tuote on itsenäisesti toimiva pölynerotin/kerääjä, missä alikokoonpanot ja komponentit on asennettu pölyä erottavaksi kokonaisuudeksi. Kuvassa 1 on esiteltynä laitteen osat. Osat prosessin kulkusuunnassa:

1. Partikkelien esierotus syklonilla. Tällä esierotusvaiheella on kaksi päätehtävää. Se erottaa isoimmat partikkelit ja siten suojaa itse pölynerotinta
2. Pölynerotin, missä varsinainen erotus tapahtuu.
3. Pölyisen sivuvirran käsittely tapahtuu sivuvirtakäsittelyssä, missä kaasu puhdistetaan lopuista kiintoainepartikkeleista
4. Puhallin. Puhallin aiheuttaa tarvittavan virtauksen, jonka avulla partikkelien erotus mahdollistuu
5. Pölyn kuljetus laitteen sisällä.



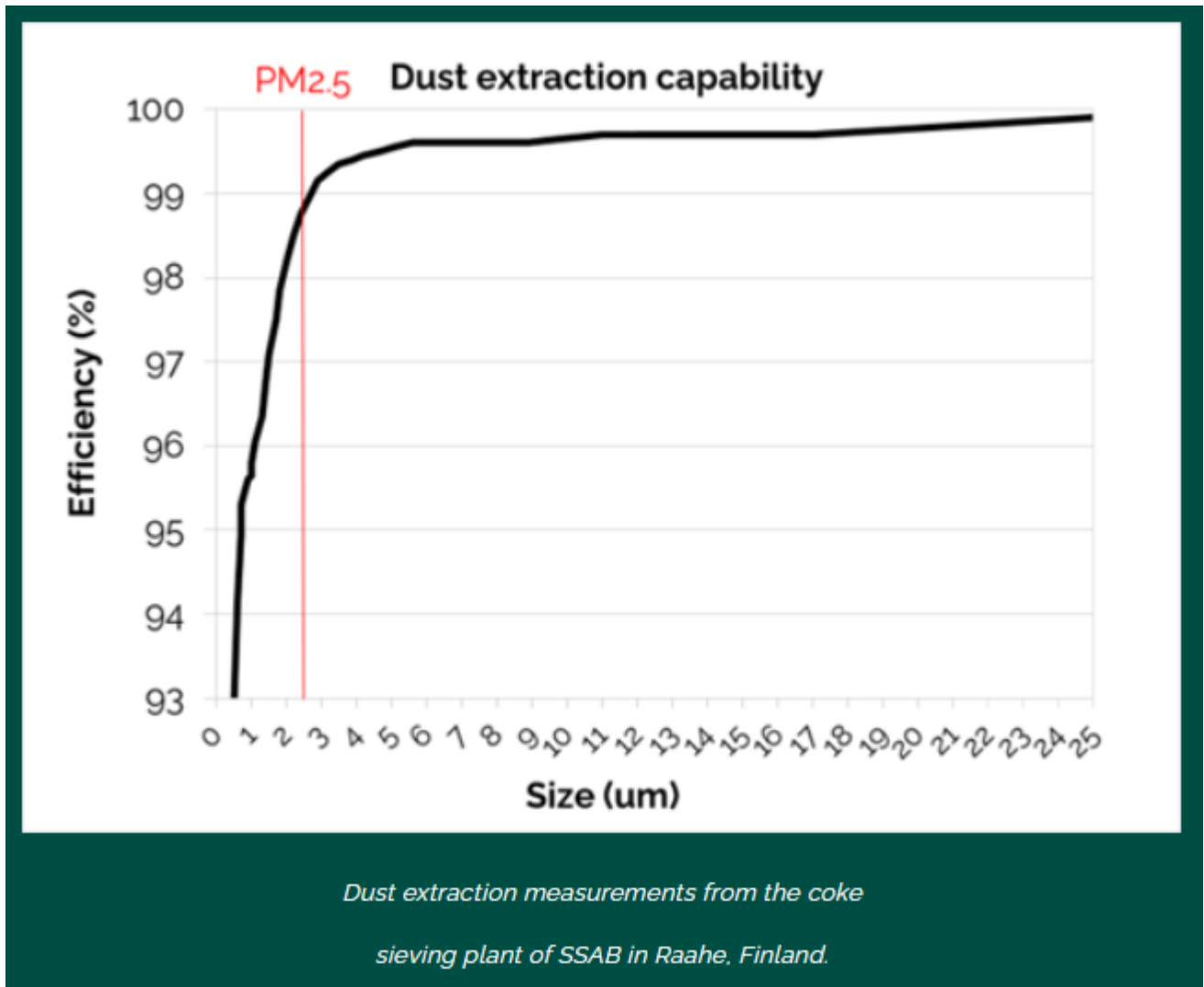
KUVA1. Filtrabitpölynerotuslaite ja sen komponentit. (mukaan Liite 1)

Filtrabitillä on tällä teknologialla kaksi eri kapasiteetin tuotetta, joiden kaupalliset nimet ovat DC201 ja DC401 (DC; *dust collector*). Numero viittaa erotuskartioiden määrään sekä kaupalliseen versionumeroon. Numeroista 2 tai 4 kuvastaa kartioiden määrää ja 01 kuvastaa versiota. Kuvassa 2 on tuotteiden tekniset erittelyt.

	DC201	DC401
Separation cones	2	4
Air flow	2 400 m <sup>3</sup> /h	4 800 m <sup>3</sup> /h
Air temperature	Up to 500 °C	
Separation performance	150 kg/h*	300 kg/h
Separation capability	>99%* for PM <sub>2.5</sub> and larger >96% for smaller than PM <sub>2.5</sub>	
Dimensions	6.05m x 2.44m x 2.90m	
Weight	4 500 kg	5 000 kg
Dusty air intake	DN200	DN300
Clean air outlet	DN200	DN300
Dust outlet	DN80	DN80
Power	400 V / 160 A	400 V / 200 A
	<i>*Proven in continuous operation with coke dust at the SSAB coke sieving plant in Raahе, Finland.</i>	

KUVA 2. Filtrabit DC201 ja CD401 tekninen erittely (LIITE 1)

Pölynerotuksessa onnistumisen mittarina voidaan pitää erotuskykyä, mikä Filtrabitin teknologialla on hyvä verrattuna muihin virtausdynaamisiin erotusmenetelmiin. Kuvassa 3 on kaavio erotuskyvystä, josta selviää Filtrabitin laitteen hyvä, alle 1,0 µm partikkelien yli 95 %:n erotuskyky.



