

## Logistiikka ja lajittelu

### 1.1.2 Jätejakeiden hallinta – Lyhyt johdanto

#### Kuinka paljon jätettä tuotamme?

Aloitetaan aiheeseen johdattelulla tapaustutkimuksella. Sen tavoitteena on selittää jäteongelmaa yksinkertaisella tavalla.

Tiedetäänkö, kuinka paljon jätettä jokainen tuottaa elinaikanaan? Ihminen alkaa tuottaa jätettä syntymästään lähtien. Ensimmäisenä elinvuotena ihminen tuottaa yli 200 kg jätettä, josta suurin osa on vaippoja. Elämänsä aikana ihminen tuottaa yli 650 000 kg jätettä, roskaa, myrkyllisiä aineita ja muuta saastetta.

Näistä 650 000 kg:sta 34 000 kg on kotitalousjätettä tai kiinteää yhdyskuntajätettä noin 75 vuodessa. **Se tarkoittaa 440 000 m<sup>3</sup>, mikä vastaa 120 m<sup>2</sup>:n huoneistoa, joka on täytetty kattoon saakka roskilla.**

#### Miten tämä ongelma onnistuttiin ratkaisemaan aiemmin?

Miten muinaiset kulttuurit hallitsivat tätä ongelmaa?

Ennen jätteistä päästiin eroon tavalla, joka vaati vähiten vaivaa, eli heittämällä se pois, kadulle, talojen taakse jne. Tämä ei ollut vakava ongelma ennen kuin alueet alkoivat täytyä jätteistä, jotka toivat mukanaan ei-toivottuja hyönteisiä, rottia ja muita eläimiä.

#### Yksittäisen ongelman kollektiivinen hallinnointi

**Viranomaiset yrittävät tyypillisesti ratkaista ongelman kollektiivisella hallinnoinnilla** ja antamalla kunnille mahdollisuuden toteuttaa jätteenkeräyspalveluja. Jonkin aikaa tämä ratkaisi jätteiden kaduille kasaantumisen ongelman. Lain toimeenpanosta riippuen tehtävän sai kansalaista lähinnä oleva hallinnon yksikkö, yleensä kunta.

On selvää, että kansalaiset haluavat parasta mahdollista palvelua mahdollisimman alhaisin kustannuksin.

Jos kansalaisille ei pystytä selittämään, mitä asianmukainen jätehuolto merkitsee, on tästä palvelusta kuitenkin vaikea veloittaa.

#### Näkymätön työ

Miksi ihmiset eivät ole tietoisia jätehuollon todellisista kustannuksista ja jätteenkäsittelyyn liittyvästä vaivannäöstä?

**Nykyään jätehuolto on kuin musta laatikko: roskapussi vain heitetään säiliöön, josta se taianomaisesti katoaa.** Avoimuutta ja jätteiden keräykseen liittyvää tiedottamista pidetään ratkaisevan tärkeinä. Kun kansalainen jättää roskapussin säiliöön ja se viedään pois, hänelle ei muodostu ymmärrystä järjestelmän monimutkaisuudesta tai siitä, miksi jätteenkäsittelystä on maksettava.

**Jos laaja yleisö ei tiedosta, että jätteenkuljetuksessa tarvitaan satoja ajoneuvoja ja satoja ihmisiä, jotka työskentelevät jätteenkäsittelyn sektorilla, tai hahmota käsiteltäviä jättemääriä, heidän on vaikea ymmärtää palvelun kustannuksia.**

Mistä tämä ymmärrys muodostuu? Jätteen ei anneta kasautua kenenkään ovelle; se kerätään riittävän usein, ilman melua ja niin, että se ei aiheuta epämiellyttäviä hajuja. Asukkailla on säiliöitä tai jätteiden palautuspisteitä suhteellisen lähellä koteja. Säiliöt ovat puhtaita eivätkä aiheuta asukkaille suurempia ongelmia.

### **Roolimme opiskelijoina**

Miten tilannetta voidaan parantaa?

Jos lähistöllä on jätteitä ja joka kerta kun avaan ikkunan, haistan ne, ongelma realisoituu. Paras ratkaisu on yleensä polttaa jäte, vaikka se muuttaa ongelman toisenlaiseksi: tämäkin ratkaisu näkyy ja haisee.

**Tämän opinto-osion tavoitteena on selvittää teknisestä näkökulmasta ongelmat, markkinoiden ehdottama ratkaisu sekä saatavilla olevien teknologioiden edut ja haitat. Kun kaikki tekijät otetaan huomioon, voidaan räätälöidä ja toteuttaa uusia ratkaisuja.**

### **Tämän osion tavoitteet**

Mitä jätehuollolla tarkoitetaan tällä kurssilla?

Millaisilla parametreillä jätehuoltomalli voidaan määritellä? Mitkä ovat mahdolliset vaihtoehdot ja tekniset ratkaisut, ja mitkä ovat niiden rajoitukset?

Toisin sanoen, ehdota

- mikä
- kuinka
- milloin
- millä.

### **MIKÄ**

- Määrittele, mitä kiinteä yhdyskuntajäte on.
- Mitkä jakeet erotetaan toisistaan?
- Minne jakeet kuljetetaan?

### **KUINKA**



- Mitä tekniikkaa käytetään?
- Miten säiliöt jaetaan? Säiliöiden lukumäärä asukasta kohti (suhdeluvut)?
- Tarkoitus KUVA – TULOS (Lisää tarkoituksenmukainen kuva tuloksesta.)

### MILLOIN

- Tarpeen mukaan – taloudellisuus
- Palvelun maksimointi (kaikkina aikoina) – käyttökokemus
- Minimoimalla vaikutukset asukkaisiin
- KUSTANNUS-PALVELU-tasapaino

### MILLÄ

- Miten määritellään tarvittavat resurssit (kuorma-autot ja kuljettajat)?
- Millaisia vararatkaisuja toimintaan sisällytetään (varaukset)?
- Millaisia apuresursseja palvelulle voidaan tarvita ja tarjota (palvelut, organisaatio, hallinta).

### Jätejakeiden hallinta – Yhdyskuntajätteen hallintamenetelmät

#### Mitä on kiinteä yhdyskuntajäte? – Yhdyskuntajäte jokapäiväisessä elämässämme

Söit juuri aamiaista. Et syönyt leipää kokonaan, koska olit jo kylläinen. Pöydällä on keksimuruja. Laitat ne pesualtaan alla olevaan astiaan, vaihtamasi pölypussin ja vanhojen rikkinäisten sukkiensa sekaan. Aamiaiseltsä sinulta jää myös tyhjä maitopurkki ja tyhjä voirasia. Sinun on vaihdettava roskapussi, koska se on täynnä.

- Kuka heitti lehden roskakoriin ennen kuin ehdit lukea sen?
- Ei sillä ole väliä. Otat täyden roskapussin ja viet sen jäteastiaan.

**Tässä sinun ongelmasi päättyy ja jonkun muun ongelma alkaa.**

**Yhdessä päivässä olet tuottanut lähes kilon kiinteää sekoitusta materiaaleja, joista haluat päästä eroon. Tätä kutsutaan jätteeksi, tai liiketoiminnassa kunnalliseksi yhdyskuntajätteeksi (engl. MSW, municipal solid waste).**

### Yhdyskuntajäte – määritelmät

Mitä on jäte?

**Jäte voidaan määritellä väärässä paikassa olevaksi resurssiksi.** Vanhat kenkäni, joista olen jo valmis luopumaan, voisivat olla jollekin muulle vielä käyttökelpoiset ja hyödylliset. Hävikkiruokani voidaan muuttaa kompostiksi maan lannoittamista varten, ja muovinen juomapulloni voidaan muuttaa langaksi uusien vaatteiden valmistamiseksi. **Jätteiden ongelmana on pääasiassa se, miten ne saadaan ne tuottaneelta henkilöltä taholle, joka voi hyödyntää jätteen antamalla sille toisen elämän ja lisäksi tehdä sen tehokkaasti.**

Mitä pidetään yhdyskuntajätteenä?

Jäte, joka syntyy **kaupunkikeskuksissa tai niiden vaikutusalueilla ja jonka hoito on valtion ja kuntien viranomaisten vastuulla.**

Yhteenvetona:

Jätteeksi voidaan määritellä **kaikki kiinteä, mitä sen omistaja ei halua tai ei tiedä, mitä sillä tehdä, ja heittää sen siksi pois.** Viranomaiset ovat silloin vastuussa sen käsittelystä.

### **Mikä muodostaa kotitalousjätteen?**

Tähän mennessä opintojaksolla on käytetty yhdyskuntajätettä yleiskäyttöisenä terminä ymmärtämättä, mistä se koostuu ja mitä tarkoituksia sillä voi olla. **On tärkeää ymmärtää, minkä tyyppisistä materiaaleista se voi muodostua, ja osata suunnitella järjestelmiä, joita voidaan käyttää tämän jätteen tehokkaaseen lajitteluun** suhteessa mahdolliseen käyttöön, joka sillä on käsittelyn jälkeen.

Syntyvän jätteen määrä ja elinkelpoisuus

On pohdittava, minkä tasoinen keräys voi tehdä yritykselle kannattavaksi perustaa tuotantoprosesseja talteenotettuja materiaaleja varten.

Yleisesti ottaen **yksittäisen tuotannon pieni määrä tekee** materiaalien siirrosta tuotannon (yksityishenkilö) ja kuluttajan (yrityksen) välillä **toteuttamiskelpoisen vain ryhmätasolla.**

**Jätteenkäsittelylaitoksia voidaan ajatella kaivoksina,** jotka keräävät materiaaleja niihin johtavista virroista: **mitä korkeampi puhtaus** (erilliskerättyjen materiaalien osalta), **sitä enemmän sitä voidaan ottaa talteen.**

### **Tarkoitus**

**Jätteenkeräystä suunniteltaessa on ymmärrettävä, mihin kerättyä jätettä tullaan käyttämään.** Jätehuoltovaihtoehtoja on erilaisia, kuten kaatopaikalle sijoittaminen, polttaminen, kierrätys ja kompostointi.

Kiertotalouden järjestelmäkaavio - Ellen MacArthur -säätio (EMF)

Ellen MacArthur -säätion kaavio kiertotalousjärjestelmästä on erittäin mielenkiintoinen. Lisätietoja on verkkosivulla <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept/infographic>

### **Kaatopaikat**

Kaatopaikalle sijoittamisen kaltaiset vaihtoehdot **eivät tuota mitään arvoa jätteen palauttamiseksi uusiin tuotantoprosesseihin.** Niillä on myös suuri ympäristövaikutus.

- Olisiko järkevää kerätä erilaiset jätteet erikseen, jos ne kaikki kuitenkin sijoitettaisiin kaatopaikalle?

- Vastaus vaikuttaa ilmeiseltä: **Ei**. Olisi hyödyllisempää kerätä kaikki kaatopaikkajätteen muodostavat materiaalit yhdessä. Tämä säästäisi rahaa, aikaa ja päästöjä keräysreiteillä.

### **Energian talteenotto tai polttaminen**

Toinen vaihtoehto, kuten jätteen energiahyödyntäminen polttamalla, hyödyntää hyvin vähän jätteen potentiaalista arvoa.

Tätä vaihtoehtoa ei kuitenkaan tulisi pitää ensisijaisena kiinteän yhdyskuntajätteen käsittelyssä, koska siinä ei priorisoida Ellen MacArthur -säätien kiertotalousjärjestelmäkaaviossa olevaa lyhyttä sykliä. Miten jätteiden keräystä tulisi lähestyä siinä hypoteettisessa tapauksessa, että jäte aiotaan polttaa:

- Olisiko järkevää kerätä jätteet erikseen?
- Tässä tapauksessa ehkä niin.
- Kuinka paljon sitä kannattaisi lajitella?
- Tässä tapauksessa olisi otettava käyttöön erillinen keräysjärjestelmä niille materiaaleille, joita ei voida polttaa, koska niillä ei ole energia-arvoa (lasi), ja/tai materiaaleille, joilla on merkitystä talouden, kaupan ja/tai ympäristöperiaatteiden soveltamisen kannalta.

