



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Asta Hirvonen

# Maalitehtaan jätevirtojen kartoitus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

14.1.2019

Tekijä Otsikko	Asta Hirvonen Maalitehtaan jätevirtojen kartoitus
Sivumäärä Aika	42 sivua + 2 liitettä 14.1.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine	Materiaali- ja pinnoitetekniikka
Ohjaajat	Lehtori Juha Kotamies Ympäristöasiantuntija Laura Kosonen (DI)
<p>Insinööriyössä selvityksen kohteena olivat maalitehtaassa syntyvät sivu- ja jätevirrat sekä siihen liittyvät toimenpiteet ja kehitysmahdollisuudet. Lisäksi työssä tutustuttiin kiertotalouden tuomiin mahdollisuuksiin ja lainsäädännöllisiin ympäristövelvollisuuksiin Suomessa. Työ tehtiin kotimaiselle maalinvalmistajalle Teknos Oy:lle, jolla on Suomessa kaksi tehdasta.</p> <p>Toteutus oli pääsääntöisesti kirjallisuustutkimusta ja olemassa olevien jätetilastojen analysointia, mutta myös käytännönläheistä tuotannontarkkailua ja työntekijöiden haastattelua sisältyi työhön. Kirjallisuustutkimuksen ja tuotannontarkkailun avulla haluttiin saada selkeä kokonaiskuva eri sivuvirroista sekä jätejakeista ja määristä, joita maalinvalmistusprosessin aikana syntyy. Jotta pysyttäisiin insinööriyön laajuuden rajoissa, työ rajattiin kattamaan ainoastaan nestemaalituotannosta syntyviä jätteitä eli jauhemaalien valmistus jätettiin kokonaan huomiotta. Tuloksina kirjallisuustutkimuksesta, haastatteluista ja tuotannontarkkailusta saatiin kattava näkemys tuotannon jätteistä ja sivuvirroista.</p> <p>Päätavoitteena työssä on muodostaa konkreettinen kartta jätevirroista. Kartan toivotaan auttavan tulevaisuudessa eri työryhmiä ymmärtämään ja kehittämään nestemaalituotannossa syntyvien jätteiden määriä sekä laatua ja niiden jätteenkäsittelytoimenpiteitä. Kartta pyrittiin tekemään ymmärrettäväksi kaikille, jotka aiheen kanssa työskentelevät ja ovat halukkaita kehittämään yhteiskuntaa enemmän kiertotalouden suuntaan. Lopputuloksena karttoja tuli kaksi erillistä esitettynä liitteissä 1 ja 2, koska niitä ei saatu järkevästi yhdistettyä samaan.</p> <p>Työssä toissijaisena tavoitteena oli löytää yritykselle mahdollisia kehitysideoita jätteenkäsittelytoiminnassa. Tutkittujen tehtaiden toiminnassa oli selvästi kehitetty materiaalihokkuutta aiemminkin, joten kehittäminen ei ollut yksinkertaista. Kehityksenä tilaajayritykselle ehdotetaan muovikierrätyksen lisäämistä mahdollisuuksien mukaan, teollisten symbioosien luomista ja kehittyneemmän raaka-aineseurantajärjestelmän luomista.</p>	
Avainsanat	kiertotalous, jätevirrat, sivuvirrat, kartoitus, ympäristö

Author Title	Asta Hirvonen Waste flow mapping in paint manufacturing
Number of Pages Date	42 pages + 2 appendices 14 January 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Chemical Engineering
Professional Major	Materials and Surface Treatment Technology
Instructors	Juha Kotamies, Senior Lecturer Laura Kosonen, Environment Specialist, M.Sc. (Tech)
<p>The aim of the thesis was to map the side- and waste streams in paint manufacturing and the related operations and search for development possibilities. In addition, the potential of the circular economy and the legally imposed environmental obligations in Finland were also studied. The thesis was commissioned for a domestic paint manufacturer Teknos Oy, which has two factories in Finland.</p> <p>The thesis project was primarily a literature research and analysis of existing waste statistics, but also practical production observation and employee interviewing were included in the project. The purpose of literature research and production observation was desired to obtain a clear overall picture of the various waste fractions and the quantities produced during the paint manufacturing process.</p> <p>The project was limited to covering only liquid paint production wastes and side streams to stay within the scope of the thesis. Powder coating manufacturing was ignored. As a result of the literature research, interviews and production observations, a comprehensive view of production waste was gained.</p> <p>The main goal was to create a concrete map of side- and waste streams, which would help different working groups in the future to understand and to develop the quantity, quality and treatment measures of waste generated by liquid paint waste production. The map was designed to be understandable to all who work with the subject and are eager to develop society more towards circular economy. As a result two separate maps were made (attachments 1 and 2), because they could not be reasonably combined.</p> <p>The secondary aim of the thesis was to find potential development ideas for the company's waste management procedure. Operations of the investigated factories had clearly improved their material efficiency in the past, so the finding new development ideas was not simple. As an improvement, it is proposed to increase recycling of plastics as much as possible, to create industrial symbiosis and to create a more advanced raw material monitoring system.</p>	
Keywords	circular economy, waste streams, mapping, environment

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Maalinvalmistus ja maalit	2
2.1	Yritysesittely	2
2.2	Maalitehtaan toiminta ja jätteenkäsittely	2
2.2.1	Prosessin kuvaus	3
2.2.2	Jätejakeet ja -lajit	5
2.2.3	Pesuliuottimen tislauk	9
2.3	Maalien koostumus	9
2.3.1	Sideaineet ja liuotteet	10
2.3.2	Pigmentit ja täyteaineet	11
2.3.3	Apuaineet	12
3	Ympäristönäkökulmat	12
3.1	Maaliteollisuuden ympäristöhaasteita	13
3.2	Uusiutuvat ja uusiutumattomat luonnonvarat	14
3.3	Sekundaariset raaka-aineet	15
3.4	Tilaaajayrityksen yritysvastuu ja kestävä kehitys	16
3.4.1	Standardit	17
3.4.2	Recompose-hanke	17
3.4.3	EcoVadis-verkosto	18
3.4.4	EDP (Environmental Product Declaration)	18
3.5	Ympäristölainsäädäntö Suomessa	18
3.5.1	Jätelainsäädäntö	19
3.5.2	Pariisin ilmastopimus	19
3.5.3	Eriyistä huolta aiheuttavat aineet (SVHC)	20
3.6	Kiertotalous Suomessa	21
3.6.1	Kiertotalous nykyaikana	23
3.6.2	Kiertotalouden tavoitteet	23
4	Käytännön osuus – tuotannon tarkastelu	25

4.1	Tarkkailun toteutus	25
4.2	Tarkkailun tulokset	26
5	Kartat tuotannossa syntyvistä sivu- ja jätevirroista	29
5.1	Tarkoitus ja hyödyt	29
5.2	Toteutus	30
6	Tulokset ja tulosten arviointi	31
6.1	Kartoituksen tulokset ja karttojen selostukset	31
6.1.1	Satsaus ja dissolverisekoitus	31
6.1.2	Helmimyllyjauhatus ja loppulisäykset	32
6.1.3	Seulonta ja purkitus	33
6.1.4	Oheistoiminnot	34
6.2	Tulosten vertailu jätehierarkiaan	35
6.3	Tulosten reliabiliteetti	35
6.4	Kehitysideat tulosten perusteella	36
7	Yhteenveto	37
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1. Kartta sivu- ja jätevirroista, liuotinhenteisen maalin valmistaminen	
	Liite 2. Kartta sivu- ja jätevirroista, vesiohenteisen maalin valmistaminen	

## Lyhenteet ja käsitteet

Dispergointi	Dispersing. Kahden toiseensa liukenemattoman aineen sekoittaminen.
Dissolveri	Dissolver. Maalinvalmistusprosessissa käytettävä sekoittaja.
EoW	End of Waste. Ympäristödirektiivin 2008/98/EY määritelmä, milloin jäte ei ole enää jätettä vaan sitä kutsutaan tuotteeksi tai sekundaarisesti raaka-aineeksi.
Flokkulointi	Flocculation. Erotusprosessi, jossa veden sisältämät epäpuhtaudet kootaan yhteen flokkausaineen avulla.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change. Hallitustenvälinen ilmastonmuutospaneeli. Tutkijaryhmä, jonka tehtävänä on analysoida tieteellistä tietoa ilmastonmuutoksesta päätöksentekojen osalta.
Kiertotalous	Circular economy. Uusi talousmalli, jota pidetään vaihtoehtona lineaariselle taloudelle. Kiertotaloudessa raaka-aineita pyritään pitämään kierrossa mahdollisimman kauan ja tehokkaasti.
VOC	Volatile organic compound. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet.

## 1 Johdanto

Luonnonvarat maailmassa ovat kriittisesti vähenemässä ja vuosittainen maailman ylikulutuspäivä on nykyään jo elokuussa. Vallitsevalla toiminnalla ylikulutuksen aiheuttamat ongelmat moninkertaistuvat tulevaisuudessa. Nyt viimeistään jokaisen yrityksen ja yksilön on reagoitava materiaalikulutuksen saralla. Tuotteiden ja energiankulutuksen vähentäminen ei enää riitä. Ellei nykyistä toimintatapaa muuteta, raaka-aineet loppuvat kokonaan. On keksittävä pysyvämpiä ratkaisuja, ja kiertotalouden uskotaan olevan siinä avainasemassa. (Maailman ylikulutuspäivä on tänään 2018.)

Tämän insinööriyön tarkoituksena on kartoittaa maalituotannon sivu- ja jätevirtoja, mikä perustuu tilaajayrityksen haluun tiedostaa omaa materiaalitehokkuuttansa ja sen myötä kehittää toimintaansa kestävämmäksi. Tilaajayrityksenä tälle insinööriyölle on maaliyhtiö Teknos Oy, joka haluaa visuaalisen kuvauksen siitä, mitä yrityksen maalinvalmistusprosessiin menee ja mitä sieltä tulee ulos. Tämän vuoksi kartoitetaan, kuinka paljon raaka-aineita päätyy sivuvirtoihin ja kuinka paljon valmistuksen ohessa syntyy muita jätteitä. Tärkeimpänä prioriteettina tässä insinööriyössä on tehdä mahdollisimman kattava ja luotettava kartta maalituotannon sivu- ja jätevirroista. Toissijaisena tavoitteena on tutkia mahdollisia kehitysehdotuksia jätteenkäsittelyn saralla. Tutkimus aloitetaan tutustumalla maalinvalmistusprosessiin teoriassa, jonka jälkeen syvennytään prosessin eri vaiheisiin eli missä sivuvirtoja ja jätteitä syntyy ja kuinka paljon. Lisäksi tutkitaan kiertotalouden kehittämistä Suomessa. Kolmantena osana tutkimustuloksista muodostetaan yhtenäinen kartta, joka kuvaa eri sivuvirtoja ja jättejakeita sekä niiden laatua. Työ rajataan kattamaan ainoastaan Teknos Oy:n Suomen tehtaita ja niiden nestemaalituotantoja.

Tutkimusmenetelmänä tässä työssä on kirjallisuustutkimus, jota tukee jätetilastojen analysoinnit sekä konkreettinen tuotannon tarkkailu ja siellä tehdyt havainnot. Saatujen tietojen pohjalta muodostetaan kartta maalinvalmistusprosessin aikana muodostuvista sivuvirroista ja jätteistä. Kartoituksen myötä tilaajayrityksen on mahdollista jatkaa oman jätekesittelyn ja -seurannan kehittämistä ja hyödyntää karttaa tässä työkaluna. Kirjallisuustutkimuksessa perehdytään myös maalin erilaisiin raaka-aineisiin, kiertotalouteen ja EU-lainsäädäntöön, jotka vaikuttavat yrityksen mahdollisuuksiin kehittyä entistä vastuullisemmaksi toimijaksi.

## 2 Maalinvalmistus ja maalit

Tässä luvussa eritellään tilaajayritystä ja maalinvalmistusta prosessina. Tämä insinööri-työ keskittyy erityisesti maalinvalmistusprosessissa syntyviin sivuvirtoihin ja jätteisiin ja ne löytyvät eriteltynä luvusta 2.2.2. Olennaisena osana ovat myös maalien sisältämät raaka-aineet, koska niiden järkevillä valinnoilla ja käytöllä voidaan merkittävästi vaikuttaa kestäväen kehityksen edistymistä. Materiaalivalinta on myös lähtötekijänä kiertotalou-  
delle, jota käsitellään tarkemmin luvussa 3.

### 2.1 Yritysesittely

Teknos Oy on vuonna 1948 perustettu suomalainen maalinvalmistaja. Yritys valmistaa erilaisia maali- ja pinnoiteratkaisuja niin teollisuuteen, ammattimaalareille kuin kuluttajille. Toimintaa Teknos Oy:llä on nykyään maailmanlaajuisesti ja yritys työllistää kokonai-  
suudessaan noin 1 800 henkeä. Maalinvalmistus on aloitettu noin 70 vuotta sitten kana-  
lassa Espoon Tuomarilassa. Toiminta siirrettiin Helsingin Pitäjänmäkeen vuonna 1950,  
ja merkittävän kasvun myötä vuonna 1977 valmistui toinen tehdas Rajamäelle. Kansain-  
välistyminen alkoi 1980-luvun loppupuolella yritysostoilla, ja nykyisin Teknos Oy on yksi  
Suomen suurimmista perheyrityksistä. Teknoksella uskotaan menestyksen perustuvan  
asiantuntevaan henkilöstöön ja jatkuvaan tuotekehitykseen. Liiketoiminta perustuu seu-  
raaviin arvoihin: luovuus, sisukkuus ja oikeudenmukaisuus ja yrityksen missiona on  
saada kestävien pinnoiteratkaisujen avulla maailma kestävämpään pidempää. (Teknos lä-  
hikuvassa 2018: 3; Tervetuloa Teknokseen 2016: 2–8.)

### 2.2 Maalitehtaan toiminta ja jätteenkäsittely

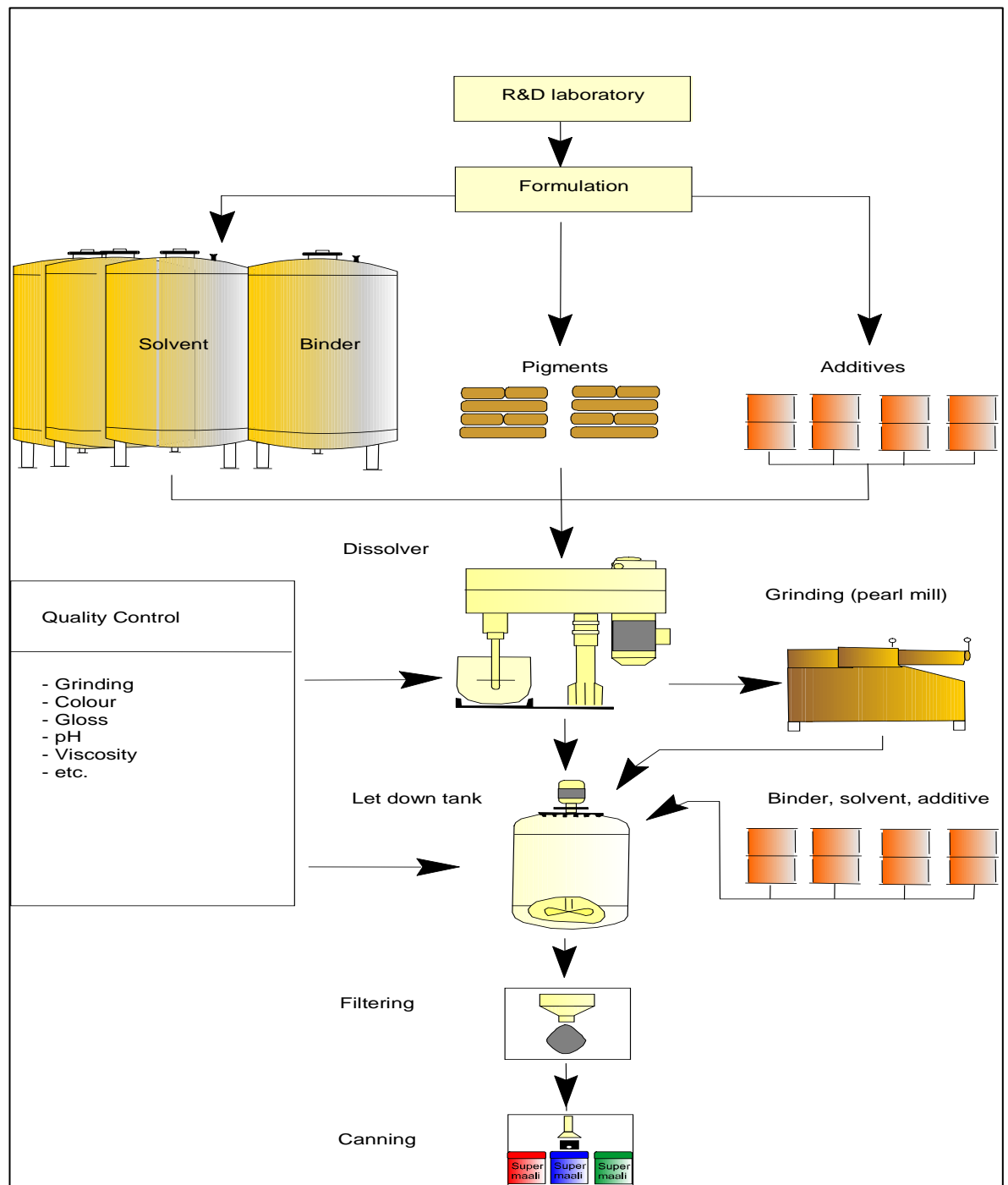
Teknoksen tuotevalikoimaan kuuluu laajasti maaleja ja pinnoiteratkaisuja niin maalaus-  
alan ammattilaisille, kuluttajille kuin teollisuudelle. Teollisuumaaleihin sisältyvät puuteol-  
lisuus-, jauhe- ja metalliteollisuuden märkämaalit sekä erikoispinnoitteet. Yrityksessä us-  
kalletaan luvata, että tuotevalikoimasta löytyy ratkaisu kaikkiin maali- ja pinnoitetarpei-  
siin. (Teknos lähikuvassa 2018: 11.)