KUVIO 1. Filtrabiterotusyksikön erottelukyvyykyys. (mukaillen LIITE 1)

Filtrabitin pölynerotustuotteet soveltuvat erityisen hyvin raskaalle pölylle, joita esimerkiksi kaivannaisteollisuuden ja metalliteollisuuden prosessit tuottavat. Itse pölynerotusyksikkö on osa neljästä osasta koostuvaa pölynpoistoratkaisukokonaisuutta (TAULUKKO 1)

TAULUKKO 1. Yleiset pölynpoistoratkaisun osat (Filtrabit 2023.)

<b>Pölynpoistoratkaisun osa</b>	<b>Tehtävä</b>
<b>1. Pölynerotin</b>	Erottelee kiintoaineen kaasusta
<b>2. Putkisto</b>	Kuljettaa pölyä sisältävän kaasun pölynerottimelle ja puhdistetun kaasun edelleen prosessiin tai edelleen käsiteltäväksi
<b>3. Päätelaitte</b>	Toimii pölyn tuottopisteessä ohjaten pölyistä virtaa imuputkeen/imuputkistoon
<b>4. Pölyn käsittely</b>	Kaasusta eroteltu kiintoaine/pöly tarvitsee käsittelyn, vähintäänkin kuljettamisen pölyn lähikeräyspisteeseen.

### 3 PÖLYNPOISTO

Teollisuudessa pölynpoistoa on harjoitettu pitkään. Pölynpoistaminen on tärkeää teollisuudessa monestakin syystä. Työntekijöiden terveys on yksi tärkeimmistä syistä, koska varsinkin hienojakoinen pöly on haitallista hengitettynä. Hienojakoinen pöly voi päästä syvälle hengityselimiin, keuhkorakkuloihin (alveolit) saakka (Työterveyslaitos 2023). Orgaaninen pöly on paloturvallisuusriski, minkä vuoksi pölyn erottelu ja kerääminen on tärkeää.

Pölyt tunkeutuessaan tuotantolaitteisiin voivat aiheuttaa tuotantohäiriöitä ja tuotantokatkoja, joten pölynpoisto on myös sen vuoksi tärkeää teollisuudessa. Pölyt vaikuttavat joissakin prosesseissa myös tuotteiden laatuun. SSAB:n tapauksessa koksen kuivasammutuslaitoksen koksimateriaalin pölynpoisto vaikuttaa koksen laatuun ja siten terästehtaan laadun ylläpitoon.

Teollisuuden pölyt aiheuttavat levitessään kuormaa ympäristölleen ja siksi partikkelien päästörajoituksia on olemassa. Partikkelipäästöt ovat osa yrityksen päästöjen hallintaa. Kansallisesti tai kansainvälisesti päästöille on asetettu erilaisia rajoituksia. Myös pölypäästöille on omat rajoituksensa. Pienpartikkelien tämänhetkiset raja-arvot pienhiukkasten pitoisuuksille on  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (PM10) ja  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (PM2.5). (Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta 26.1.2017/79, 4§)

#### 3.1 Pölynpoistomenetelmiä

Pölyä voidaan kaasuista erottaa erilaisilla menetelmillä, joita ovat esimerkiksi suodatus, sähköinen pölynerotus ja inertiaan perustuvat menetelmät. Pölynpoisto voidaan jakaa myös kuiva- ja märkäprosesseihin. Käyttämäni jaottelu noudattelee alalla vakiintuneita tapoja jaotella pölynpoistomenetelmiä.

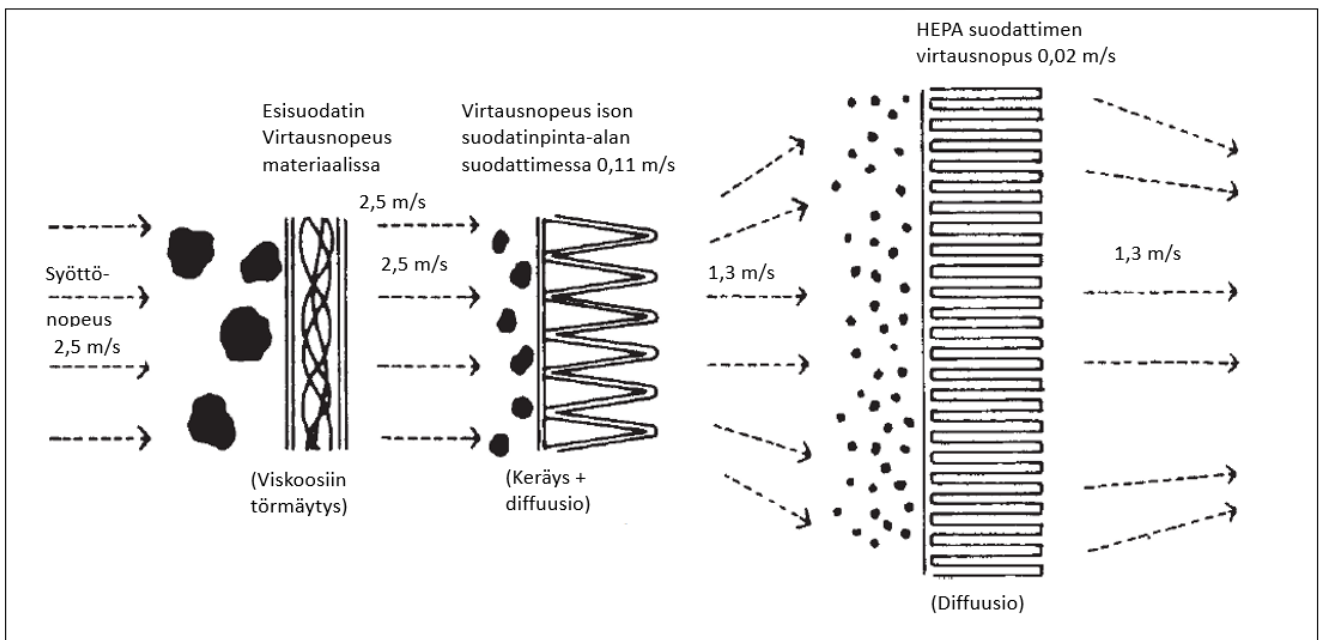
##### 3.1.1 Suodatus

Suodatus on kenties tunnetuin menetelmä kaasujen ja muiden väliaineiden puhdistamiseksi kiintoaineista. Suodatuksessa virtautetaan väliaine suodatinmateriaalin läpi, jolloin suodatinmateriaaliin jää kiintoaineet kiinni väliaineen jatkaessaan puhtaampana matkaansa.