### **Kierrätys ja kompostointi**

Edellä käytiin läpi vaihtoehdot, jotka tuottavat vähiten arvoa. Seuraavaksi tarkastellaan kahta vaihtoehtoa, joiden avulla yritetään maksimoida kiinteän yhdyskuntajätteen arvon valmistelemalla sen palauttaminen tuotantopsykleihin:

Kierrätys ja kompostointi

Nämä kaksi menetelmää edellyttävät erillisen keräysjärjestelmän perustamista. Sen avulla jätteet voidaan erottaa niiden syntypaikalla. Tämä maksimoisi materiaalivirrat, jotka palautettaisiin tuotantoprosesseihin.

- Mitä materiaaleja keräyksessä tulisi priorisoida?
- Vastaus on: Niitä, mitä on paljon!

Määrä on ratkaiseva tekijä, koska se vaikuttaa kustannuksiin. Yksikköä kohti on halvempaa siirtää paljon kuin vähän (bussi on kustannustehokkaampi, jos se kuljettaa enemmän ihmisiä).

### **Kustannuskonsepti kiertotaloudesta puhuttaessa**

On järkevää priorisoida kierrätettävän jakeen virtojen suuri määrä.

Kyse ei kuitenkaan ole vain kierrätysjakeen määrästä, vaan on pohdittava myös sen potentiaalia. Kierrätysjakeista on priorisoitava ne, jotka voivat korvata neitseellisiä raaka-aineita ja tarjota samat ominaisuudet halvemmalla.

Viimeisen näkökohdan osalta on tärkeää ymmärtää kustannusten käsite. Nykyisen tuotantojärjestelmän kustannuksia yleensä yksinkertaistetaan ja ajatellaan vain taloudellisina

kustannuksina. On kuitenkin olemassa myös muita kustannuksia, jotka tulisi huomioida päätöksenteossa: ympäristökustannukset, mainekustannukset jne.

Ymmärtääksesi paremmin tätä konseptia katso Ellen MacArthur -säätiön video:  
<https://youtu.be/aGrcU0TPhul>

Lähde: Ellen MacArthur Channel YouTubessa

Myös yritysten on arvioitava tämä. Muutoksen edistämiseksi EU:n toimielimet kehittävät uutta lainsäädäntöä kierrätysmateriaalien kilpailukyvyyn parantamiseksi. Sääntely liittyy mm. kierrätetyn materiaalin vähimmäismääriin uusissa tuotteissa ja neitseellisten materiaalien tonnikohtaisiin veroihin.

## Kompostointi

**Tärkein ero päätettäessä kompostoinnista tai kierrätyksestä on se, onko jäte orgaanista vai epäorgaanista.**

Orgaanisen jätteen tapauksessa valitaan kompostointi. Jos taas halutaan maksimoida epäorgaanisen jätteen arvo, valitaan kierrätys.

Kompostointi:

Yleisimmän kotitalousjätteen tyyppin, orgaanisen aineen, käsittelyssä on etuja: se on biohajoavaa, ja on tiedetty jo vuosia, miten tämän jätteen vaikutus voidaan minimoida. Vaikutusten minimointi on yksinkertaista, ja kestää vain muutaman kuukauden, kun orgaaniset tuotteet hajoavat metaanikaasuksi, jota voidaan käyttää energiana. Voidaan myös arvioida, kuinka paljon hiilidioksidia se vapautti elinkaarensa aikana. Orgaanisen jätteen keräämisen aloittaminen tammikuuhun 2024 mennessä on Euroopan unionin ehdoton vaatimus kaikille sen jäsenmaille.

Euroopan ympäristökeskus (EEA) on laatinut [raportin](#) biojätteen tarjoamista haasteista ja mahdollisuuksista.

Tämän seurauksena **uutta kompostoitavaa jätettä tulee huomattavia määriä. Jäte** ei ole pelkästään orgaanista ainetta, jonka me kaikki tunnemme (ruokajäte, kahvinporot jne.), vaan myös **kompostoituvista biomuoveista valmistettuja pakkauksia, kuten perunatärkkelyksestä valmistettuja pusseja tai sokeriruo'osta valmistettuja kertakäyttöisiä ruokapalvelutuotteita.**

Käyttäjän on lajiteltava tämä jäte asianmukaisesti ja sijoitettava orgaaniselle ainekselle varattuun astiaan, jotta se voidaan kompostoida asianmukaisesti. Koska keräys ei ole ollut toistaiseksi pakollista, suuri osa tästä materiaalista on heitetty pois "loppujakeen" mukana. Näin toimittaessa orgaaninen aines saattaa joutua kosketuksiin vaarallisten jätteiden kanssa, mikä estäisi sen hyödyntämisen.

## Kierrätys

Määritelmä:

Kierrätys voidaan määritellä prosessiksi, jonka tavoitteena on muuntaa jätteet uusiksi tuotteiksi tai raaka-aineiksi myöhempää käyttöä varten.

On tärkeää ymmärtää kierrätys yhtenä jätehierarkian vaihtoehtona, kun tuotteen käyttöikä päättyy.

Lue lisää tästä käsitteestä [https://ec.europa.eu/environment/green-growth/waste-prevention-and-management/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/green-growth/waste-prevention-and-management/index_en.htm) ja liitä se tässä käsiteltyihin vaihtoehtoihin.

Tällä kurssilla puhutaan **jo syntyneen jätteen käsittelystä** ja siitä, miten se muutetaan uudelleen raaka-aineiksi.

Seuraavalla oppitunnilla analysoidaan joitain tärkeimpiä ominaisuuksia eri materiaalivirroista, joita löytyy kiinteästä yhdyskuntajätteestä.

Kiitos huomiostanne! 😊

## Jätejakeiden hallinta – Kiinteän yhdyskuntajätteen materiaalivirrat

### Kiinteän yhdyskuntajätteen materiaalivirrat – Johdanto

Tämän oppitunnin aikana analysoidaan joitain tärkeimpiä ominaisuuksia eri materiaalivirroista, joita löytyy kunnallisesta kiinteästä jätteestä. Analyysissä ovat mukana:

- paperi ja kartonki
- lasi
- orgaaninen materiaali
- kevyet pakkaukset.

#### Paperi ja kartonki

Ominaisuudet:

- Suomessa paperi ja kartonki kerätään erikseen. Kotikeräys- ja toimistopaperi hyödynnetään pääasiallisesti sanomalehti- ja luettelopaperin, paino- ja kirjoituspaperin sekä pehmopaperin valmistukseen. Kartonki hyödynnetään pääasiallisesti kartonkien, aaltopahvin ja hylsykartongin raaka-aineena.
- Kyseessä on yhdistelmä materiaaleista, tiheys säiliössä on 50–100 kg/m<sup>3</sup>.
- Tiheyden saavuttamiseksi säiliöihin on suunniteltava pienet aukot, joiden takia pahvi on taitettava ennen sen laittamista astiaan. Tämä lisää tiheyttä ja tehostaa keräystä.
- Jätetyyppi ei aiheuta hajuja, joten sen noutoa voidaan viivästyttää, kunnes säiliö on täynnä.

Miten jae muodostuu:

- Espanjassa kotitalouksien vuosittain tuottaman paperi- ja kartonkijakeen määrä on 15–25 kg asukasta kohti.
- Kaupalliset toimijat: Korkea tuotanto, koska pakkauksia käytetään paljon. Tilavaatimusten vuoksi jakeen varastointi on ongelmallista, ja jos tuotantomäärä ei ole riittävän suuri jätteenjalostajalle (pienyrittys), se päättyy yleensä kotitalousjätteisiin.
- Hallinnolliset toimijat: Ovat suurten paperimäärien tuottajia hallinnollisten prosessien vuoksi. Jäte on arvokasta, mutta siihen liittyy riski, koska asiakirjojen sisältämät luottamukselliset tiedot tulee tuhota yleisen tietosuojasetuksen mukaisesti.

## Lasi

Ominaisuudet:

- Jätejake on 100 % kierrätettävää. Se on hyvin raskasta eikä hajoa tai pala, joten se joko vie tilansa jätekentällä pitkään (kuten muutkin inertit materiaalit) tai se kierrätetään ja sitä käytetään uusiolasin raaka-aineena.
- Jae on yhdistelmä materiaaleista, **tiheys säiliössä on 150–250 kg/m<sup>3</sup>**.
- Kun säiliö tyhjenetään keräysautoon, lasi rikkoutuu, mikä vaikuttaa positiivisesti: samassa tilassa kuljetetaan enemmän painoa. Tyhjentäminen aiheuttaa kuitenkin paljon melua, joten **keräystä ei voi tehdä hiljaisina aikoina**.
- Lasijätteen hallintaan on toinen vaihtoehto, joka perustuu suljettuun järjestelmään, jossa käyttäjä palauttaa tyhjän säiliön tiettyyn keräyspisteeseen. Tämä järjestelmä mahdollistaa tiettyjen lasien uudelleenkäytön ilman, että niitä tarvitsee sulattaa, mutta se aiheuttaa merkittäviä haasteita, kuten käänteisen logistiikan tai jätteiden laadunvalvonnan.
- Kuten paperi, lasi on jätejake, joka ei aiheuta hajuja. Siksi noutoa voidaan lykätä, kunnes säiliö on täynnä. **Säiliöiden määrää lisäämällä voidaan vähentää keräystiheyttä ja optimoida kustannukset.**

Miten jae muodostuu:

- Espanjassa **kotitalouksien vuosittain tuottaman jakeen** määrä on 5–10 kg asukasta kohti.
- **Palveluliiketoiminta:** Erittäin korkea tuotanto. Tämän tyyppistä jätettä on vaikea varastoida, joten keräys on järjestettävä. Pyörillä varustettujen keräysastioiden käyttö on hyvä vaihtoehto helpottamaan kuljetusta.

## Orgaaninen

Ominaisuudet:

- Orgaaninen aine, joka on yleisin kotitalousjätteen tyyppi, on biohajoavaa. Jo monien vuosien ajan on tiedetty, miten kyseisen jätteen vaikutukset voidaan minimoida.
- Jae on yhdistelmä materiaaleista, tiheys säiliössä on yli 200 kg/m<sup>3</sup>.
- Jätejake käy ja tuottaa hajua, joten keräystiheyden on oltava nopea.



- Käsittely on yksinkertaista, ja kestää vain muutaman kuukauden, kun orgaaniset yhdisteet hajoavat metaanikaasuksi, joka on hyödynnettävissä energiana. Voidaan myös arvioida, kuinka paljon hiilidioksidia se vapautti elinkaarensa aikana.

Miten jae muodostuu:

- Espanjassa **kotitalouksien vuosittain tuottaman jakeen** määrä on 50–100 kg asukasta kohti.

### **Kevyet pakkaukset**

Ominaisuudet:

- Voidaan kerätä yhdessä, koska ne erotetaan myöhemmin lajittelulaitoksessa.
- Jae on yhdistelmä muovi-, metalli- ja pahvimateriaaleista, joita käytetään juomapakkauksissa ja muissa käyttötarkoituksissa. Tiheys on erittäin pieni, 20–30 kg/m<sup>3</sup> (säiliössä).
- Espanjassa oletettu keräysmäärä on 5–20 kg asukasta kohti vuodessa, riippuen säiliöiden jakelujärjestelmästä.
- Keräyssäiliöön ohjataan palauttamaan useita materiaaleja. Koska säiliön tarkoituksena on "kierrättää", ihmiset voivat virheellisesti ajatella, että kaikki kierrätettävä jäte on sijoitettava tähän säiliöön. Näin ei kuitenkaan ole. Pakkauslajittelulaitosten toiminnan näkökulmasta kaikkea, mitä ihmiset pitävät kierrätettävänä, ei voida kierrättää, esimerkiksi käsilaukkua (kierrätettävä muilla tavoin). Toisaalta taloudellisen tehokkuuden näkökulmasta miksi lähettää paperia laitokseen, jossa työntekijän on lajiteltava se (kustannukset), kun se voidaan laittaa oikeaan astiaan ja lähettää suoraan kierrätykseen (halvempaa = tehokkaampaa).
- Tämän ongelman välttämiseksi säiliöihin on suunniteltava pienet aukot, jotka estävät muiden jätteiden kuin pakkausten laittamisen niihin.
- Jätetyyppi ei aiheuta hajuja, joten sen noutoa voi viivästyttää, kunnes säiliö on täynnä.

Miten jae muodostuu:

- Yksityishenkilöt muodostavat vapaaehtoisesti, Espanjassa 3–15 kg asukasta kohti vuodessa.
- Majoitus- ja ravitsemusala: Erittäin korkea tuotanto. Jätetyyppi, jonka määrä on suuri ja jolla on suuri potentiaali käsittelyä parantamiseksi.

