

SRF-MATERIAALIN POISTOKULJETTIMEN YLIKUORMITUSONGELMA

Kuusakoski Recycling Oy

Tiivistelmä

Tekijä Hyypiä, Lassi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 21	Valmistumisaika Syksy 2018
Työn nimi SRF-MATERIAALIN POISTOKULJETTIMEN YLIKUORMITUSONGELMA		
Tutkinto Konetekniikan insinööri		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tarkoituksena oli löytää ratkaisuja Kuusakoski Ekoparkin SRF-materiaalin siirtoruuvien ylikuormitusongelmaan. Siirtoruuvien ylikuormitusongelma aiheutuu kuljettimen rakenteesta sekä kuljetettavan materiaalin vaihtelevista ominaisuuksista.</p> <p>Ongelmanratkaisu oli tärkeää, sillä valmiin kierrätyspolttoaineen siirto käytettäväksi on tärkeä osa prosessia ja kuljettimet vaikuttavat koko muuhun tuotantoon. Opinnäytetyössä esitetään ratkaisuja ongelman ratkaisemiseksi ja tuotannon tehostamiseksi. Opinnäytetyössä esitettävät ratkaisut on koottu ja tiivistetty erillisestä Kuusakoski Oy:lle toimitetusta raportista.</p> <p>Työssä perehdyttiin laajasti teollisuudessa käytettyjen kuljettimien ominaisuuksiin, käyttökohteisiin sekä ongelmanratkaisuprosessiin. Tutkimustyö tehtiin yhteistyössä muiden suunnittelijoiden sekä tehtaan henkilökunnan kanssa.</p>		
Asiasanat kehitystyö, ongelmanratkaisu, optimointi, kuljettimet		

Abstract

Author Hyypiä, Lassi	Type of publication Bachelor's thesis	Published Autumn 2018
	Number of pages 21	
Title of publication SRF-material removal conveyor's overload problem		
Name of Degree Bachelor of Engineering		
Abstract <p>The purpose of the thesis was to find solutions to the overload problem of the SRF transfer screw of the Kuusakoski Ekopark. The congestion problem of the transfer screw is caused by the structure of the conveyor belt and the varying properties of the material to be transported.</p> <p>The problem solving was important because the transfer of the finished recycled fuel for use is an important part of the process and the conveyors affect the entire production. The thesis work presents solutions to solve the problem and to make production more efficient. The solutions presented in the thesis are compiled and summarized from a separate report submitted to Kuusakoski Oy.</p> <p>In this thesis, the characteristics of the conveyors used in the industry, the applications and the problem solving process were widely studied. The research work was carried out in cooperation with other designers and factory staff.</p>		
Keywords product development, problem solving, optimizing, conveyors		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	2
2	KUUSAKOSKI RECYCLING OY	3
2.1	Historia	3
2.2	Liiketoiminta ja talous	3
2.3	Ekopark Lahti.....	4
2.3.1	Toiminta.....	4
2.3.2	Prosessikuvaus	4
3	KIERTOTALOUS	9
3.1	Kiertotalouden perusteet.....	9
3.2	Kiertotalous Suomessa	9
3.3	Cleantech	11
4	YLIKUORMITUSONGELMA	12
4.1	Ongelman määrittely.....	12
4.1.1	Jalostusmateriaalista aiheutuvat ongelmat	12
4.1.2	Laitteiston tekniset ongelmat	13
4.2	Suunnitelman laatiminen.....	14
4.3	Ratkaisujen tutkiminen.....	15
4.4	Ratkaisuja ongelmaan	15
5	YHTEENVETO	19
5.1	Ongelma.....	19
5.2	Ratkaisu	19
	LÄHTEET	21

Induktiivinen erotin	Erottelulaite, joka perustuu sähkömagneettiseen induktioon. Erottimella voidaan erotella pienikokoiset metallikappaleet jäljelle jääneestä epäorgaanisesta jätteestä.
Jalostusmateriaali	Rakennus-, purku- sekä energiajätettä.
Magneetti	Erottelulaite, joka perustuu kestopagneettiin tai sähkömagneettiin. Magneettia käytetään magneettisten metallien, kuten teräksen, nikkelin ja koboltin erotteluun.
Manuaalinen erottelu	Erottelu, jossa ihmiset valvovat sekä erottelevat materiaalia käsin tai koneellisesti.
Murskain	Murskauslaite, joka hienontaa suurikokoisina kappaleina olevan rakennus- ja purkujätteen.
Pyörrevirtaerotin	Kuljetinhihnaerotin, jossa hihnarummun sisällä pyörii magneettiroottori. Poistettavat kappaleet saadaan magnetoitua hetkellisesti erittäin voimakkaan magneettikentän avulla. Erotinta käytetään ei-ferromagneettisten metallien erotteluun.
Seula	Laite, jolla murskattu jäte erotellaan kappalekoon mukaan eri kuljettimille.
Seisokki	Teollisuuslaitoksen pysäytyksissä olo menekki- tai muiden vaikeuksien vuoksi
SRF	Solid Recovered Fuel, kiinteä kierrätyspolttoaine, myös REF (Recovered Fuel.)
Ruuvikuljetin	Kuljetin, jonka sisällä pyörivä metalli- tai muoviruuvi siirtää materiaalia eteenpäin. Ruuvikuljetin voi olla myös keskiakseliton, jolloin ruuvi putkessa on vain ”spiraali”.

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö toteutettiin Kuusakoski Oy:n Lahden Ekoparkille MJV-Sähkö Oy:n kautta kevään 2018 aikana.

MJV-Sähkö Oy on vuonna 1988 perustettu, teollisuuden sähkö- ja automaatiopalveluihin keskittynyt yritys, joka tarjoaa konsultointipalveluita, sähkö- ja automaatio suunnittelua, kuin käyttöönotto- ja asennuspalveluitakin.

MJV-Sähkö Oy toimii emoyhtiönä konsernissa, johon kuuluu JTL-Control Oy sekä JTL-Building Control Oy Vantaalla, sekä MJV-Service Oy Tuusulassa. Koko konsernissa työskentelee näin ollen yli 60 automaatioalan ammattilaista. Keväällä 2018 MJV-Sähkö Oy:llä työskenteli 22 henkilöä, joista 7 on sähkö-/automaatioasentajia. (MJV-Sähkö Oy 2018.)

MJV-Sähkö Oy:n liikevaihto vuonna 2017 oli 2,7 miljoonaa euroa. Yhtiön liikevaihto on ollut hyvinkin nousujohteista kasvaen viime vuosina noin 15 – 20 % vuosittain. Vuodesta 2013 vuoteen 2017 liikevaihto onkin noussut lähes 80 %, 1,5 miljoonasta eurosta 2,7 miljoonaan euroon.

SRF-jätteen (Solid Recovered Fuel) eli kierrätyspolttoaineiden käyttö on 2000-luvulla kasvanut erittäin voimakkaasti, samalla vakiinnuttaen paikkansa suomalaisessa energiantuotannossa. Kierrätyspolttoaineiden käyttö ja tuotanto ovatkin nykyään tärkeässä roolissa suomalaisen jätehuollon kannalta, sillä näin valtava määrä jätettä saadaan tehokkaaseen hyötykäyttöön. Kierrätyspolttoaineita on myös aloitettu käyttämään fossiilisten polttoaineiden, kuten kivihiilen korvikkeena.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää ratkaisu SFR-materiaalin poistokuljettimen ylikuormitusongelmaan tasaamalla poistokuljettimen kuormitusta sekä poistokuljettimen läpikulkevaa materiaaliveirtoa. Tässä opinnäytetyössä esitellään muutamia vaihtoehtoisia ratkaisuja ongelmaan. Ratkaisuilla on tarkoitus optimoida poistokuljettimen toiminta sekä alentaa ongelman aiheuttamia seisokkikuluja. Seisokkikulut koostuvat tulonmenetyskuluista sekä kunnossapitokuluista. (Valjento 2017.)

Ylikuormitusongelma aiheutuu materiaalin pakkautumisesta poistokuljettimen syöttötilaan ja sitä esiintyy erityisesti kevyillä, helposti pakkautuvilla materiaaleilla, kuten muovi- sekä paperisilpulla.