Suodattimia on erilaisia suodatinkapasiteetin, erottelukyvyn, olosuhteiden, muotojen ja käyttötarkoitusten mukaan.

Suodattimen suunnittelussa aluksi valitaan tarvittavat ominaisuudet eli niin sanotut pääsuureet joita ovat erotuskyky, virtausvastus ja paine-ero suodattimen yli. Käyttölämpötila on myös tärkeä valita, koska oikein valittu suodatinmateriaali varmistaa suodattimen toiminnan kaikissa olosuhteissa. Erotuskyky ja virtausvastus yhdessä määrittävät suodatinpinta-alan, kun määritetty suodattimen paine-ero tiedetään. Paine-ero ja suodatinpinta-ala ovat yhteydessä toisiinsa.

Suodattimia on monenlaisia ja hyvin yleisesti on käytössä monikerrossuodattimia, joissa samassa suodattimessa on useita eri suodatinkerroksia erikokoisille partikkeleille suodatettavassa kaasussa. Kuvassa 4 on esitetty periaatekuva monikerrossuodattimesta ja kuvassa on myös hyvin kuvattu väliaineen nopeudet suodatinratkaisun eri vaiheissa.



KUVIO 2. Monikerrossuodattimen ja suodatuksen vaiheet (mukaiillen Sutherland 2008, 372)

### 3.1.2 Inertiaalierottimet

Inertiaalierottimet ovat pyörimisliikkeeseen perustuvia erottimia. Syklonit ja sentrifugit kuuluvat tähän ryhmään, jossa väliaine saatetaan pyörimisliikkeeseen ja keskipakovoiman vaikutuksesta partikkelit



ajautuvat väliaineessa kohti pyörivän rakenteen ulkokehää. Partikkelien liikkumiseen väliaineessa vaikuttavat useat tekijät. Näistä tärkeimmät ovat partikkelin ainetiheys, partikkelin muoto ja väliaineen viskositeetti. Koska erotustulos korreloi pölyaineksen tiheyden kanssa vahvasti, on inertiaalierottimien käyttö tarkoituksenmukaista raskailla pölyillä.

### 3.1.3 Syklonierottimet

Sykloni on vanha ja erityisen hyvä ja halpa kiintoaineiden erotusmenetelmä. Sitä käytetään erittäin yleisesti ja monipuolisesti erilaisissa prosesseissa erottamaan kiintoaineita väliaineesta. Sykloneja on kaasulle ja nesteille.

Kaasujen syklonit voidaan jäsentää ja luokitella monella tavoin. Yksi hyvä tapa on käyttää high efficiency/Conventional/highThroughput -jakoa, missä high efficiency -sykloni tarkoittaa hyvää erottelukykä, conventional -sykloni edustaa tavallista yleissyklonia ja high throughput -sykloni taas suurta tilavuusvirtaa (Taiwo, Namadi & Mokwa 2016, 134).

### 3.1.4 Märkäpölynpoistojärjestelmät

Märkäpölynpoistomenetelmissä pöly sidotaan nesteeseen, yleensä veteen. Myös muita nesteitä voidaan käyttää kuten öljykylpyjä, joissa puhdistettava kaasu imetään öljykylvyn läpi. Tällaisia suodattimia käytetään työkoneissa, jotka joutuvat toimimaan pölyisissä olosuhteissa. (Mypdh.engineer 2023.)

Märkäpölynpoistomenetelmänä on myös ilmaan suoraan korkeapainesuuttimilla puhallettava vesi, joka sitoutuu ilmassa leijailevaan pölyyn tehden pölypartikkeleista raskaampia, minkä seurauksena ne kulkeutuvat helpommin alaspäin kerättäviksi.

Eräs märkäpoistojärjestelmä on märkäsykloni, jossa puhdistettava kaasu tuodaan sykloniin, jonka ulkoreunoilla valutetaan nestettä mihin partikkelit kiinnittyvät ja poistuvat nesteen mukana. Syklonin kaasun pyöritysliike saa partikkelit liikkumaan ulkoreunoille, missä ne kohtaavat vesivirtauksen, ja pölypartikkelit poistuvat syklonista nesteen mukana (Mussatti 2022, 2-8). Pölynpoisto märkänä tuo tullessaan tarpeen käsitellä tuotettua lietettä, joten märkää erotusmenetelmää ei suosita, ellei siitä ole selvää kustannussäästöä tai muuta etua kompensoimaan lietteenkäsittelyn kustannuksia.

### 3.1.5 Erikoissuodattimet

Erikoissuodattimia käytetään, kun perinteiset suodattimet eivät saavuta tarvittavaa suodatustulosta. Esimerkiksi HEPA-suodattimet ovat yksi suodatintyyppi, joilla voidaan saavuttaa todella korkea erotusaste. Aktiivihiilisuodattimet ovat myös yksi erikoissuodattimien ryhmä ja niitä käytetään poistamaan väliaineeseen liuenneita komponentteja (Pavunvarsi 2023). Absorptiosuodattimet toimivat kemiallisesti poistaen kaasun komponentteja. Myös UV-suodattimia on olemassa, joilla poistetaan kaasusta bakteereja ja viruksia.

### 3.1.6 Sähköstaattiset keräimet

Sähköstaattiset keräimet toimivat varaamalla kaasussa oleviin hiukkasiin sähkövarauksen, jonka avulla saadaan hiukkaset liikkumaan kohti vastakkaisesti varautuneita pintoja ja kerääntymään niihin.

Elektrostaattisten suodattimet toimivat vaiheisesti. Ensiksi on varausvaihe. Varatut hiukkaset kulkevat suodattimessa ja saavat sähkövarauksen liikkuessaan korkeajännitteisen pinnan ohitse. Toisena vaiheena on hiukkasten keräys. Hiukkaset/partikkelit hakeutuvat vastakkaisvarattuihin pintoihin. Kolmantena vaiheena on puhdistus. Kun hiukkasia ja partikkeleita on kerätty riittävästi, puhdistetaan suodatin.

