

Opinnäytetyö AMK

Energia- ja ympäristötekniikka

2025

Vesa Törmäkangas

Autokierrätyksen nykytila, haasteet ja mahdollisuudet



Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikka

11/2025 | 114 sivua

Vesa Törmäkangas

Autokierrätyksen nykytila, haasteet ja mahdollisuudet.

Tämä opinnäytetyö tarkastelee ajoneuvojen kierrätyksen nykytilaa, haasteita ja mahdollisuuksia Suomessa. Työ perustuu asiantuntijahaastatteluihin, laajaan kirjallisuuskatsaukseen sekä Turun ammattikorkeakoulun koordinoimaan kehityshankkeeseen, jossa pilotoitiin romuajoneuvojen purkumenetelmiä käytännössä.

Tutkimus toteutettiin kvalitatiivisena tapaustutkimuksena. Aineistoa kerättiin puolistrukturoiduilla haastatteluilla, dokumenttianalyysillä, käytännön testauksilla ja mittauksilla.

Tulosten perusteella ajoneuvojen purku on käsityövaltaista, fyysisesti kuormittavaa ja taloudellisesti haastavaa. POP-yhdisteet vaikeuttavat muovien kierrätystä ja tietojärjestelmien hajanaisuus heikentää materiaalien jäljitettävyyttä.

Johtopäätöksissä korostetaan teollisen purkulinjaston, robotiikan ja digitaalisten tietokantojen merkitystä kierrätyksen tehostamisessa. Uudelleenkäytön edistäminen, purkuohjeiden saatavuus ja lainsäädännön toimeenpano ovat keskeisiä kehityskohteita.

Työ tarjoaa konkreettisia ehdotuksia kiertotalouden mukaisen ajoneuvokierrätyksen kehittämiseksi ja tukee EU:n vihreän siirtymän tavoitteita.

Asiasanat: autokierrätys, kiertotalous, purkuprosessi, POP-yhdisteet, uudelleenkäyttö.

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy and environmental engineering

11/2025 | 114 Total number of pages

Vesa Törmäkangas

The Current State, Challenges and Opportunities of Vehicle Recycling

This thesis examines the current state, challenges and opportunities of vehicle recycling in Finland. The study is based on expert interviews, an extensive literature review and a development project coordinated by Turku University of Applied Sciences, in which practical dismantling methods for end-of-life vehicles were piloted.

The research was conducted as a qualitative case study. Data were collected through semi-structured interviews, document analysis, practical testing, and measurements.

The findings indicate that vehicle dismantling is labor-intensive, physically demanding and economically challenging. Persistent organic pollutants (POPs) complicate plastic recycling and fragmented information systems hinder material traceability.

The conclusions highlight the importance of industrial dismantling lines, robotics, and digital databases in enhancing recycling efficiency. Key areas for development include promoting reuse, improving access to dismantling instructions and enforcing legislation.

The thesis provides concrete recommendations for advancing vehicle recycling in line with circular economy principles and supports the EU's green transition objectives.

Keywords: Vehicle recycling, Circular economy, Dismantling process, Persistent Organic Pollutants, Reuse.