Teknosella on Suomessa kaksi tehdasta: Pitäjänmäellä ja Rajamäellä. Pitäjänmäen toimipisteessä valmistetaan liuotinohteisia maaleja ja Rajamäen toimipisteessä puolestaan vesiohteisia maaleja. (Månsson 2018.) Yhteisnimityksenä näistä kahdesta tehdasta käytetään sekä yleisesti että tässä insinööriyössä Teknos tai Teknos Oy.

### 2.2.1 Prosessin kuvaus

Kaikkien nestemaalien valmistusmenetelmät ovat melko samankaltaisia ja perinteinen prosessi on havainnollistettuna kuvassa 1. Tuotekehityksen (R & D laboratory) päätyttyä aloitetaan maalinvalmistus. Ensimmäinen vaihe on esisekoitus (kuvassa 1 nimettynä formulation), jossa valmistetaan niin kutsuttu jauhatuspanos, jolloin sideaineita, liuotteita, pigmenttejä, täyteaineita sekä joitakin apuaineita sekoitetaan homogeeniseksi massaksi. Tämän jälkeen panosta aloitetaan dispergoida eli jauhaa, jolloin pigmenttien muodostamat kasaumat eli agglomeraatit hajotetaan ja sideaine pääsee kiinnittymään pigmenttihiukkasten väleihin. Esisekoitus ja dispergointi voidaan tehdä molemmat samalla pikasekoittajalla eli dissolverilla. Kallioisen ym. (1982: 84–86) mukaan dissolverissa on pystysuoralla akselilla levymallinen ja sahalaitainen sekoitinterä, jonka tehtävä on sekoittaa raaka-aineet ja jauhaa pigmenttejä hienommaksi. Dissolverisekoitin sopii kaikkiin maalinvalmistuksen eri vaiheisiin sekoittimeksi lukuun ottamatta huonosti jauhautuvien pigmenttien jauhamiseen. Tämän kaltaiset pigmentit jauhetaan helmimyllyn avulla, jossa jauhentimena käytetään yleensä keraamisia helmiä. (Kallioinen ym. 1982: 84–86, Månsson 2018.)

Kuvassa 1 panos siirretään dissolverista helmimyllyyn (grinding), mikäli panos sisältää huonosti jauhautuvia pigmenttejä tai halutaan erinomainen jauhatusaste. Jauhatuksen ja mahdollisesti helmimyllytyksen jälkeen panos siirretään loppulisäyssäiliöön (let-down tank), jossa lisätään reseptin mukaisesti loput raaka-aineista. Nestemaalivalmistuksessa liuotin- ja dispersio- eli vesiohteisten maalien valmistus eroaa siten, että vesiohteisissä maaleissa pigmentit dispergoidaan veteen ja sideaineseos yhdistetään pigmenttiseokseen vasta loppulisäysvaiheessa. (Riistama ym. 2013: 174–175.) Edellä mainittujen vaiheiden yhteydessä toteutetaan myös laadunvalvontaa (quality control) eli tarkastetaan muun muassa maalin jauhatus, väri, kiilto, viskositeetti ja vesiohteisissä maaleissa pH. Loppulisäysten ja laadunvalvonnan jälkeen maali siirtyy vielä seulonnan (filtering) kautta purkitukseen (canning).



Kuva 1. Maalinvalmistusprosessi (Teknos opetusmateriaali).

Maali on myös mahdollista sävyttää jo tuotantovaiheessa tai myöhemmin maalikaupassa sävytaspastoilla. Kun sävytetään valmistuksen yhteydessä, vaaleisiin sävyihin lisätään sävytyspastoja vasta lopuksi. Tummia väripigmenttejä puolestaan dispergoidaan jo jauhatuspanoksessa ja lopuksi korjataan sävytyspastoilla tarkemmin tarvittavaan sävyyn. Sävytyksen jälkeen säädetään vielä maalin viskositeetti ja tarkistetaan ominaisuudet laadunvalvontalaboratoriossa. (Kallioinen ym. 1982: 83–90.)

### 2.2.2 Jätejakeet ja -lajit

Tutkittujen maalitehtaiden nestemaalituotannon sivuvirrat ja jätteet ovat pääasiallisesti valmistuksessa muodostunutta maali- tai raaka-ainejätettä ja valmistusvälineiden pesusta tullutta maalijäännettä. Mainittakoon, että suuri osa Rajamäen tehtaan nykyisistä jätteistä tulisi myös jauhemaalituotannosta, joka tässä tutkimuksessa on rajattu kokonaan pois. Molempien Teknos Oy:n maalitehtaiden prosentuaalisia jätemääriä vuosilta 2016–2017 on esitetty kuvassa 2. Kaavio on muodostettu jätteenkäsittelylaitokselle toimitetuista jätemääristä. Kaavioon on sisällytetty kaikki tehtailta poistuvat jätteet, pois lukien jauhemaalijätteen, metallijakeet ja kertakäyttöiset lavat. Myös pesuun sekä kierätykseen menevät tynnyrit ja kontit eivät sisälly kuvan 2 kaavioon. (Jäteraportti 2016–2017.)

*Maalijäte* (41 %), jota kuvan 2 mukaisesti tulee eniten, koostuu sekä kiinteässä että nestemäisessä muodossa olevista maalijätteistä. Kiinteä maalijäte koostuu valmistusprosessissa syntyneen kuivan maalin tai kovetteen lisäksi myös metallisista maalipurkeista, joiden pohjilla näitä maaleja on. Valmistuksen yhteydessä hyödynnettäviä puhdistusrättejä laitetaan myös kiinteään maalijätteeseen liuotinmaalien valmistuksessa. Nestemäiseen eli pumpattavaan maalijätteeseen kuuluvat käyttökelvottomat maalit, jotka voidaan pumpata säiliöautoon suoraan. Maalijätteet on aina käsiteltävä vaarallisena jätteenä ollessaan nestemäisessä muodossa. (Jäteraportti 2016–2017; Vahlfors 2018.) Maalijätteestä saa energiahyötyjä polttaessa, mutta maalijäte ei täytä energiatehokkuusvaatimuksia, joten tätä ei voi luokitella energiajätteeksi (Jätteen hyödyntäminen ja loppukäsittely 2012).

*Liete* (26 %) kuvassa 2 koostuu maalien raaka-ainejäämistä, flokkaukemikaaleista ja pienestä määrästä vettä, joita Rajamäen jätevedenpuhdistusprosessista poistuu. Flokkauksprosessi on epäpuhtauksien, tässä tapauksessa maalijäänteiden erottamista vedestä. Tästä prosessista jäljelle jäävä liete kuivatetaan ja toimitetaan asianmukaisesti jätteenkäsittelylaitokselle. Kuivatettu liete ei ole enää vaarallista maalijätettä, mutta ei myöskään täytä aiemmin mainittuja energiatehokkuusvaatimuksia. Vesi saadaan jätevedenpuhdistamalla flokkulaation avulla puhdistettua jopa puhtaammaksi, kuin ympäristövaatimuksissa on määritetty. (Jäteraportti 2016–2017; Peura 2018.)

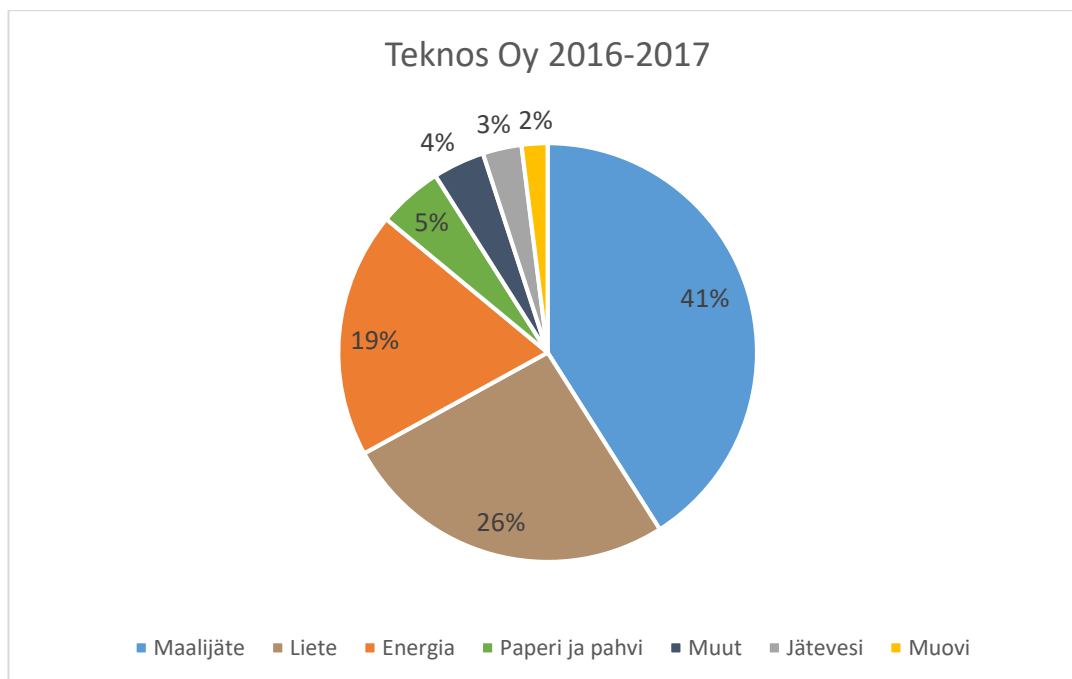
*Energiajäte* (19 %) koostuu pääsääntöisesti pahvinkeräykseen sopimattomista pahveista, muovinkeräykseen sopimattomista muoveista ja valmistuksessa käytettävistä jauhosäkeistä sekä vesiohenteisten maalien valmistuksesta tulevista räiteistä ja näytemaalipurkeista. Jonkin verran myös puuta sisältävää jätettä päätyy energiajätteeksi. (Jäteraportti 2016–2017; Peura 2018.)

*Paperi ja pahvi* (5 %) sisältävät kaikki kerätyt paperit, lukuun ottamatta tietosuojapapereita, jotka käsitellään erillisesti. Pahvijätettä tulee niin tuotannosta, markkinoinnista kuin henkilöstöravintoloistakin. (Jäteraportti 2016–2017.)

*Muut* (4 %) sisältää kaikki, jotka eivät sovi yllämainittuihin kategorioihin. Jätteet eivät tule pelkästään nestemaalituotannosta, vaan tehtailta kokonaisuudessaan, sisältäen myös toimistotilat ja ruokalot. Näitä jätteitä ovat aerosolit, elektroniikka, kylmälaitteet, loisteputket, särkyneet mittarit, voiteluöljyt, paristot, raskasmetallipitoinen pakkausjäte sekä bio-, seka-, tartuntavaarallinen ja tietosuojajäte. (Jäteraportti 2016–2017.)

*Jätevesi* (3 %) on yrityksen oman vedenpuhdistuslaitoksen ohittavaa jätevettä. Jotkin maalit häiritsevät tehtaan vedenpuhdistuksen käsittelyprosessia, joten niistä tuleva jätevesi on kerättävä ja toimitettava erikseen sellaisenaan jätteenkäsittelylaitokselle. (Jäteraportti 2016–2017; Peura 2018.)

*Muovi* (2 %) koostuu erilaisista puhtaista pakkausmuoveista, joita tulee mm. lavojen kalvoista (Jäteraportti 2016–2017).



Kuva 2. Teknos Oy:n jätteenkäsittelylaitokselle toimitetut jätteet vuosina 2016 ja 2017 (Jäteraportti 2016–2017).

Alla olevassa kuvassa 3 puolestaan on esitettyinä loppukäsittelytavan mukaisesti jaettuna jätejakeet, joita Teknos Oy:n molempien tehtaiden nestemaalituotannosta syntyy. Seuraavaksi kuvataan tarkemmin nämä jätteidenkäsittelytavat.

Kaaviosta kuvassa 3 voidaan huomata, että suurin osa (47 %) jätteistä menee polttaminen maalla -koodin alle. Tällä käsitteellä tarkoitetaan jätteen polttamista silloin, kun energiatehokkuus jää alle 0,65, joka on aluehallintoviraston ilmoittama laskennallinen arvo jätteenpolton energiatehokkuusvaatimuksesta. Tätä tekniikkaa käytetään erityisesti vaarallisen jätteen käsittelyssä.

Toiseksi suurin osa, 45 %, Teknosin jätteistä menee polttoaineeksi tai energiatuottoon, joka on jätteen polttamista, kun energiatehokkuus on  $\geq 0,65$ .

Kolmanneksi eniten eli 8 % on orgaanista jätettä. Orgaanista jätettä joko hyödynnetään materiaalina, valmistetaan uudelleenkäyttöön, kierrätetään tai kompostoidaan. Tähän käsittelytapaan sisältyvät pahvit, paperit, muovit ja biojätteet. Orgaanista jätettä valmistellaan uudelleenkäyttöön ja käyttökohteita ovat maalitehtaan jätteiden osalta paperin ja

pahvin hyödyntäminen esim. sanomalehdissä tai selluvillassa, kompostoidun biojätteen hyödyntäminen viherrakentamisessa ja muovijätteen granulointi.

Epäorgaanisen jätteen valmistelu uudelleenkäyttöön, kierrätys ja muu hyödyntäminen aineena -käsite sisältää muun muassa elektroniikkaromua ja loisteputkia. Käsittelytapoihin kuuluu esimerkiksi lasin tai lasimurskan hyödyntäminen maanrakentamisessa ja uusien lasituotteiden valmistuksessa.

Öljyn jalostaminen tai muu uudelleenkäyttö -käsittelyryhmän jätteiden määrä on prosentuaalisesti erittäin pieni, koska jätteet koostuvat ainoastaan tuotannosta tulevista käytetyistä voiteluaineista. (Jätteen hyödyntäminen ja loppukäsittely 2012; Jätetilasto 2016–2017.)



Kuva 3. Jätteenkäsittelylaitokselle toimitetut jätteet vuosilta 2016 ja 2017 lajiteltuna jätteenkäsittelytavan mukaisesti (Jäteraportti 2016–2017).