Elektrostaattisen keräimen hyvä puoli on se, että niissä ei ole liikkuvia osia, mutta niiden hinta ja uusiminen on kallista. Niiden käyttö on luonteeltaan syklistä, mistä johtuen tyhjennysvaiheessa oleva suodatin ei kerää hiukkasia.

### 3.1.7 Laskeutusaltaat

Pölyä voidaan erottaa kaasusta myös ohjaamalla pölyinen kaasu pitkään kanavaan sopivalla vaakasuuntaisella virtauksella, jolloin kaasussa/ilmassa olevat partikkelit laskeutuvat kanavan pohjalle painovoiman ansiosta kaasun pystyvirtauksen ollessa nolla (0 m/s). Kaasun viipymäaika voidaan määrittää, kun kanavaan syötettävän kaasun tilavuusvirta, kanavan poikkileikkauspinta-ala ja kanavan pituus ovat tiedossa.

### **3.1.8 Molekyyli- ja nanoteknologiat**

Kun pölypartikkelien koko on erittäin pieni, eli nanometriluokkaa, ei perinteinen partikkelien erotusteknologia anna työkaluja ja menetelmiä partikkelien poistoon. Nanotekniikkaa voidaan käyttää esimerkiksi suodattimissa, kun rakennetaan erittäin tiheällä suodatinverkkorakenteella olevia suodatinelementtejä.

## 4 KIERTOTALOUS

Tässä luvussa käsitellään kiertotaloutta ja sen merkitystä.

### 4.1 Yleistä

Kiertotaloudella tarkoitetaan sellaista tuotanto- ja kulutusmallia, jossa olemassa olevat materiaalit ja tuotteet hyödynnetään mahdollisimman pitkälle lainaamalla, vuokraamalla, uudelleen käyttämällä, korjaamalla, kunnostamalla ja kierrättämällä. Näin tuotteiden elinkaari pitenee. (Euroopan parlamentti 2023.)

Kiertotaloudelle on tarvetta, koska maapallon raaka-ainevarannot hupenevat ja samalla kasvaa materiaalien asukaskohtainen kulutus maapallolla, mikä lisää raaka-aineiden tarvetta. Kiertotalouden menetelmien avulla tilannetta voidaan merkittävästi helpottaa vähentämällä neitseellisen raaka-aineen tarvetta.

Kiertotalous hyödyttää meitä monella tavoin järkevästi toteutettuna. Mikäli esimerkiksi metallin kierrättäminen tuottaa vähemmän CO<sub>2</sub>-päästöjä markkinoille saatua metalliyksikköä kohti, saadaan CO<sub>2</sub>- päästöjä vähennettyä kiertotaloudella. Päivittäin tarvittavan materiaalien tuotannon osuus hiilidioksidipäästöistä on 45 %. Tämä johtuu pitkälti siitä, että materiaalien tuotantoketjussa kuluva energia on paljolti fossiilisista polttoaineista koostuvaa (Euroopan parlamentti 2023.)

Kuvassa 4 on esitetty kiertotalousmalli Euroopan parlamentin tutkimuspalvelusta.



KUVIO 3. Kiertotalousmalli. (Euroopan parlamentti 2023.)

## 4.2 Kiertotalous vs. lineaaritalous

Kiertotalous pyrkii pidentämään tuotteiden ja niiden materiaalien elinkaarta. Se on talousmalli, jossa materiaalit eivät päädy kaatopaikoille niin nopeasti kuin lineaaritaloudessa, vaan ne kiertävät mahdollisimman tehokkaasti uusiksi tuotteiksi, palveluiksi tai raaka-aineeksi. Perinteisessä lineaaritaloudessa materiaalit käytetään tyypillisesti vain kertaalleen, minkä jälkeen ne poistuvat talouden piiristä. (Sitra 2023.)

## 4.3 Kiertotalouden toteutustapoja

Kuvassa 4 on esitelty kierrotalouden toteutustapoja. Malli lähtee raaka-aineiden hankinnasta. Materiaalien tehokas ja kohdennettu hankinta vähentää raaka-aineiden tarvetta. Kestävä suunnittelu

kohdentaa raaka-aineet ja kierrosta tulevat uusioraaka-aineet tarpeen mukaiseksi kokonaisuudeksi tuotannolle/uudelleen valmistukselle. Jakelu optimoidaan siten, että siihen kuuluu mahdollisimman vähän resursseja. Hyvä esimerkki tästä on Tetra Pak –yhtiön kartonkipakkaukset, joiden kuljetuksessa säästetään resursseja. Ennen kokontaitettuna kuljetettavia kartonkipakkauksia piti pakkaukset kuljettaa jakelutilavuudessaan ja rekka-autokohtainen kuljetuksen resurssitehokkuus huomattavasti alempi. Uudelleenkäyttö ja korjaus ovat nousevia trendejä, kun on opittu arvostamaan myös käytettyjä ja kierrätettyjä tuotteita. Kiertotalous on käytännössä vasta aivan alkutaipaleellaan, vaikka tuossa kuvan 4 ympyrässä on ruskea materiaalien kiertonuoli paksu. Tällä hetkellä kierrätämme ainoastaan 19 % (Trvst 2023.). Kiertotalouden toteutustapoja on myös materiaalien tehokas ja tarkoituksenmukainen keräys sekä jätehuollossa jäännösjätteen minimoiminen.

Teollisuus on jo pitkään pyrkinyt käyttämään ja hyödyntämään sivutuotteensa itse tai myymään ne edelleen tarvitsijoille heidän raaka-aineekseen. Vaikkei tuota kiertotalousmallin ympyrää ole sellaisenaan ollut olemassa on prosessiteollisuudessa pyritty materiaalitehokkuuteen monin tavoin. Hyvä esimerkki on selluteollisuus, missä on jo kauan toteutettu suljettua sisäkiertomallia materiaalien ja tuotannon järjestelyssä. Nykyaikaisesta sellutehtaasta tulee päästöjä hiukan kärjistäen vain CO<sub>2</sub>:n muodossa, kun keittomateriaalit kerätään talteen ja selluun päätyvät orgaaninen materiaali poltetaan soodakattilassa.