### **Kevyt pakkaus**

Nopealla vilkaisulla roskeamme huomaamme monta tyhjää pakkausta: säilykkeiden tai juomien tölkkejä, vesi- tai virvoitusjuomapulloja, maito- tai mehupurkkeja ja kertakäyttöisiä muovipusseja, jotka ovat hyödyllisiä vain lyhyen aikaa.

Tämä jae on roskissa suhteellisen uusi, ja sitä näkyy yhä enemmän. **Tarkoituksena ei ole leimata kevyitä pakkauksia.** Niitä tarvitaan, jotta voidaan nauttia siitä elämänlaadusta, johon ihmiset ovat tottuneet. Jääkaapissa on kätevää säilyttää pakattua juustoa, maitoa, munia ja lihaa. **Pakkaus mahdollistaa tämän. Tärkeintä on käyttää pakkausta tavalla, joka ei vahingoita ympäristöämme. Siksi tarvitaan pakkausten kierrätystä.**

Mitkä materiaalit sisältyvät?

#### Muovit

- HDPE ja LDPE (suuri- ja pienitiheksinen polyeteeni)
- PET (polyeteenitereftalaatti)
- PVC (polyvinyylidikloridi, vähenevissä määrin)
- Polypropeeni
- Polystyreeni

#### Metallit:

- Teräs
- Alumiini

#### Pahvi- tai kartonkinestepakkaukset elintarvikkeille ja juomille

#### Puu ja muut materiaalit

#### Kevyt pakkaus - erityispiirteet

Materiaalit kierrätetään tai palautetaan kulutusketjuun erikseen: polyeteeni ja PET erotellaan, **mutta näiden kahden seosta ei voida hyödyntää**. Monien materiaalien yhdistelmä vaikeuttaa erilliskeräystä, koska **se edellyttäisi vähintään seitsemää erilaista säiliötä** ja muovin lajittelua kotona vähintään seitsemään pussiin sekä lisäksi paperi-, lasi- ja kaikkien muiden roskien lajittelemista erikseen.

- Olisiko sitten hyödyllistä erottaa kukin näistä keräysvirroista erikseen?
- **On selvää, että kukaan ei tee sitä, jos sen voi välttää.**

Niin kauan kuin lajittelu on vapaaehtoista, asioiden mutkistaminen ei helpota ongelmaa.

Kierrätyksen maksimoimiseksi lajittelulaitos on välivaihe loppukuluttajan tai materiaalin vastaanottajan, muovipellettejä tai -hiutaleita valmistavan yrityksen, ja jätteen tuottajan, kansalaisen tai kuluttajan, välillä.

**Lajittelulaitos on laitos, jossa yhteen kerätyt materiaalit erotetaan jakeiksi ennen niiden lähettämistä kierrätykseen.**

Näiden lajittelulaitosten perustaminen mahdollistaa kansalaisten sitouttamista, koska **roskapussien määrä kotona ja keräyspisteet kadulla vähenevät**. Opetusmoduulin viimeisessä osassa nähdään tarkemmin, miten tällaiset tilat toimivat.

#### Kevyt pakkaus – Mitä kerätään?

Jae sisältää **kaikki pakkaukset, lukuun ottamatta pahvista valmistettuja pakkauksia**, joiden tulisi päätyä paperille tarkoitettuun säiliöön, **ja lasia**, jolle on myös oma keräyssäiliönsä.

Tuloksena saadaan lajiteltuja materiaaleja, joissa ei ole lainkaan tai on vain vähän epäpuhtauksia tai muita materiaaleja, joita ei voida lajitella tai kierrättää. Määrien tulee olla riittävän suuret lajittelua ja kierrättäjille toimittamista varten.

Järjestelmää, jossa materiaalien keräämiseksi annetaan käyttöön erityisiä säiliöitä, jotka edelleen kuljetetaan lajittelulaitokseen, **ei rahoiteta myymällä talteenotettuja materiaaleja.** Ympäristönsuojeluperiaatteen mukaisesti **rahoitus on siirretty integroitujen hallintajärjestelmien kautta kuluttajalle.**

## 1.2.2 Jätteiden keräys

### Logistinen haaste

#### Johdanto

Edellä on käsitelty yleisin, kiinteä yhdyskuntajäte, sen ominaisuudet ja siihen liittyvät tekijät.

Jos kaikki kerätty jäte päättyy kaatopaikalle tai energian\_talteenottolaitokseen, **eli jos jäte aiotaan vain haudata tai polttaa tai talteenotettujen materiaalien markkinoita ei ole, ei ole järkevää erilliskerätä sitä.** Tämä tarkoittaa, että mitään ei kerätä erikseen, ellei laki vaadi esimerkiksi suojelemaan julkista ympäristöä.

Jos markkina on ja materiaalien hyötykäyttö ja talteenotto onnistuvat tai jos lainsäädäntö vaatii ottamaan käyttöön erilliskeräysjärjestelmän, on tehtävä valinta, **millainen jäteastiajärjestelmä on tarkoituksenmukaista asentaa.**

#### Erilaisia jätteenkeräysstrategioita

Jos keskitytään kevyen pakkausjakeen talteenottoon kuten Euroopassa, vaihtoehdot ovat:

Lähellä asukkaita	Ryhmitelty
	PALAUTUSALUEET
 Sekalaiset jätteet	 Pakkaus + lasi + pahvi/paperi
TAI KOKOELMA	
 Pakkaus + sekalaiset jakeet	 Lasi + kartonki/paperi

### Kuka päättää, mikä järjestelmä otetaan käyttöön?

Kansalliset jätestrategiat, jotka tuottavat hyödyntämis- ja kierrätysstrategioita. Näiden direktiivien/lakien tai strategioiden noudattaminen ohjaa kohti jompaakumpaa järjestelmää. Jos tavoitteeksi asetetaan pakkausten hyödyntäminen, keräysjärjestelmäksi otetaan jokin edellä mainituista vaihtoehdoista.

**Miten järjestelmä rahoitetaan?** Euroopan tapauksessa **paikallishallinnot rahoittavat erilliskeräyksiä integroiduilla hallintajärjestelmillä**, jotka puolestaan edistävät yhtä pakkausjakeeseen keskittyvistä järjestelmistä kierrätystavoitteiden saavuttamiseksi.

Kun tietyn tyyppisten pakkausten kierrätystavoitteet kasvavat, **laaditaan täydentäviä strategioita niiden saannin lisäämiseksi**. Näihin voi kuulua uusien keräysjärjestelmien perustaminen tai uusien tekniikoiden käyttö, jotka on otettu käyttöön nykyisissä roska-astioissa.

Esimerkiksi Espanjan RECICLOS-hankkeessa juomatölkkiä ja muovisten juomapullojen keräystavoitteiden saavuttamiseksi kansalaisia palkitaan heidän sitoutumisestaan. Tässä projektissa on kaksi lähtökohtaa, joista toinen perustuu uusiin keräystapoihin, kuten RECICLOS-keräyslaitteisiin (RVM), ja toisessa keskitytään älypuhelimien ja nykyisten roska-astioiden käyttöön.

Lisätietoja on verkkosivulla [www.reciclos.com](http://www.reciclos.com).

Päätöstä tehtäessä on otettava huomioon useita tekijöitä:

Erilliskeräyksen perimmäisenä tavoitteena on saavuttaa pienin vaikutus mahdollisimman suurella talteenottoasteella. Siksi käytettävissä olevat tekniikat ratkaisevat parhaan vaihtoehdon jätteenkäsittelyn kannalta.

Kotona lajiteltujen pakkausten erilliskeräyksestä saadut materiaalit tuottavat korkeamman hyötykäyttöasteen kuin jos niitä ei olisi lajiteltu. Mitä vähemmän materiaalia kulkee lajittelun läpi ja mitä puhtaampaa se on, sitä enemmän sitä saadaan talteen.

Päätös on joka tapauksessa poliittinen. Mitä enemmän jakeita erotetaan, sitä kalliimpaa erottaminen on.

### Järjestelmän valitseminen – alue- ja kustannusongelma

Kun järjestelmä on valittu, ratkaisun on täytettävä seuraavat kriteerit:

- Järjestelmä helpottaa asiakkaiden pääsyä palveluun (ovelta ovelle tai palautuspisteissä).
- Keräysjärjestelmän on minimoitava kustannukset.
- **Järjestelmä täyttää kuljetuksen laatukriteerit.** On esimerkiksi valittava, halutaanko bussin palvelevan tiiviillä aikataululla pientä määrää asiakkaita vai ajaako bussi kahden tunnin välein, jotta täyttöaste on parempi ja kustannukset pienemmät. Tämä **palvelujen ja kustannusten tasapainottaminen** on yleinen ja laajalle levinnyt haaste julkisen toiminnan palveluissa.

### Rajoittavat tekijät

Jätteiden keräysjärjestelmä on samanlainen kuin postinjakelu- tai juomien jakelujärjestelmä tai mikä tahansa muu vastaava.

Palvelu on **tarjottava kaikille käyttäjille aina**. Tärkeintä on palvelu.

Kuljetukseen käytettävän kapasiteetin tulee pystyä kuljettamaan mahdollisimman paljon jätettä kuljetusjärjestelmän asettamien rajoitusten mukaisesti (ajoneuvon koko, aikataulut jne.). Jäte tulee tiivistää aina kun mahdollista.

**Rajoitteena on ajoneuvon kantavuus ja aika** (aika, jonka kuljettaja on käytettävissä). Tämä sekä rajoittaa käyttöä että määrittelee tarpeet.

Palataan bussiesimerkkiin. Jos kuljettajan hinta on sama riippumatta siitä, kuljettaako hän 10 henkilöä vai 50 henkilöä, miksi ei ole linja-autoja, joissa on 250 paikkaa?

**Erilaiset liikennemääräykset rajoittavat tiellä ajavien ajoneuvojen enimmäiskokoa.** Tämä yhdessä esimerkiksi kapeiden katujen ja vanhojen kaupunkikortteleiden kanssa rajoittaa keräysajoneuvojen kokoa.

### **Miten kuorma-auto on varustettu jätteiden keräykseen?**

Jätteen keräyksessä käytettävät ajoneuvot **on erityisesti suunniteltu** kiinteän jätteen keräämiseen ja kuljettamiseen. Yleensä niissä on **tiivistysjärjestelmä kuljetetun painon optimoimiseksi**, koska kuorma-auton kapasiteetti on massaltaan suurempi kuin tiivistämättömän jätteen vaatima kapasiteetti.

Autossa on vahvistettu suljettu laatikko, joka estää rakennetta taipumasta tiivistetyn kuorman vaikutuksesta (pystysuorat poikkipalkit).

Kantavuus riippuu laatikosta, joka asennetaan runkoon. Tiivistysjärjestelmän kustannus on sama, olipa laatikko 15 tai 18 m<sup>3</sup>. **Jos alusta on myös sama, ainoa kustannusero 15 tai 18 m<sup>3</sup>:n laatikon asentamisessa on vain muutama senttimetri metallia**, koska kallis osa on yhteinen molemmille kuorma-autoille. **Laatikon mitoituksessa on järkevää tehdä siitä mahdollisimman suuri alustakokoon nähden.**

Videolta näet esimerkin kierrätysauton valmistamisesta: <https://youtu.be/dRAnI4FnwPI>

### **Keräyskriteerit II**

Palataan edellä asetettuihin kriteereihin:

#### **Miten voimme tehdä asiakkaiden palvelun käytön helpoksi ja samalla minimoida kustannukset ja varmistaa järjestelmän laadun?**

Jatketaan linja-autoliikenteen analogiaa: Ihannetapauksessa bussi noutaa asiakkaan ja vie hänet haluttuun määränpään. Kyseessä on silloin taksi, ei bussi. "Taksi" ei olisi taloudellisesti kannattava jätteiden keräämiseen.

Toinen vaihtoehto on säännöllinen linja. Bussi tekee **saman edestakaisen matkan** ja pysähtyy matkalla ottamaan kyytiin kaikki, jotka **sitä pyytävät, ja päästää heidät ulos** reitin sisällä, halutussa määränpäässä.

Palveluna se toimii. Ainoa haittapuoli on, että se, **joka menee linjan päätepysäkille**, ei tiedä, milloin bussi saapuu, koska se riippuu ihmisten määrästä **matkan varrella**. Palvelu on toisille hyvää ja **toisille huonoa**.