Jätteidenkäsittelyprosesseihin ei syvennytä tarkemmin, koska toiminnot eivät tapahdu enää tilaajayrityksessä. Loppukäsittelyt kuuluvat jätteidenkäsittely-yrityksille, joilta tilaajayritys ostaa palveluita.

### 2.2.3 Pesuliuottimen tislauk

Maalitarvikkeiden pesun yhteydessä syntyvää pesuliuotinta voidaan tislata uudelleenkäytettäväksi. Liuotinmäärien on oltava melko isoja, jotta oman tislaimen hankinta on kannattavaa. Tarvitaan myös lisävarastointia käytettyjen liuottimien säilytykseen. Liuotinjätteen voi myös tislauksen sijaan suodattaa uudelleenkäyttöön tai toimittaa sellaisenaan ongelmajätelaitokselle. (Antson ym. 2008: 29.)

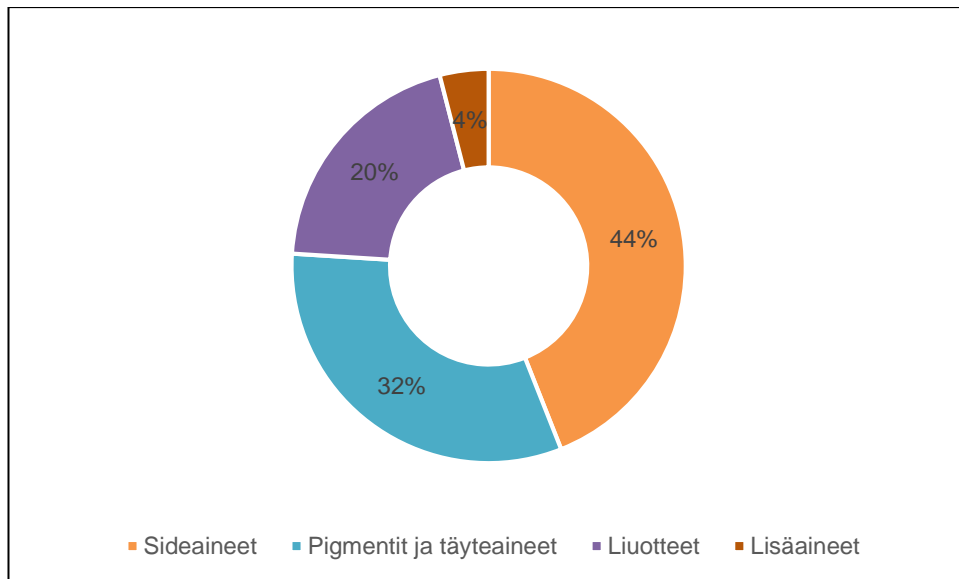
Tislaus on aineiden erotusmenetelmä, joka perustuu erilaisiin kiehumispisteisiin ja haihtumiseen. Seoksen lämmittämisen myötä alhaisemman kiehumispisteen omaava aine höyrystyy ja haihtumisen jälkeen höyry kondensoituu takaisin nestemäiseen muotoon. Tislaus on käytetyin erotusprosessi teollisuudessa ja kaikista teollisuuden erotusmenetelmistä noin 95 % tehdään tislaamalla. Kokoluokaltansa tislaimet voivat vaihdella laboratoriomittakaavasta jopa 30 metriä korkeiksi tislaimiksi, mutta toimintaperiaatteiltaan ne ovat samanlaisia. Tislausta voidaan hyödyntää niin varsinaisessa prosessissa kuin sivutuotteiden erotuksessa. (Distillation 2002.)

Teknoksella tislataan maalinvalmistuksen yhteydessä syntyvä pesuliuote uudelleenkäyttöön. Pesuliuotinta tulee eniten maalinvalmistussäiliöiden ja -saavien puhdistuksessa. Käytetyistä liuottimista eritellään maalijäte tislaamalla ja liuottimet hyödynnetään uudelleen puhdistuksessa. (Vahlfors 2018.)

## 2.3 Maalien koostumus

Maali terminä kuvaa levitettävää pinnoitetta, joka pigmenttinsä tuoman värivoiman vuoksi eroaa kirkkaasta lakasta. Yhteisnimityksenä maaleille, lakoille ja erilaisille pinnoitusmateriaaleille käytetään termiä pinnoite. Maalit voivat olla neste-, tahna- tai jauhe muodossa, jotka liuotteen kuivuessa kiinnittyvät maalauspintaan muodostaen tasaisen ja suojaavan pinnan. Pääasiallisesti maalit koostuvat sideaineista, liuottimista, vedestä,

pigmenteistä, täyteaineista ja lisä- eli apuaineista. Riippuen merkittävimmästä haihtuvasta ainesosasta, maalit voidaan jakaa vesi- ja liuotinhenteisiin maaleihin. Maalien tehtävä on tuoda sekä suojaa että estetiikkaa materiaaleille. Maalit suojaavat muun muassa kosteutta, auringonvaloa ja kulutusta vastaan. Maaleilta vaaditaan hyvää levittyvyyttä ja kalvonmuodostusta sekä pitkää avointa aikaa aina talvisesta 5 °C:sta kesäiseen 30 °C:seen (PRA 2017; Schwartz & Baumstrark 2001: 11, 48.) Alla, kuvassa 4, on nähtävissä tavallinen raaka-aineiden määrällinen jakautuminen maalituotteessa.



Kuva 4. Pinnoitteiden sisältämien raaka-aineiden määrällinen jaottelu vuonna 2017 (Coatings-Tech 2018.)

### 2.3.1 Sideaineet ja liuotteet

Yksinkertaisimmassa muodossa maalin runko on lakkana, kun sideaine on liuennut liuotteen kanssa. Sideaine eli hartsit toimii liimana ja on pinnoitteissa välttämätön ainesosa. Sen tehtävänä on sitoa pigmentit ja täyteaineet massaan. Sideaineen rooli maalissa on suuri myös, koska se määrittää maalin tekniset ominaisuudet, kuten tartunnan ja kestävyden. Koostumukseltaan sideaineet ovat suurimolekyylisiä kiinteitä tai nestemäisiä polymeereja. Maalin levittämisen aikana ja sen jälkeen, kun haihtuvat ainesosat ovat haihtuneet, sideaine muodostaa fysikaalisen tai kemiallisen prosessin kautta muovikalvon joko itsenäisesti tai useimmiten pigmenttien kanssa yhdessä. (Hare 1994: 1–2; PRA 2017; Kallioinen ym. 1982: 15.)

Liuotteiden tehtävä on säätää viskositeettia ja mahdollistaa pinnoitteen levitys, jonka jälkeen liuote haihtuu ja muodostuu kiinteä maalikalvo (PRA 2017). Liuotin ei kuitenkaan ole sideaineen tavoin pakollinen kaikissa pinnoitteissa, kuten 100-prosenttisessä kiinteässä pinnoitteessa. Useimmiten maalit sisältävät kuitenkin monia erilaisia liuotteita sekoitettuna keskenään. Liuotinhenteisiä maaleja on tänä päivänä mahdollisuuksien mukaan korvattu vesiohenteisilla maaleilla. Kaikilla liuottimilla on pieni molekyylipaino ja liuottimena voi toimia esimerkiksi alkoholit, ketonit, esterit ja vesi. (Hare 1994: 1–2; Schwartz & Baumstrark 2001: 11.)

### 2.3.2 Pigmentit ja täyteaineet

Pigmentit voidaan jaotella väripigmentteihin, korroosionestopigmentteihin ja apupigmentteihin, joita kutsutaan yleisemmin täyteaineiksi (Riistama ym. 2003: 172). Pigmenttien päätehtävä on lisätä väriä ja peittokykyä maaliin, joten kirkkaissa lakoissa pigmenttiä ei ole lainkaan. Pigmenttejä on sekä orgaanisia että epäorgaanisia. Epäorgaaniset pigmentit ovat tiheämpiä ja himmeämpiä, ja orgaaniset pigmentit ovat väriskaalaltansa monipuolisempia. Epäorgaanisilla pigmenteillä on myös heikompi pintaenergia kuin orgaanisilla. Orgaanisia pigmenttejä jaotellaan lisäksi usein joko kemiallisesti tai värinsä mukaan (PRA 2017). Pääsääntöisesti käytetään epäorgaanisia pigmenttejä, koska niillä on paremmat käyttöominaisuudet, ja orgaanisia pigmenttejä käytetään ainoastaan, jos halutaan tummentaa jotain väriä. Tärkeimpiä pigmenttejä ovat titaanidioksidi, hiilimusta ja rautaoksidi. Koska pigmentit ovat kalliita, käytetään pigmenttien lisänä erilaisia täyteaineita, kuten magnesiumsilikaattia. (Hare 1994: 1-3; Schwartz & Baumstrark 2001: 64.)

Täyteaineet ovat epäorgaanisia raaka-aineita, joiden tehtävä on nimensä mukaisesti saada maaliin pigmenttiä halvempaa täytettä eli lisätä maalin kiintoainepitoisuutta, massaa ja ominaispainoa. Pigmenteistä poiketen niillä ei ole samankaltaista värivoimaa, vaan ne ovat yleensä lähes läpinäkyviä. Täyteaineet kuitenkin korostavat ja muokkaavat pigmenttien ominaisuuksia. Rakenteeltansa ne ovat karkeata jauhoa, joiden koot ja muodot vaihtelevat laajasti. Kiteistä luonnollista täyteainetta esiintyy kolmessa eri muodossa: modulaarinen pyrkii asettumaan tiiviisti maaleissa, neulamainen vahvistaa kuivakalvoja, alentaa kiiltoa sekä edistää epäsäännöllisyydellensä tartuntaa ja lamellimuodot vaikuttavat vedensiirtymiseen sekä vahvistavat myös kuivakalvoa. Oikean täyteaineen valinnalla

voi vaikuttaa ominaisuuksiin, kuten kiiltoon, hengittävyteen sekä lian-, sään- ja kulutuksenkestoon. Tärkeimpiin täyteaineisiin luokitellaan kalsiumkarbonaatti eli kalsiitti. Useissa pinnoitteissa kalsiittia käytetään ainoana täyteaineena, mutta esimerkiksi mattamaaleissa hyödynnetään erilaisten täyteaineiden yhdistelmiä. (PRA 2017; Schwartz & Baumstrark 2001: 66–67.)

### 2.3.3 Apuaineet

Apuaineiden eli lisäaineiden tehtävä on muokata yhtä tai useampaa pinnoitteen ominaisuutta. Määrällisesti niitä käytetään erittäin vähän, muutaman prosentin luokkaa. Apuaineet voivat vaikuttaa maalien nestemäiseen olomuotoon, kuivumisominaisuuksiin tai kuivakalvoon. Muita erilaisia apuaineita ovat mm. säilöntä-, dispergointi- ja vaahdonestoaineet sekä aineet, jotka vaikuttavat maalin kuivumisnopeuteen, rakenteeseen ja mekaniin ominaisuuksiin. Apuainetta voidaan kutsua myös ns. toiminnan muokkaajaksi, koska monet pinnoitteet eivät toimisi lainkaan halutulla tavalla ilman lisäaineita, esimerkiksi palonestomaalit. (PRA 2017.)

## 3 Ympäristönäkökulmat

Seuraavaksi perehdytään tarkemmin kirjalliseen taustatutkimukseen, jota tässä insinöörityössä on myös keskeisesti tehty. Tutkimuksessa on huomioitu erityisesti ympäristön kannalta merkittäviä asioita kemianteollisuuden yritystoiminnassa Suomessa, kuten lainsäädäntö ja Suomen rooli kiertotalouteen siirtymisessä. Kiertotaloudessa vahvasti pinnalla ovat muoviasiat, jotka yhtenevien raaka-aineiden kannalta ovat huomionarvoisia myös maaliteollisuuden käsittelyssä. Luvussa avataan myös tilaajayrityksen toimia ekologisuuden ja vastuullisuuden lisäämisen kannalta.

Maalien käytöllä on luonnollisesti positiivisia vaikutuksia ympäristönsuojelun lisäämisessä, koska maalien ja pinnoitteiden merkittävin tehtävä estetiikan lisäksi on myös suojata tuotteita ja pintoja korroosiolta ja muilta kuormituksilta. Näin tuotteiden kestävyyttä saadaan lisättyä. Maaliteollisuus on myös kehittynyt paljon ympäristöystävällisempään suuntaan, kun on siirrytty käyttämään liuotinhenteisten maalien sijaan paljon runsaammin vesiohenteisiä ja jauhemaaleja. (Månsson 2018.)

Ympäristönsuojelu on tärkeä osa-alue yritystoiminnassa, ja asenteet turhista kustannuksista ja tuottamattomista investoinneista ovat muuttuneet aikojen kuluessa positiivisempaan sävyyn. Suojelu perustuu päästöjen ja jätevesien lisäksi myös tuotantomenetelmien, tuotteiden ja raaka-aineiden valintaan. Tärkeässä roolissa ovat myös tuotekehitys ja tuotannosuunnittelu. Ympäristönsuojelulainsäädäntö velvoittaa yrityksiä ottamaan ympäristöä huomioon, mutta myös yritysten omaan haluun perustuva suojelutarve kasvaa koko ajan. (Teollisuuden keskusliitto 1992: 9-10.)

### 3.1 Maaliteollisuuden ympäristöhaasteita

Orgaanisista liuottimista syntyviä haihtuvia päästöjä kutsutaan VOC-päästöiksi. Maalien ja lakkojen liuotteiden haihtumista halutaan rajoittaa EU:n alueella ja direktiivissä 2004/42/EY määritetään sallittujen VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuudet. Orgaanisten liuottimien haihtuminen vahingoittaa ilmakehää, joten direktiivissä on määritetty VOC-rajat maaleille ja lakoille. Kyseisiä päästöjä voidaan vähentää käyttämällä liuottimille korvaavia raaka-aineita. Pienillä laituksilla vähentäminen ja korvaavat raaka-aineet ovat olleet riittäviä toimenpiteitä, mutta isommissa tuotantomäärissä hyödynnetään usein lisäksi VOC-päästöjen puhdistustekniikoita. (Antson ym. 2008: 27–33; EU-direktiivi 2004: 1. artikla, 16. artikla liite 2.) Tässä insinööriyössä VOC-päästöihin ei perehdytä syvemmin, koska päästöjä ei varsinaisesti luokitella jätteiksi jätedirektiivin 2008/98/EY:n (2008: 2. artikla) mukaan.

Toben (2005: 11–17) erittelee konkreettisia esimerkkejä maaliteollisuuden ympäristöhaasteista. Merimaaleja ja -pinnoitteita kuluu noin 452 miljoonaa kiloa vuodessa, joka on 3,7 % maailmanlaajuisesti käytetyistä maaleista. Tiemerkintämaaleja puolestaan kuluu 588 miljoonaa kiloa vuodessa, joka on 7 % käytetyistä maaleista. Massamenetyksiä merimaaleissa tulee 6 % käytön aikana ja tiemerkintämaaleissa noin 23–43 %. Ilmastosta ja käytöstä riippuen tiemerkintämaalien kulumisen voi olla jopa 100 %. Maalit koostuvat sideaineista, pigmentistä, täyteaineista ja muista lisäaineista, jotka yhdessä tekevät maalista kovettuneena muovinkaltaisen materiaalin. Muovivapaata maalivaihtoehtoa ei ole vielä kehitetty meri- eikä tieliikennemaaleille, mutta voidaan suosia enemmän vesiohenteisia maaleja liuotinohenteisten sijaan. (Toben 2005: 11–17.)

Muovihaittojen lisäksi maaliteollisuudessa on haasteina muun muassa erilaiset liuottimet. Teollisuuden aloille on esitetty tai yritetään kehittää toimivia tekniikoita liuottimien parempaan käyttöön. Eri liuottimilla on erilainen vaikutus otsoninmuodostukseen, jota kutsutaan otsoninmuodostuspotentiaaliksi. Tästä tiedosta voidaan hyödyntää siirtymällä käyttämään pienemmän otsoninmuodostuspotentiaalisen liuottimia. Haasteita ovat kuitenkin useat eri tekijät, jotka vaikuttavat potentiaaliin, kuten liuottimen määrä, sääolosuhteet, muiden yhdisteiden pitoisuudet ja maantieteellinen sijainti. Liuottimille on myös yritetty löytää korvaavia tuotteita puun pintakäsittelyyn. Testattu on muun muassa luonnon öljyjä, rasvahappoja, proteiineja ja tervaa, mutta tuotteiden käyttö on ainakin toistaiseksi hyvin pientä. (Antson ym. 2008: 81–82.)