#### **4.3.1 Materiaalien tehokas käyttö**

Materiaalien tehokas käyttö edellyttää hyvää tuotteistusta ja jatkuvaa tuotteiden parantamista, jotta niiden valmistamiseen käytettävät raaka-aineet olisivat määrältään ja laadultaan optimaalisia. Materiaalien tehokas käyttö edellyttää myös hyvää suunnittelua ja sitä voidaan edistää poliittisin ohjaukekeinoin, kuten verotuksella. Myös tuotantotapavalinnoilla voidaan vaikuttaa materiaalien tehokkaaseen käyttöön ja hyödyntämiseen.

#### **4.3.2 Kierrätys ja uudelleenkäyttö**

Tuotteiden kierrättäminen ja uudelleenkäyttö lisääntyy koko ajan, kun tietoisuus niiden vaikutuksesta lisääntyy ja ne muuttuvat trendeiksi. Esimerkiksi asuntojen sisustuksessa voidaan käyttää vanhoja tavaroita ja näin antaa niille uusi elämä ennen lopullista sijoituspaikkaa. Myös rakennusmateriaalien

uudelleenkäyttö on hyvää kiertotaloutta mitä harjoitettiin 40- ja 50 -luvuilla kun materiaaleista oli pulaa.

### **4.3.3 Jätteen välttäminen**

Eräs keino vähentää materiaalien kulutusta on suunnitella tuotteet niin, että niiden valmistus ja käyttö tuottaa mahdollisimman vähän jätettä. Valmistusmateriaalien valinnalla voidaan parantaa tuotteiden käytettävyyttä ja vikaantumisherkkyyttä. Laitteet voidaan suunnitella siten, että niiden valmistaminen vähentää jätteen syntymistä. Esimerkkinä tästä voisi olla valaminen lastuavan työstön sijaan. Poliittisella ohjauksella voitaisiin edistää kiertotaloutta siten, että työtä verotetaan suhteessa vähemmän kuin materiaaleja. Näin vikaantuneen laitteen korjaaminen tulisi suhteellisesti edullisemmaksi kuin uuden laitteen hankkiminen. (Suokko & Partanen 2017.)

### **4.3.4 Tuotteen elinkaaren pidentäminen**

Tuotteiden laadulla voidaan pidentää niiden elinkaarta. Laadukkaammissa tuotteissa voidaan käyttää kestävämpiä materiaaleja ja siten pidentää tuotteen elinkaarta ja tuotteiden käyttöikä. Tämä on selvästi ristiriidassa lineaaritaloudesta opittuun bisneslogiikkaan, jossa tuotteiden elinkaarelle ei ole asetettu painoarvoa kuten kiertotaloudessa. On luonnollisesti usein kannattavampaa myydä mahdollisimman monta nopeasti uusimisen tarpeessa olevaa tuotetta asiakkaalle kuin yksi kestävä tuote. Tähänkin voidaan vaikuttaa sääntelyllä (Suokko & Partanen 2017.)

### **4.3.5 Resurssitehokkuus**

Tuotannon tarvitsemat resurssit, raaka-aineet, energia yms. pyritään optimoimaan, eli minimoimaan niiden tarve, jotta resursseja voidaan jakaa useammille tuotteille. Tällä haetaan tuotteiden valmistuskustannusten ja yksikkökustannusten säästöä samalla kun materiaalien käyttö tehostuu. Samalla säästöä saadaan koko valmistus- ja toimitusketjussa.

#### **4.3.6 Biotalous**

Biotalous on iso kokonaisuus osana kiertotaloutta, missä biologisia raaka-aineita kuten kasveja ja eläinperäisiä materiaaleja käytetään kestäväällä tavalla erilaisten tuotteiden ja energian tuottamiseen. Biotalous voidaan aihetta jäsentää monin tavoin ja yleisimmin käsitetään biopohjaiset ja/tai biohajoavat raaka-aineet ja energian tuotanto hyväksi jäsenyydeksi. Biotalous on kuitenkin huomiotava se, että biomassojen käytöstä syntyy suurempi määrä CO<sub>2</sub>-päästöjä kuin fossiilisista polttoaineista, ja se, että biotalouden laajentaminen saattaa heikentää luonnon monimuotoisuutta. (Suokko & Partanen 2017.)

#### **4.3.7 Digitalisaatio ja teknologiset ratkaisut**

Digitalisaatio mahdollistaa monia hyviä työkaluja hallita ja ohjata materiaali ja energiavirtoja siten, että ne edistävät kiertotaloutta ja pitää kehityksen kestäväällä pohjalla. Esimerkiksi teräslaatuja voidaan ohjata arvokkaiden ja energiaintensiivisten seosaineidensa mukaan kierrätykseen, jolloin arvokkaita metallien seosaineita ei menetetä raakaraudan joukkoon.

#### **4.3.8 Liiketoimintamallit**

Kiertotalouden mahdollisia liiketoimintamalleja on useita. Yksi houkuttelevimmista on palvelumalli, jossa asiakasyritys käyttää palveluyrityksen palveluja tarpeen mukaan. Jätehuollon tyhjennyspalvelun tilaaminen on tästä hyvä esimerkki. Kiertotalouden hyvänä liiketoimintamallina toimii kierrättäminen ja uudelleenkäyttö, jossa tuotteet kierrätetään sellaisenaan uudelle omistajalleen, ja kierrätysketjussa mukana olevat saavat kukin osansa arvonnäköisestä, jonka kiertävään tuotteeseen mukaan tuovat esimerkiksi kunnostamalla kierrossa olevia tuotteita. Toinen havainnollistava esimerkki voisi olla, että voiteluöljyn sijaan myydään voitelupalvelu, jolloin markkinoilla menestyy todennäköisemmin voiteluöljyistä se, joka kestää käyttöä parhaiten tai on helpoiten puhdistettavissa epäpuhtauksista.

#### **4.3.9 Yhteistyö ja verkostot**

Kiertotalouden ympärille on luonnollista rakentaa yhteistyöverkostoja. Kierrättämällä saadaan eroteltua raaka-aineita ja niille löytyy siten käyttäjiä, jotka voivat verkostoitua ja saada niiden kautta



hoidettua omaa hankintaa. Verkostoille on tyypillistä, että niillä ei ole toimialasidonnaisuutta, vaan niissä toimitaan yli toimialarajojen. Tämä luo luonnollista kilpailua ja pitää hinnat sopivalla tasolla. On tärkeää, että kierrätettävillä jakeille syntyy toimivat markkinat, jolloin kukin jae päätyy sille, joka siitä pystyy eniten maksamaan ja kohdistamaan sen arvokkaimpaan mahdolliseen käyttöön.