Ihmisillä on yleensä kiire ja matkasta halutaan tietoa. Tämän vuoksi on kehitetty **bussipysäkkijärjestelmä, ihmisten noutopisteitä. Ratkaisu on siis "NOUTOPISTEET"**.

### **Keräyskriteerit III**

Sama tapahtuu jätteiden kanssa: on luotu joukko keräyspisteitä, joihin jätteet voidaan sijoittaa ja joista ne kerätään niin usein, että vältetään niiden aiheuttamat haitat.

#### **Miksi päädyttiin juuri tämäntyyppiseen malliin?**

- Se mahdollistaa jätteen viennin milloin tahansa (tuotanto on ajallisesti jatkuvaa).
- Keräysastian ollessa suljettuna pakkausjätteen visuaalisen ulkonäkö ei haittaa.

- Se helpottaa nopeaa lastausta mekaanisin keinoin.

Roska-astioita käyttävän keräyspistejärjestelmän etujen esittelyn lisäksi on valittava myös **jäteastian tyyppi**.

**Useimpien jätejakeiden osalta vastaus on "mahdollisimman suuri"**, erityisesti jakeille, jotka eivät aiheuta hajuongelmia, kuten kevyille pakkauksille. **Koko asetetaan etusijalle lähinnä siksi, että rajoittavissa tekijöissä toimintarajoituksina ovat kantavuus** (kuorma-auton tilavuus) **ja aika** (kuljettajien työpäivä).

Tästä näkökulmasta katsottuna 3200 litran roska-astia on parempi neljän 800 litran astian sijaan, koska sama jätemäärä kerätään neljänneksessä ajasta. Toisaalta, jos keräysjärjestelmä on hyvin rajallinen, on halvempaa täyttää puoliksi 800 litran roska-astia kuin pitää 3200 litran astiaa lähes tyhjänä.

## Järjestelmän mitoitus

### Johdanto

Valittaessa asennettavia roska-astioita tulee koon lisäksi huomioida myös muita tekijöitä:

- Millaista kiinteää ainetta halutaan kuljettaa: kosteus, koko, muoto (lieriömäinen, pallomainen, pituus, korkeus jne.)?
- Miten jäte saapuu (laatikoissa, irtotavarana, suurissa säkeissä tai pusseissa)?
- Paljonko jätettä on (yksi laatikko tai 200 laatikkoa, yksi tonni tai 1000 tonnia)?
- Mistä jäte saapuu (lähivarastosta... useista varastoista)?
- Mitä markkinoilla on tarjota (ajoneuvojen tyypit, säkit, lastausjärjestelmät jne.)?

**On toteutettava tarpeellinen turvallisuus- tai palvelutaso.** Asiakkaalle ei voi kertoa, että tilattua määrää ei voi toimittaa, koska se ei sovi kuljetusjärjestelmään. Tämän takia jätejärjestelmän mitoituksessa on

1. tiedettävä jätteen tyyppi
2. tunnistettava asiakas (**jakaminen vyöhykkeisiin**)
3. määritettävä syntyvän jätteen määrä
4. tunnettava ympäristö (**tekninen kriteeristö**), jota on vaikea määrittää objektiivisilla parametreilla
5. määritettävä varmuusmarginaalit (**ylimitoitus**)
6. määritettävä palvelun ehdot (**etäisyys**).

### 1. Jätteen tyyppi

Jätejärjestelmän mitoitusta varten on tiedettävä, **mistä kiinteä jäte koostuu** (sekalainen jae tai kiinteä yhdyskuntajätejake) **ja millaista se on lajiteltuna. Tiheys ja oletettu määrä tunnetaan.**

Roska-astioiden jakautumisessa alueellisesti on huomioitava **epähomogeeninen väestöjakauma**. Kaupungeissa on alueita, joilla on suuria rakennuksia, omakotitaloalueita ja kerrostaloalueita, vapaa-ajan alueita ja puistoja sekä alueita hallinnolliseen käyttöön.

**Roska-astiat on sijoitettava käytön perusteella eli sinne, missä jätteet tuotetaan.**

Pelkät tekniset tekijät eivät määrää palvelun laatua. Roska-astioita ei voi sijoittaa paikoille, joilla ne häiritsevät maisemaa tai keskustojen viihtyisyyttä tai esimerkiksi kapeille kaduille, joille jäteautojen on vaikea päästä.

**Palvelusta vastuussa olevan tulee osata erottaa, mitä voidaan toteuttaa käytännössä ja mitä pelkästään teoriassa.**

## **2. Asiakkaiden tunnistaminen – Jako vyöhykkeisiin**

Asukkaita ei voi tasapäistää jätteentuotannon ja panoksen suhteen, vaan järjestelmää on muokattava kokemuksen myötä.

Haasteena on **tunnistaa tai mitata roska-astioiden tarve jätteen syntypaikoilla** eli sopeuttaa astioiden määrä tarpeen mukaiseksi. Esimerkiksi Madridissa on 3,2 miljoonaa asukasta, jotka on jaettu 21 hallinnolliseen alueeseen, jotka puolestaan on jaettu kaupunginosiksi.

**Mitä yksityiskohtaisemmin tilannetta tarkastellaan, sitä paremmin ongelma näkyy.** Tässä tapauksessa keskusta-alue turisti- ja kaupallisine liikenteineen sekä vanhoine kapeine katuineen ei vastaa uloimpia kaupunginosia, joissa on enemmän asuntoja ja vähemmän kaupallista ja hallinnollista toimintaa.

**Jos kunkin kaupunginosan** tai jopa jokaisen korttelin tarpeet voidaan analysoida erikseen ja **jos tiedetään tai voidaan arvioida, kuinka kyseinen kaupunkijakauma vaikuttaa jätteen syntyyn, järjestelmästä muodostuu tarkoituksenmukaisempi kuin ainoastaan kokonaiskuvaa tarkastelemalla.**

Tämän vuoksi on tarpeellista analysoida väestön jakautumista ja kohdistaa jätteen synty yhtenäisiin, tunnistettavissa ja erotettavissa oleviin vyöhykkeisiin. Keltaiset keräyssäiliöt jakautuvat esimerkiksi Santiagon de Compostelassa eri tavoin kunkin alueen ominaisuuksien mukaan.

## **3. Jätteen synnyn tunnistaminen – Määrä**

Kunnissa on erilaisia alueita jätteen syntymisen suhteen, joten on pyrittävä selvittämään mahdollisimman täsmällisesti kunkin alueen osuus jätteen syntymisessä.

Aluksi tulee määrittää, onko **kyseisen alueen väestönkasvu keskiarvon ylä- vai alapuolella**. Tätä varten tulee tarkastella esimerkiksi alueen taloudellista tasoa tai sen kaupallista käyttöä:

**Kaupallisten alueiden jätteiden** oletetaan tulevan rekisteröidyiltä yrityksiltä ja esimerkiksi turisteilta, palveluliiketoiminnasta tai alueella työskenteleviltä tai opiskelevilta asukkailta. On siis perusteltua ajatella, että tälle alueelle päivittäin saapuvien ihmisten määrä ylittää niiden kyseisen



alueen asukkaiden määrän, jotka lähtevät muualle kaupunkiin töihin. Alueelle **tulee siis enemmän jätettä.**

**Analysoitavan tiedon painotus riippuu sitä soveltavan suunnittelijan kokemuksesta ja käytännönläheisyydestä.** On loogista ajatella, että enimmäkseen nukkumiseen käytetyt paikat tuottavat vähän jätettä. Vastaavasti voidaan ajatella, että kaupalliset toimijat tuottavat suuren määrän pakkausjätettä. Jätettä tuottavat sekä asukkaat että vierailijat, ja vierailijoiden määrä alueella on pienempi.

**Ei voida kuitenkaan olettaa, että roska-astioiden asemointi tältä pohjalta johtaa niiden täyttymiseen samalla nopeudella tai tasaisesti. Ruuhkahuippujen hallintaan tarvitaan suurempaa volyymiä.**

#### 4. Tekniset kriteerit

Jätejärjestelmän mitoituksessa keräykseen **tarvittava volyymi** tulee mitoittaa **eniten jätettä synnyttävien päivien mukaan, ei keskimääräisen päivän jätemäärän mukaan.** Laskelmiin tulee sisällyttää **varmuusmarginaali**, jonka avulla voidaan käsitellä lisääntyneestä kulutuksesta, ruuhkapäivistä jne. johtuvat jätemäärän ylitykset. Kaikki roska-astiat eivät ole täynnä niitä tyhjennettäessä. Toiset ovat täydempiä kuin toiset, vaikka ne olisivat samalla alueella. Syitä tähän ei tiedetä järjestelmän kokoa määritettäessä. Siksi tarvitaan tiedon asianmukaista analyysiä **ja tutkimusta, jossa huomioidaan aiemmat kokemukset.**

**On esimerkiksi todennäköisempää käyttää roska-astiaa, jos se on reitillä, jota pitkin lapset viedään kouluun, jos se on lähellä paikkaa, jossa pysäköidään autoja, jos se on alamäessä jne.**

Alueella voi olla kaksi roska-astiaa, joiden tilavuus on riittävä, mutta toinen on täynnä tai sen tila ei riitä ja toinen on puoliksi tyhjä. Odottamattomista tai tuntemattomista syistä ne sisältävät erilaisen määrän jätettä. Tilanteen parantamiseksi alueelle tarvitaan suurempi määrä roska-astioita kuin olisi ehdottoman välttämätöntä.

#### 5. Ylimitoitus

Varmuusmarginaali voidaan määrittää myös objektiivisista syistä paikan päällä. Roska-astioita lisätään sinne, missä täyttyneillä ja ylitse pursuavilla roska-astioilla on suurempi vaikutus kaupunkikuvaan. Ylitäyttynyt roskakori keskustassa ei ole sama asia kuin lähiössä.

Toinen varmuusmarginaali koskee asukkaiden ja roska-astian välistä etäisyyttä. Jos asukastiheys on alhainen, tarvitaan lisää roska-astioita, jotta ne ovat suhteellisen lähellä asukkaita. Pienelle väestömäärälle suurella alueella joudutaan jakamaan enemmän jäteastioita kuin on ehdottomasti välttämätöntä.

Jako on teoreettinen, ja se perustuu teknisiin kriteereihin, joita on vaikea määrittää ja laskea. Hyvä suunnittelija osaa analysoida olosuhteita. Tässä ehdotettu jätteenkeräysjärjestelmä ei ole täydellinen, ja sitä on mukautettava jonkin verran. **Tärkeintä on ottaa käyttöön indikaattoreita, mittareita ja säätöjärjestelmiä, jotta järjestelmää voidaan tarkentaa.** Myöhemmin nähdään

haastattelu siitä, kuinka uudet teknologiat voivat auttaa parempien mittareiden ja data-analyysien toteuttamisessa jätehuollossa.

## 6. Palvelukriteeri - Etäisyys

Kolmen minuutin edestakainen kävely ovelta jäteastialle voi olla joillekin pitkä ja toisille lyhyt. Vaihtoehtona on kadun roskaisuus tai roskaisuudesta sakottaminen. Kyse on taloudellisesta tasapainosta. Toisiaan lähellä asuville ihmisille ja suurille rakennuksille, joissa on yli viisi kerrosta, jäteastian sijainti on lähellä. Harvaan asutuilla alueilla etäisyys saattaa kasvaa jopa 150 metriin. Jokaisen tapauksen mitoitukseen ei ole olemassa yksinkertaista kaavaa. Suurin etäisyys roskaastian ja asukkaan välillä on kaupunkiympäristössä alle 75 metriä ja harvaan asutulla alueella tai maaseudulla noin 150 metriä.

## Jätteiden kuljetus

### Käytettävissä olevat keräystekniikat

Noutopistejärjestelmää käytettäessä jätteet kerätään tietyillä tavoin muokatuilla ajoneuvoilla. Nämä keräysautot yhdistävät yleensä **kaksi keskeistä teknologiaa** jätehuoltomallin tehostamiseen:

- lastaustekniikat (tavoitteena minimoida tarvittava aika)
- tiivistystekniikat (tavoitteena maksimoida kuorma).

Ajoneuvoissa on huomioitava sekä fyysisiä että oikeudellisia rajoituksia. Fyysiset liittyvät tilavaatimukseen, joita tarvitaan roskien keräämiseen kaupunkiympäristössä. Lakisääteiset edellyttävät **liikennelainsäädännön vaatimusten noudattamista, koska työ tehdään yleisillä teillä.**

Ajoneuvojen valmistajat myyvät vain alustan. Korin rakentajat asentavat niihin jätteenkeräyksessä tarvittavat varusteet, jotka riippuvat käyttäjän vaatimuksista.