### 3.2 Uusiutuvat ja uusiutumattomat luonnonvarat

Kiertotalouden yksi tavoitteista on korvata uusiutumattomat luonnonvarat uusiutuvilla (Järvinen 2016: 21). Luonnonvaroja ovat kaikki luonnossa olevat, mitä ihmisillä on mahdollisuus hyödyntää. Uusiutuvat luonnonvarat riittävät, ellei niitä käytetä enemmän kuin ne uusiutuvat, mutta uusiutumattomia luonnonvaroja on rajallinen määrä. Aineellisia uusiutuvia luonnonvaroja ovat esimerkiksi puu, energiakasvit, jätteet ja vesi. Uusiutumattomiin aineellisiin luonnonvaroihin kuuluvat muun muassa öljy, kivihiili, mineraalit ja malmit. (Piesala 2013.)

Uusiutumattomia raaka-aineita voitaisiin korvata uusiutuvilla muun muassa kierrätysastetta nostamalla sekä materiaalien käyttöikää lisäämällä ja toiminnallisella korvaamisella. Myös uusiutuvia raaka-aineita on käytettävä järkevästi ja korvattava uusiutumattomia raaka-aineita vain, jos se on kestävästi mahdollista. (Kestävä kasvua materiaalitehokkuudella 2018: 23.) Kestävän kehityksen mukaisesti on huomioitava myös mahdollinen negatiivinen vaikutus eli ns. rebound-ilmiö, josta tarkempi kuvaus luvussa 3.6 (Sjöstedt 2017).

Kertamuovi on muovi, jota ei voida muovata uudelleen ilman kemiallisen rakenteen hajoamista (Järvinen 2016: 11). Kertamuoveja ovat muun muassa fenolit (PF), aminomuovit (MF ja UF), tyydyttymättömät polyesterit (UP), polyuretaanit (PUR) ja epoksit (EP). Kestomuovit ovat puolestaan muovattavissa uudelleen ilman kemiallisen rakenteen rikkoutumista (Järvinen 2016: 11). Kestomuoveihin lukeutuu esimerkiksi akryylit

(PMMA), polystyreenit (PS), polyvinyylidikloridi (PVC), polyamidi (PA), polykarbonaatti (PC), akrylibutadieenistyreeni kopolymeeri (ABS), polyeteeni (PE) ja polypropeeni (PP). (Kallioinen ym. 1982: 208.)

Maaliteollisuuteen muovituotteiden vähentämistavoitteet vaikuttavat muun muassa seuraavista syistä. Akrylaattimaaleissa sideaineena on akrylihartsi, liuotinhenteisissä epoksimaaleissa käytetään muovipohjaisia kovetteita ja polyuretaanimaalissa sideaineena on polymeerituote. (Kallioinen ym. 1982: 134–141.)

### 3.3 Sekundaariset raaka-aineet

Sekundaarisiksi raaka-aineiksi kutsutaan esimerkiksi teollisuuden sivuvirtoja. Sivuvirtoja käytetään sekundaarisina raaka-aineina sen sijaan, että ne päätyisivät jätteiksi. Materiaalien käyttöä edistetään parhaiten yritysten välisellä yhteistyöllä ja julkisten hankintojen kautta. Sekundaariaineiden käyttö on luvanvaraista. (Sitra selvityksiä 117, 2016: 22.)

Jätedirektiivissä on määritetty, milloin jäte ei ole enää jätettä, vaan sekundaarista raaka-ainetta. Direktiivin 2008/98/EY mukaan jäte on aine tai esine, joka on poistumassa käytöstä. Jätteet eivät kuitenkaan ole mainitun direktiivin mukaan enää jätettä, jos aineelle on kysyntää ja markkinarakoa, tekniset vaatimukset vastaavat käyttötarkoituksia, lakeja ja standardeja, eikä tuote aiheuta vaaraa. Tätä kutsutaan käsitteellä end-of-waste (EoW) ja se määrittää milloin tuote ei ole jätettä, koska sitä voidaan kutsua tuotteeksi tai sekundaariseksi raaka-aineeksi. (EU-direktiivi 2008/98/EY 2008: 3-6 artikla.) Päätös end-of-waste:sta eli siitä, milloin tuote on lopulta jätettä, tehdään joko säädösten kautta tai viranomaisratkaisuna tapauskohtaisesti (Pajukallio 2018).

Sekundaaristen raaka-aineiden käytön etuihin lukeutuu jätekustannusten aleneminen, raaka-aineiden saatavuuden ja hintojen vakauden turvaaminen sekä pienempi ympäristökuormitus. Sekundaarisilla raaka-aineilla tarkoitetaan primaarisen raaka-aineen valmistuksessa syntyvää jäännösmateriaalia. Primaarisen raaka-aineen saatavuuden vähentyessä maailmanlaajuisesti, myös laatu huononee ja hinnat nousevat, joten sekundaaristen raaka-aineiden hyödyntämisellä voidaan pidentää primaaristenkin raaka-aineiden riittävyyttä. Osa raaka-aineista on hyvinkin riippuvaisia ulkomaisesta tuonnista, joten

sekundaaristen raaka-aineiden hyödyntäminen lisää EU:n omavaraisuutta ja kilpailukykyä. (Huttunen-Saarivirta ym. 2018.)

Kierrätysjätettä ja teollisuuden sivuvirtoja voidaan hyödyntää uudelleen sekundaarisina raaka-aineina. Näillä materiaaleilla voidaan käydä kauppaa neitseellisten raaka-aineiden tavoin, mutta tänä päivänä sekundaariset raaka-aineet muodostavat vain pienen osan koko EU:n alueen materiaaleista. Jotta sekundaarisista raaka-aineista saataisiin laadullisesti parempia ja suurempi määrä hyötykäyttöön, on jätehuoltoa vielä parannettava lajittelun ja laitosten osalta. Euroopan komissiolla on myös tavoitteena luoda uusia standardeja sekundaaristen raaka-aineiden käytön vahvistamiseksi. Sekundaaristen raaka-aineiden käytön esteenä ovat lisäksi myös haitalliset kemikaalit, joita monet raaka-aineet sisältävät. EU:ssa pyritään rajoittamaan ja kieltämään tällaisia aineita, mutta aiempien tuotteiden mukana niitä voi päätyä kiertotalouteen vielä kauan. Huolta aiheuttavien aineiden poistamista edistääkseen EU:n komissio on luonut REACH-asetuksen, joka sisältää listauksen näistä haitallisista kemikaaleista eli SVHC-aineista. (Raw materials 2017.) Edellä mainituista SVHC-aineista kerrotaan tarkemmin luvussa 3.5.3.

#### 3.4 Tilaajayrityksen yritysvastuu ja kestävä kehitys

Kestävä toiminta on osana Teknos Oy:n strategiaa ja liiketoimintaa, joka ilmenee yritys-vastuuohjelmassa. Ohjelma perustuu kestäviin tuotteisiin ja palveluihin, vastuulliseen toimitusketjuun ja tuotantoon sekä ihmisiin ja tuleviin sukupolviin. Tuotteissa huomioidaan koko elinkaaren aikaiset vaikutukset ja uusia kestävämpiä tuotteita pyritään jatkuvasti kehittämään. Tavoitteena on vähentää ympäristövaikutuksia muun muassa teknologian, palveluiden ja uusiutuvien raaka-aineiden avulla. Työntekijöiden hyvinvointiin, turvallisuuteen ja kehittämiseen panostetaan erityisesti, koska työntekijät mahdollistavat todellisen kehityksen. Perheyrityksenä Teknos Oy haluaa myös huomioida tulevat sukupolvet päätöksissään. (Yritysvastuu.) Alla on eriteltyä ajankohtaisia esimerkkejä tilaajayrityksen yritys vastuusta.

### 3.4.1 Standardit

Teknoksella noudatetaan ISO 9001 -laatustandardia ja ISO 14001 -ympäristöstandardia, jotka yhdessä luovat kokonaisen toimintajärjestelmän. Toimintajärjestelmän avulla kehitetään toimintaa, ennaltaehkäistään riskejä ja hallitaan kustannuksia. Järjestelmästä hyötyvät niin yritys kuin yrityksen asiakkaat. Toiminnan tavoitteiden luomisesta ja seurannasta vastaa yrityksen johtoryhmä sekä ylläpidosta laatu- ja ympäristöinsinööri. (Tervetuloa Teknokseen 2016.)

Standardissa ISO 9001 määritetään laadunhallintajärjestelmä, joka voi parantaa organisaation suorituskykyä ja olla perustana kestävälle kehitykselle. Standardin avulla organisaatiolla on mahdollisuus tarjota parempia asiakaskokemuksia, vaikuttaa toimintaympäristön tavoitteisiin sekä tuottaa tuotteita ja palveluja viranomaismääräysten mukaisesti. Laadunhallinnan periaatteisiin kuuluvat asiakaskeskeisyys, johtajuus, ihmisten täysipainoinen osallistuminen, prosessimainen toimintamalli, prosessin parantaminen, näyttöihin perustuvat päätöksenteot ja suhteiden hallinta. ISO 14001 -ympäristöstandardissa puolestaan tavoitteena on tarjota ympäristöasioiden hallintaan auttava järjestelmä. Standardin avulla pyritään ylläpitämään tasapainoa muuttuvan ympäristön, yhteiskunnan ja talouden välillä. Organisaation mahdollisuuksia osallistua kestäväen kehityksen edistämiseen on muun muassa estää tai lieventää haitallisia ympäristövaikutuksia, parantamalla omaa ympäristösuojelunsa tasoa, saavuttaa parempaa markkinasijaa ympäristön kannalta järkevillä ratkaisulla ja vaikuttamalla tuotteiden ja palvelujen suunnitteluun elinkaarinäkökulman mukaisesti. Sekä laadunhallinta- että ympäristöjärjestelmän rakenne perustuu PDCA-malliin eli suunnittele, toteuta, arvioi ja toimi. (SFS-EN ISO 9001: 5-6; SFS-EN ISO 14001: 5-6.)

### 3.4.2 Recompose-hanke

Recompose-hankkeessa selvitetään mahdollisuuksia teollisuusyritysten välisille yhteistyöille. Yritysten on löydettävä ratkaisuja, joilla neitseellisten raaka-aineiden ja energiankäyttöä voisi vähentää. Teolliset symbioosit auttavat tavoitteessa olla kiertotalouden edelläkävijä, jolloin yhden yrityksen jätte voi olla toiselle arvokasta raaka-ainetta. Hankkeessa pyritään löytämään uusia käyttökohteita teollisuuden sivuvirroille, jotka tällä hetkellä menevät jätteiksi. Sivuvirtatuotteita halutaan hyödyntää komposiittimateriaaleissa

ja samalla tehdä kartoitus laadusta ja mahdollisista riskeistä liittyen uusiokäyttöön. Teknos Oy on yhdeksän muun yrityksen lisäksi osallisena tässä hankkeessa ja on perustanut myös sisäisen työryhmän tämän hankkeen myötä. Työryhmän tehtävä on parantaa materiaalitehokkuutta tuotannossa. Tähän hankkeeseen Teknos Oy osallistuu jauhe-maalijakeillansa. (Teknos kohti kestävämpää kehitystä ja kiertotaloutta 2017.)

#### 3.4.3 EcoVadis-verkosto

EcoVadis-verkosto on vastuullisen hankinnan verkosto, joka on suunnattu toimittajille ja ostajille ympäri maailman. EcoVadis arvioi toimittajan erilaisten kriteerien avulla, joita ovat esimerkiksi yrityksen ympäristön huomioonottaminen, työolosuhteet, ihmisoikeudet, vastuullisuus ja etiikka. Toiminta perustuu kansainvälisiin standardeihin, kuten Global Reporting Initiativeen (GRI), YK:n Global Compact -aloitteeseen ja standardiin ISO 26000. EcoVadis mahdollistaa eri toimijoiden välisen läpinäkyvyyden. Verkostossa voi ehdottaa parannusehdotuksia toimittajalle ja saada helposti myös muita ostajia tueksi ja yhteistyöllä parantaa toimittajien vastuullisuutta. (Teknos jäseneksi EcoVadis-verkoston 2018.)

#### 3.4.4 EDP (Environmental Product Declaration)

EDP on standardisoitu ympäristöselosteen malli, joka perustuu EN 15804- ja ISO 14025 -standardeihin. Seloste sisältää koko tuotteen elinkaaren energiankäytön ja ympäristövaikutukset. EDP-seloste on kansainvälinen dokumentti, joka julkaistaan aina virallisia reittejä. Teknoksella ympäristöselosteet on tehty seuraaville ryhmille: vesiohenteisille sisämaaleille, ulkomaaleille sekä lakoille, kalustemaaleille ja pinnoitteille. (Teknos on julkaissut EDP-mallin mukaiset ympäristöselosteet 2018.)

#### 3.5 Ympäristölainsäädäntö Suomessa

Ympäristölainsäädännön avulla pyritään saavuttamaan ympäristönsuojelun tavoitteita. Lainsäädäntö kulkee vahvasti EU-säädäntöjen kanssa yhdessä ja sitä pyritään kehittä-

mään yhteiskunnan muutosten mukaiseksi. Ympäristönsuojelussa merkittävässä roolissa ovat myös erilaiset viranomaispäätösten alaiset lupamenettelyt. (Lainsäädäntö ja ohjeet 2016.)

Euroopan komission jätetavoitteilla vähennetään ympäristövaikutuksia ja kasvihuonekaasupäästöjä. Tavoitteena on vuoteen 2030 mennessä kierrättää 70 % talousjätteestä ja 80 % pakkausjätteestä. Tämä ajaa EU:ta kohti uutta talousmallia, kiertotaloutta. Lineaarinen talous pyritään korvaamaan kiertotaloudella kokonaan uusien liiketoimintamallien avulla. Kiertotalous edesauttaa materiaalien laajempaa ja tehokkaampaa käyttöä, luo uusia työpaikkoja sekä lisää myös EU:n kilpailukykyä maailmalla. Tuottavuutta mitataan suhteuttamalla BKT raaka-aineiden kulutukseen. (Ympäristö: Tiukemmat kierrätystavoitteet edistävät siirtymistä kiertotalouteen ja luovat uusia työpaikkoja ja kestävä kasvua 2014.)

### 3.5.1 Jätelainsäädäntö

Jätelain 17.6.2011/646 tarkoitus on parantaa jätehuoltoa, ehkäistä jätteistä aiheutuvaa vaaraa ympäristölle ja ihmisille sekä edistää luonnonvarojen kestävä käyttöä. Lain soveltamisaloihin kuuluvat kaikki tuotteet ja toiminnot, joista jätettä syntyy. Jäte määritellään jätteeksi, jos aineen tai esineen haltija on poistanut tai poistamassa sitä käytöstä. (Jätelaki 17.6.2011/646: 1–2. §.)

Jätelakiin on huomioitava EU:n jätedirektiivin 2008/98/EY lainsäädäntöohjeet. Direktiivit määrittävät tavoitteet, joihin jokaisen EU-maan on päästävä omilla laeillaan (Asetukset, direktiivit ja muut säädökset). Direktiivissä säädetään toimenpiteitä, joilla voidaan vähentää jätteen syntyä ja jätteenkäsittelystä aiheutuvia haittavaikutuksia. Direktiivissä ohjeistetaan myös materiaalitehokkuuteen. Jätedirektiivi kattaa ainoastaan kaiken esineellisen jätteen eikä esimerkiksi ilmakehään päätyviä päästöjä. (EU-direktiivi 2008/98/EY 2008: 1. artikla.)