## 5 TEOLLISEN PÖLYNPOISTON MAHDOLLISUUDET KIERTOTALOUDESSA

Teollisuus on pitkään pyrkinyt hyödyntämään toiminnassaan syntyviä sivuvirtoja joko itse tai myymällä niitä raaka-aineiksi muille yrityksille. Sivuvirrat ovat yleisesti prosessivirtoja, jotka ovat kontrolloidusti hallittuja, kun taas pölyt ja ilmaan prosesseista pääsevät partikkelit usein koetaan vain ylimääräiseksi ongelmaksi ja siten luonteeltaan hävitettäväksi. Kuitenkin pölypitoisuudet ja kiintoainemäärät kaasuisissa ovat useasti sellaisia, että kaasusta pölynerotuksen kautta on mahdollista kerätä ja erottaa merkittäviä määriä materiaalia, joilla voi olla isoja positiivisia taloudellisia vaikutuksia yritykselle.

Teollisessa pölynpoistossa on monia eri mahdollisuuksia, kuinka lähestyä aihetta. Ensinnäkin pitää määrittää tavoite, johon pölynpoistolla tai pölynerotuksella pyritään. Onko tavoitteena puhdas ilmaan päästettävä kaasu vai onko tavoitteena kerätä mahdollisimman paljon pölyä? Millainen on pölynerotuskokonaisuus, jota tavoitellaan? Millaista erotuskykyä tarvitaan ja halutaanko toteuttaa keskitetty vai hajautettu järjestelmä? Myös itse laitteiden valinta ohjaa teknistä ratkaisua erityisesti tarvittavan tilavuusvirran osalta. Määrittelyssä pitää ottaa huomioon muitakin näkökulmia, kuten viranomaisvaatimukset ja laitoksen voimassa olevat ympäristöluvut.

Ennen varsinaista teknistä ratkaisua pitää myös erotetun pölyn käyttö määrittää, suunnitella ja päättää, miten erotettua pölyä hyödynnetään. Hyödynnetäänkö pöly raaka-aineena itse, jatkokäsiteelläänkö pölyä pelleteiksi ja/tai briketeiksi, vai myydäänkö pöly edelleen sellaisenaan jauhomuodossa? Usein on tilanne se, että itse pöly aiheuttaa ongelman, mutta samalla ongelmanratkaisulla voidaan rakentaa kannattavaa liiketoimintaa pölynpoiston ympärille. Joissain tapauksissa pölynerotus tapahtuu karkeamman jakeen ja hienojakeen erottamisena toisistaan. Samassa materiaalivirrassa on siis useita eri jakeita. Tällöin pölynpoiston kannattavuusarviossa saattaa karkeamman jakeen puhdistumisen tuoma lisäarvo olla määräävä tekijä pölynpoiston kannattavuudelle, eli miten hienojakeen poisto vaikuttaa karkeamman jakeen hyödynnettävyyteen edelleen.

Jos kyseessä on olemassa olevan laitoksen pölynerotuksen parantaminen tai muuttaminen, pitää päättää, halutaanko maksimoida pölyn erotus ja kerääminen ja pyritäänkö vain keventämään olemassa olevien ratkaisujen pölynpoiston kuormitusta. Jos tavoitteena on kerätä mahdollisimman paljon pölyä ja olemassa oleva pölynerotus jätetään paikalleen, on kyseessä ”lisättävä esisuodatus” tai ”lisättävä erillissuodatus”, jolloin prosessi, johon pölynkeräyskapasiteetti lisätään, tarvitsee muutoksen.

Tällainen muutos on helppo toteuttaa, koska se ei vaadi laitoksen käyttöhyväksynnöille muutoksia ja parantaa parhaassa tapauksessa merkittävästi laitoksen käyttötaloutta. Kun ryhdytään toteuttamaan uutta pölynpoistoratkaisua, pitää ottaa myös huomioon laitoksen luvitukset ja niihin liittyvät päästörajat osana teknistä ratkaisua.

Kierotalouden näkökulmasta teollinen pölynpoisto ja pölyn erilliskerääminen ja siten jatkohyödyntäminen on kokonaisuudessaan kannattavaa, jos materiaalille on jatkokäyttömahdollisuuksia. Jatkokäyttömahdollisuuksia voivat olla pölyn hyödyntäminen jossain toisessa prosessissa, sen käyttö polttoaineena tai mekaanisena täyteaineena. Kannattavuus tässä kohdassa ei tarkoita ainoastaan taloudellista kannattavuutta vaan myös muita näkökulmia, kuten elinympäristön puhdistuminen ja siten sen parantuminen. Omana kokemukseni voin nostaa esimerkin Intian metalliteollisuudesta missä taistellaan kovasti, jotta alalle saadaan uusia työntekijöitä, kun siistit sisätyöt houkuttelevat uusia työntekijöitä vahvemmin kuin perinteiset ja työskentelyolosuhteiltaan likaisemmat työpaikat. Pölynpoistolla on siis merkitystä myös yritysten työvoiman houkuttelevuuden kannalta.

Filtrabitin SSAB -yhteistyö on hyvä esimerkki kannattavasta pölynpoiston kokonaisuudesta. Siellä on Liitteen 1 DC201-tuotetta vastaavat toiminnallisuudet käytössä. Asennetut laitteet ovat keränneet sammutetun koksen pölyä muutaman vuoden ja erotetun koksipölyn määrä on tätä kirjoitettaessa satoja tonneja. Ilman pölynpoistoa tämä sammutettu koksi jäisi hyödyntämättä. Koksen hinta oli syksyllä 2023 noin 1000 €/tonni, joten helposti SSAB:llä tuon ylimääräisen kerätyn koksipölyn laitehankinnat ovat kannattavia. Pölyn erotuskyky (LIITE 1) Filtrabit Oy:n laitteistolla on DC201 mallilla 150 kg/h ja CD401 mallilla 300 kg/h. Tyypillisesti prosessiteollisuudessa laitteiden käyntiaika vuodessa on 8000 tuntia, joten teoreettiset maksimierotuskyvyt vuodessa ovat Filtrabit Oy:n laitteilla vastaavasti 1200 tonnia mallilla DC201 ja 2,4 1200 tonnia mallilla DC401.