Espanjassa yksi yritys asentaa lastilaatikoita, ROS ROCA / (tavallisesti Ranskassa (SEMAT) tai (SITA), Italiassa (FARID, OMB), Hollannissa (GEESING) ja RUOTSISSA (NORBA)). Ajoneuvo toimitetaan, kun saadaan vahvistus, että toimittajan myymä lastilaatikko voidaan asentaa siihen. **Ajoneuvo saa sen jälkeen hallituksen hyväksynnän ja sitä voidaan käyttää jätteen keräämiseen.**

Hallitus (Espanjassa) hyväksyy ne käyttöön teknisen katsastuksen jälkeen, joka on suoritettava näille ajoneuvoille vuosittain. Vaaditaan myös tekninen hanke, joka on hyväksyttävä ja joka periaatteessa määrittelee painon jakautumisen akselia kohden, täytenä ja tyhjänä siten, että vaihteluväli on hyväksytyjen arvojen välillä alustan, jarrujen jne. ominaisuudet huomioiden.

## Kuorma-autojen teknologiat

Keräysautojen tärkeimmät ominaisuudet on jo käsitelty. Ennen päämallien kuvaamista tutustutaan kahteen yleiseen tekniikkaan, joita keräysautoissa käytetään. Tässä esitetään yksinkertaisin lastausjärjestelmä, joka koostuu alustasta ja laatikosta.

### Lastauskapasiteetti:

Esimerkki koostuu kuorma-autosta, joka on varustettu niin suurella laatikolla kuin kuorma-auton mitat sallivat ja johon jäte voidaan sijoittaa.

Ajoneuvoa käytetään huonekalujen ja muiden tavaroiden noutamiseen (6–8 tonnia), **laatikot ovat 12–14 m<sup>3</sup>**. Järjestelmässä on yksi ongelma: **roskien tiheys on usein pieni, mikä hukkaa osan kuorma-auton kantokyvystä**. Tämä voidaan ratkaista japanilaisella huipputeknologialla, tiivistämällä. Tiivistäminen on tekniikka, jolla tyhjän tilan määrää voidaan vähentää.

### Tiivistäminen kuorma-autoissa

On kehitetty tekniikoita, jotka "**puristavat**" jätteen hydraulisylintereillä, jolloin se vie vähemmän tilaa. Se optimoi kuorma-autojen kantokyvyn ja pienentää keräyskustannuksia.

**Saavutettu tiivistyssuhde tilavuuden mukaan on 5:1**. Se tarkoittaa, että 5 m<sup>3</sup>:n tilavuus roska-astiassa voidaan puristaa vain 1 m<sup>3</sup>:n tilavuudeksi kuorma-auton laatikossa, jolloin kuorma-autossa 120 kg/m<sup>3</sup> muuttuu 600 kg/m<sup>3</sup>:ksi.

Jos maksimikantavuus on 12 500 kg ja suurin laatikko on 25 m<sup>3</sup>, saadaan 12 500 kg/25 m<sup>3</sup> = 500 kg/m<sup>3</sup>.

## Kuorma-autojen lastausjärjestelmien tyypit

Seuraavaksi keskitytään erityyppisiin kuorma-autojen lastausjärjestelmiin. Pääryhmiä on viisi, joista kaksi viimeistä koostuu harvinaisemmista mutta silti mielenkiintoisista järjestelmistä.

Kuorma-autojen lastausjärjestelmien päätyypit:

Yläosan läpi, nosturin kanssa – **ylhäältä kuormattava**

- Sivussa – **sivusta kuormattava**
- Takana – **takaa kuormattava**.
- Muut, vähemmän yleiset tyypit
- **Pneumaattinen keräys**

## Takalastausjärjestelmät

**Ominaisuudet:**

- **Kuljettaja tuo jätteen keräysautolle**, asettaa sen hissini alle ja aktivoi nosto- ja purkujärjestelmän.

- Turvatoimenpiteistä huolimatta **työntekijöiden toiminta nostomekanismin lähellä voi aiheuttaa vaaratilanteita.**
- Suositellaan käytettäväksi mm. **paikoissa, joissa tarvitaan vain yhtä kuorma-autoa.**
- Järjestelmän etu on, että kuljettaja lastaa jätteen tuomalla roska-astian lähemmäksi autoa. Jos jätettä on roska-astioiden ulkopuolella, kuljettaja voi lisätä sen mukaan keräykseen. Automaattiset järjestelmät eivät salli tätä vaihtoehtoa.

Keskeiset ominaisuudet	
Monipuolisuus. Mitä tahansa voidaan lastata, koska prosessi on manuaalinen.	Kuljettajia koskevat määräykset vaikuttavat nouto-aikaan, jos kuljettajan on päästävä ohjaamoon pysähdysten välillä.
Helppo korvata, järjestelmä on hyvin yleinen.	Korkeat työvoimakustannukset. 3 kuljettajaa kuorma-autoa kohti.

## Sivulastausjärjestelmät

### Ominaisuudet

**Keräilijä on varustettu kahdella videokameralla**, joista toinen on ylhäällä (kohdistunut roska-astiaan kallistuskohdassa) ja toinen sivulla, suunnattuna keräilyajoneuvon kylkeen. **Ohjaamossa on tietokoneohjausjärjestelmä ja näyttö.**

Videolla on esitetty, miten järjestelmä toimii: <https://youtu.be/zbdQDFLwL9U>

Lähde: Econovo-kanava YouTubessa

**Investointikustannukset ovat korkeammat kuin takaa lastattavan kuorma-auton**, ja järjestelmää voidaan käyttää vain, kun jätemäärät ovat suuria. Kuten edellisessä tapauksessa, tekniikka on sama laatikon koosta riippumatta. Koska **tekniikka on kallis** (televisiokamerat, anturit jne.), **kannattaa autoon asentaa suurin mahdollinen lastauslaatikko.** Sivulastausjärjestelmiä ei kannata käyttää alle 20 000 asukkaan jätemäärille.

Vähimmäismäärä sivukuormausjärjestelmissä on kaksi kuorma-autoa, mikä on noin 40 000 asukkaan jätemäärille. Jos toinen keräysauto rikkoutuu, toista voidaan käyttää eri vuorossa eli kahdessa päivittäisessä vuorossa, kunnes ensimmäinen korjataan. **Jos käytössä on vain yksi auto ja se hajoaa, muuta varajärjestelmää ei ole.** Jos kunnan asukasmäärä on pieni, edes lähialueilla ei välttämättä ole muita sivulastausjärjestelmällä varistettuja ajoneuvoja korvaamassa rikkoutunutta.

Ongelmaksi saattaa muodostua, että **jätteiden on oltava roska-astian sisällä.** Jos astian ulkopuolella on roskaa, **tarvitaan ”siivoustyöntekijöitä”.** Kuljettaja, jolla on ajoneuvo, ajaa keräysreitit pitkin kuorma-autojen edelle ja poistaa säiliön ulkopuolelle jätetyt jätteet.

Keskeiset ominaisuudet	
Automaattinen lastaus. Ei manuaalista käsittelyä.	Jäteastiat sijaitsevat kuorma-auton oikealla puolella.
Tarvitaan siivoushenkilöstöä.	Suuret investoinnit, mutta alhaisemmat työvoimakustannukset kompensoivat.

## Päättä lastattavat järjestelmät

### Ominaisuudet

Kuorma-auto, joka lastataan päältä

- Kuljettajat kiinnittävät nosturin roskikseen, nostavat sen laatikon päälle ja avaavat alemman kannen vinssillä niin, että **roskat putoavat painovoiman vaikutuksesta**.
- Järjestelmä on **tarkoitettu suurille tilavuuksille ja painoille** eli jätteelle, joka voidaan kerätä.
- **Vinssi on kaksoiskoukkujärjestelmä:** toinen pitää roskasäiliön pystyasennossa, ja toinen nostetaan avaamaan säiliön pohja ja tyhjentämään se.
- Suunnittelukriteerinä on mahdollisimman suuri laatikko.
- Nosturin kriteerit ovat nostettavan taakan massa ja etäisyys kohtaan, johon taakka halutaan nostaa.

Keskeiset ominaisuudet	
Kuormille, jotka mahdollistavat varastoinnin.	Ei tiivistystä, (lasi, paperi). Pakkaukset tulee tiivistää.
Pidempi sykli-aika kuin muilla järjestelmillä lastausjärjestelmänsä vuoksi, eli vähemmän roskasäiliötä tunnissa.	Nosturit voivat toimia etäkäyttöjärjestelmillä tai ilman.

## Muut harvinaisemmat lastaustyyppit

### Etuosasta lastaus:

Ei laajalti käytetty, ei tarjoa suhteellisia etuja sivulta lastattavaan malliin verrattuna ja **vaikeuttaa pääsyä roskasäiliölle, koska sitä on lähestyttävä edestä**.

### Kaksilokeroiset laatikot:

Käytetään kahdentyyppisen jätteen keräämiseen samanaikaisesti.

Suuressa kaupungissa on järkevää välttää kahden kuorma-auton ajattamista samalla reitillä erilaisia jätetyyppejä keräämässä.

**Järjestelmä on kustannustehokkain tilanteessa, jos kumpikaan roska-astia ei ole täynnä ja matka on pitkä.** Jos kerätään 10 m<sup>3</sup> yhdyskuntajätettä ja 8 pakkausta kahta kuorma-autoa käyttäen, kulutetaan kaksi kertaa enemmän polttoainetta ja kuljettajien työaika kuin jos käytettäisiin tätä ratkaisua.

Kumpikaan säiliö ei ole täynnä 100 %, mutta kuorma on purettava, kun toinen niistä on täynnä.

### **Ensisijainen satelliittijärjestelmä:**

Useimmissa Euroopan kaupungeissa on vanhoja keskiaikaisia keskustoja, joissa on kapeita katuja ja joissa ihmiset asuvat (historiallinen keskusta).

Kapeiden katujen, parvekkeiden jne. vuoksi vain pienet kuorma-autot mahtuvat niille.

Jätteenkäsittelylaitos tai kaatopaikka on esimerkiksi noin 20 km:n päässä, kuorma-auton täyttäminen kestää noin 20 minuuttia ja edestakaisen matkan tekeminen laitokseen 45 minuuttia. Mitä tilanteessa voidaan tehdä? Ratkaisuna on yhdistää pienten (satelliitti)kuorma-autojen jätteenkeräys kapeilta kaduilta suuriin (ensisijaisiin) kuorma-autoihin, jotka vastaanottavat pienten kuorma-autojen jätteet kuljetettavaksi.

### **Pneumaattinen keräys**

#### **Ominaisuudet:**

On menetelmiä, jotka eivät vaadi keräysautoja ja jotka toimivat imulla toimivan maanalaisen putkiverkoston kanssa.

Jokaisessa pudotuslaatikossa on venttiili, jonka avulla jätteet voidaan imeä joko säiliön ollessa täynnä tai tietyn aikataulun mukaan.

Järjestelmää säätelee "imulaitos". Jäte tiivistetään siellä **staattiseen säiliöön ja kuljetetaan kuorma-autolla** jätteenkäsittelylaitokseen.

**Investointi on merkittävä.** Takaisinmaksuaika 30–50 vuotta. Toimintaperiaate on esitetty seuraavassa videossa: <https://youtu.be/qEkiAugc1GA>

## **1.2.3 Lajittelulaitokset**

### **Johdanto**

Tällä oppitunnilla opitaan

- keskeiset näkökohdat
- materiaalit
- prosessit

joita lajittelulaitos sisältää. Tässä tarkastellaan Espanjan mallia, joka on yksi yleisimmistä Euroopassa, mutta osiossa esitellään myös muut laajalle levinneet vaihtoehdot.

### **Lajittelulaitosten tyypit Espanjassa**

Lajittelulaitoksia koskevan ymmärryksen parantamiseksi tässä osassa selitetään yksityiskohtaisesti yksi lajittelusuunnitelmien standardeista (laadittu Espanjassa 95:tä laitosta varten, jotka vastaanottavat Ecoembesin rahoittamia kevyitä pakkauksia). Lisäksi osiossa selitetään erot muihin standardeihin nähden.