### 3.5.2 Pariisin ilmastopimus

Pariisin ilmastopimus tehtiin vuonna 2015, ja sopimuksen myötä lähes kaikki maailman maat ovat sitoutuneet toimimaan ilmastomuutoksen torjumiseksi. Suomi ja koko

EU ovat sitoutuneet tähän sopimukseen. Sopimuksen tavoitteena on vähentää päästöjä maailmanlaajuisesti ja suunnata rahavirtoja kohti kestävämpää kehitystä. Sopimuksella pyritään pitämään maapallon keskilämpötilan nousu alle 1,5 asteessa verrattuna esiteolliseen aikaan, mutta määrällisiä velvoitteita sopimus ei sisällä. Sopimus on jatkosopimus vuoden 1992 sopimukselle, ja ensimmäinen uudelleentarkastelu tehdään vuonna 2023. (Pariisin ilmastopimus 2017.)

Hallitustenvälinen ilmastomuutospaneeli (IPCC) julkaisi syksyllä 2018 erikoisraportin kehottaen kaikkia ilmastotoimiin nopeasti. Esiteollisesta ajasta maapallon ilmasto on lämmennyt noin asteen verran ja Pariisin ilmastopimuksen takaraja lämpenemiselle ylitetään, jos merkittäviä muutoksia kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksessä ei tapahdu. Pelkkä vähentäminenkin ei riitä, tarvitaan hiilinieluja ja hiilidioksidin poistokeinoja ilmakehästä. Nykyisellä toiminnalla lämpötila tulee nousemaan mainittuun 1,5 asteen rajaan jo 2050-luvun paikkeilla. (IPCC: Ilmasto lämpenee hälyttävällä vauhdilla 2018.)

### 3.5.3 Erityistä huolta aiheuttavat aineet (SVHC)

Aine voidaan määrittää erityistä huolta aiheuttavaksi aineeksi, kun se voi vaikuttaa vakavalla tavalla ihmiseen tai ympäristöön. Yleensä nämä SVHC-aineet aiheuttavat esimerkiksi syöpää tai ovat vahingollisia perimälle. Aineet lisätään EU:ssa ehdokaslistaan, kun ne on tunnistettu huolta aiheuttavaksi ja tämä lista kasvaa koko ajan. Listan ylläpitäjänä toimii Euroopan kemikaalivirasto ECHA. Tarvittaessa ehdokaslistalta voidaan siirtää aineita luvanvaraiselle listalle, jolloin kyseisten aineiden käytöstä pyritään pikkuhiljaa luopumaan kokonaan. (Erityistä huolta aiheuttavat aineet (SVHC-aineet).)

Neitseellisten ja uusiöraaka-aineiden kemikaalilainsäädännöt ovat samanlaiset. Jätteiden ja sekundaaristen raaka-aineiden hyödyntäminen uusiomateriaalina voi olla haasteellista vaihtelevan laadun vuoksi. Riskinä on haitallisten aineiden päätyminen kiertotalouden myötä takaisin tuotantoon. Kiertotaloudessa onkin pyrittävä vähentämään näitä haitallisia aineita jokaisessa elinkaaren vaiheesta. Elinkaarien eri vaiheita on haastavaa tarkkailla erityisesti, jos materiaaleja tai raaka-aineita tuodaan EU:n ulkopuolelta. (Erityistä huolta aiheuttavat aineet (SVHC-aineet) kiertotalouden muovivirroissa 2017: 20.)

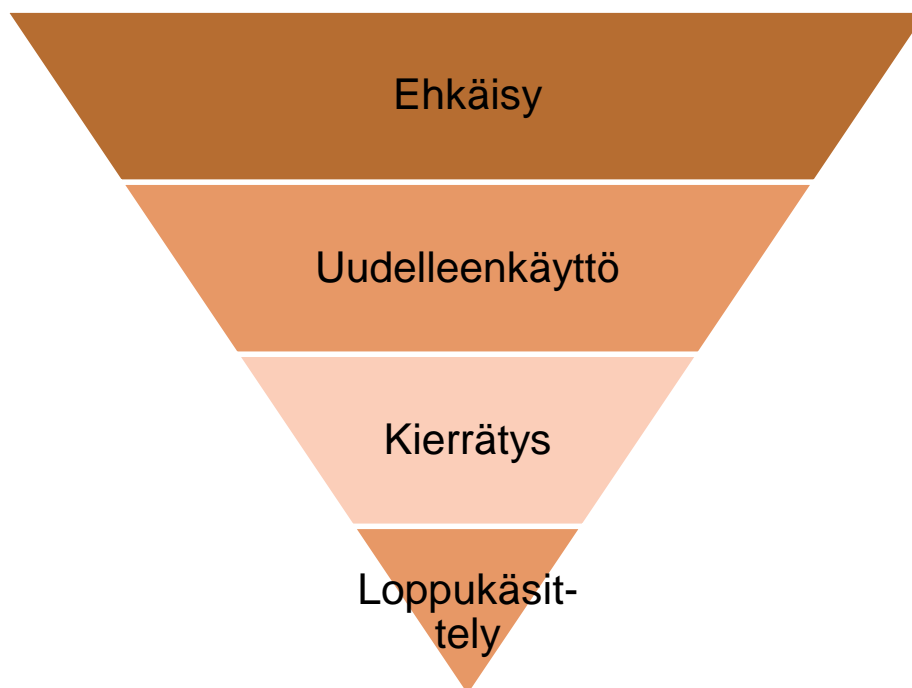
### 3.6 Kiertotalous Suomessa

Jätehuolto Euroopassa on kehittynyt 1960-luvun kaatopaikkojen perustamisesta ensin jätteiden massapolttoon 1980-luvulla, seuraavaksi kierrätysilmiöön 2000-luvun alussa ja tulee lopulta kehittymään 2020-luvusta eteenpäin kiertotalouteen (Järvinen 2016: 20–21). Kiertotalous on talousmalli, joka perustuu palveluiden tarjontaan kulutuksen sijasta. Jakaminen, vuokraaminen ja kierrättäminen ovat kiertotalouden avainasiat, joilla materiaalien kulutusta pyritään vähentämään. Lisäksi suunnittelun ja kehittämisen avulla pyritään minimoimaan materiaalihukkaa. Kiertotalouden avulla on mahdollista pysyä maapallon kestävyiden ja raaka-aineiden riittävyyden rajoissa, mutta toimiakseen kiertotalous tarvitsee sekä kuluttajilta että yrittäjiltä muutoksia toiminnassa. (Sjöstedt 2017.)

Kiertotalouden periaatteita kuvaavia käsitteitä on eriteltyä seuraavaksi. *Jakamistalous* perustuu taloudelliseen yhteisöllisyyteen. Ajattelutapa tavaroiden ja hyödykkeiden käyttämisestä omistamisen sijaan on jakamistalouden perusta. Jakamistalouden avulla vaa- jaakäyttöiset hyödykkeet otetaan tehokkaaseen käyttöön ja sen myötä säästetään myös rahaa. *Kaskadi-periaate* on arvojärjestyksellinen kiertotalouden malli. Raaka-aineita hyödynnetään ensisijaisesti tuotteisiin, joilla on korkea jalostusaste ja joita on mahdollista kierrättää. Vasta viimeisenä vaihtoehtona raaka-ainetta käytetään energiahyödyntämisenä. Näin edistetään resurssitehokkuutta esimerkiksi teollisuudessa. *Rebound-ilmiö* puolestaan viittaa negatiiviseen vaikutukseen, joka voi syntyä ongelmanratkaisujen yhteydessä. Joskus uusien innovaatioiden myötä pahennetaan ongelmaa, vaikka lähtökohtaisena tarkoituksena olisi helpottaa. Esimerkiksi teknologiauutuuksien kokonaiskulutus voi olla suurempi, vaikka tarkoituksena on ollut vähentää resurssienkäyttöä. *Teolliset symbioosit* on toimintamalli, joka perustuu yhteistyöhön eri yritysten välillä. Toimintamallin avulla yhden yrityksen sivuvirta tai jäte on mahdollista hyödyntää tärkeänä raaka-aineena toiselle yritykselle. Tällä säästetään molempien osallistuvien yritysten kustannuksia. (Sjöstedt 2017.)

Kiertotaloudessa pyritään käyttämään mahdollisimman vähän neitseellisiä raaka-aineita ja pitämään käytössä olevia raaka-aineita mahdollisimman kauan kierrossa. Euroopan unionin jätehierarkiassa (kuva 5) ensisijaisena tavoitteena on jätteen synnyn ehkäiseminen. Tähän tehokkaaksi keinoksi todetaan ekologinen suunnittelu. Suunnittelussa on

huomioitava raaka-aineiden alkuperä, tuotannossa syntyvän hukan käsittely, raaka-aineiden mahdollinen vähentäminen tai vaihtaminen neitseellisistä kierrätettyihin, asiakkaan toiveet, tuotteen loppukäyttö ja tuoteturvallisuus. Suunnittelulla voi vaikuttaa myös materiaalien uudelleenkäyttömahdollisuuksiin, joita ovat esimerkiksi kuormalavojen korjaaminen ja tynnyrien peseminen. Mikäli jätehierarkian mukaisesti ei ole mahdollista käyttää uudelleen tai kierrättää, on jätteen sisältämä energia hyödynnettävä esim. polttamalla. Viimeisenä vaihtoehtona jätehierarkiassa on loppukäsittely, jos muita mahdollisuuksia ei ole. Hierarkiasta on kuitenkin tarpeen poiketa siinä tapauksessa, jos elinkaarivaiheiden mukaisesti se ei ole järkevää ekologisesti tai teknistaloudellisesti. (Järvinen 2016: 13–17, 35.) Teollinen ekologia puolestaan on ajattelutapa, jossa perehdytään materiaali- ja energiavirtojen kiertoihin. Teollisessa ekologiassa eri vaiheiden hukkavirrat pyritään hyödyntämään muissa vaiheissa. (Lyytimäki & Hakala 2008: 341.)



Kuva 5. Jätehierarkia (EU-direktiivi 2008/98/EY: 4. artikla).

Kiertotalous ja materiaalitehokkuus kulkevat rinnakkain. Materiaalitehokkuus käsitteenä kuvaa harkitsevampaa luonnonvarojen käyttöä ja materiaalien kierrätystä koko elinkaarren aikana. Tehokkuutta lisätään tuotantovaiheissa sivuvirtojen hallinnalla ja materiaalien kierrätyksellä, käyttövaiheessa kestäville tuotteilla ja mahdollisella uudelleenkäytöllä sekä jätevaiheessa uudelleenhyödyntämisellä. Käsite kattaa sekä tuotteet että palvelut.

Apua materiaalitehokkuuden parantamiseen haetaan uusista teknologioista. (Kestävää kasvua materiaalitehokkuudella 2018: 10.)

### 3.6.1 Kiertotalous nykyaikana

Nykyään esimerkiksi neitseellisistä raaka-aineista valmistetun muovin hinta on alhaisempi kuin pakkausjätteestä valmistettujen tuotteiden. Kiertotaloudessa laskennallista arvoa kuitenkin saa myös hiilidioksidipäästöjen väheneminen. Yksi kilo kierrätysmuovia säästää noin puolitoista kiloa hiilidioksidipäästöjä. Muovin uudelleenkäyttö on monivaiheinen prosessi, ja haasteena on erityisesti kuluttajakäytöstä tulevat likaiset muovit. Siitä huolimatta muovijalostamolle tulevista muoveista 70 % saadaan kierrätettyä raaka-aineiksi tai tuotteiksi. (Ahtiainen 2018.) Kaiken kaikkiaan tällä hetkellä vain 9 % maailman materiaalivirroista säilyy kierrossa ja asuminen, liikkuminen ja ruoka vievät 80 % kaikista resursseista (Herlevi 2018).

Kauppias Esa Kiiskinen (2018) kertoo omakohtaisiin kokemuksiin perustuvien kiertotalouden ongelmakohtien liittyvän paljon ihmisten asenteisiin, tottumuksiin ja haluun omistaa asioita. Kesko on kokeillut muun muassa työkalujenvuokrauspalvelua huonolla menestyksellä, koska ihmiset eivät vielä osaa ostaa palveluja tavaran ostamisen sijasta. Yritysten välillä puolestaan haasteena on kilpailu yhteistyön sijasta. (Kiiskinen 2018.) Muutosprosessin monimutkaisuus, mahdollinen rebound-ilmiö sekä puutteet lainsäädännössä ovat merkittäviä haasteita kiertotalouteen siirtymisessä. Kun katsotaan lyhyellä aikavälillä, voi kiertotalous vaikuttaa kannattamattomalta ja markkinoissa on vielä puutetta kilpailun osalta. Vaikutuksia tuovat myös sosiaaliset tekijät ja vähäinen tietämys kiertotaloudesta. (Sitran selvityksiä 117: 46.)

### 3.6.2 Kiertotalouden tavoitteet

Suomi tavoittelee roolia kiertotalouden edelläkävijänä. Tähän pyritään viiden aihealueen kehittämisen kautta: ruokajärjestelmä, metsäperäiset kierrot, tekniset kierrot, liikkuminen ja logistiikka sekä yhteiset toimenpiteet. Muuttuminen kiertotalouden kärkimaaksi vaatii koko yhteiskunnan osallistumista kaikilta eri toimialoilta. Muutosta edellyttää myös eri toimialojen välinen yhteistyö, joka mahdollistaisi paremmat toimintatavat ja ympäristöystävällisemmät materiaalivirrat. Tämän muutoksen avuksi ja ohjeeksi on luotu tiekartta

kohti kiertotaloutta. Tiekartan mukaan yrityksiä on pyrittävä hankkimaan kestäviä ja korjauskelpoisia materiaaleja tuotteisiinsa ja kauppojen on lisättävä entistä enemmän palveluita esimerkiksi kuluttajalle mahdollisuutta palauttaa tuote, joka on elinkaarensa päässä. Kuljetuksissa on käytettävä suunnitelmallisuutta ja yhteistyötä eri yritysten välillä. Teollisuuden on otettava selvää raaka-aineidensa alkuperästä ja varmistettava tuotteidensa kestävyys ja korjausmahdollisuudet. Kiertotalouden toimivuus perustuu vahvasti jo alkutuotantoon, koska kestävät tuotteet ja ratkaisut lähtevät sieltä liikkeelle. Prosessit on kehitettävä mahdollisimman materiaali- ja energiatehokkaiksi ja on löydettävä keinoja hyödyntää myöskin sivuvirtoja. Tuotteita on käytettävä mahdollisimman pitkään ja huollettava niitä mahdollisimman paljon. Kun käyttöikä tuotteella päättyy, on otettava materiaalit tai eri osat talteen ja hyödynnettävä jonkun toisen tuotteen valmistuksessa tai korjaamisessa. (Sitran selvityksiä 117 2016: 9-12.)

Suomen hallitus on asettanut tavoitteeksi olla kiertotalouden edelläkävijämaa vuoteen 2025 mennessä. Tähän pyritään vahvistamalla jätehierarkiaa (kuva 5), vähentämällä jätettä, lisäämällä kierrätystä, vähentämällä kaatopaikkakäsittelyä, tuottajavastuujärjestelmän avulla ja yleisen seurannan lisäämisellä. Mahdollisuudet olla kiertotalouden edelläkävijä on hyvät, koska Suomessa raudan, alumiinin ja lasin lainmääräiset kierrätystavoitteet on jo parhaillaan saavutettu. Muovin ja puun kiertäminen puolestaan on kaksinkertaistettava vuoteen 2030 mennessä. (Pajukallio 2018.)

## 4 Käytännön osuus – tuotannon tarkastelu

Tarkasteluosuudella pyrittiin löytämään konkreettisia havaintoja jätteiden synnystä maalituotannossa ja sen ongelmakohdista kokonaisvaltaisesti nestemaalien valmistusprosessin aikana. Osuudesta haluttiin saada myös kirjallisen tutkimuksen tueksi konkreettisia havaintoja. Tarkasteluosuutta varten suunniteltiin ennakkoon avoimia kysymyksiä, joihin haettiin vastauksia. Toteutustarve ja -paikka kartoitettiin aluksi tutustumalla koko tehtaan prosessiin ja valitsemalla sitä kautta hyödyllisin tarkkailukohde. Tämän jälkeen pyrittiin löytämään mahdollisimman samankaltainen osasto myös toiselta tehtaalta, jotta tarkkailutuloksia voisi vertailla keskenään. Tarkkailu tapahtui osittain spontaanisti, eikä viitekehystenä ollut mitään standardia. Tavoitteena tarkkailulle oli saada esimerkkitapaus maalivalmistuksen eri vaiheissa syntyvistä jätteistä ja sivuvirroista sekä niiden määristä. Tarkkailun tuloksia oli tavoitteena myös hyödyntää karttojen (liitteet 1 ja 2) tekemisessä. Lisäksi tarkkaillaessa analysoitiin materiaalisivuvirtojen ja jätejakeiden lajittelua sekä uudelleenkäyttöastetta.