2 KUUSAKOSKI RECYCLING OY

2.1 Historia

Kuusakosken liiketoiminta alkoi Viipurissa jo vuonna 1914, kun Donuard Kuschakoff perusti kierrätykseen keskittyvän Karjalan Lumppu- ja Romuliike -nimisen yrityksen. Yritys keräsi metalli- ja tekstiilijätettä, jota jalostettiin takaisin teollisuuskäyttöön kelpaavaksi. Ensimmäinen maailmansota (1914 -1918) vaikutti suuresti materiaalien saatavuuteen, joten materiaalien uusiokäyttö lähti vahvaan kasvuun. Materiaalinkierrätyksen kasvu jatkui koko 1920-luvun, ja kaikki metalli- sekä tekstiilijäte, joka vain suinkin saatiin kerättyä, meni kau-paksi. Yhtiön nimi muutettiin Kuusakoskeksi vuonna 1923. (Kuusakoski 2017.)

Yhtiöllä on ollut myös muutamia muita kasvun paikkoja, kuten toinen maailmansota sekä 1980-1990 – lukujen kansainvälistyminen kierrätys- ja materiaalinkäsittelyteknologian kehityksen ja käyttöönoton myötä. 2000-luvulla Kuusakoski on panostanut niin materiaalin hankintaverkoston, kuin myös tutkimuksen sekä huipputeknologian kehittämiseen.

Sadassa vuodessa Kuusakoski Group on kasvanut valtavasti, pienestä viipurilaisesta yrityksestä yli 2500 työntekijän kansainväliseksi konserniksi. Nykyään Kuusakoski Group koostuu Kuusakoski Recycling Oy:stä sekä tytäryhtiö Alteams Oy:stä. (Kuusakoski 2017, 5-6.)

2.2 Liiketoiminta ja talous

Kuusakoski on kierrätysteollisuuteen keskittynyt kansainvälinen yritys. Kehittyneen teknologian ja ammattitaidon myötä metallinkierrätys on vain enää yksi osa-alue koko kierrätysteollisuudessa. Kuusakoski pyrkiikin koko ajan kehittämään uusia ja tehokkaampia toimintatapoja. (Kuusakoski 2017.)

Nykyään lajittelu- sekä jalostuslaitoksilla pystytään lajittelemaan kymmeniä eri metalleja sekä muita uusiokäyttöön soveltuvia jakeita. Yksi suurista kasvualoista on SRF:n eli kierrätyspolttoaineen erottelu voimalaitoskäyttöön. SRF-materiaaleilla voidaan korvata merkittävä osa fossiilisista polttoaineista, kuten esimerkiksi kivihiilestä.

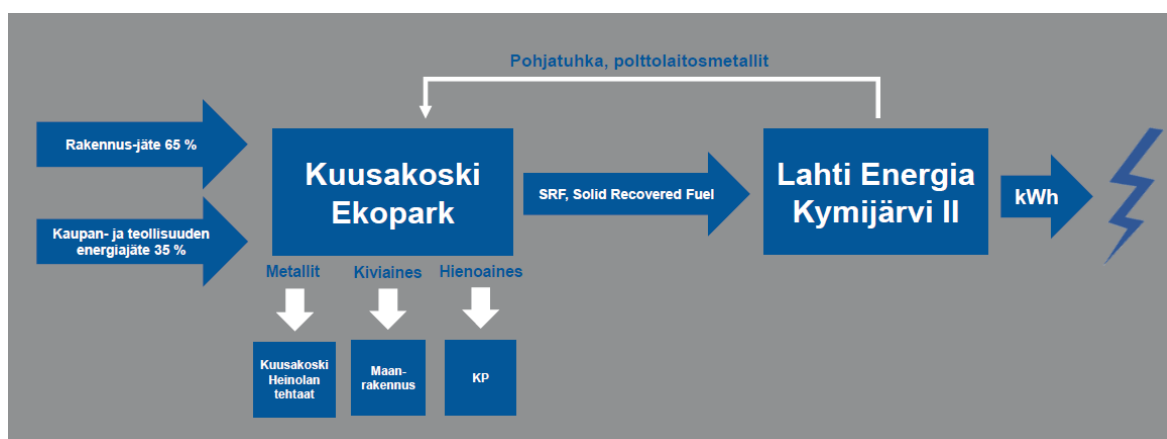
Yrityksen liikevaihto vuonna 2016 oli 259 miljoonaa euroa ja tulos -26 miljoonaa euroa. Vuonna 2013 yrityksen liikevaihto oli 480 miljoonaa euroa, joten muutamassa vuodessa liikevaihto on pienentynyt puoleen. Vuoden 2016 tulosta selittää huomattava liikevaihdon kutistuminen (Valjento 2017.) Suurin syy liikevaihdon erittäin voimakkaaseen laskuun löytyy metallien hintojen romahtamisesta.

2.3 Ekopark Lahti

Lahden Ekopark sijaitsee Norokadulla, Lahti Energian Kymijärvi-laitosten vieressä. Ekopark on jätteenjalostuslaitos, jonka tehtäviä ovat rakennusjätteen jalostus uusiokäyttöön sekä hiilen käyttöä korvaavan SRF-materiaalin, eli kierrätyspolttoaineen toimitus Kymijärvi II -voimalaitokseen. (Kuusakoski 2018.)

2.3.1 Toiminta

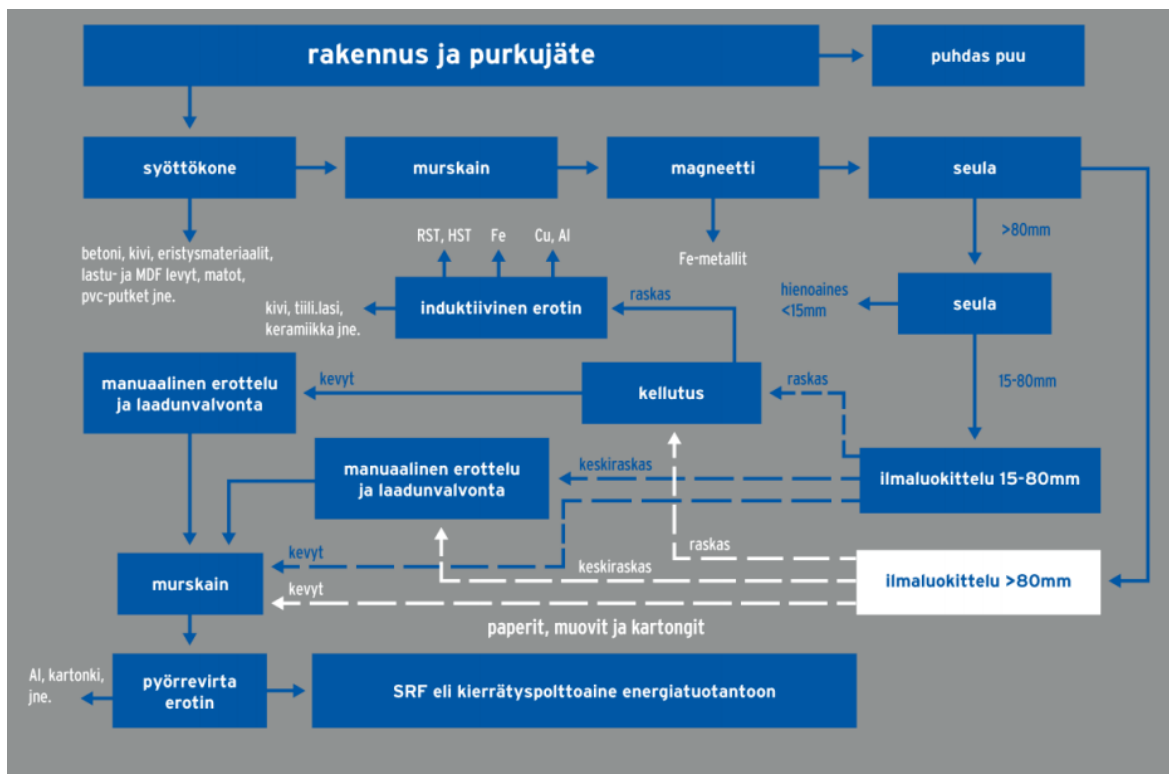
Ekoparkissa metallit erotellaan jätteestä ja lähetetään jatkojalostuksen Heinolan tehtaille, kiviaines toimitetaan uusiokäyttöön maanrakennukseen ja SRF-materiaali toimitetaan polttoaineeksi Lahti Energialle. (Kuvio 1.)