### **Espanjan lajittelulaitosten malli**

**Kevyiden pakkausten lajittelulaitoksissa Espanjassa käsitellyt jätteet saadaan keltaisten jäteastioiden erilliskeräyksestä**, jonne kerätään kotimaisia kevyitä pakkauksia. Nämä ovat muovi-, metalli- ja ruoka- ja juomakartonkipakkauksia sekä juomapakkauksia. Säiliöt sisältävät epäpuhtauksia tai ei-toivottua materiaalia, joka on erotettava pyydytyistä materiaaleista lajitteluprosessin aikana.

### **Kerättävät materiaalit**

HDPE (suuritiheksinen polyeteeni)

PET (polyetyleenitereftalaatti)

LDPE (pienitiheksinen polyeteeni, yleensä kalvomuodossa)

Sekoitettu muovijae, joka koostuu PS:stä (polystyreeni), PP:stä (polypropeeni) ja muista muoveista valmistetuista materiaaleista.

### **Sisältää myös**

alumiinia

teräspakkauksia

juomapakkauksia (jäljempänä käytetään lyhennettä BC; beverage cartons).

### **Ei-toivotut materiaalit:**

kartonki

selluloosat

PVC

matala- ja suuritiheksiset kalvomuovit ja muut epäpuhtaudet, kuten lasi

puutekstiili

muut kuin muovipakkaukset

orgaaninen aines

muut metallit jne.

### **Käsittelyprosessi kevytpakkausten lajittelulaitoksessa**

#### **Prosessin pääryhmät**

Kevyen pakkauslajittelulaitoksen käsittelyprosessi on jaettu neljään pääryhmään:



- vastaanotto ja varastointi
- esikäsittely
- materiaalien lajittelu
- laadunvalvonta, valittujen materiaalien mukauttaminen ja rejektien jätehuolto.

Toiminta vaihtelee lajittelulaitosten automaatiotason mukaan. Tilat luokitellaan **automatisoiduiksi tai manuaalisiksi** materiaalin lajittelutavan mukaan.

## Materiaalien vastaanotto ja lajittelu

### Johdanto

Tällä oppitunnilla syvennytään tarkemmin lajitteluprosessin kahteen ensimmäiseen päävaiheeseen:

- vastaanotto- ja varastointitoiminnot
- materiaalien lajittelu.

**Oppitunti kattaa prosessin, jossa kevyt pakkaus saapuu lajittelulaitokseen ja etenee eri materiaalivirtoihin.**

### Vastaanotto- ja varastointitoiminnot

Vaa'at keräilyajoneuvojen valvontaan ja punnitsemiseen:

Ajoneuvot, joissa on katujen keräyspisteistä kerättyä pakkausjätettä, saapuvat lajittelulaitokselle **kulunvalvonnan ja punnituksen (vaa'an) kautta.**

Katukeräysajoneuvoilla on kuljetettava **pitkiä matkoja** keräyspaikalta kohdelaitokseen. Kerätyn materiaalin kuljetuksen tehostamiseksi materiaali on mahdollisuuksien mukaan kätevää purkaa **siirtoasemilla** tiivistämistä ja myöhempää kuljetusta varten suurempiin kontteihin. Tällöin laitokselle saapuvalla materiaalilla on suurempi tiheys, mikä tulee ottaa huomioon laitoksen käsittelykapasiteettia mitoitettaessa.

### Vastaanotto- ja varastointitoimet II

Kuljetetun jätteen purkualue:

Ajoneuvojen punnituksen ja niiden alkuperän ja aikataulun tunnistamisen jälkeen ne johdetaan katetulle vastaanottoalueelle, jossa kuljetettavat jätteet puretaan purkuoperaattorin osoittamalla alueella tai paikassa.

Puretun jätteen sijoittaminen ja pinoaminen:

Lastauslapio pinoaa puretut jätteet pystysuoraan, mikä optimoi varastoivan alueen ennen käsittelyä. **Tämä prosessi voi sisältää useita bulkkijätteen osia, joiden koko tai muoto** (esim. patjat, isot pakkaukset, polkupyörät jne.) haittaa työtä ja voi vaikuttaa käytettäviin lajittelulaitteisiin.



Operaattorin tulee asettaa ne lastauslapiota käyttämällä tiettyyn säiliöön, joka sijaitsee tällä tai toisella alueella.

### Vastaanotto- ja varastointitoimet III

Esikäsittelytoimet:

**Esikäsittelytoimenpiteet ovat niitä, jotka suoritetaan, kun materiaali on varastoitu ja ennen sen erottamista eri materiaalivirtoihin**

Ensisijainen annostelu:

Vastaanottoalueelle sijoitetut jätteet kerätään lastauslapiolla (purkupiha) tai kourakoukulla (kuoppa), siirretään ja puretaan annostelusyöttölaitteeseen, jossa on säädettävä nopeus ja virtausrajoitin ja jota käytetään käsittelyn virtausnopeuden säätelyyn.

Bulkki-jätteiden lajittelu:

Syöttölaitteen toimittaman kierrätyksen tuottamat jätteet puretaan bulkki-jätteen lajittelukuljettimella, jolle lajitteluoperaattorit valitsevat materiaalit, jotka kokonsa tai muotonsa vuoksi eivät sovellu myöhempään käsittelyyn. Näitä ovat esimerkiksi kalvovälyt, pahvi, EED-jätteet jne. **Valikoidut bulkkimateriaalit (hyödynnettävät ja ei-hyödynnettävät) varastoidaan lajittelukaapin alla oleviin säiliöihin toimitettaviksi kierrättäjälle tai rejektienkäsittelyn osastolle.**

### Vastaanotto- ja varastointitoimet IV

Pussin avaaja:

Lajittelemattomat jätteet lastataan samalla lajitteluhihnalla pussinavausyksikköön, joka on suunniteltu poimimaan materiaalit pusseista, kun ne ovat valmiita jäljellä olevaan lajitteluun.

Luokittelu rumpuseulassa:

Monissa tapauksissa pussien sisältö seulotaan siivilällä tai pyörivällä seulalla, joka luokittelee materiaalit kolmeen kokoon:

- hienot materiaalit, joissa on runsaasti orgaanista ja inerttiä materiaalia
- keskikokoiset materiaalit, joissa on runsaasti kierrätettäviä pakkauksia
- suurikokoiset materiaalit tai seulontahylky.

### Vastaanotto- ja varastointitoiminnot V

Luokitus ballistisessa erottimessa:

Keskikokoisia komponentteja sisältävälle materiaalivirrälle tai suoraan pussinavaajasta tulevalle virrälle suoritetaan ballistinen luokittelu koon, muodon ja tiheyden mukaan jälleen kolmeksi uudeksi materiaalivirraksi:

- **Raskaan materiaalin virta**, joka muodostuu suurimmasta osasta raskasta ja/tai valssattua materiaalia, pääasiassa neste-, metalli- ja juomapakkauksista. Tämä putoaa ballistisessa erottimessa kaltevaan osaan.
- **Kevyiden litteiden materiaalien virta**, joka muodostuu pääasiassa pahvista, paperista ja kalvomuovista, joissa on tasainen tai litistetty muoto ja jotka nousevat erottimen kaltevaa tasoa pitkin.
- **Hienojakoisten materiaalien virta**, joka koostuu hienosta materiaalista, jota ei voitu seuloa rumpuun, koska se oli kiinnittyneenä tai estetty muulla materiaalilla. Materiaali putoaa erottimen verkon läpi.

Jokaiseen kolmeen fraktioon päätyvän materiaalin määrä riippuu laitteistoon lisätyn materiaalin laadusta. Esimerkiksi laitoksissa, joissa sisäänotossa on 75–85 % toivottua kerättyä materiaalia, ballistisen erottimen suorittama luokitus on noin 80 % valssausmateriaalia, 15 % kevyttä litteää materiaalia ja 5 % hienoa materiaalia.

Tiloissa, joissa lajittelutoiminnot suoritetaan manuaalisesti, ballistista erotinta ei käytetä. Seularummusta saapuva materiaali viedään suoraan lajittelupaikalle, jos sellainen on. Siellä toimijat lajittelevat pyydyt materiaalit.

## **Materiaalien lajittelu**

### **Pneumaattinen erotus:**

Pneumaattisen erottelun päätavoitteena on puhdistaa kalvo ja paperi valssatuista ja kevyistä litteistä materiaalivirroista, koska ne estävät jäljellä olevien materiaalien erottelun.

Valitulle materiaalille tehdään manuaalinen laadunvalvonta epäpuhtauksien erottamiseksi. Materiaali varastoidaan myöhemmin lähettämistä varten (tiivistäminen).

### **Magneettinen erotus:**

Ballistisesta erottelusta saadusta valssausmateriaalivirrasta erotellaan magneettiset materiaalit (teräs) kuljettimen yläpuolelle asennettavan erottelijan avulla.

Samoin ballistisesta erottelijasta ja seularummusta saatavalle hienojakoiselle materiaaliyakeelle tehdään magneettisen materiaalin erottelu, jos laitoksessa on siihen käytettävä laitteella. Sen jälkeen materiaaliyake lähetetään rejektiin.

## **Materiaalien lajittelu II**

### **Optinen erottelu:**

Materiaalivirta, jota ei ole valikoitu pneumaattisella imulla eikä magneettierottimella, erotetaan optisesti infrapuna- tai kolorimetriailmaisimilla seuraavien materiaalien erottamiseksi toisistaan:

- PET-pakkaukset
- HDPE-pakkaukset
- nestepakkaukset (juomapakkaukset)

- sekalaiset muovipakkaukset.

Näiden materiaalien lajittelun ja laadun parantamiseksi magneettisen ja pneumaattisen erottelun on tapahduttava ennen optista erottelua.

#### **Induktioerottelu:**

Materiaalivirta, jota ei ole lajiteltu optisella erotuksella, lajitellaan ei-magneettisten metallien (alumiinin) pyörrevirtaerottimella.

#### **Manuaalinen erottelu:**

Materiaalit, joita ei ole lajiteltu valssausmateriaalivirrassa ja kevyiden litteiden materiaalien virrassa, lajitellaan manuaalisesti. Jäljellä oleva lajittelematon materiaali lähetetään hylättyyn jättejakeeseen.

## **Laadunvalvonta, materiaalien mukauttaminen ja rejekti**

### **Johdanto**

Oppitunnilla syvennytään lajitteluprosessin kolmeen jälkimmäiseen päävaiheeseen:

- laadunvalvonta
- materiaalien mukauttaminen
- rejektien hallinta.

### **Laadunvalvonta**

Laadunvalvonta:

Erityyppisissä laitteissa esiintyvien virheiden vuoksi valitut pakkausmateriaalit sisältävät epäpuhtauksia, jotka vähentävät lopputuotteen puhtautta.

Nämä epäpuhtaudet poistetaan manuaalisella lajittelulla. Toimenpide suoritetaan yleensä kunkin talteen otetun materiaalin lajittelun jälkeen (PET, HDPE, juomapakkaukset ja sekamuovit) ennen kuin ne varastoidaan silloihin tiivistystä varten.

Muissa tiloissa laadunvalvonta suoritetaan ennen tiivistystä, jotta yksi käyttäjä voi suorittaa toimenpiteen.

Lajitellut epäpuhtaudet lähetetään laitoksen rejektijätevirtaan, tai jos ne ovat haluttuja materiaaleja, ne kierrätetään uudelleen lajitteluprosessin aiempiin vaiheisiin lajittelua varten.

### **Materiaalin mukauttaminen**

**Valkoitujen materiaalien väliaikainen varastointi:**

Valikoidut materiaalit sijoitetaan kukin erityisiin tiloihin (välivarastosiiloihin) odottamaan tiivistystä. Varastosiilot ovat osastoja, jotka on mitoitettu seuraavien parametrien mukaan:

- kunkin materiaalin näennäinen tiheys
- kunkin materiaalin tuotanto vuorossa
- tiivistyspuristimen tuntikapasiteetti.

Siiloihin varastoitujen materiaalien poisto suoritetaan liikkuvilla alustoilla, kuljetinhihnoilla tai suoraan lastauslapiolla, joka siirtää ne alavirtaan sijoitetun paalauspuristimen syöttölaitteeseen.

**Jos valikoidun materiaalin määrä on pieni (esim. alumiini), tuotos varastoidaan apusäiliöihin myöhempää tiivistystä varten.**

**Valikoitujen materiaalien tiivistäminen:**

Säiliöihin väliaikaisesti varastoidut materiaalit tiivistetään myöhemmin paalauspuristimilla, jotka tuottavat paaleja, joiden tiheys soveltuu loppuvarastointiin ja myöhempään kuljetukseen.