### 4.1 Tarkkailun toteutus

Tarkkailuosuus koostui kaiken kaikkiaan viidestä erillisestä päivästä lokakuussa 2018. Ensimmäinen päivä oli yleistä tutustumista Pitäjänmäen tehdasalueeseen ja toimintaan. Toisena päivänä vuorossa oli niin kutsuttu ennakkotarkkailu, jolloin tehtiin tutkimusta tehtaalla keskustelemalla tuotantotyöntekijöiden kanssa eri osastoilla ja tutustumalla heidän työtehtäviinsä. Tässä tutustumisvaiheessa kartoitettiin myös varsinaisen tarkkailun kohdetta ja näiden tutustumisien myötä päätettiin toteuttaa varsinainen tarkkailu maalien valmistusvaiheessa eli tehdaskielellä satsausvaiheessa. Kolmantena oli vuorossa tutustuminen Rajamäen tehtaaseen, joka toteutettiin vastaavasti kuin Pitäjänmäen ensimmäisen päivän tutustuminen. Rajamäen tutustuminen perustui pitkälti erilaisuuksien löytämiseen Pitäjänmäkeen verrattuna. Virallinen satsaustarkkailu toteutettiin ensin Pitäjänmäen toimipisteessä ja sen jälkeen Rajamäen toimipisteessä. Rajamäen toimipisteen tarkkailu pyrittiin suorittamaan mahdollisimman identtisesti Pitäjänmäen tarkkailun kanssa, jotta tuloksia voisi mahdollisimman hyvin vertailla keskenään. Koska molemmat tarkkailut toteutettiin osittain spontaanisti eikä selkeää tarkkailusuunnitelmaa ollut, ovat niistä saadut tulokset taulukoituna seuraavassa luvussa mahdollisimman yksityiskohtaisesti ja selkeästi.

Alla apukysymykset, joihin tuotannon tarkkailulla pyrittiin löytämään vastauksia.

- Millaisia jätteitä ja materiaalihukkaa valmistusprosessista tulee?
- Kuinka paljon eri vaiheissa tulee jätteitä ja materiaalihukkaa?
- Mistä kaikista eri vaiheista jätteet ja materiaaliylijäämät tulevat?
- Onko havaittu joitakin erityisiä ongelmakohtia tuotannon jätteenkäsittelyprosessissa?

#### 4.2 Tarkkailun tulokset

Tarkkailun tuloksena huomattiin, että molempien tuotantojen, Rajamäen ja Pitäjänmäen, valmistusmenetelmät ovat samankaltaiset ja jätekertymillä on paljon yhteneväisyyksiä. Kun huomioidaan, että Pitäjänmäellä valmistetaan liuotinhenteisiä tuotteita ja Rajamäellä vesiohenteisiä tuotteita, on jätelajien välillä puolestaan luonnollisesti paljonkin eroavaisuuksia. Rajamäen tehdas on lisäksi paljon Pitäjänmäkeä uudempi, joten tuotantotilat ovat modernimpia, tilavampia ja automatisoituneempia, joten niilläkin on pienimuotoista vaikutusta jätteenkäsittelyprosesseihin. Havaintojen perusteella tehdyt eroavaisuudet vaikuttivat myös sivu- ja jätevirtakartan muodostamiseen, joten päädyttiin tekemään erilliset kartat Pitäjänmäen ja Rajamäen tehtaista havainnollistamisen parantamiseksi. Sen myötä kahden eri toimipisteen eroja on helpompi vertailla keskenään.

Taulukossa 1 esitetyt tulokset perustuvat suurimmilta osin edellä kuvattuihin yksittäisiin tarkkailuihin molemmilla tehtailla, mutta taulukkoon on sisällytetty myös tarkkailujen yhteydessä keskusteluissa ilmenneitä asioita ja havaintoja. Taulukossa ensimmäisessä sarakkeessa kuvataan erilaiset jätejakeet, joita satsauksessa yleensä muodostuu. Toisessa sarakkeessa on eritelty raaka-ainehukkaa, joita ensimmäisen sarakkeen jätejakeiden mukana päätyy tällä hetkellä jätteeksi. Nämä toisen sarakkeen hävikit ovat arvokasta raaka-ainehukkaa, joten on tärkeää huomioida ja nostaa esiin ne tässä sivu- ja jätevirtojen kartoitusprosessissa. Kolmannessa ja neljännessä sarakkeessa on listattuna pääasialliset jätteenkäsittelytavat eriteltynä Pitäjänmäkeen ja Rajamäkeen.

Taulukko 1. Tulokset Pitäjänmäen ja Rajamäen tuotantotarkkailuista.

Satsauksen jätejakeet	Raaka-ainehävikki	Käsittelytapa, loppusijoitus Pitäjänmäki	Käsittelytapa, loppusijoitus Rajamäki
Pienien raaka-ainemäärien keräilyastiat	Raaka-aineita purkkien pohjalla	1. Hyödyntäminen valmistuksessa, maalijäte 2. Metallijäte	Purkit kiertävät kuu-kausia, jonka jälkeen menevät metallijäteteeseen
Kontit	Raaka-aineita konttien pohjalla	Toimitus jätteenkäsittelyyn tai kierrätykseen	1. Joskus kontteja huuhdellaan, toimitus jätteenkäsittelyyn tai kierrätykseen 2. Toimitus jätteenkäsittelyyn tai kierrätykseen
Tynnyrit	Raaka-aineita tynnyrien pohjalla	1. Toimitus pesuun ja uudelleenkäyttöön 2. Joskus hyödynnetään roska-astioina tuotannossa	Toimitus pesuun ja uudelleenkäyttöön
Säkit	Jauhoja säkkien pohjalla	Energiajätteeksi	Energiajätteeksi
Säiliöt ja saavit	Maalia säiliöiden ja saavien pohjalla	Pesutisle tislattavaksi, maalijäte	1. Pesuvesi omalle vedenpuhdistuslaitokselle 2. Vedenpuhdistuslaitokselle sopimaton vesi suoraan jätelaitokselle
Helmimyly	Maalia helmimyllyssä	Maali maalijäteteeksi ja pesutisle tislattavaksi	Pesuvesi hyödynnetään ohenteena
Raaka-aineputkistot	Raaka-aineen vaihto voi vaatia tyhjennyksen edellisestä raaka-aineesta	Maalijäte	Maalijäte
Lavat (kertakäyttöiset ja vaihtolavat)		Sisäinen ja ulkoinen uudelleenkäyttö tai energiajäte	Sisäinen ja ulkoinen uudelleenkäyttö tai energiajäte
Lavojen kalvot		Muovi	Muovi
Lavojen alustamuovit ja -pahvit		Energiajäte, pahvi	Energiajäte, pahvi
Puhdistusrätit	Maali tai raaka-aine, jota rätillä on pyyhitty	Maalijäte	Energiajäte
Peittopaperit laboratorion (sisäinen kierrätys)	Kaavittu maali	Maalijäte	1. Energiajäte 2. Maalijäte
Pesutislettä/-vettä	Maalia	Tislaukseen, maalijäte	Liettäminen, liete
Kertakäyttöisiä suojavausteita		Maalijäte, energia	Energia

Taulukon tulokset ovat siis tavallisen satsausvaiheen aikana muodostuvat jätteet ja sivuvirrat sekä niiden nykyiset käsittelytavat. Määriin ei tässä taulukossa perehdytä tarkemmin. Tarkkailun tuloksia hyödynnettiin seuraavassa luvussa esiteltävien karttojen tekemisessä, ja merkittävä osa molempien karttojen sisällöstä perustuu yllä olevan taulukon tietoihin.

## 5 Kartat tuotannossa syntyvistä sivu- ja jätevirroista

Kartta tuotannossa syntyvistä sivu- ja jätevirroista on nykyaikainen työkalu materiaalitehokkuuden kehittämiseen. Tämän insinööriyön kartan tarkoituksena on visualisoida Teknos Oy:n molempien Suomen tehtaiden avulla yleisesti maali- ja maalitehtaassa syntyviä sivu- ja jätevirtoja. Kartta pyrittiin yleismaallistamaan koko Teknos-konsernille käytettäväksi, ja jatkossa karttaa voidaan käyttää työkaluna jäte- ja sivuvirtaprosessien kehittämisessä edistyneemmän kiertotalouden suuntaan. Alkuperäisestä suunnitelmasta poiketen, työn edetessä päätettiin tehdä Pitäjänmäen ja Rajamäen melko suurien eroavaisuuksien vuoksi tehdä yhden sijasta kaksi erillistä karttaa mahdollisimman yhtenevän näköiseksi, jotta niitä voisi vertailla hyvin keskenään. Yksittäinen kartta olisi tullut liian epäselväksi luettavuuden kannalta.

### 5.1 Tarkoitus ja hyödyt

Sivu- ja jätevirtakartan päätarkoitus on auttaa tunnistamaan ja analysoimaan jätteenkäsittelyn sekä materiaalitehokkuuden mahdollisuuksia, joita ympäristötietoisimmatkaan yritykset eivät ole mahdollisesti havainneet. Kartta kuvaa jätteenkäsittelyn ja tuotannon-suunnittelun keskinäistä vaikutusta sekä visualisoi materiaalimenetyksiä ja hyödyntämättömiä sivuvirtoja. Kartan avulla on mahdollista tehdä myös tehdasprosessien arvovirtakartta ja analysoida tarkemmin materiaalivirtojen ja eri jätteiden osia. Lisäksi kartta tarjoaa työkalun kehittää tämänhetkistä materiaalien käyttötehoa. Parhaimmillaan kartan avulla voidaan myös vähentää tarvittavien raaka-aineiden määrää. Kartasta hyötyvät kaikki jätteenkäsittelyn parissa työskentelevät, kuten ympäristökoordinaattorit, jätehuollon vastuuhenkilöt ja tuotannonkehittäjät. (Kurdve ym. 2017: 3-5.)

Tilaaajayrityksen tarkoituksena on kehittää toimintaansa kaikin puolin vastuullisemmaksi ja kartasta halutaan saada apua jäte- ja sivuvirtojen visualisoinnissa. Tämän insinööriyön karttojen avulla halutaan kehittää toimintaa kestävämmäksi ja materiaalitehokkaammaksi. Toivottavaa olisi, että karttojen avulla saataisiin vähennettyä jätteeksi päätyvän materiaalin määrää, mutta olennaisinta on ymmärtää prosessin eri vaiheista syntyneet jätteet ja niiden käsittelytavat.

## 5.2 Toteutus

Karttojen toteutuksessa hyödynnettiin Kurdven ym. (2017: 11) tarjoamia ohjeita jätevirtojen kartoituksesta. Ohjeiden mukaan ensiksi kerätään tietoa jätteiden määristä ja kustannuksista kaikilla osa-alueilla. Tämän jälkeen luodaan kartta, joka sisältää kaikki sivuvirrat, jätejakeet ja jokaisen jakeen sisällön. Lisäksi kuvaillaan erityyppiset jätteet, syyt jätteiden synnylle ja mahdolliset poikkeamat. Seuraavaksi analysoidaan sekä materiaali- että lajittelutehokkuutta ja verrataan tuloksia jätehierarkiaan. EU:n jätedirektiivin mukainen jätehierarkia on aiemmin esitettyä kuvassa 4. Lopuksi tunnistetaan aukot ja parhaat kehitysideoita sekä etsitään poikkeuksia aiheuttavat ydinkohdat. (Kurdve ym. 2017: 11.)

Kirjallisuustutkimuksen, jätetilastojen analysoinnin, tuotannon asiantuntijoiden haastatteluiden ja konkreettisen tarkkailun myötä muodostettiin maalitehtaille kartat, jotka ovat esitettyinä liitteissä 1 ja 2. Karttojen perustana ovat maalinvalmistuksen kolme pääkohtaa: satsaus ja dissolverisekoitus, loppulisäykset sekä seulonta ja purkitus, jotka sijoittuvat kartan keskelle raaka-aineiden valinnan ja valmiin tuotteen välille. Lisäksi kartoissa nostetaan esiin näihin vaiheisiin liittyviä oheistoimintoja, joita ovat helmimyllyjauhatus, laadunvalvonta, sävytys, etiketöinti, jätevedenpuhdistuslaitos sekä tislauslaitteisto. Kirjalliset tiedot ja tilastot, keskustelut asiantuntijoiden kanssa ja tarkkailu yhdessä mahdollistivat kaikki tarpeelliseksi koetut tiedot karttoihin. Karttojen pohja muodostui useiden eri luonnoksien kautta, perustuen niihin tietoihin, mitä tutkimusajan puitteissa oli mahdollista saada. Kartta oli aluksi hyvin prosessipainotteinen, mutta tällöin varsinainen tutkimuskohde eli sivuvirrat ja jätteet jäivät vähäiselle huomiolle, kun prosessi kiinnitti suurelta osin kaiken huomion. Kokeilujen myötä päädyttiin lopulliseen versioon kartoista, koska se koettiin rakenteen ja ulkoasun myötä selkeimmäksi.

Jätevirtakartassa ei huomioida energia- ja polttoainekuluja, haihtumista eikä muita päästöjä. Saatavasta materiaalista ei ollut mahdollista myöskään eritellä pois esimerkiksi henkilökuntaravintoloita, jotka voivat vaikuttaa jonkin verran esimerkiksi pahvijätteen määrään. Lisäksi kuvassa 1 ilmenevät muut jätteet koostuvat pitkälti tehtailta ylipäätään tulevista jätteistä eikä varsinaisesti nestemaalituotannosta. Myös jauhemaalijakeet on jätetty pois, koska tämä insinööriyö on rajattu käsittämään vain nestemaalit.

## 6 Tulokset ja tulosten arviointi

Työn onnistumisen näkökulmasta saatiin haettuja tuloksia ja päätavoitteeksi määritetyt visuaaliset kartat muodostettua. Toissijaisena tavoitteena oli löytää kehityskohteita tuotannon jätteenkäsittelyssä, ja sivuvirtojen hyötykäytön edistämiseksi tuotannossa. Tähtäin löytyi muutama idea, joita voi tulevaisuudessa lähteä tutkimaan ja kehittämään, jos ideat ovat teknisesti ja taloudellisesti järkeviä.

### 6.1 Kartoituksen tulokset ja karttojen selostukset

Tehtaiden erilaisuuden vuoksi ei lopulta ollut järkevää laittaa kaikkia asioita samaan karttaan, vaan eritellä ne kahdeksi vertailukelpoiseksi kartaksi. Tuloksena tästä tutkimuksessa saatiin yhden sijasta kaksi sivu- ja jätevirtakarttaa, joiden väliset eroavaisuudet on korostettu värikoodein. Värikoodien avulla sivu- ja jätevirtakartat saadaan myös yhdistettyä raportissa esitettyyn piirakkakaavioon kuvassa 2. Näin havainnollistetaan jätteiden ja muiden sivuvirtojen määrällistä suhdetta toisiinsa. Merkittävä ero kartoissa on myös ohenteen tyyppi. Pitäjänmäellä (liite 1) valmistetaan liuotinohteisia maaleja, joten myös jätteet sisältävät jonkin verran liuottimia. Likaisia liuottimia puhdistetaan uudelleen käyttöön tehtaalla omalla tislaimella. Rajamäen toimipisteessä (liite 2) valmistetaan puolestaan vesiohteisia maaleja, joten vesi on merkittävässä roolissa. Maalijätevevettä Rajamäellä käsitellään omalla puhdistuslaitoksella.