KUVIO 1. Lahden Ekoparkin toimintakaavio (Kuusakoski 2017)

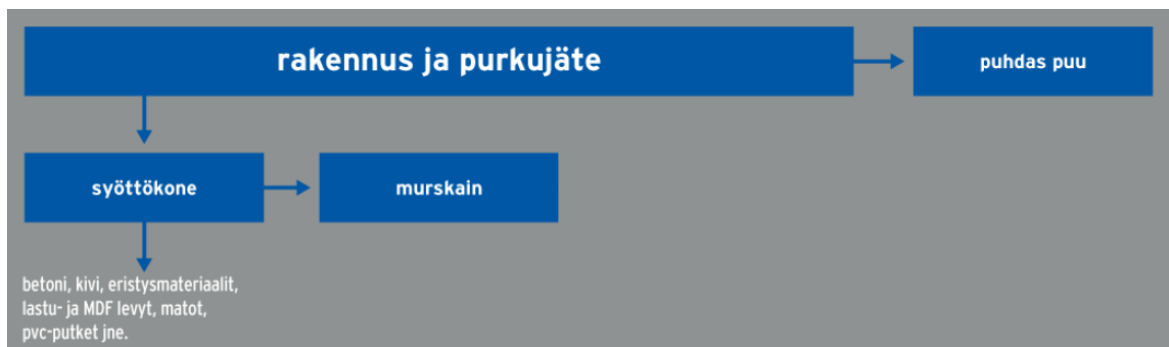
2.3.2 Prosessikuvaus

SRF-materiaalin tuotantoprosessi on monivaiheinen ja tuottaa myös muita jatkojalostukseen kelpaavia materiaaleja. (Kuvio 2.) Jätteenjalostusprosessin ensimmäisessä osassa jalostukseen toimitetusta jätteestä erotellaan suuret, sellaisenaan jatko- tai kierrätyskäyttöön soveltuvat materiaalit, kuten puhdas puu ja betoni. Ensimmäistä vaihetta kutsutaan esilajitteluksi. (Kuvio 3.)



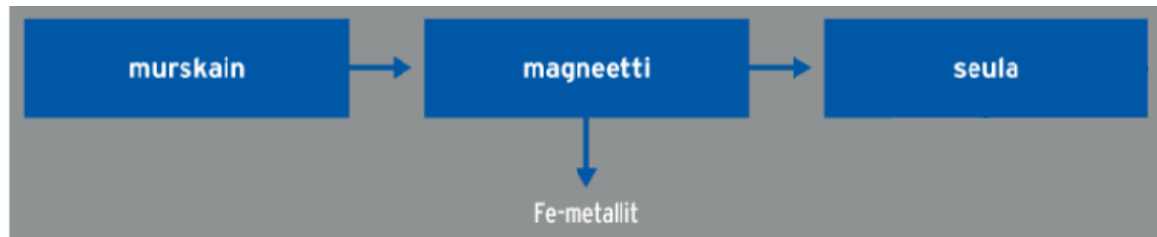
KUVIO 2. Lahden Ekoparkin toimintakaavio (Kuusakoski 2017)

Seuraavassa vaiheessa esilajiteltu materiaali syötetään jätemurskaimeen, jolla jäte murskataan pienemmiksi kappaleiksi. Murskausvaihe helpottaa jätteen jatkokäsittelyä.



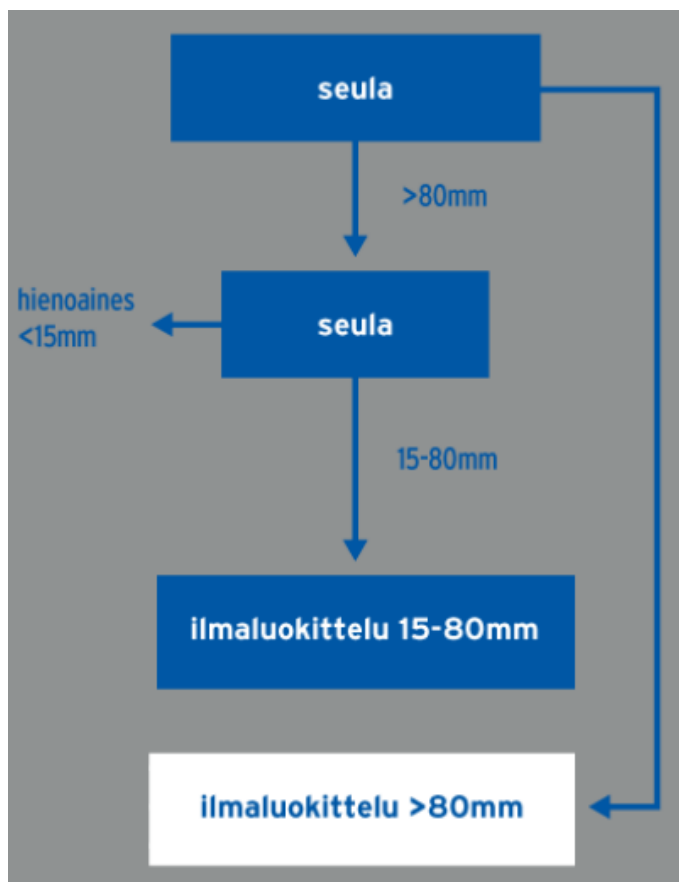
KUVIO 3. Kaavio jätteenjalostuslaitoksen vaiheista. (Kuusakoski 2017)

Kolmannessa vaiheessa murskatusta jätteestä poistetaan rautametallit magneettierotimella, jonka jälkeen raudaton materiaali jatkaa kulkuaan seuralle. (Kuvio 4.)



KUVIO 4. Kaavio jätteenjalostuslaitoksen vaiheista. (Kuusakoski 2017)

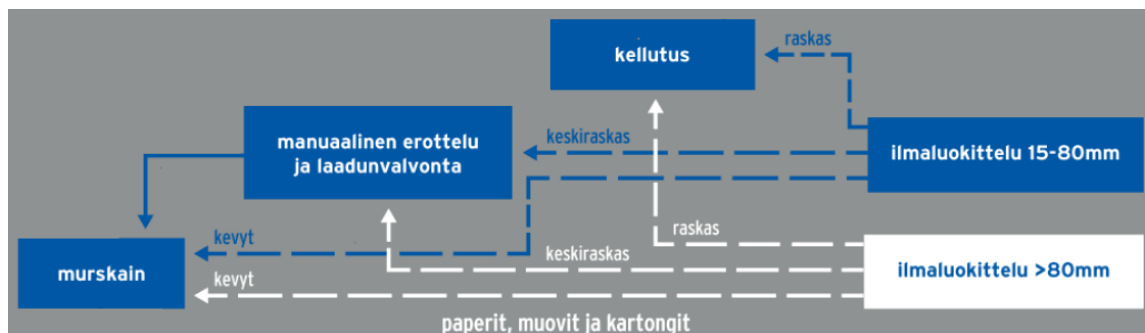
Neljäs vaihe sisältää erilaisia seuloja, joilla jäte lajitellaan kappalekoon mukaisesti kuuteen eri luokkaan raekoon ja painon mukaan. Painoluokat ovat kevyt, keskiraskas ja raskas, kun taas raekokoluokat ovat alle 15 millimetriä, 15 - 80 millimetriä ja yli 80 millimetriä. Seulonnan jälkeen jätteestä on saatu poistettua niin sanottu hienoaines, jonka jälkeen jäte on valmis massalajitteluun. (Kuvio 5.)



KUVIO 5. Kaavio jätteenjalostuslaitoksen vaiheista (Kuusakoski 2017)

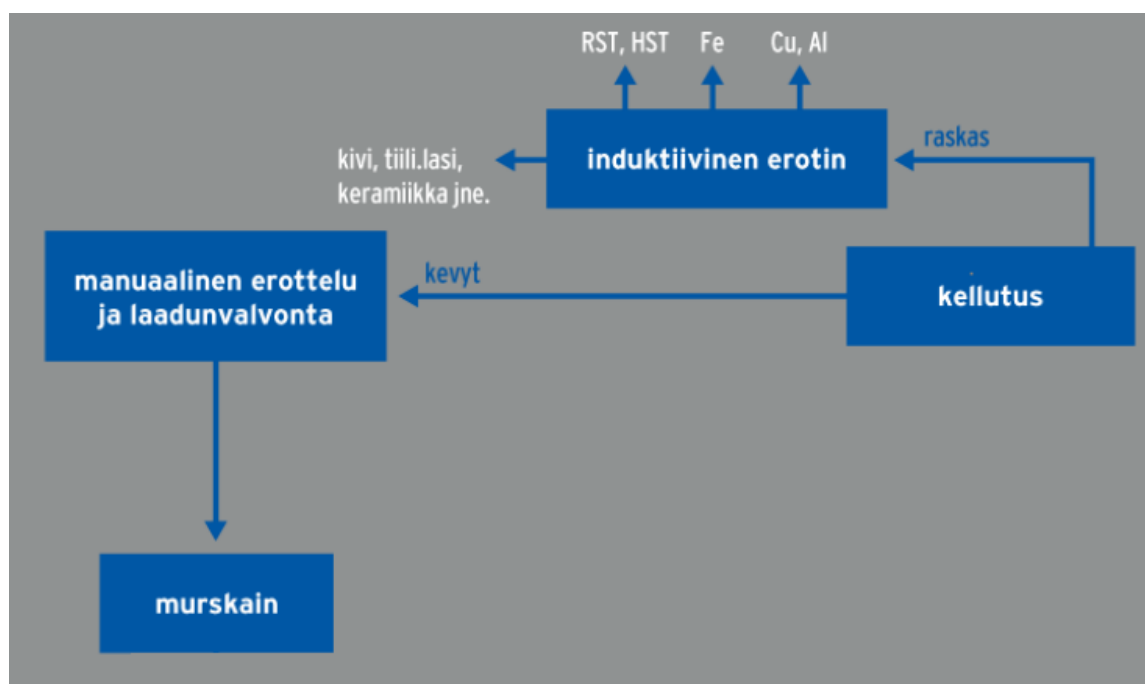
Massalajittelu tapahtuu seulonnan jälkeisillä ilmaluokittelijoilla, jotka jakavat materiaalin kolmeen eri painoluokkaan. Massalajittelun jälkeen materiaali jatkaa matkaansa joko