**Yhdellä oikean kokoisella puristimella voidaan paalata kaikki valitut materiaalit (PET, HDPE, kalvo, juomatölkit ja muovisekoitukset) paitsi metallit ja erityisesti teräs, jotka vaativat erilaisia paalikokoja ja -ominaisuuksia sekä erityisiä puristimia.**

## **Rejektien käsittely**

Laitoksen rejektien käsittely:

Kaikki lajittelulaitoksen rejektit keskitetään tyypillisesti yhdelle lähtökuljetinhihnalle, joka purkaa ne päätepisteessä. Joskus hienon materiaalin virta puretaan eri kohdissa muuhun rejektiin verrattuna.

Rejektin alhaisen tiheyden vuoksi sen määrää on mukautettava, jotta se voidaan tehokkaasti hävittää kaatopaikalle. Tähän voi liittyä useita vaihtoehtoisia järjestelmiä:

- itsetiivistävät puristimet
- staattiset puristimet
- rejektijätteen puristin
- säiliöt (pienen volyymin tiloihin).

Rejektijättesäiliöiden kuljetus käsittelykohteisiin (kaatopaikalle tai energian talteenotto) tapahtuu säiliöajoneuvoilla.

## **Käsittelylaitosten väliset erot**

Tässä esitetty malli on Espanjassa suunniteltu standardi, joka määrittelee kevyiden pakkausten lajittelulaitokset.

Kaikki laitokset eivät ole standardinmukaisia, vaan niiden välillä on eroja. Lajittelulaitoksen toiminta vaihtelee lajittelulaitoksen automaatiotason mukaan. Esimerkkejä eroista:

- On laitoksia, joissa on tyhjennyskuoppa, ja laitoksia, joissa on **purkupiha vastaanottoalueena**.
- Laitoksissa, joissa on poistokuoppa, syöttö käsittelylinjalle tapahtuu kourakoukuilla.
- Käsittelylinjoilla, joiden yhteydessä on purkupiha, käytetään lastauslapiota.
- Joissakin lajittelulaitoksissa on rumpuseula.
- **Ballistisen** erottimen silmäkoko vaihtelee tavallisesti **50 ja 70 mm:n välillä**.
- Joissakin laitoksissa on käytössä optinen erotus kalvolle.
- Optiselle erottelulle on monenlaisia kokoonpanoja.
- Joissakin laitoksissa juomapakkauspakkausten lajitteluun käytetään induktioerottelua eri intensiteetillä.
- Eroteltujen materiaalien **laadunvalvonta on enimmäkseen käyttäjän suorittamaa**. Optisille erottelijoille voi olla laadunvalvontaa.

## Erilaiset eurooppalaiset mallit

### Johdanto

**Kiertotaloutta koskevan toimintasuunnitelman mukaan** komissio ehdottaa erillisjätteiden keräysjärjestelmien yhdenmukaistamista kaikkialla Euroopassa. Tulevaisuudessa **kaikki kerättävät materiaalit yhdenmukaistetaan, mikä vaatii eurooppalaisen lajittelusuunnitelman mallin luontia**. Tässä osiossa esitetään joitakin muita Euroopassa käytettäviä lajittelulaitoksia.

**Tyypillinen eurooppalainen lajittelulaitosmalli sisältää useita samanlaisia lajitteluvaiheita, kuten edellä olleessa espanjalaisessa esimerkissä on esitetty**. Näitä ovat manuaalinen purkamisen ja lajittelu automatisoiduilla prosesseilla, erottelu tiheyden ja koon mukaan sekä optinen tai magneettinen erottelu.

Prosessi voi kuitenkin vaihdella kuluttajien käyttäytymisen ja keräysjärjestelmien mukaan. Esimerkiksi **Pohjoismaissa kuluttajakäyttäytyminen ja markkinoiden saatavuus merkitsee, että kartonkijuomapakkauksia (TetraPak) käytetään vähemmän kuin Espanjassa**. Esimerkiksi Suomessa erilliskeräys on kuitenkin järjestetty.

Eri maissa käytetyllä **keräysjärjestelmällä** on myös ollut suuri vaikutus lajittelulaitosten kehitykseen. **Kierrätettävien materiaalien kerääminen erillisiin virtoihin voi vähentää tarvittavien lajitteluvaiheiden määrää tai vapauttaa kapasiteettia suuremman määrän tai erityyppisten jakeiden lajitteluun**. Toisaalta kierrätettävien tuotteiden sekakeräys säästää resursseja prosessin alkupäässä, mutta vaatii enemmän teknistä monimutkaisuutta lajittelulaitoksissa.

### Euroopassa sovellettavat tärkeimmät keräysmallit

Euroopassa on yleensä sovellettava neljää pääasiallista keräysmallia (Lorenzo ym., 2016):

**Yhden materiaalivirran keräys:** kaikki kuivat kierrätettävät materiaalit (muovi, metalli, paperi, pahvi ja joskus lasi) kerätään yhteen. Tämä on tärkein keräysmalli esimerkiksi Kreikassa, Irlannissa, Maltalla ja Romaniassa.

**Kahden materiaalivirran keräys:** "Kuidut" (paperi ja kartonki) ja "ei-kuitu" (eli muovi, metalli ja lasi) kerätään erikseen. Tämä on Suomen ja Ison-Britannian tärkein keräysjärjestelmä.

**Yhden materiaalin keräys:** Jokainen materiaali kerätään erikseen (paperi ja pahvi, lasi ja kevyt pakkaus) ja käsitellään lajittelulaitoksessa. Edellä kuvattu espanjalainen malli sopii tähän luokkaan.

Tämä keräysjärjestelmä on yleisin Euroopassa, ja sitä sovelletaan Belgiassa, Bulgariassa, Kroatiaassa, Kyproksella, Ranskassa, Saksassa, Unkarissa, Italiassa, Latviassa, Liettuassa, Luxemburgissa, Puolassa, Portugalissa, Sloveniassa ja Ruotsissa. Lisäksi jotkin maat, kuten Itävalta, Tanska ja Alankomaat, erottavat kevyen pakkausvirran osiin.

**Kiinteän yhdyskuntajätteen sekajätteen** keräysjärjestelmä: ei kierrätettävien aineiden erilliskeräystä. Jätepuitedirektiivissä (2008/98/EY) edellytettiin paperin, metallin, muovin ja lasin erilliskeräystä kotitalousjätteestä vuoteen 2015 mennessä ja 50-prosenttista valmiutta uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen vuoteen 2020 mennessä.

14 jäsenvaltion todettiin olevan vaarassa jäädä tästä tavoitteesta. 11 maassa (Bulgaria, Kroatia, Kypros, Viro, Kreikka, Latvia, Malta, Puola, Portugali, Romania ja Slovakia) yhdeksi syyksi mainittiin kierrätettävien tuotteiden tehoton erottaminen. **Käytännössä keräys- ja lajittelumalli voi vaihdella suuresti maittain, sillä jätteenkeräysjärjestelmien valintaa ja toimintaa koskevat päätöksentekovaltuudet ovat yleensä paikallisviranomaisilla.**

### **Yhden materiaalivirran lajittelulaitos**

Kuidut ja kevyet pakkaukset vaativat lisälajitteluvaiheita edellä kuvattuun espanjalaiseen esimerkkiin nähden.

**Fordin lajittelulaitos Isossa-Britanniassa on esimerkki edistyneestä yksivirtaisesta lajittelulaitoksesta.** Se on ollut toiminnassa vuodesta 2009 lähtien, ja se on suunniteltu käsittelemään vuodessa 100 000 tonnia kierrätettävää materiaalia, **lasi mukaan lukien, kolmessa vuorossa, jossa on 13 manuaalista lajittelijaa vuoroa kohti.**

**Esikäsittely:** Vastaanoton yhteydessä jättepussit, joissa on sekalaista kierrätyskelpoista materiaalia, avataan ja syötetään syöttölinjaan. Materiaali kuljetetaan esilajitteluun, jossa manuaalisesti poistetaan materiaaleja, jotka voivat vahingoittaa laitteita, kuten isokokoisia pahveja, metalleja ja muovikalvoja.

Seuraavaksi suoritetaan ensisijainen erotteluprosessi kaksiosaisessa rummussa materiaalien esitiivistämiseksi ja lasin rikkomiseksi pienemmiksi paloiksi. Suurin osa lasista lajitellaan ensimmäisessä osassa, joka erottaa "hienot" tuotteet (alle 75 mm).



Toisessa osassa erotetaan sekoitettu paperi- ja pakkausvirta, joka lähetetään kaksikerroksiseen ballistiseen erottimeen, joka erottaa 3D-esineet (pakkaukset) 2D-esineistä (paperi). Myös toinen hienojakoinen virta erotetaan tässä vaiheessa ja liitetään ensisijaisesta erottamisesta saatuun hienojakoisten materiaalien virtaan. Rumpuseulan ylite tai "ylisuuret" tuotteet jäävät jäljelle.

**Materiaalien lajittelutoiminnot:** Yllä kuvatussa alkuperäisestä lajittelusta muodostuu neljä materiaalivirtaa:

1. **Ylite:** Puhdistettava virta, jotta voidaan tuottaa päätuote – sanomalehti ja aikakauslehdet – käyttämällä optista erottelua (NIR *near infrared*) pahvin ja muovin poistamiseen. Tätä seuraa manuaalinen laadunvalvonta. NIRillä eroteltu materiaalivirta jaetaan edelleen toisella NIRillä pahviin (joka on liitetty 2D-virtaan) ja muoviin (joka käsitellään toisella ballistisella erottimella, jotta 3D-virran pakkaukset saadaan talteen). Jäljellä oleva 2D-materiaali luokitellaan lajittelujäämäksi.
2. **2D-virta:** Rauta- ja ei-rautakomponentit poistetaan magneettisella erottelulla ja pyörrevirran avulla. 2D-virta kulkee NIRin läpi lopullista puhdistusta varten, ennen kuin se saapuu manuaaliseen laadunvalvontaan. NIRillä poistettu materiaali lähetetään toiseen ballistiseen erottimeen pakkausten talteenottamiseksi.
3. **3D-virta:** Rauta- ja ei-rautakomponentit poistetaan magneettisella erottelulla ja pyörrevirran avulla. 3D-virta kulkee NIRin läpi, joka poistaa pahvin ja paperin (palautetaan 2D-linjaan), manuaaliseen laadunvalvontaan, ennen kuin se litistetään ja syötetään polymeerien lajittelulohkoon. NIR-lajittelu jakaa sen kirkaaseen PETiin, värilliseen PETiin sekä värittömään ja värilliseen HDPE:hen. Jäljelle jääneet materiaalit läpäisevät lopullisen NIR-lajittelulaitteen, joka poistaa kaikki erottelemattomat polymeerit, jotka kierrätetään 3D-linjan alkuun.
4. **Hienoainesvirta:** Rauta- ja ei-rautakomponentit poistetaan magneettisella erottelulla ja pyörrevirran avulla. Sen jälkeen virta läpäisee seulonnan, ilmaerottelun tiheyden mukaan ja lopullisen NIR-lajittelun, jolloin saadaan puhdasta lasimurskaa (>12 mm).

### Monomateriaalivirtojen lajittelulaitos

Saksassa "keltaisiin pusseihin" kerätään laaja valikoima pakkausjätettä, mukaan lukien muovit (mukaan lukien kalvot), tölkit ja laatikot. Lasi ja paperi kerätään erikseen. Lisäksi kuluttajat palauttavat suuria määriä PET-pulloja erikseen saksalaisen Pfand-järjestelmän mukaisesti. Koska kuituja ei tarvitse erottaa pakkauksista, käsittelylaitokset maissa, joissa on erilliskeräys, ovat kehittyneet käsittelemään suurempia määriä erittäin kevyttä jätettä.

Pakkauksia kerätään vuosittain noin 2,25 miljoonaa tonnia, joista 90 % lajitellaan alle 50 laitokseen. Prosessisuunnittelussa on korkea standardointi. (Cipman ym. 2016.) Edistyneimmissä laitoksissa voi olla jopa 20 NIR-lajittelulaitetta sekä ylimääräisiä tunnistuslaitteita, kuten ultraääni- tai näkyvään valoon perustuvia kamerapohjaisia tilavuusvirtausmittauslaitteita.