## 6 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tämän lopputyön tarkoituksena oli selvittää yleisesti käytössä olevia teollisuuden pölynpoistomenetelmiä kaasuisissa ja toisaalta todentaa miten Filtrabit Oy:n pölynpoistoteknologia sijoittuu käytettävyydeltään pölynpoistomenetelmänä. Tavoitteena oli myös kartoittaa kuinka Filtrabit Oy:n pölynpoistoteknologiaa voidaan hyödyntää osana teollisuudessa harjoitettavaa kiertotaloutta.

Työssä tukeuduin saatavilla oleviin materiaaleihin ja myös omaan osaamiseen mitä olen työn ohessa kerryttänyt. Opinnäytetyötä tehdessäni havaitsin, että kiertotalous ja sen hyödyntäminen on vasta tiensä alussa. Paljon on vielä tehtävää, jotta päästään globaalisti irrottautumaan lineaaritaloudesta mikä on tänä päivänä vallalla oleva malli. Kokonaan irtautuminen lineaaritaloudesta ei onnistu koska materiaalit kuluvat kierrossa ja väestömäärä maailmassa kasvaa tuoden mukanaan lisätarpeen uusille hyödykkeille. Jokainen askel kiertotalouden edistämiseksi on askel eteenpäin, jotta voidaan säilyttää elinolosuhteita myös tuleville sukupolville.

Teollisessa pölynpoistossa ja pölynkeräämisessä on myös paljon potentiaalia materiaalitehokkuuden parantamisen saralla. Pienpartikkelien aiheuttamien haittojen minimoiminen ja niiden keräämisestä saatavien materiaalien hyödyntämispotentiaalia ei olla vielä otettu käyttöön kunnolla. Filtrabit Oy:n SSAB Raahessa tekemän kehitystyön tuloksena ylimääräisen koksipölyn keräämisellä on merkitystä myös kaupallisesti.

## LÄHTEET

- Euroopan parlamentti. 2023. *Mitä kiertotalous on ja miksi sillä on merkitystä?* Saatavissa: <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20151201STO05603/mita-kiertotalous-on-ja-miksi-silla-on-merkitysta#:~:text=Kiertotaloudella%20tarkoitetaan%20sellaista%20tuotanto%2D%20ja,N%C3%A4in%20tuotteiden%20elinkaari%20pitenee>. Viitattu 26.11.2023.
- Filtrabit Oy. 2023a. *Innovation story*. Saatavissa: <https://filtrabit.com/company/#innovation-story>. Viitattu 26.11.2023
- Filtrabit Oy. 2023b. *Brochure*. Saatavissa: <https://filtrabit.com/brochure/>. Viitattu 26.11.2023
- Työterveyslaitos. 2023. *Työympäristön pölyt*. Saatavissa: <https://www.ttl.fi/teemat/tyoturvallisuus/altistuminen-tyoympariston-haittatekijoille/kemiallisten-tekijoiden-hallinta-tyopaikalla/tyoympariston-polyt>. Viitattu 26.11.2023.
- Finlex 2017. *Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta*. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170079>. Viitattu 26.11.2023
- Mussatti, D. 2002. *Particulate Matter Controls – Wet Scrubbers for Particulate Matter*. Saatavissa: [https://www.ajer.org/papers/v5\(04\)/O050401300134.pdf](https://www.ajer.org/papers/v5(04)/O050401300134.pdf). Viitattu 26.11.2023
- Mypdh.engineer. 2023. *Air intake system*. Saatavissa: <https://mypdh.engineer/lessons/air-intake-system/>. Viitattu 26.11.2023
- Pavunvarsi 2023. *Aktiivihiihliisuodattimet*. Saatavilla: <https://pavunvarsi.fi/aktiivihiihliisuodattimet>. Viitattu 26.11.2023
- Sitra. 2023. *Kiertotalous*. Saatavissa: <https://www.sitra.fi/tulevaisuussanasto/kiertotalous/>. Viitattu 26.11.2023
- Suokko & Partanen 2017. *Energian aika*. Saatavissa: <https://www.wsoy.fi/kirja/aki-suokko/energia-aika/9789510423462> aika (wsoy.fi). Viitattu 26.11.2023
- Sutherland, K. 2008. *Filters and Filtration Handbook*. Viides painos. Saatavissa: <https://fastcdn.pro/filegallery/golcode.com/Downloads/Filters%20and%20Filtration%20Handbook%205th%20Edition.pdf.pro>). Viitattu 26.11.2023
- Taiwo, Namadi & Mokwa 2016. *Design and analysis of cyclone dust separator*. Saatavissa: [https://www.ajer.org/papers/v5\(04\)/O050401300134.pdf](https://www.ajer.org/papers/v5(04)/O050401300134.pdf). Viitattu 26.11.2023
- Trvst. 2023. *General Recycling Facts*. Saatavissa: <https://www.trvst.world/waste-recycling/recycling-facts-statistics/#:~:text=Most%20of%20our%20solid%20waste,at%20a%20low%20of%2019%25>. Viitattu 26.11.2023

Wallenius J. 2010. *Mistä tätä pölyä oikein riittää?* Saatavissa: <https://www.ts.fi/teemat/129325>. Viitattu 26.11.2023



## *filtrabit* DC201 & DC401 dust collectors

Filtrabit's patented innovation for separating fine dust particles from air is based on the principles of flow-dynamics.

Unprecedented performance of the separation cone at the heart of the technology enables industrial clients to reduce their particulate emissions and meet strict environmental regulations.

	DC201	DC401
Separation cones	2	4
Air flow	2 400 m <sup>3</sup> / h	4 800 m <sup>3</sup> / h
Air temperature	Up to 500 °C	
Separation performance	150 kg / h*	300 kg / h
Separation capability	>99%* for PM2.5 and larger >96%* for smaller than PM2.5	
Dimensions	6.05m x 2.44m x 2.90m	
Weight	4 500 kg	5 000 kg
Dusty air intake	DN200	DN300
Clean air outlet	DN200	DN300
Dust outlet	DN80	DN80
Power	400 V / 160 A	400 V / 200 A
	<i>*Proven in continuous operation with coke dust at the SSAB coke sieving plant in Raabe, Finland.</i>	



## Capital efficient solution

Filtrabit can offer dust separation as a **turnkey solution**. It includes the operating lease of the dust collector, as well as complete designs for the **ducting, hooding and dust handling systems**.