kellutukseen, manuaaliseen erotteluun tai jälkimurskaimelle riippuen materiaalin kappalekoosta. (Kuvio 6.)



KUVIO 6. Kaavio jätteenjalostuslaitoksen vaiheista (Kuusakoski 2017)

Massalajittelun jälkeisessä kellutuksesta raskas materiaali jatkaa matkaansa induktiiviselle erottimelle, jossa loput jäljelle jääneet metallit erotellaan epäorgaanisesta aineesta. (Kuvio 7.) Kevyt materiaali kulkee kellutuksesta jälkimurskaimelle manuaalisen laadunvalvonnan kautta, jossa jatkojalostukseen kelpaamaton jäte poistetaan henkilövoimin.



KUVIO 7. Kaavio jätteenjalostuslaitoksen vaiheista. (Kuusakoski 2017)

Murskauksen jälkeen SRF-materiaali kulkee vielä pyörrevirtaerottimen läpi, jossa jäljelle jäänyt alumiini saataisiin talteen. Pyörrevirtaerottimelta materiaali jatkaa kulkuaan punnitukseen, jonka jälkeen valmis kierrätyspolttoaine siirretään siirtokuljettimilla energiantuotantoon. (Kuvio 8.)



KUVIO 8. Kaavio jätteenjalostuslaitoksen vaiheista. (Kuusakoski 2017)

3 KIERTOTALOUS

3.1 Kiertotalouden perusteet

Kiertotalous on uudenlainen ajattelu- sekä liiketoimintatapa, jossa yritykset keskittyvät tuotettaviin palveluihin ja ratkaisuihin materiaalin sijasta. Kiertotalous vastaakin aikamme suurimpiin huolenaiheisiin, ilmastonmuutokseen, luonnonvarojen ehtymiseen ja jätesaasteeseen.

Kiertotalous on tulevaisuuden toimintatapa, koska maapallon kantokyky on rajallinen ja globaalikulutus on koko ajan kasvussa. Tällä hetkellä ihmiskunta tarvitsisi noin 1,6 maapalloa kulutuksensa kattamiseen. Väestön ennustetaan kasvavan seitsemästä miljardista kahdeksaan miljardiin 15 seuraavan vuoden aikana. Samassa ajassa keskiluokan, eli palveluita ja materiaalia kuluttavan väestön ennustetaan kaksinkertaistuvan 2,5 miljardista noin 5 miljardiin. (Elinkeinoelämän keskusliitto 2018.)

Kiertotalouden palvelut tarjoavat erilaisia ratkaisuja luonnonvarojen säästämiseen sekä globaalin kulutuksen vähentämiseen. Kiertotaloudessa pyritään myös keskittymään ja kehittämään elinkaariajattelua, jonka tarkoituksena on pitää tuote mahdollisimman käyttökelpoisena ja hyödynnettävänä koko elinkaarensa ajan.

Kiertotaloutta onkin sanottu talouden ja teollisuuden suurimmaksi murrokseksi, sitten teollistumisen, joka tapahtui 1700- ja 1800-lukujen aikana.

Kiertotalouden prosessien ja palveluiden kehittymisen myötä kaatopaikalle sijoitetaan enää vain jatkokäyttöön kelpaamaton jäte. Kaikki ylijäämämateriaali sekä jäte pidetään mukana käyttökierrossa niin kauan kuin ne ovat vain hyödynnettävissä. Tavoitteena onkin saada luotua niin sanottuja ”suljetun kierron” –järjestelmiä, joissa hukkaenergiaa tai jätettä ei synny.

Kiertotalous on jo vaikuttanutkin maailmanlaajuisesti erilaisiin lainsäädäntöihin. Esimerkiksi Euroopan unioni on määrännyt kiertotalouspaketista, joka sisältää toimeenpanosuunnitelman liittyen muun muassa jätesäädöksiin, toimenpiteisiin ja aikatauluun.

3.2 Kiertotalous Suomessa

Kiertotalouden merkitys on ymmärretty Suomessa, minkä vuoksi toimintatapoja sekä lainsäädäntöä onkin alettu muuttaa kyseisen toimintamallin mukaiseksi.

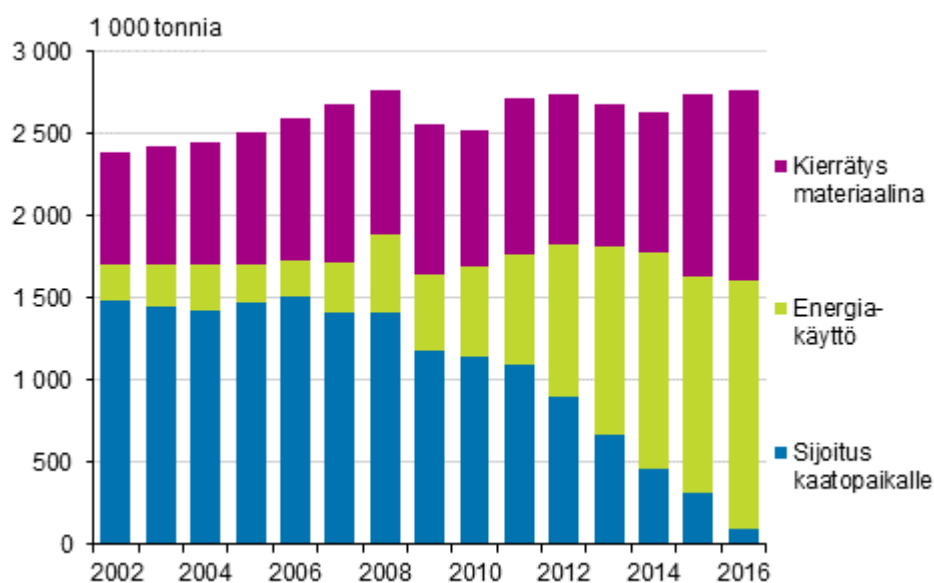
Suomi onkin jo saavuttanut EU:n vuoteen 2020 asetetut ilmastotavoitteet.

Suurimmat kiertotalouteen liittyvät muutokset Suomessa keskittyvät sähköenergian tuottamiseen sekä jätteiden käsittelyyn.

Suomessa muutos jätteenkäsittelyssä alkoi näkymään noin vuonna 2003 kierrätettävän materiaalin osuuden kasvaessa. Merkittävin muutos tapahtui vuonna 2007, kun jätteen energiakäyttöä nostettiin ja samalla kaatopaikalle sijoittamista aloitettiin vähentämään. Jätteen kierrätys- ja energiakäyttö onkin noussut vuosien 2006-2016 välillä noin 1250 tonnista noin 2600 tonniin. (Kuvio 9.)

Suomessa fossiilisen tuontienergian määrää on laskettu huomattavasti ja sitä onkin korvattu muun muassa uusituvalla kotimaisella bioenergialla sekä kierrätyspolttoaineilla. Uusiutuva bioenergia kattaa puuperäiset polttoaineet, biomassapolttoaineet, biokaasun sekä jätteiden biohajoavan osan.

Vuonna 2016 uusiutuvan energian osuus käytetystä kokonaisenergiasta oli 34 prosenttia. 2015 metsähaketta käytettiin energian tuotantoon 7,3 miljoonaa kuutiometriä, jolla saavutettiin noin 14,4 terawattitunnin energiantuotto. Vuodelle 2020 asetettuna tavoitteena onkin nostaa metsähakkeen käyttö 13 miljoonaan kuutiometriin ja 25 terawattituntiin. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2018.)