#### 6.1.1 Satsaus ja dissolverisekoitus

Pitäjänmäen tehtaasta muodostettu kartta liitteessä 1 alkaa raaka-aineiden hankinnasta. Jokaisesta nestemäisestä raaka-aineesta tarkistetaan laatu ja otetaan näyte talteen. Tätä näytettä säilytetään vaadittu aika eli  $\frac{1}{2}$  - 1 vuotta ja sen jälkeen toimitetaan asianmukaisesti maalijätteenkäsittelyyn. Varsinainen valmistus aloitetaan satsauksesta ja dissolverisekoituksesta. Satsauksessa jätteet koostuvat suurimmilta osin valmistukseen käytettävien jauhojen säkeistä. Säkkien sisälle jää luonnollisesti jonkinlainen määrä jauhoja riippumatta työskentelytekniikasta. Säkkien käytön myötä materiaalihukkaa muodostuu myös kuormalavoista, joilla säkit ovat ja lavojen ympärillä olevista pakkausmuoveista sekä lavojen pohjalla sijaitsevista alustapahveista tai -muoveista. Kuormalavoja

tulee niin kertakäyttöisinä kuin standardin mukaisina vaihtolavoina. Jauhosäkkien lisäksi käytetään erilaisia raaka-aineita, joita saadaan suoraan säiliöiden hanoista tai vaihtoehtoisesti pienemmistä tynnyreistä sekä konteista. Pienien raaka-ainemäärien keräilyssä hyödynnetään hukkapurkkeja, joita tulee tuotannon eri vaiheista kuten etiketöinnistä. Säkit sekä osa pahveista ja muoveista menevät energijätteeseen. Ainoastaan puhtaat pahvit ja muovit voidaan laittaa lajikohtaiseen kierrätykseen. Kuormalavoista vaihtolavat kiertävät tehtaan sisäisesti eri osastoille kuten purkitukseen, jossa lavoja tarvitaan. Kertalavat ja ylimääräiset vaihtolavat toimitetaan ulkoiselle toimijalle. Tynnyrit ja kontit toimitetaan eteenpäin sellaisenaan. Muovikontteja voidaan kierrättää muovin osalta ja metallikontit ja tynnyrit menevät pesuun ja uudelleenkäyttöön.

Rajamäen tehtaan kartta liitteessä 2 on pääpiirteittäin samanlainen sisällöltään, mutta poikkeaa muutamassa kohdassa Pitäjänmäestä. Pienten raaka-ainemäärien keräilyastiat, kanistereita lukuun ottamatta, kiertävät tehtaan sisäisesti useita kuukausia. Päättyessään tiensä päähän nämä useimmiten metalliset keräilyastiat lajitellaan metallijätteeseen. Toisinaan Rajamäen toimipisteessä myös huuhdellaan raaka-ainekontteja vedellä, että saadaan mahdollisimman paras materiaalitehokkuus.

#### 6.1.2 Helmimyllyjauhatus ja loppulisäykset

Dissolverisekoituksesta (liite 1) maalipanos siirtyy joko helmimyllyyn tai suoraan loppulisäyssäiliöön. Panoksesta otetaan joko dissolverisekoituksen tai helmimyllytyksen yhteydessä jauhatusnäyte ja viedään laadunvalvontalaboratorioon. Näyte otetaan pahvisia kahvimukeja hyödyntäen, koska näytettä ei tarvitse säilöä ja se testataan laboratoriossa välittömästi. Näytteenottoa jatketaan ja maalipanosta korjataan niin kauan, kunnes näyte saa laadunvalvojan hyväksynnän. Tämän jälkeen maalinvalmistusprosessia voidaan jatkaa ja siirretään maali loppulisäyssäiliöön tai -saaviin. Loppulisäyssäiliössä lisätään puuttuvat raaka-aineet ja sen jälkeen tehdään myös mahdollinen sävytys. Säiliöiden ja saavien pesuun Pitäjänmäen tehtaalla käytetään liuotintislettä. Tisle menee suoraan tislattavaksi ja sitä ei voi hyödyntää loppulisäyksissä vesiohenteisen maalinvalmistuksen kaltaisesti. Jauhatusnäytepurkit menevät sellaisenaan maalijätteeseen.

Rajamäen tehtaalla liitteessä 2, koska ohenteena valmistuksessa käytetään vettä, toiminta poikkeaa liitteen 1 kartasta. Kun maalipanos on siirretty ensimmäisestä säiliöstä

pois, on säiliö pestävä välittömästi vedellä. Koska välitön vesipesu on riittävä eikä pesuaineita tarvita, tätä samaa vettä hyödynnetään helmimyllyn pesussa ja myöhemmin myös ohenteena loppulisäyksissä. Kun pesuvesi hyödynnetään maalinvalmistuksessa, saadaan paras mahdollinen materiaalitehokkuus vedelle. Helmimyllystä on aluksi tyhjennettävä sinne edellisestä pesusta jäänyt pieni määrä vettä ennen käyttöä. Näyte Rajamäellä puolestaan otetaan kahden muovipurkin avulla, jotka päätyvät energijätteen näytteen testauksen jälkeen. Loppulisäyksessä helmimyllyssä oleva vesi hyödynnetään maalin ohenteena ja lisätään myös muitakin nestemäisiä raaka-aineita. Loppulisäyksen yhteydessä toteutetaan myös mahdollinen sävytys. Sävytyspulloista tulee maalijätettä ja niiden laatikot menevät pahinkeräykseen. Loppulisäyssäiliö pestään purituksen jälkeen uudella pesuedellä, ja tämä vesi menee suoraan Teknoksen omalle vedenpuhdistuslaitokselle.

### 6.1.3 Seulonta ja purkitus

Seulonnan ja purituksen vaiheeseen päästään, kun maali on täysin valmista ja hyväksytty laadunvalvontalaboratorion toimesta. Tässä vaiheessa panoksesta otetaan myös loppunäyte, jota säilytetään kahden vuoden ajan. Varastointiajan jälkeen näytteet hävitetään maalijätteenä. Seulonnassa hyödynnetään erikokoisia suodattimia, jotka Pitäjänmäen toimipisteessä liitteessä 1 menevät poikkeuksetta maalijätteenä. Purituksessa on aluksi laskettava pieni määrä maalia eli nokka pois, että saadaan linjasto toimimaan normaalisti, aloituksen ilmakuplat pois ja varmistetaan, että maali on takuuvarmasti puhdasta. Tämä nokkamaali päätyy maalijätteenä. Kun tarvittava määrä on purkitettu, on purituksessa mahdollisesti tullut hukkapurkkeja, joita hyödynnetään valmistuksessa keräilypurkkeina. Purituksen päätyttyä jäljelle jäänyttä maalia kutsutaan hännäksi, joka varastoidaan, jos sitä on enemmän kuin 10 kg. Nämä varastoidut hännät hyödynnetään tulevaisuudessa maalinvalmistuserissä. Pienemmät määrät menevät suoraan maalijätteenä. Lopuksi purituslinjasto on puhdistettava pesutisleen avulla. Purituksesta voi tulla myös hukkakansia, jotka päätyvät metallijätteenä.

Rajamäellä liitteessä 2 puritus ei merkittävästi eroa Pitäjänmäestä. Poikkeuksena on, että purituslaitteiston pesu tapahtuu tisleen sijasta vedellä. Puritus aloitetaan puhdistamalla purituksen suutinosan laskemalla maalin nokka aluksi vedenpuhdistuslaitokselle, samoin lopuksi jäävä häntä päätyy Rajamäellä vedenpuhdistuslaitokselle. Mikäli häntää

jää suurempi määrä, se varastoidaan. Purituksen päättyessä on loppulisäyssäilö ja purituslinjasto pestävä siihen tarkoitettulla pesuohjelmalla. Pesuvesi päätyy kartan mukaisesti puhdistuslaitokselle.

#### 6.1.4 Oheistoiminnat

Oheistoiminnoiksi karttoihin (liitteet 1 ja 2) on kirjattu maalinvalmistusprosessista laadunvalvonta, sävytys, etiketöinti, jätevedenkäsittely ja tislaus. Laadunvalvontalaboratorioon toimitetaan raaka-aine-, jauhatus- ja loppunäytteitä. Sävytyksestä päätyy maalijätteeksi Rajamäellä lähinnä pastapulloja ja Pitäjänmäellä pastatynnyreitä. Etiketöinti-osastolla tehdään ammattilaiskäyttöön menevien purkkien etiketöinnit ja toisinaan kuluttajapurkkeihin esimerkiksi tuotantoerämerkintöjä. Etiketöinnistä syntyvät jätteet ovat lähinnä kalvomuoveja ja energiajätteeksi meneviä etikettijätteitä. Rajamäen vedenpuhdistuslaitoksella puhdistetaan tehtaalta tuleva maalijätevesi ja Pitäjänmäen tislaimella tislataan maalijäteliuotin uudelleenkäyttöön.

Rajamäen puhdistuslaitoksella vesi saadaan puhdistettua ympäristövaatimusten mukaisesti, ja jopa paremminkin. Puhdistusprosessista muodostuva maaliliete kuivataan ja toimitetaan eteenpäin jätteenkäsittelylaitokselle. Pitäjänmäellä tislaukseen päätyvät kaikki liuotinpesutisleet, joita valmistuksen kaikissa vaiheissa käytetään. Tislauksen jälkeen puhdas liuotintisle päätyy takaisin tuotantoon pesutisleeksi ja maalijäte menee jätteenkäsittelylaitokselle sellaisenaan.

Jokaisessa työskentelyvaiheessa on mahdollista tapahtua pientä sotkemista esim. jauhojen pölyämistä tai nestemäisen raaka-aineen läikyttämistä. Sotkujen myötä tulee myös siivousräteistä sekä suojavälineistä jätettä. Suuremmissa vahingoissa voidaan hyödyntää imeytysainetta maalin puhdistamiseen esimerkiksi lattialta. Luonnollisesti myös työntekijöiden työvarusteet ovat kulutustavaraa. Vaatteita pestään ja käytetään uudelleen niin kauan kuin mahdollista, mutta käsineitä, hihasuojuksia, kertakäyttöisiä hengityssuojaimia yms. muodostuu maalinvalmistuksen ohessa jätteeksi.

## 6.2 Tulosten vertailu jätehierarkiaan

Kuvassa 5 esitetty jätehierarkia on EU-lainsäädännön mukainen etusijajärjestys jätteenkäsittelylle. Ylimmällä tasolla on jätteiden tuoton ja haitallisuuden ehkäisy, jota sivu- ja jätevirtakarttojen avulla voidaan vähentää. Karttojen avulla eri jätteiden ja sivuvirtojen syntykohdat konkretisoituvat, joten niitä on helpompi myös pyrkiä vähentämään. Jos jätteen tuottoa ei voi estää, toisella sijalla jätehierarkiassa on uudelleenkäyttö, jonka osalta tehtailla toimitaan jo melko esimerkillisesti. Tisla ja vesi ovat parhaimmat esimerkit tästä uudelleenkäytöstä. Pitäjänmäen tislauslaitteiston avulla pesutisla saadaan lähes kokonaisuudessaan uudelleenkäyttöön. Maalijätteen mukana luonnollisesti menee tislettä aina hieman, että se pysyy pumpattavassa muodossa eikä pääse kuivumaan. Vesi kiertää mahdollisuuksien mukaan Rajamäen tehtaalla aina alkulisäyssiiliön pesusta helmimyllyn kautta loppulisäyssiiliöön. Loppulisäyssiiliön pesuun on otettava uusi pesuvesi, mutta sekin voidaan käsitellä puhtaaksi tehtaalla omalla vedenpuhdistuslaitoksella ja toimittaa kunnan puhdistuslaitokselle sen jälkeen. Muita uudelleenkäytettyjä tuotteita tehtaalla sisällä ovat ainakin kuormalavat, kakkoslaatuiset maalipurkit, ylijäämämaali ja peittopaperit laboratorion. Kolmannella sijalla jätehierarkiassa on kierrätys, johon sisältyy myös energiahyödyntäminen, mikäli kierrätys materiaalina tai komponentteina ei onnistu tai ole kannattavaa. Ulkoiseen kierrätykseen tehtailla menee muun muassa muoveja, pahveja, metalleja, kuormalavoja sekä energijätettä. Jos jätettä ei voida kierrättää eikä hyödyntää energijätteenä, on sille tehtävä asianmukainen loppukäsittely. Tämänhetkinen tilanne maalijätteen ja muun vaarallisen jätteen kanssa on, ettei niitä varsinaisesti voida hyödyntää, joten ne on käsiteltävä vaaralliselle jätteelle hyväksytyllä tavalla.

## 6.3 Tulosten reliabiliteetti

Piirakkakaaviot kuvissa 2 ja 3 on koostettu kahden vuoden mittaisesta tilastosta, joten mahdollinen tavallisesta poikkeavan vuoden vaikutus on pyritty minimoimaan tämän avulla. Kaavioihin sisältyy myös nestemaalituotantoon kuulumattomia jätteitä, mutta ne ovat suurelta osin luokiteltu muut-osastoon ja määrällisesti hyvin pieniä. Lisäksi pahvia ja paperia tulee myös sekä ruokaloista että toimistoista, joten sillä osa-alueella vaikutusta on havaittavasti. Olennaista kaavioissa on myös huomioida, että ne eivät ole koko teh-

taan kaikkia jätteitä, vaan jauhemaalijätteet on jätetty pois, eikä kaavioon sisälly muutamia jättejakeita, kuten lavoja ja metallijätettä. Kaavioita voidaan kuitenkin pitää luotettavina, koska ne perustuvat kirjalliseen dataan pitkällä aikavälillä.

Kartat ovat muodostettu kokonaisuudessaan saatavilla oleviin tilastoihin ja yksittäisiin tuotantotarkkailuihin perustuen, joten joidenkin tietojen uupuminen on mahdollista. Karttojen tarkoitus on kuitenkin havainnollistaa tuotannon perinteisiä sivu- ja jätevirtoja, joten joitakin yksittäisiä ja harvinaisempia virtoja on voinut jäädä huomioimatta. Myös värikoodit kartassa perustuvat vain yhdelle jätteenkäsittelylaitokselle toimitettavien tuotteiden määriin. Tällöin poissulkeutuvat esimerkiksi kierrätykseen tai toiselle jäteyritykselle toimitetut jätteet, joita kartassa on kuvattu mustalla värikoodien sijasta. Karttojen käyttötarkoituksiin nähden niihin on saatu kattavasti tietoa, sekä tarkkaa että suuntaa antavaa.

#### 6.4 Kehitysideat tulosten perusteella

Kirjallisuustutkimuksen ja konkreettisten havaintojen sekä keskustelujen myötä ehdotetaan tilaajayritykselle yritystoiminnallisesti pieniä, mutta kiertotalouden kannalta merkittäviä toimintamuutoksia. Ensimmäisenä ajankohtainen aihe eli muovikierrätyksen lisääminen olisi tarpeellista tuotannossa. Månssonin (2018) mukaan aiemmin muovikierrätyksen kanssa on ollut haasteita muovin kuljetuksen ja likaisuuden kanssa, mutta olisi varmasti aiheellista neuvotella jäteyhtiön kanssa uudelleen aiheesta. Tänä päivänä pystytään iso osa likaisistakin kuluttajamuoveista kierrättämään, joten oletettavaa olisi, että yrityksiltäkin tulevat muovit saisivat olla hieman likaisia.

Toinen selvityksen kohde on, voisiko pesutislettä saada joltakin muulta kemian alan yritykseltä, koska varsinkin kesäkausina likaista liuotinta ei tule tarpeeksi vaan pesutisleeseen joudutaan käyttämään uusia liuotinraaka-aineita (Vahlfors 2018). Tässä ilmeni konkreettisesti kiertotalouden ajatus siitä, että yhden jäte voi olla toiselle arvokas raaka-aine (Sjöstedt 2017). Teollisesta symbioosista hyötyisivät siis molemmat yritykset.

Teollisuuden symbioosi -ideologiaa voisi hyödyntää myös maalijätteissä. Esimerkiksi Rinnepelto (2010) on jo aiemmin jo aiemmin tutkinut, että maalijätettä voi joissain määrin

hyödyntää muovikuitukomposiittimateriaalien raaka-aineina. Tähän toimintaan olisi löydettävä sopiva yhteistyöyrittäjä, joka olisi kiinnostunut kiertotalouden lisäämisestä tuotannossaan.