The operating lease option eliminates the need for large capital expenditures.

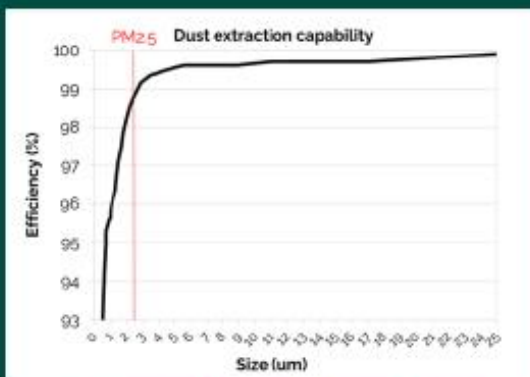
A constantly moving regulatory landscape provides more reason to look for a more flexible solution.

## Modular units on the spot

Compactly sized units are serially produced and portable, allowing for quick installation and a flexible placement close to the source of the dust.

The DC201 and DC401 dust collectors are built on a pallet and fit inside a standard shipping container, eliminating the need for construction work.

Units can be mounted side by side and on top of each other, enabling exact tailoring of capacity.



*Dust extraction measurements from the coke sieving plant of SSAB in Raahе, Finland.*

## High performance

The separation cone of the Filtrabit dust collector has been proven to be highly efficient in separating large volumes of coke dust.

The DC201 system with 2 separation cones can extract 150 kilograms of coke dust per hour in continuous operation.

The separation efficiency has been measured to be **above 99% for particles over 2.5um in diameter (PM2.5)** and above 96% for smaller particles.



## Working principle

### Main parts

- Pre-separator
- Separation cone
- Dusty flow filter
- Vacuum pump
- Dust screw conveyor

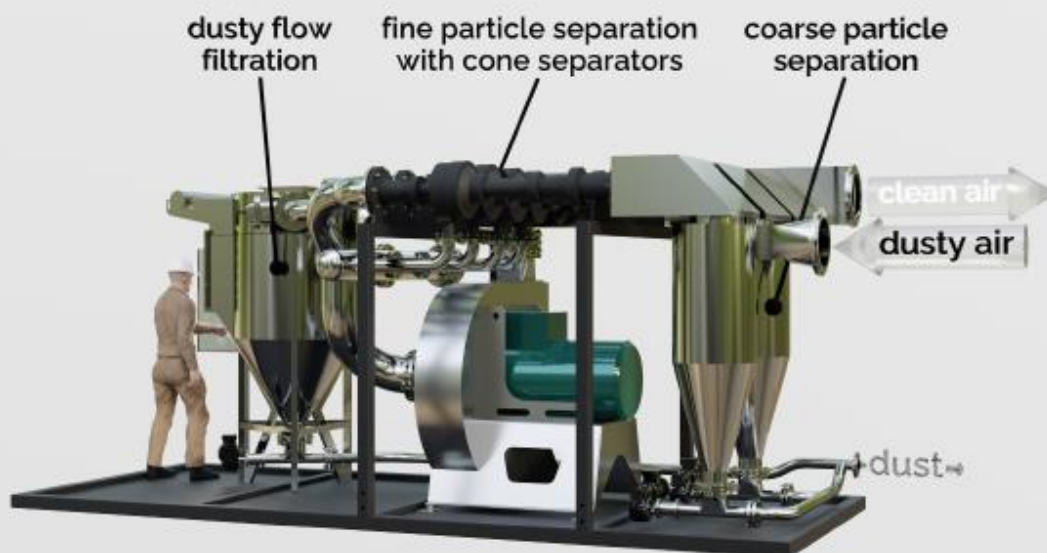
### Flow of operation

Dusty air is first brought into the coarse pre-separator, which removes the larger particles.

Finer particles continue to the separation cone, which extracts them using Filtrabit's patented method based on flow-dynamics.

Cleaned air proceeds directly to the clean air outlet, while the dusty flow continues on to the dusty flow filter.

After being filtered from residual air, the pure dust is fed into the screw conveyor, which delivers it out of the system through the dust outlet.

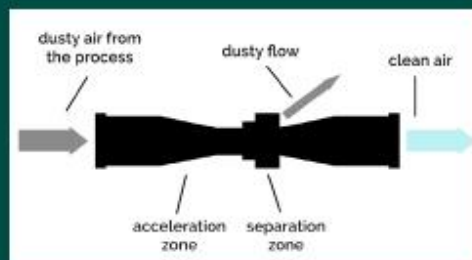


## Separation cone

In the separation cone, gas flow gets speeded up as it travels through the acceleration zone.

Particles separate by mass and get diverted to a separation chamber, from where the dusty flow continues on to the dusty flow filter.

Meanwhile, clean air flows directly through the center of the cone, on towards the clean air outlet.



## Applications

Filtrabit's dust collectors are suitable for various industries that produce dust.

- **Steel manufacturing**
- **Cement production**
- **Mining and quarrying**
- **Foundries**
- **Machinery workshops**

DC201 and DC401 are designed to operate close to the dust source. Typically the system's dusty air inlet is connected to a dust collector hood, which prevents high dust density air from mixing with the ambient air.

This minimizes the air volume that needs to be cleaned, and enables efficient energy recovery from high temperature air, immediately after cleaning.

The most effective application is a **closed loop solution**, that is essentially free from emissions.

Typical dust to be collected is dry and relatively dense, approximately 1 kg/liter or more.

As part of the standard process, Filtrabit performs a test of the client's dust sample and provides clear indication of the separation performance.



## Benefits

- **Operating lease model** removes the need for large investments.
- Compact and portable modular units can be brought where dust removal is needed.
- Capacity can be scaled according to need.
- Can be used concurrently with existing dust removal systems like bag filters, increasing performance and **lowering maintenance costs**.
- Excellent efficiency cleaning high dust density gases helps **meet environmental regulations**.
- Separated material can be easily recovered for further economic and environmental benefits.
- Made from durable steel and able to handle coarse and abrasive particles.
- Suitable for high temperature gases, enabling **waste heat capture**.