KUVIO 9. Jätteenkäsittely Suomessa vuosina 2002-2016 (Tilastokeskus 2018)

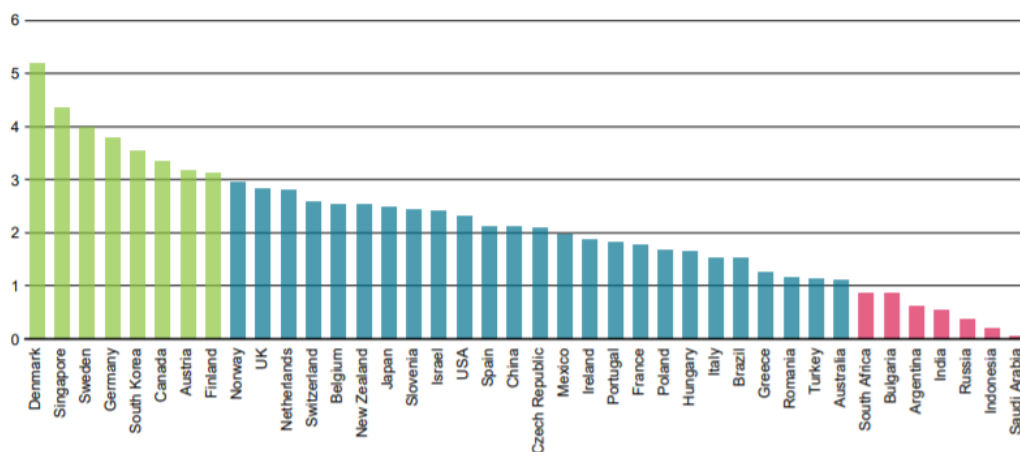
3.3 Cleantech

Cleantech on kiertotalouteen liittyvä termi, joka viittaa ympäristökuormitusta pienentävään teknologiaan, prosesseihin ja ratkaisuihin. Cleantech-ratkaisut vähentävät ympäristön kuormitusta monin eri tavoin.

Cleantech-termiä alettu käyttämään 2000-luvulla, ja se on johdettu englannin kielen sanoista ”clean technology”, jotka tarkoittavat ”puhdasta teknologiaa”. Nykyään cleantech-termiä käytetään kaikista tuotteista ja palveluista, jotka kuluttavat luonnonvaroja vähemmän kuin vaihtoehtoiset ratkaisut.

Maailmanlaajuisesti cleantech on erittäin voimakkaasti kasvava liiketoiminnan ala. Suurimpia markkina-alueita ovat olleet Kiina, Intia, Venäjä sekä Saksa.

Suomi sijoittuu cleantech-alan kärkimaihin ja on yksi eniten uusi alan innovaatioita kehittävä maa. (Kuvio 10.) Suomen cleantech-yrityksissä työskentelee 50 000 – 60 000 työntekijää, mutta Suomen työ- ja elinkeinoministeriön tavoitteena on kasvattaa työntekijä määrää lähes 100000: teen vuoteen 2020 mennessä. Cleantech-alan liikevaihto vuonna 2012 oli noin 25 miljardia euroa, kasvaen 15% vuodesta 2011. Työ- ja elinkeinoministeriö on asettanut myös tavoitteen liikevaihdon kasvulle 50 miljardiin euroon vuoteen 2020 mennessä. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2018.)



KUVIO 10. Cleantech-alan innovaatiot maakohtaisesti vuonna (WWF 2017)

4 YLIKUORMITUSONGELMA

4.1 Ongelman määrittely

Poistokuljettimen ylikuormitusongelma aiheutuu epätasaisesta materiaalivirrasta, etenkin kevyillä, helposti pakkautuvilla materiaaleilla. Epätasaisen materiaalivirran suurin syy on poistokuljetinta edeltävä punnituslaite, jossa linjan läpikulkeva SRF-materiaali punnitaan.

Punnituslaite koostuu kahdesta tyhjennyskuljettimesta sekä kahdesta punnitusasemasta, joihin jatkuvaa materiaalivirtaa ohjataan vuorotellen.

Kyseistä ongelmaa on yritetty korjata jo aikaisemmin muun muassa punnitusaseman tyhjennysluukun aukaisunopeutta säätämällä, tyhjennyskuljettimien nopeutta sekä kiihdytysramppeja säätämällä ja lisäämällä punnitussäiliön täyttöastetta valvovat optiset anturit.

Lahden Ekoparkin tuotantolaitos toimii normaalisti kahdessa vuorossa ja vuorojen aikana tuotannollisen toiminnan tulisi olla jatkuvaa.

Ongelmasta koituu Kuusakoski Oy:lle kahdenlaista tulonmenetystä, kunnossapito-/korjauskustannuksia sekä kierrätyspolttoaineen toimitusongelmista johtuvaa myyntitulon menetystä.

4.1.1 Jalostusmateriaalista aiheutuvat ongelmat

Jalostusmateriaalin koostumus vaihtelee suuresti jalostettavasta jätteestä riippuen. Kokonaismäärällisesti jalostettavasta jätteestä 65% on rakennusosalta tulevaa rakennus- ja purkujätettä ja 35% kaupoilta ja teollisuudesta tulevaa energijätettä. Eri jätteiden suhde ei kuitenkaan pysy koko ajan vakiona, vaan saattaa vaihdella lähes nollostasataan prosenttiin.

Suurimmat ongelmat aiheutuvat, kun jäte on suurimmilta osin energijätettä, sisältäen kuitenkin myös erittäin sitkeitä rakennusjätteen materiaaleja, kuten vesivaneria. Energijäte on myös erittäin kevyttä noin 160 kg/m³, joilloin ongelmat alkavat jo punnituslaitteessa. Punnituslaitteen kammion tilavuus on vakio, ja punnitusannokselle on asetettu vakio kilomäärä, jonka täytyessä punnituskammio tyhjennetään. Kun käsiteltävän jätteen tiheys pienenee, sama massa vaatii paljon enemmän tilaa. Tämä taas aiheuttaa ongelmia kuljetinruuville, sillä tilavuudeltaan liian suuren annoksen syöttäminen poistokuljettimelle nostaa huomattavasti ruviputken tukkeutumisen riskiä.

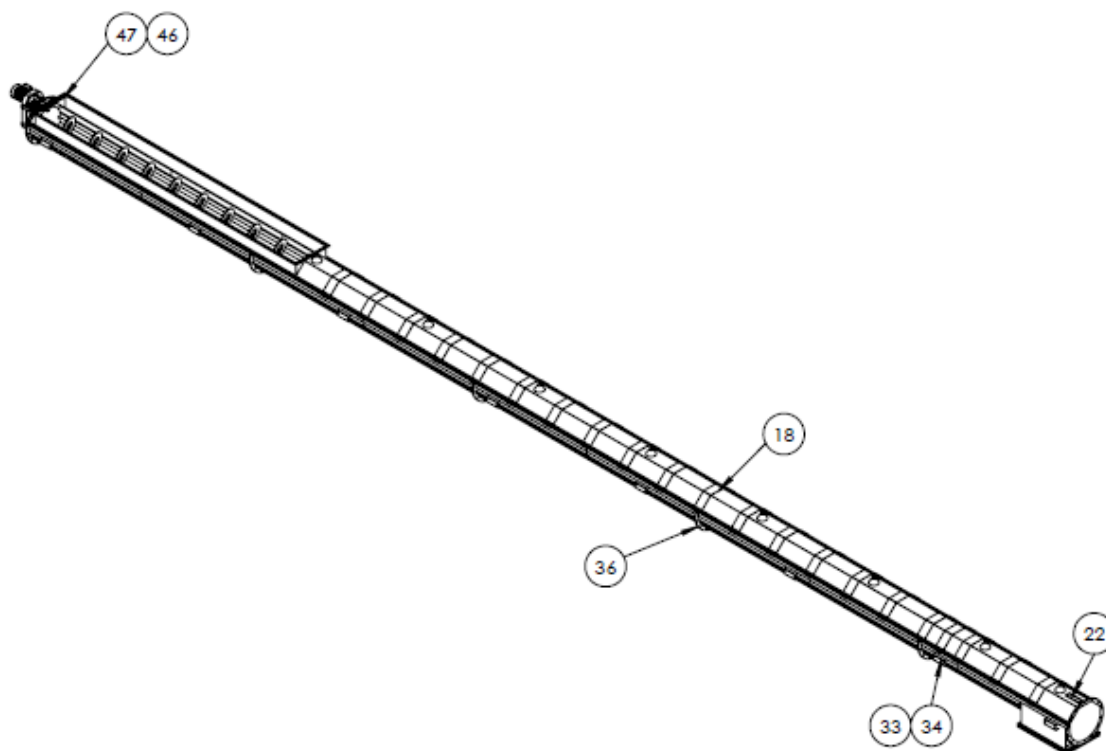
Tämä jätteen tiheydestä aiheutuva ongelma on huomattu jo aikaisemmin ja tästä syystä punnituslaitteen kammioihin on lisätty täyttymistä valvovat anturit. Anturien olisi tarkoitus