**Esikäsittely:** Ensimmäisessä vaiheessa keltaiset pussit murskataan karkeasti. Sen jälkeen materiaalit seulotaan rumpuseuloilla (suulakkeilla), jotta ne voidaan lajitella käyttökelpoisiin kokoihin loppupään laitteita varten. Muovikalvot erotetaan ilmaluokittimella.

Alle 220 mm:n materiaalit erotetaan edelleen kahteen tai neljään muuhun hiukkaskokoväliin. Päämassavirta (20–220 mm) edustaa 80–85 % syötteestä, ja se käsitellään kahdella tai kolmella yksittäisellä linjalla.

Ilmaluokittelua käytetään muovikalvojen (10 %) erottamiseen lajittelun parantamiseksi. Ferromagneettiset materiaalit (9–13 % syötteestä) erotellaan magneettisella erottimella. NIR-antureita käytetään juomapakkausten erottamiseen, ennen kuin rautaa sisältämättömät komponentit erotetaan pyörrevirtaerottelulla (enimmäkseen alumiini, <5 % syötteestä).

Kaksi seuraavaa NIR-vaihetta erottavat paperi- ja kartonkipakkaukset ja kaikki muovit. Sekalainen muovi puhdistetaan edelleen ballistisilla erottimilla hienoaineksen ja jäljellä olevan 2D-materiaalin poistamiseksi ennen polymeerilajittelua, jossa muovit lajitellaan HDPE-, PP-, PET- ja PS-virtoihin.

Tämän jälkeen voidaan suorittaa myös toinen puhdistusvaihe tai värilajittelu (PETin osalta). Lisäksi NIRillä tehdään lopullinen erottelu, jossa havaitaan virtaan jääneet polymeerit, jotka kierrätetään uudelleen polymeerilajittelulohkon alkuun.

### **Syntypaikkalajittelun jätteen lajittelulaitos**

Järjestelmissä, joissa kevyet pakkaukset erotetaan syntypaikalla, on mahdollista käyttää erikoistuneita lajittelulaitoksia. Völkermarkt on erikoistunut PETin kierrätykseen vuodesta 2003 lähtien ja tuottaa elintarvikelaatuista kierrätysgrangulaattia ”pullostasta pulloon” -tehtaassaan (Lähde: Kruschitz Plastics and Recycling, ei päivämäärää).

PET-pullot saapuvat laitokseen paaleissa, joissa ne avataan ja silputaan. Sen jälkeen ne kulkevat ballistisen erottimen läpi. PET-virta kulkee sitten NIR-erottimen läpi, ja toissijainen silppuri pienentää hiutaleita edelleen 12 mm:n kokoon.

**Hiutaleet esipestään ja lajitellaan tiheyslajittelu/vaahdotustekniikalla epäpuhtauksien poistamiseksi.** Seuraavaksi PET pestään kuumalla natriumhydroksidilla (NaOH) etikettien poistamiseksi. Tämän prosessin jätevesi mikro-suodatetaan liiman puhdistamiseksi.

PET kulkee tyhjiöreaktorin läpi, jossa se puhdistuu orgaanisista epäpuhtauksista. Lopulta se kuivataan, suulakepuristetaan ja granuloidaan. Tuotteena saatavan kierrätys-PETin puhtaus voi nousta 99,9 %:iin, ja epäpuhtauksien enimmäismäärä on 100–200 ppm.

### **Kroatian lajittelulaitosmalli – Marišćina**

Pakkausjätehuoltojärjestelmän perustamisen ja kehittämisen myötä monet yritykset ovat nykyaikaistaneet olemassa olevia tai rakentaneet uusia jätteen hyödyntämislaitoksia EPEEF-tukien avulla.

Uusia laitoksia on rakennettu ja useita vanhoja on parannettu, eli **pakkausjätteen, erityisesti muovipakkausten, hyödyntämisvalmiuksia on lisätty. Kun otetaan huomioon, että pakkausmateriaalien markkinat kehittyvät nopeasti, on olemassa olevaa tekniikkaa parannettava**



joidenkin pakkausjätteiden käsittelyn teknologisen sovellettavuuden osalta, esimerkiksi tietäntyyppisten monikerroksisten pakkausten osalta.

Vaarallisten aineiden jämiä sisältävien tai vaarallisten aineiden saastuttamien pakkausten käsittelyvalmiudet ovat kansallisella tasolla riittämättömät, joten ne viedään enimmäkseen pois Kroatiasta.

**Pakkausjätehuollon myönteisestä suunnasta huolimatta tuotetun pakkausjätteen määrää koskevaa tietovalvontamekanismia on tarpeen parantaa.** Samoin tarvitaan tietoa kierrätyksen tehokkuudesta ja tietoa tiettyjen materiaalien järjestelmien parantamiseksi (esim. pakkaukset juomapakkauksia lukuun ottamatta). On tarvetta perustaa pakkausjätehuoltojärjestelmä pakkauksille, jotka sisältävät vaarallisten aineiden jäänteitä tai jotka ovat vaarallisen aineen saastuttamia. Nykyinen pakkausjätehuoltojärjestelmä ei kata riittävästi kaikkia pakkausjätetyyppejä.

#### **Samankaltaisuudet espanjalaisen lajittelulaitosmallin kanssa:**

Kroatian pakkausjäte kerätään keltaisiin säiliöihin (tai keltakannellisiin säiliöihin), jotka on sijoitettu julkisille paikoille ja kierrätyspisteisiin. Keltaisiin säiliöihin hävitettävää kierrätyskelpoista materiaalia ovat

- polyeteenipussit, kalvot, kuplamuovi, joissa on oltava merkinnät PE-HD, PE-LD, PET, PP jne.
- ruokaöljypullot, vesipullot, puhdistusaineita, kosmetiikkaa, lääkkeitä (lukuun ottamatta sytostaatteja), elintarvikkeita jne. sisältäneet pullot, joissa on oltava merkinnät: PE-HD, PE-LD, PP jne.
- lasit ja jogurttia, juustoa jne. sisältäneet purkit merkinnällä PS, PP jne.
- polystyreenistä (styroksista) valmistettujen erilaisten elintarvikkeiden pakkaukset EPS-merkillä
- monikerroksiset pakkaukset (juomapakkaukset)
- muut muovituotteet: virvoitusjuomapullot, tulpat, muovilautaset, ruokailuvälineet jne., joissa on oltava merkinnät PE-HD, PP, PVC, PS, PET jne.
- ruoka- ja juomatölkit.

Pakkausjätteiden käsittelyprosessi on samanlainen kuin Espanjan lajittelulaitoksella (vastaanotto ja varastointi, esikäsittely, materiaalien lajittelu, laadunvalvonta, valittujen materiaalien mukauttaminen ja rejektien käsittely).

**Vastaanotto ja varastointi:** Konttien kautta kerätyt pakkausjätteet toimitetaan laitokseen rahtiautoilla. Jätteen vastaanottamisen yhteydessä määritetään vastaanotetun jätteen massa ja nämä tiedot kirjataan kunkin vastaanotetun jätelajin rekisteriin. Jätteen silmämääräisen tarkastuksen jälkeen jätteet puretaan kuorma-autosta ja sijoitetaan jätevarastoon jäteluokituksen mukaan (polymeerimateriaalityypit), primaarisäiliöihin, paaleihin tai pinoihin.

**Esikäsittely:** Kun jätteet on tarkastettu ja luokiteltu, ne erotetaan ja varastoidaan polymeerimateriaalin tyyppin ja vastaanotetun pakkaustyyppin mukaan, jotta estetään pölyn, melun, hajujen ja muiden päästöjen leviäminen. Jätteiden kuljetus varastoon ja sieltä pois tapahtuu trukeilla ja pumppukärryillä.

**Materiaalien lajittelu, laadunvalvonta, valittujen materiaalien mukauttaminen:**

Vastaanottoalueelle sijoitettu jäte kerätään trukeilla ja toimitetaan talteenottolinjalle. Jäte syötetään syöttösäiliöön ja kuljetetaan myllyyn/murskaimen syöttölaitteella varustetulla pystysuoralla kuljettimella. Mylly/murskain silppuaa jätteet 14 mm:n kokoiseksi fraktioksi. Silppuamisen tavoitteena on tuottaa materiaalia, joka on helpompi puhdistaa jättemateriaalin pesu- ja puhdistusprosessissa.

Telaketjukuljetin, joka sijaitsee tehtaan/murskaimen ulostulossa, kuljettaa silputut muovijakeet sentrifugikäyttöiseen pesukoneeseen. Sitä käytetään polymeerimateriaalin puhdistamiseen siten, että suurella nopeudella, keskipakovoimaa käyttäen erotetaan epäpuhtaudet (alle 3 mm) polymeerifraktiosta. Epäpuhtaudet, kuten pöly tai muta, erotetaan reikäseulalla.

Kun jätteet on puhdistettu pesukoneessa, murskattu ja puhdistettu jättemateriaali tulee hydroerottelulaitteeseen. Siinä jättemateriaali upotetaan ja puhdistetaan vedellä, mutta se palvelee myös jätteiden lajittelua. Muovifraktio kevyempänä materiaalina kelluu pintaan ja siirretään sentrifugilla varustettuun pesukoneeseen veden ja terien kautta. Epäpuhtaudet (raskaampi fraktio), kuten kivet, metalli jne., päätyvät hydroerottimen pohjalle. Kuivauksen jälkeen jätteet kuljetetaan varastointisiloihin. Jätteet puristetaan paaleiksi, jotka soveltuvat

**Rejektien käsittely:** Kaikki materiaali, joka ei sovellu kierrätykseen, kuljetetaan johonkin mekaanisbiologiseen käsittelylaitokseen Kroatiaassa. Sekalaisen yhdyskuntajätteen mekaanisbiologisen käsittelyn prosessi alkaa sen hyväksymisestä laitoksen vastaanotossa, minkä jälkeen jäte silputaan esisilppurilla ja biokuivauslaatikot täytetään.

Kun biologinen, noin 7–8 päivää kestävä kuivausprosessi on suoritettu niin, että jäte on stabiloitunut, se uutetaan ja siirretään mekaaniseen käsittelyyn, jossa 0–25 mm:n fraktio erotetaan ensin täryseulalla, sitten rauta erotetaan ja sen jälkeen rautaa sisältämättömät metallit.

Tätä käsittelyä seuraa inerttien raskaiden fraktioiden erottaminen ilmaerottimella, jota seuraa PVC:n erottaminen optisilla erottimilla. Tämän jälkeen jäte silputaan sekundaarisiin silppureihin, jolloin siitä saadaan jättepolttoaineita (SRF; Solid Recovered Fuel tai RDF; Refuse Derived Fuel).



**Tekijänoikeus: CC BY-NC-SA 4.0:**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Tämä lisenssi sallii muiden levittää ja muokata teosta ja luoda sen pohjalta uusia teoksia, mutta ei kaupalliseen käyttöön.



**Kuitenkin vain seuraavilla ehdoilla:**

**Nimeä** — Sinun on asianmukaisesti mainittava alkuperäinen tekijä, annettava linkki lisenssiin ja ilmoitettava, onko muutoksia tehty. Voit tehdä sen millä tahansa kohtuullisella tavalla, mutta et millään tavalla, joka viittaa siihen, että lisenssinantaja tukee sinua tai käyttöäsi.

**EiKaupallinen** — Et saa käyttää materiaalia kaupallisiin tarkoituksiin.

**JaaSamoin** — Jos muunnat tai luot materiaalin pohjalta uutta materiaalia, sinun on jaettava tuotoksesi samalla lisenssillä kuin alkuperäinen.

**Ei lisärajoituksia** — Et saa soveltaa laillisia ehtoja tai teknisiä toimenpiteitä, jotka laillisesti estävät muita tekemästä mitään, mitä lisenssi sallii.

Tässä julkaisussa esitetyt tiedot ja näkemykset ovat laatijoiden omia eikä niitä välttämättä voida pitää Euroopan unionin virallisena kantana. Euroopan unionin toimielimiä tai niiden puolesta toimivia henkilöitä ei voida pitää vastuussa tämän raportin sisällöstä tai sen sisältämien tietojen käytöstä.



Yhteisrahoitettu  
Euroopan unionin  
Erasmus+ -ohjelmasta



Yhteisrahoitettu  
Euroopan unionin  
Erasmus+ -ohjelmasta