Koska maalijätteestä on mahdollista tislata liuotteet talteen, mutta se vaatii suuren tislauksen kapasiteetin, olisi siinä myös paikka etsiä kumppania teolliseen symbioosiin. Maalijätteen voisi toimittaa tislattavaksi yritykselle, jonka tisluslaitteisto olisi tähän riittävä. Tällöin maalista saataisiin talteen liuottimet ja jätekustannuksiakin tulisi huomattavasti vähemmän. Olisi muutenkin kaikin puolin kiertotaloudellisesti tärkeää pyrkiä löytämään teollisia symbiooseja muiden kemianteollisuuden yritysten kanssa.

Yritykselle ehdotetaan myös raaka-aineseurannan parantamista ja siihen sopivan ohjelman kehittämistä. Ohjelma, joka huomioi kaiken hävikin, auttaisi yritystä tunnistamaan ja havaitsemaan ja sen myötä kehittämään paremmaksi mahdollisia ongelmakohtia ja parantamaan materiaalitehokkuutta.

## 7 Yhteenveto

Tavoitteena tässä insinööriyössä oli tehdä tutkimusta maalinvalmistuksessa syntyvistä sivuvirroista ja jätteistä muodostaen sen myötä visuaalisen kartan tuotannon erilaisista sivuvirroista ja jätteistä. Kartoittaminen koetaan hyödyllisenä työkaluna kehittää toimintaa laajemmin kiertotalouden suuntaan sekä sekundaaristen raaka-aineiden hyödyntämisen ja materiaalitehokkuuden lisäämiseen. Kartan avulla havaitaan konkreettisesti maalityönteossa erilaisten jätteiden ja sivuvirtojen muodostuminen.

Työssä päästiin tavoitteisiin ja pysyttiin rajatun aihealueen sisällä. Kartan tulokset perustuvat pitkälti arvioihin ja yksittäisiin havaintoihin, joten luotettavuutta voinee kyseenalaisistaa. Lisäksi kartoissa ei käy ilmi, millaisia määriä sivuvirtoja tai jätteitä tulee yksittäisiltä osa-alueilta, koska jätetilastojen tarkkuus ei ollut riittävä. Kuitenkin verrattaessa karttoja (liitteet 1 ja 2) jätteiden suhteellisiin määriin piirakkakaaviossa kuvassa 2 saadaan näkemys, mitä jätelajia syntyy eniten ja mitä vähiten. Alun perin työssä tavoiteltiin kuitenkin helposti ymmärrettävää ja yksinkertaista karttaa eri tuotantovaiheista muodostuvista jätteistä, joten tarkemmasta kartasta ei tässä vaiheessa välttämättä hyödyttäisikään niin

paljoo. On monia asioita ja aihealueita, joista tietoa olisi mielenkiintoista saada, mutta rajallisten jo olemassa olevien tietojen ja ajan puitteissa ovat saadut kartat uskoakseni hyvin lähellä tavoiteltua. Lisäksi kartan selkeyden ja luettavuuden kannalta liiallinen tarkkuus voisi tuottaa ongelmia.

Toissijaisena tavoitteena oli havainnoida mahdollisia kehitysideoita. Tilaajayrityksen pitkälle kehittynyt ja vastuullinen toiminta ei tehnyt näiden kehitysideoiden löytämistä helppoksi, mutta joitakin nousi esiin ja saatiin hyviä keskusteluja palavereissa aikaan erilaisista kehitysalueista. Ideoista parhaimmat on esitettyä luvussa 6.4. Kaikki ideat vaativat vielä merkittävää lisätutkimusta ja selvitystä siitä, ovatko ne mitenkään taloudellisesti ja teknisesti toteutuskelpoisia.

Haasteiksi tutkimuksessa ilmeni tuotannossa käytettävät yhteiset jättepisteet, jotka vaikuttivat haluun tutkia yksittäisten osastojen jätemääriä. Kummallakaan tehtaalla ei tämän myötä ollut mahdollista löytää varsinaisia ongelmakohtia. Insinööriyön kirjallisuustutkimuksessa ja taustatietojen kartoituksessa ilmeni positiivinen ongelma. Materiaalia kiertotaloudesta, kestävästä kehityksestä, jätteenkäsittelystä ja muista työtä koskettavista aihealueista löytyy todella paljon, jopa liikaa tämän mittakaavan työhön. Aika ei mitenkään riitä käsitellä kaikkia toinen toistaan mielenkiintoisempia lähteitä. Varsinaisesti maaliiteollisuudesta ei ole materiaalia niin paljon, mutta raaka-aineet ovat kuitenkin ympäristönäkökulmasta muovin kanssa läheisiä, joten myös ympäristöhaasteet ovat samankaltaisia. Jatkotutkimukseksi tälle insinööriyölle ehdotetaan taloudellisen puolen tutkimista ja syntyvien jättejakeiden pidempikestoista punnitsemista, jotta saataisiin luotettavampia tutkimustuloksia. Myös materiaalitehokkuuden kehittämiseksi voisi löytyä hyvin tutkimuskohdetta.

Koska aihe on vielä niin todella ajankohtainen muun muassa lokakuussa 2018 julkaistun ilmastoraportin myötä, jota on nostettu runsaasti mediassa esiin, oli kiinnostavaa perehtyä aiheeseen aina vain syvällisemmin. Insinööriyöprosessi vaikutti myös henkilökohtaiseen arvomaailmaani. Aiemmin olen kuulunut siihen ihmiskategoriaan, jonka mielestä suomalaisten ympäristöteoilla ei ole oikeastaan merkitystä. Tämän insinööriyön jälkeen minulla on hallussa runsaasti argumentteja, miksi meidän ihan jokaisen on tärkeää miettiä omia valintoja ja vähentää kulutusta edes ihan pienin askelin.

## Lähteet

Ahtiainen, Toni. 2018. Kierrätysliiketoiminnanjohtaja, Fortum Recycling & Waste. Seminaari 10.10.2018.

Antson, Heli; Hakala, Irina; Karjalainen, Anneli; Koivula, Krister; Gyllenberg, Pirjo; Hirvikallio, Hilikka; Lahti, Jarmo; Soljamo, Kari; Silvo, Kimmo; Silander, Sirpa; Tikkanen, Seppo & Villikka, Jaana. 2008. Paras käytettävissä oleva tekniikka (BAT) liuottimia käyttävässä pintakäsittelyssä. Helsinki: Edita Prima Oy.

Asetukset, direktiivit ja muut säädökset. Verkkoaineisto. Euroopan unioni. <[https://europa.eu/european-union/eu-law/legal-acts\\_fi](https://europa.eu/european-union/eu-law/legal-acts_fi)>. Luettu 10.12.2018.

CoatingsTech. 2018. The Demand for Coatings Raw Materials to 2022. Verkkoaineisto. <<https://www.paint.org/article/demand-coatings-raw-materials-to-2022/>>. Luettu 23.11.2018.

Distillation. 2002. Encyclopedia of Science. Verkkoaineisto. <<https://www.encyclopedia.com/science-and-technology/chemistry/chemistry-general/distillation>>. Luettu 28.11.2018.

Eryistä huolta aiheuttavat aineet (SVHC-aineet) kiertotalouden muovivirroissa. 2017. Verkkojulkaisu. Tukes. [https://tukes.fi/documents/10197/8647605/RaporttiSVHC\\_2017.pdf](https://tukes.fi/documents/10197/8647605/RaporttiSVHC_2017.pdf)>. Luettu 10.12.2018.

Eryistä huolta aiheuttavat aineet (SVHC-aineet). Verkkoaineisto. ECHA, European Chemicals Agency. <<https://echa.europa.eu/fi/-/chemicals-in-our-life-chemicals-of-concern-svhc>>. Luettu 28.9.2018.

EU-direktiivi 2004/42/EY. 2004. <<https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/27e691d9-c19e-4c02-b7f4-6a568c59d49b/language-fi>>. Luettu 10.12.2018.

EU-direktiivi 2008/98/EY. 2008. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0098&from=EN>>. Luettu 14.11.2018.

Hare, Clive H.. 1994. Protective Coatings, Fundamentals of Chemistry and Composition. Pittsburgh, Pennsylvania: Technology Publishing Company.

Herlevi, Kari. 2018. Projektijohtaja, Sitra, Helsinki. Onko kiertotalous uusi normaali -seminaari 4.9.2018. Metropolia, Leppävaara.

Huttunen-Saarivirta, Elina; Karhu, Marjaana; Majaniemi, Sami; Kivikytö-Reponen, Päivi & Laitinen, Tarja. 2018. Sekundääriiraaka-aineiden hyödyntämisen haasteet ja mahdollisuudet. Verkkoaineisto. <<http://closeloop.fi/sekundaariraaka-aineiden-hyodyntamisen-haasteet-ja-mahdollisuudet/>>. Luettu 23.11.2018.

IPCC: Ilmasto lämpenee hälyttävällä vauhdilla. 2018. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <[http://www.ymparisto.fi/FI/Ajankohtaista/IPCC\\_Ilmasto\\_lampenee\\_halyttavalla\\_vauhd\(48136\)](http://www.ymparisto.fi/FI/Ajankohtaista/IPCC_Ilmasto_lampenee_halyttavalla_vauhdilla_vauhd(48136))>. Luettu 30.11.2018.

Järvinen, Pasi. 2016. Muovien kierrätys ja hyötykäyttö Suomessa. Porvoo: Bookwell Oy.

Jätetilasto. 2016–2017. Teknos Oy. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Jätteen hyödyntäminen ja loppukäsittely. 2012. Verkkoaineisto. Aluehallintovirasto. <<https://www.avi.fi/documents/10191/19304/R-+ja+D-koodit.pdf/aeacc7e3-31c7-46ef-8326-e1bcb2c25bf1>>. Luettu 5.11.2018.

Kallioinen, Ilkka; Sarvimäki, Ilkka; Takala, Antti & Ådahl, Robert. 1982. Maalialan materiaalioppi. 3. painos. Helsinki: Valtion painatuskeskus.

Kestävää kasvua materiaalitehokkuudella. 2018. Verkkojulkaisu. Työ ja elinkeinoministeriö. <<http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/160559>>. Luettu 13.9.2018.

Kiiskinen, Esa. 2018. Kauppias, Citymarket Sello, Kesko, Espoo. Onko kiertotalous uusi normaali -seminaari 4.9.2018. Metropolia, Leppävaara.

Kurdve, Martin; Shahbazi, Sasha; Wendin, Marcus; Bengtsson, Cecilia; Wiktorsson, Magnus & Amprazis, Pernilla. 2017. Waste Flow Mapping: Handbook. Mälardalen University, Eskilstuna, Sweden.

Lainsäädäntö ja ohjeet ympäristönsuojelussa. 2016. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <[http://www.ymparisto.fi/FI/Ymparisto/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet](http://www.ymparisto.fi/FI/Ymparisto/Lainsaadanto_ja_ohjeet)>. Luettu 27.11.2018.

Lyytimäki, Jari & Hakala, Harri. 2008. Ympäristön tila ja suojele Suomessa. Gaudeamus Helsinki University Press.

Maailman ylikulutuspäivä on tänään. 2018. Verkkoaineisto. WWF Suomi. <<https://wwf.fi/wwf-suomi/viestinta/uutiset-ja-tiedotteet/Maailman-ylikulutuspai-va-on-tanaan-3550.a>>. Luettu 30.11.2018.

Månsson, Kristina. 2018. Tehdaspäällikkö, Teknos Oy, Helsinki. Keskustelut ja palaverit.

Pajukallio, Anna-Maija. 2018. Ympäristöneuvos, Ympäristöministeriö, Helsinki. Kiertotalous-seminaari 10.10.2018.

Pariisin ilmastopimus. 2017. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<http://www.ym.fi/pariisi2015>>. Luettu 25.9.2018.

Peura, Mikko. 2018. Tuotantopäällikkö, Teknos Oy, Helsinki. Keskustelu 2.10.2018.

Piesala, Pirjo. 2013. Mitä luonnonvarat ovat? Verkkoaineisto. <[https://www.edu.fi/luovasti\\_luonnonvaroista/mita\\_luonnonvarat\\_ovat](https://www.edu.fi/luovasti_luonnonvaroista/mita_luonnonvarat_ovat)>. Luettu 26.11.2018.

PRA - The Paint Research Association, Paint Technology. 2017. Teknos Oy. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Raw materials. 2017. Verkkoaineisto. Euroopan komissio. <[http://ec.europa.eu/environment/green-growth/raw-materials/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/green-growth/raw-materials/index_en.htm)>. Luettu 10.12.2018.

Riistama, Kyösti; Laitinen, Jorma & Vuori, Merja. 2003. Suomen kemianteollisuus. Tampere: Chemas Oy.

Rinnepelto, Pirjo. 2010. Pinnoiteteollisuudessa syntyvien maalijätteiden hyötykäyttö ja uudet liiketoimintamahdollisuudet. Diplomityö. Doria-tietokanta <<http://www.doria.fi/handle/10024/59832>>. Luettu 7.9.2018.

Schwartz, Manfred & Baumstrark, Roland. 2001. Waterbased Acrylates for Decorative Coatings. Hannover, Germany: Vincentz Verlag.

SFS-EN ISO 14001. Ympäristöjärjestelmät. 2015. Vaatimukset ja niiden soveltamisohjeita. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

SFS-EN ISO 9001. Laadunhallintajärjestelmät. 2015. Vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto.

Sitran selvityksiä 117. 2016. Kierrolla kärkeen – Suomen tiekartta kiertotalouteen 2016–2025. <<https://media.sitra.fi/2017/02/24032626/Selvityksia117-2.pdf>>. Luettu 25.9.2018.

Sjöstedt, Tuula. 2017. Mitä nämä käsitteet tarkoittavat? Verkkoaineisto. Sitra. <<https://www.sitra.fi/artikkelit/mita-nama-kasitteet-tarchoittavat/>>. Luettu 25.9.2018.

Teknos jäseneksi EcoVadis-verkoston. 2018. Verkkoaineisto. <<https://www.teknos.com/fi-FI/uutiset/2018/Teknos-jaseneksi-ecovadis-verkoston/>>. Luettu 14.11.2018.

Teknos kohti kestävämpää kehitystä ja kiertotaloutta. Recompose-hanke. <<http://www.teknos.com/fi-FI/teollisuus/showroom/recompose-hanke/>>. Luettu 26.9.2018.

Teknos lähikuvassa -yritysesite. 2018. Verkkoaineisto. <[http://www.teknos.com/globalassets/teknos.fi/tietoa-meista/teknos\\_lahikuvassa\\_2018.pdf](http://www.teknos.com/globalassets/teknos.fi/tietoa-meista/teknos_lahikuvassa_2018.pdf)>. Luettu 12.9.2018.

Teknos on julkaissut EDP-mallin mukaiset ympäristöselosteet. 2018. Verkkoaineisto. <<https://www.teknos.com/fi-FI/uutiset/2018/edp-selosteet/>>. Luettu 14.11.2018.

Teollisuuden Keskusliitto. 1992. Teollisuuden ympäristönsuojelun käsikirja. Tampere: Teollisuuden Kustannus Oy.

Tervetuloa Teknokseen. 2016. Teknos Oy. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Toben, Marijana. 2005. Microplastic pollution originating from Textiles and Paints: Environmental impacts and solutions. <[https://www.ccb.se/documents/Postkod2017/CCB\\_TechnicalReport\\_MP\\_textiles\\_paints.pdf](https://www.ccb.se/documents/Postkod2017/CCB_TechnicalReport_MP_textiles_paints.pdf)>. Luettu 17.10.2018.

Vahlfors, Jussi. 2018. Työnjohtaja, Teknos Oy, Helsinki. Keskustelu 19.9.2018.

Ympäristö: Tiukemmat kierrätystavoitteet edistävät siirtymistä kiertotalouteen ja luovat uusia työpaikkoja ja kestäväää kasvua. 2014. Verkkojulkaisu. Euroopan komissio. <[http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-14-763\\_fi.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-763_fi.htm)>. Luettu 18.9.2018.

Yritysvastuu. Verkkoaineisto. Teknos Oy. <<http://www.teknos.com/fi-FI/tietoa-meista/yritysvastuu/>>. Luettu 26.9.2018.