tyhjentää kammio ennen tavoitekilomäärän täyttymistä, mikäli jätekeko kasvaa kammiossa liian suureksi. Kammiossa leijailee kuitenkin jatkuvasti pölyä, sillä murskausvaiheessa syntyy erittäin hienojakoista ainesta, jota ei kuitenkaan kokonaan saada poistettua SRF-jätteestä. Anturit eivät kuitenkaan toimi pölyisessä ympäristössä ja näin ollen aiheuttavat niin sanotusti ylimääräisiä tyhjennyksiä. Ylimääräiset tyhjennykset taas laskevat linjan kapasiteettia, joten niitä pyritään välttämään. Tästä syystä anturit ovat tällä hetkellä pois käytöstä.

4.1.2 Laitteiston tekniset ongelmat

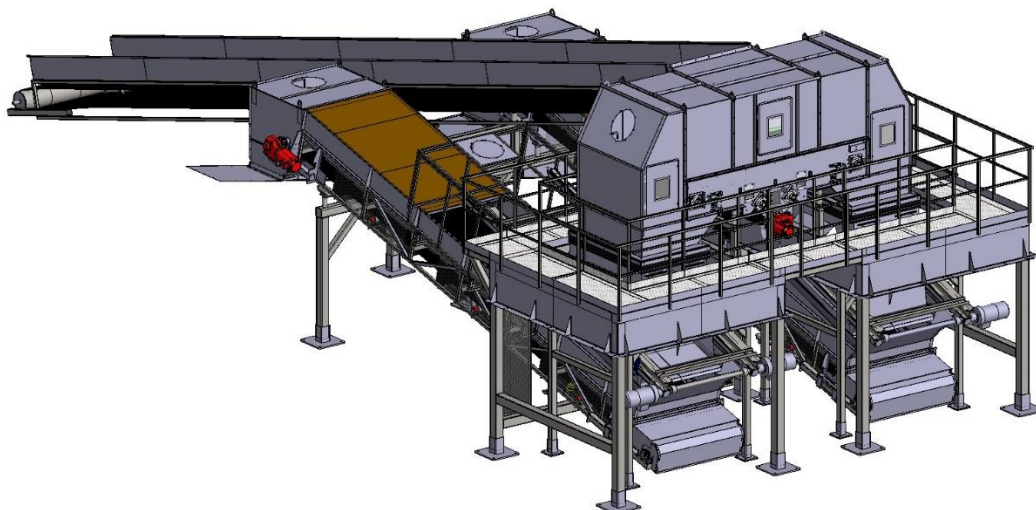
Siirrettävien materiaalin ominaisuuksien aiheuttamien ongelmien lisäksi laitteistossa on myös teknisesti sellaisia ratkaisuja, jotka osaltaan edesauttavat ongelmien syntymistä.

Siirtokuljettimen tyypiksi on valittu keskiakseliton ruuvikuljetin (kuva 7), joka jo itsessään ei ole kovin hyvin soveltuva kiinteään kierrätyspolttoaineen siirtoon. Valmiin materiaalin siirtoon käytetään viittä keskiakselitonta ruuvikuljetinta, joiden yhteispituus on hieman yli sata metriä. Kuljettimien suuren pituuden ja keskiakselittomien ruuvien korkean kuluvuuden vuoksi jo pelkät kunnossapitokustannukset kasvavat suuriksi.



KUVIO 11. Koonpanokuva siirtolinjan ensimmäisestä ruuvikuljettimesta. (Kuusakoski 2018)

Punnituslaitteessa (kuvio 11) on kaksi punnituskammiota, joilta molemmilta kulkee oma tyhjennyskuljetin ruuvikuljettimelle. Tästä johtuen ruuvikuljettimella on kaksi eri kohdissa sijaitsevaa syöttöaukkoa, minkä vuoksi on mahdollista, että kaksi punnitusannosta syötetään samaan kohtaan ruuvia.



KUVIO 12. 3D-malli punnitusasemasta syöttö- ja poistokuljettimineen. (Kuusakoski 2017)

4.2 Suunnitelman laatiminen

Suunnitelmana oli tehdä tutkimusta ratkaisuista, joilla kyseistä ongelmaa voitaisiin lievittää tai poistaa se kokonaan. Tutkimustulosten perusteella laadittiin tutkimusraportti, jossa esitellään parhaimmat ja hintalaadukkaimmat vaihtoehdot.

Ratkaisuvaihtoehtoja pyrittiin löytämään linjan toimintaa seuraamalla, sekä perehtymällä punnitusaseman teknisiin dokumentteihin, jotta kyettäisiin löytämään kohteet ja toiminnot, joiden tehokkuutta voisi optimoida.

Suunnitelman ensimmäinen vaihe oli tutustua linjan teknisiin dokumentteihin, jotta linjan laitteistosta saataisiin heti tarpeeksi kattava kuva ja näin havaintojen teko voitaisiin aloittaa tehokkaasti.

Toiseen vaiheeseen kuului oma havainnointi sekä työntekijöiden haastattelu.

Kolmannessa vaiheessa oli tarkoitus tutustua aiheeseen liittyvään kirjallisuuteen sekä tutkimuksiin.

Teoriaan tutustumisen jälkeen palattaisiin vielä tekemään havainnointia linjan toiminnasta ja kerättäisiin vielä lisää aineistoa, jonka jälkeen ongelmanratkaisuja olisi helppo kartoittaa.

4.3 Ratkaisujen tutkiminen

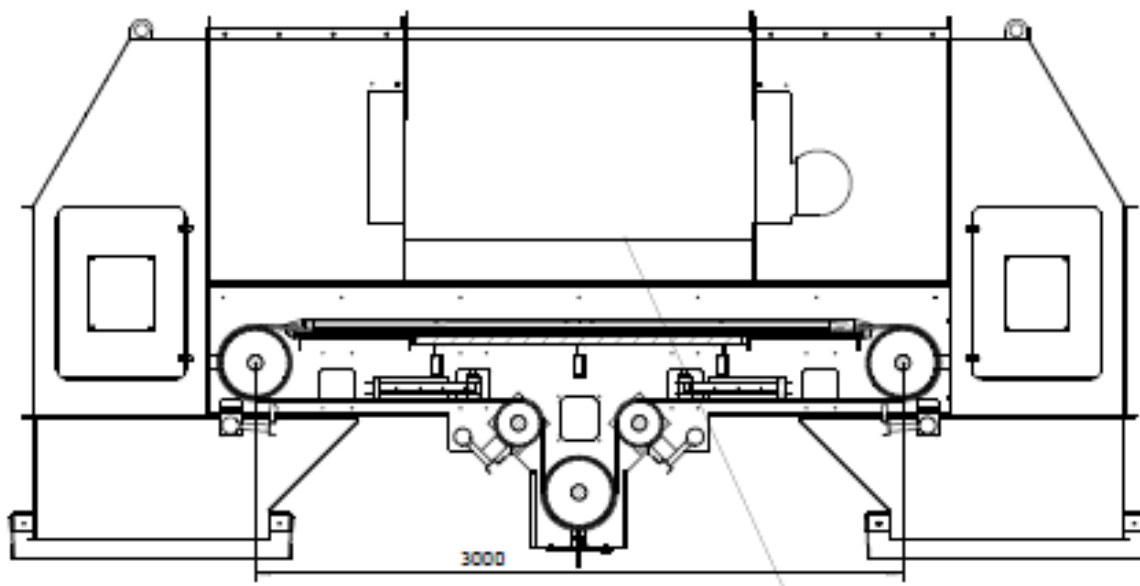
Tutkimuksen tuloksellisesti merkittävin osa oli vuorovastaavien haastattelu, sillä heidän ammattitaitonsa ja vuosien kokemuksen perusteella pystyin tehostamaan omaa työskentelyäni keskittymällä kehitystyön kannalta olennaisiin asioihin. Myös kuljetintekniikan asiantuntijoiden kanssa käyty keskustelu auttoi kovasti ratkaisujen valinnassa.

Tutkimus toteutettiin pitkälti samalla mallilla, kuin oli suunniteltukin.

Helpon ratkaisu olisi ollut punnitusaseman sekvenssiaikojen muuttaminen toisiinsa nähden sopiviksi niin, että materiaalivirta olisi koko ajan tasaista ja jatkuvaa. Tätä ei kuitenkaan voida toteuttaa, sillä tämä aiheuttaisi kapasiteetin laskua, josta taas aiheutuisi taloudellisia tappioita Kuusakoski Oy:lle.

4.4 Ratkaisuja ongelmaan

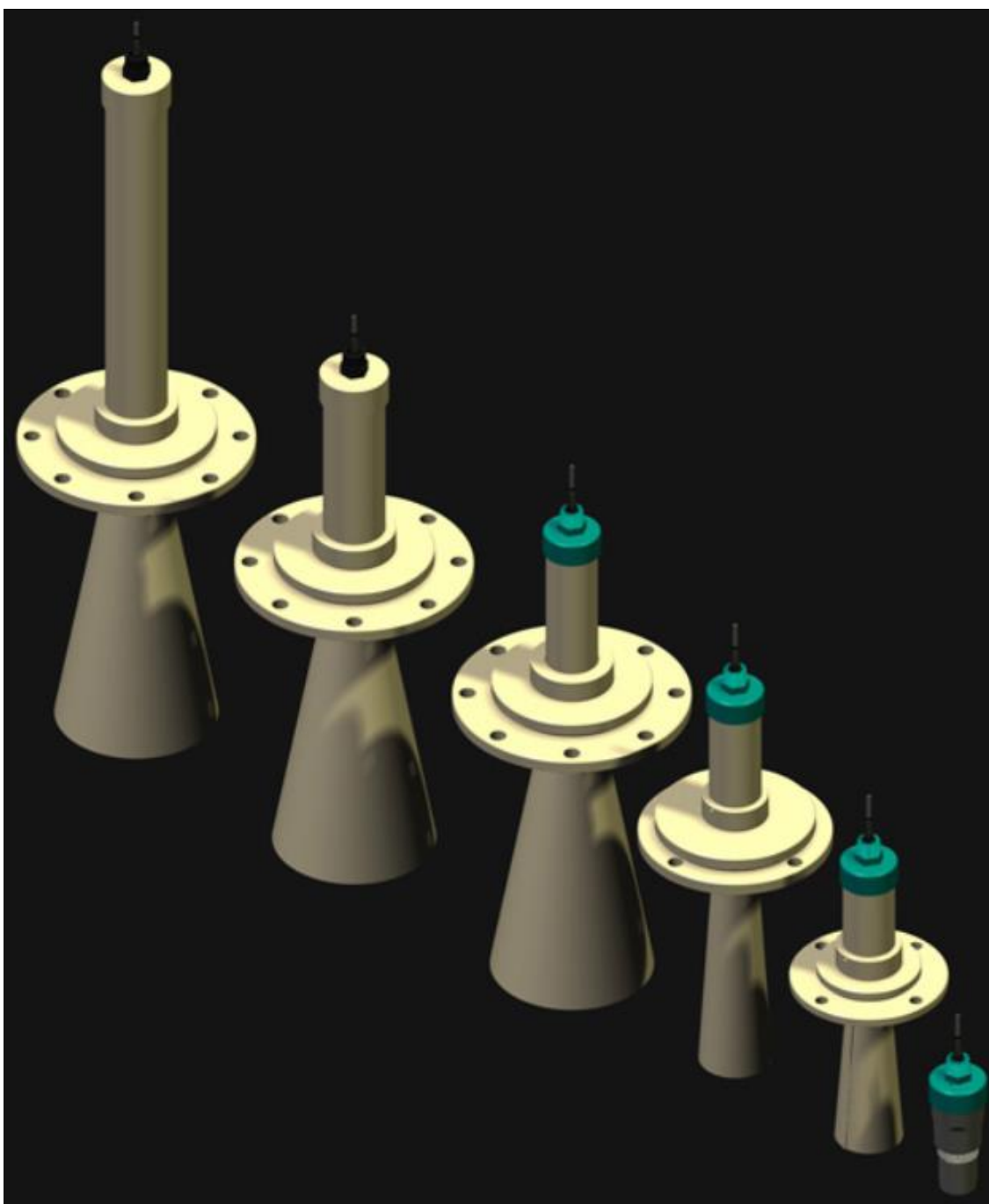
Laitteen toimintaa tutkittaessa huomattiin, että täyttöastetta valvovat optiset anturit eivät toimi suunnitellusti. Punnitusäiliöön (kuva 9) tuleva SRF-jäte on osittain niin hienojakoista, että säiliössä leijuu valtava määrä pölyä, joka taas kertyy nykyisten anturien pintaan estäen niiden normaalin toiminnan.



KUVIO 13. Leikkauskuva punnitusaseman jakohihnasta ja punnituskammioiden yläosasta.)

Pinnanmittauslaitteisiin perehtymällä selvisi, että pinnanmittauksessa voidaan käyttää myös ultraääniantureita tai matalampiin taajuuksiin perustuvia akustisia antureita. Näistä jälkimmäinen soveltuu erityisen hyvin tiloihin, joissa pölymäärä on suuri, eikä edes anturin pintaan kertyvä kiintoaine vääristä mittaustulosta (Kuukkanen 2018).

Akustinen anturi (kuvio 13) lähettää erittäin suuri tehoisia, ihmisen kuuloalueella olevia signaaleja, jotka heijastuvat mitattavasta pinnasta. Matalataajuiset signaalit pystyvät läpäisemään mittaustien pienillä häviöillä, joten näin ollen esimerkiksi voimakas pölykään ei häiritse mittaustulosta. Anturin mittauspää toimii bassokaiuttimen tapaan, joka myös osaltaan pitää anturin puhtaampana. (Kuukkanen 2018.)



KUVIO 14. Kuva Hawk-nimisen valmistajan akustisista antureista. (Stig-Wahlström 2009)

Toinen ratkaisu löydettiin punnitusaseman sekvenssiaikoja tutkimalla. Punnitusvaiheen jälkeen punnitustilan luukku avataan, jolloin punnittava jäte putoaa siirtokuljettimelle. Punnitustilan luukku aukeaa vakionopeudella, mutta sen toimintaa voisi tehostaa nopeuttamalla avautumisen alkuvaihetta. Koska jäte on hieman pakkautuvaa, punnitustila alkaa tyhjäntyä vasta, kun luukku on avautunut lähes puoleen väliin. Näin ollen luukun avautumisen alkuvaihe on aivan turhaa odottelua.

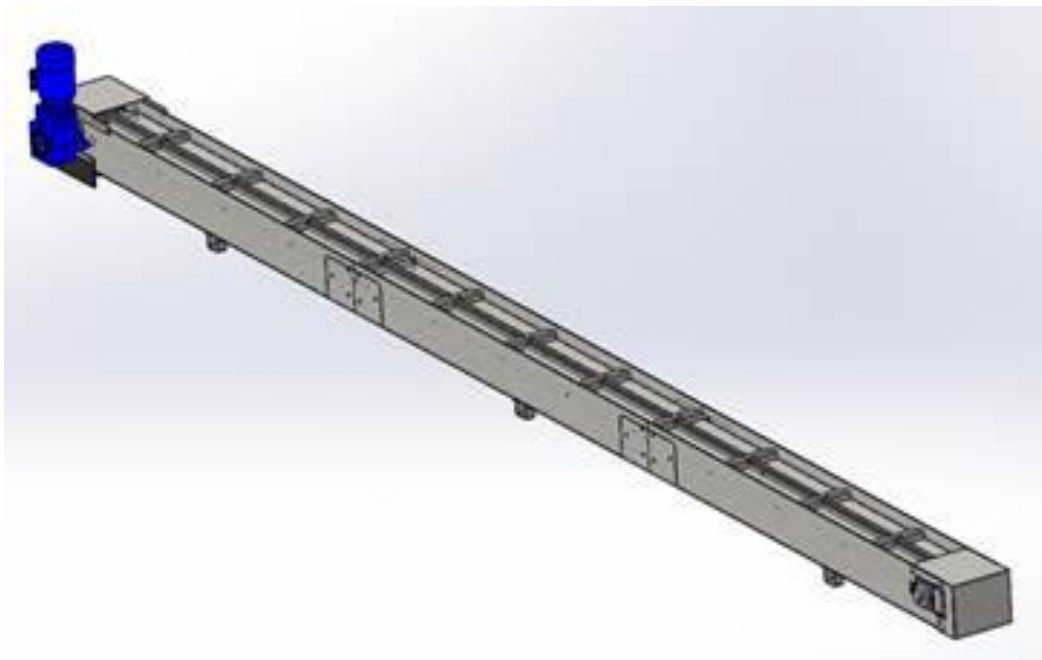
Kolmas ratkaisu olisi muuttaa punnituksen jälkeinen siirtoruuvi toisen tyyppiseksi kuljettimeksi, kuten esimerkiksi hihnakuljettimeksi. Hihna- kuljettimeen voisi asentaa ohjaimet, jotka levittäisivät kuljettimella olevat keot tasaisesti kuljettimelle. Hihnakuljettimella ei myöskään voisi tapahtua suuresta materiaalmäärästä johtuvaa mekaanista juuttumista, toisin kuin ruuvikuljettimella.

Oikean tyyppisen kuljettimen kartoittamiseksi perehdyin kuljetintekniikkaan ja lisäksi lähetin kyselyitä eri kuljetinvalmistajille, jotta aineistoon saataisiin monia asiantuntijoiden näkemyksiä.

Kaikki kyselyyn vastanneista ehdottivat sopivaksi kuljetintyypiksi joko hihnakuljetinta, tai kolakuljetinta (kuva 11).

Keskusteluissa nousi myös esille asioita, joiden takia myös hihnakuljettimen sopivuutta epäiltiin.

Mikäli mainitsemassasi energijätteessä on mukana paljon esimerkiksi puunsäleitä tai muita mahdollisesti kumimatolle haitallisia kappaleita, voitaisiin tarkoitukseen soveltaa myös kolakuljetinta, joka on rakenteeltaan huomattavasti jykevämpi. Kumimatolle haitallisella kappaleella tarkoitan mitä tahansa sellaista, joka voi viiltää tai lävistää maton jäädessään jumiin tai tippuessaan kuljettimelle. (Ala-Luhtala 2018)



KUVIO 15. Eräs näkemys käyttöön soveltuvasta kolakuljettimesta. (MA-Tech 2018.)

Neljäs ratkaisu olisi muuttaa ruvikuljettimen täyttö yhteen pisteeseen, sillä tämän hetkinen ratkaisu aiheuttaa suurta kuormituksen vaihtelua ruvikuljettimelle. Tällä hetkellä punnitusaseman molemmilta puolilta siirtoruuville lähtevillä kuljettimilla on oma tyhjennyspiste ja tämän seurauksena ruvikuljettimen samaan kohtaan saattaa ajoittain tulla kaksikin punnitusannos, joka taas saattaa tukkia ruuvin putken ja aiheuttaa ruuvin katkeamisen.

5 YHTEENVETO

5.1 Ongelma

Valmiin SRF-jätteen, eli kierrätyspolttoaineen siirtoon käytettävän ruuvikuljettimen materiaalivirta on epätasainen. Tästä syystä kuljettimen siirtoruuville aiheutuu huomattavaa kuormituksen vaihtelua, ruuvikuljettimen putki saattaa myös tukkiintua ajoittain.

Ongelman aiheuttajat voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan. Jalostusmateriaalista johtuviin ongelmiin, sekä teknisistä ratkaisuista johtuviin ongelmiin.

Jalostusmateriaalista johtuvat ongelmat aiheutuvat muun muassa SRF-jätteen matalasta tiheydestä, 160-300 kg/m³, sekä sitkeitä ja helposti pakkautuvia materiaaleja sisältävästä koostumuksesta.

Teknisistä ratkaisuista johtuvat ongelmat taas ovat syntyneet jo laitteiston suunnitteluvaiheessa, kun suunniteltujen laitteiden tyypeiksi on valittu tähän käyttöön huonosti soveltuvia ratkaisuja.

5.2 Ratkaisu

Ongelman ratkaisuksi mietittiin useita eri tyyppisiä ja eri hintaluokan ratkaisuja. Ratkaisut pyrittiin rajaamaan mahdollisimman helposti toteutettavaksi, jotta ne olisi myös mahdollista toteuttaa.

Mahdollisten ratkaisujen selvittämiseksi tutkimuksen aineistosta pyrittiin saamaan tarpeeksi kattava ja laaja.

Lopulta aineisto muodostettiin

- omista havainnoista sekä videomateriaalista
- haastatteluista
- teknisistä dokumenteista
- kuljetinvalmistajien yhteenvedoista ja mielipiteistä

5.3 Ratkaisut kustannusjärjestyksessä

Halvin ratkaisu olisi punnitusannoksen koon rajoittaminen punnitusaseman kammioiden täyttymistä valvovilla, käyttöympäristöön soveltuvilla antureilla, koska materiaalin määrällä on suuri merkitys ongelman syntyemisessä. Tämä on ainoa ratkaisu, joka ei varsinaisesti vaadi mekaanisia muutoksia.

Seuraavat ratkaisut sisältäisivät mekaanisia muutostöitä. Muutokset kohdistuvat punnitusaseman jälkeisiin kuljettimiin. Kustannusjärjestyksessä seuraava ratkaisu olisi rakenteellinen muutos ruuvikuljettimeen niin, että molemmat punnitusaseman kammioita purkavat kuljettimet syöttävät materiaalin samaan ruuvikuljettimen pisteeseen.

Kalleimmat vaihtoehdot olisivat suoraan ongelmaa aiheuttavien ruuvikuljettimien muutostyöt. Ruuvikuljettimien muutoksista edullisempi vaihtoehto olisi ensimmäisen ruuvikuljettimen muuttaminen toisen tyyppiseksi kuljettimeksi. Hihna- tai kolakuljetin olisi asiantuntijoiden mukaan paras vaihtoehto. Kalleimmassa vaihtoehdossa kaikki Lahti Energialle menevät kuljettimet muutettaisiin toisen tyyppiseksi kuljettimiksi. Tämä olisi kuitenkin erittäin suuri investointi, joka vaatii paljon aikaa vieviä muutostöitä ja aiheuttaisi viikkojen seisokin kierrätyspolttoaineiden toimitukselle.

LÄHTEET

Ala-Luhtala, A. 2018. Suunnitteluinsinööri. MA-Tech Oy. Sähköpostikeskustelu 04.05.2018

Elinkeinoelämän keskusliitto 2018. Mikä ihmeen kiertotalous? [viitattu 15.10.18] Saatavissa: <https://ek.fi/syty-kiertotaloudesta/mika-ihmeen-kiertotalous/>

Koivisto, K. 2017. Kuljetintekniikka. Helsinki, Suomi. BoD - Books On Demand

Kuukkanen, E.P. 2018. Aluepäällikkö. Stig-Walhström Oy. Haastattelu 10.01.2018

MJV-Sähkö Oy. 2018 [viitattu 23.04.2018] Saatavissa: <http://www.mjv-sahko.fi/fi/yri-tys.html>

Stig-Walhström Oy 2009. SULTAN - akustiikkaa pinnanvalvontaan ja muihin sovelluksiin. [Viitattu 22.5.18] Saatavissa: https://www.swoy.fi/images/pdf/mittaus-uutiset/Hantor-Sanommat_nr_4_2008.pdf

Tilastokeskus. Jätetilasto 2016. [viitattu 20.5.18] Saatavissa: https://www.stat.fi/til/jate/2016/13/jate_2016_13_2018-01-15_fi.pdf

Työ- ja elinkeinoministeriö. Biotalous ja puhtaat ratkaisut. [viitattu 26.10.18] Saatavissa: <https://tem.fi/biotalous-ja-puhtaat-ratkaisut>

Työ- ja elinkeinoministeriö. Energia- ja ilmastotavoitteet strategiатыön taustalla. [viitattu 7.10.18] Saatavissa: <https://tem.fi/energia-ja-ilmastotavoitteet>

Tärylaite Oy. 2018 [viitattu 14.5.2018] Saatavissa: <https://www.tarylaite.fi/tuotteet/tary-sovellukset/tarykuljettimet/>

Valjento, T. 2017. Tuotantopäällikkö. Ekopark. Kuusakoski Oy. Palaveri 01.12.2017

WWF 2018. The Global Cleantech Innovation Index 2017. [viitattu 20.08.18] Saatavissa: <https://wwf.fi/mediabank/9906.pdf>

Yrityskertomus 2017 Kuusakoski Recycling. Kuusakoski. 2017. [viitattu 07.12.2017]. Saatavissa: <https://www.kuusakoski.com/fi/finland/#/yritys/yritys/historia>