Sisällysluettelo

| | |
|--|-----------|
| Käytetyt lyhenteet tai sanasto | 8 |
| 1 Johdanto | 9 |
| 2 Autokierrätyksen nykytila Suomessa | 11 |
| 2.1 Virallisten vastaanottopisteiden rooli ajoneuvojen kierrätyksessä | 13 |
| 2.2 Murskaoperaattoreiden rooli ajoneuvojen kierrätyksessä | 14 |
| 2.3 Tuottajayhteisö Suomen autokierrätys Oy:n rooli ajoneuvojen kierrätyksessä | 15 |
| 2.4 Pirkanmaan ELY-keskuksen rooli ajoneuvojen kierrätyksessä | 16 |
| 3 Tutkimusmenetelmien kuvaus | 19 |
| 3.1 Tutkimusmenetelmän tyyppi | 20 |
| 3.2 Aineiston keruu | 20 |
| 3.3 Aineiston analyysi | 20 |
| 3.4 Luotettavuus ja eettisyys | 21 |
| 4 Kirjallisuuskatsaus ajoneuvojen kierrätystä määrittelevästä lainsäädännöstä ja ympäristöministeriön oppaista | 22 |
| 4.1 Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY | 22 |
| 4.2 Valtioneuvoston asetus romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa 123/2015 | 23 |
| 4.3 Jätelaki 646/2011 | 25 |
| 4.4 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus pysyvistä orgaanisista yhdisteistä. 1021/2019 | 26 |
| 4.5 POP-jätteen tunnistusopas 2023 | 26 |
| 4.6 POP-jätteen käsittelyopas 2024 | 30 |
| 4.7 Ehdotus (2023) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksesta ajoneuvojen suunnittelua koskevista kiertotalousvaatimuksista ja romuajoneuvojen jätehuollosta liitteineen. | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 4.8 Ehdotus (2025) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi ajoneuvojen suunnittelua koskevista kiertotalousvaatimuksista ja romuajoneuvojen jätehuollosta liitteineen. | 36 |
| 4.9 Lainsäädännön ja tulevien muutosten yhteenveto | 45 |
| 5 Tulokset – Autonpurkutoiminnan kehittäminen | 50 |
| 5.1 Tutkimushankkeen kuvaus | 51 |
| 5.2 ELV-ajoneuvojen purkutoiminnan pilotointi | 52 |
| 5.2.1 Muovin talteenotto | 53 |
| 5.2.2 Lasin talteenotto | 54 |
| 5.2.3 Kuparin talteenotto | 55 |
| 5.2.4 Hydraulisten työkalujen testaus | 56 |
| 5.2.5 Yleiset johtopäätökset ja kehitysehdotukset | 57 |
| 5.3 Autonpurkutesti Turun ammatti-instituutilla | 58 |
| 5.3.1 Autonpurkutestin suunnitteluvaihe | 58 |
| 5.3.2 Autonpurkutestissä käytettävän ajoneuvon tiedot | 60 |
| 5.3.3 Autonpurkutestin työvaiheiden selitykset ja ajat | 60 |
| 5.3.4 Autonpurkutestin tulokset ja pohdinta | 61 |
| 5.4 Autonkuivaustesti Oili Jalonen Oy:llä | 64 |
| 5.4.1 Autonkuivaustestin suunnitteluvaihe | 65 |
| 5.4.2 Autonkuivaustestissä käytettävien ajoneuvojen tiedot | 66 |
| 5.4.3 Autonkuivaustestin työvaiheiden selitykset ja ajat | 67 |
| 5.4.4 Autonkuivaustestin tulokset ja pohdinta | 67 |
| 5.5 Hankkeen nykytila ja tulokset | 69 |
| 5.5.1 Purkuhallin suunnittelu ja rakentaminen | 70 |
| 5.5.2 Koepurku ja tutkimustoiminta | 71 |
| 5.5.3 Dokumentointi ja digitalisaatio | 74 |
| 5.5.4 Purkumenetelmien kehittäminen | 74 |
| 5.5.5 Materiaalien lajittelu ja LEAN-prosessi | 75 |
| 5.5.6 Opetuksellinen näkökulma ja ohjeistuksen kehittäminen | 75 |
| 5.5.7 Tulevaisuuden näkymät | 76 |
| 5.6 Asiantuntijahaastattelut | 76 |
| 5.6.1 Asiantuntijahaastatteluiden tulosten pohdinta | 80 |

| | |
|---|------------|
| 5.6.2 Nykytila. | 80 |
| 5.6.3 Haasteet. | 81 |
| 5.6.4 Mahdollisuudet. | 81 |
| 5.6.5 Johtopäätökset. | 82 |
| 6 Ajoneuvojen kierrätyksen haasteiden – mahdollisuuksien suhde uuteen ajoneuvojen kiertotalousasetukseen | 83 |
| 6.1 Ajoneuvojen materiaalien kierrätettävyyden mahdollisuudet | 83 |
| 6.1.1 Muoviosien kierrätettävyys – irrotus ennen murskausta | 83 |
| 6.1.2 Lasimateriaalin kierrätettävyys – irrotus ennen murskausta | 85 |
| 6.1.3 Kuparin kierrätyspotentiaali – irrotus ennen murskausta | 86 |
| 6.1.4 Mitä materiaalien kierrätettävyyden parantaminen edellyttää | 87 |
| 6.2 Ajoneuvojen purkamisen kustannukset kierrätyksen näkökulmasta | 88 |
| 6.3 Komponenttien uudelleenkäytön mahdollisuudet | 90 |
| 6.4 Tietokantojen hyödyntämisen mahdollisuudet ajoneuvojen kierrätyksessä | 92 |
| 6.5 Purkulinjaston tulevaisuuden mahdollisuudet ajoneuvojen kierrätyksessä | 94 |
| 7 Yhteenveto | 96 |
| 8 Pohdinta ja johtopäätökset | 98 |
| 8.1 Nykytila | 98 |
| 8.2 Haasteet | 98 |
| 8.3 Mahdollisuudet | 99 |
| 8.4 Johtopäätökset | 99 |
| 9 Kiitokset | 102 |
| Lähteet | 103 |

Liitteet

Liite 1. Asiantuntijahaastatteluiden kysymykset

Liite 2. Haastatteluun osallistuneet organisaatiot

Liite 3. Hankesuunnitelma; Autonpurku – materiaalien talteenotto, uudelleenkäyttö ja uusien tuotteiden kierrätettävyys

Kuvat

| | |
|---|----|
| Kuva 1. Purkutoiminnan pilotointia. | 53 |
| Kuva 2. Muovien talteenottoa. | 54 |
| Kuva 3. Karkaistun lasin poisottoa. | 55 |
| Kuva 4. Kuparin talteenottoa. | 56 |
| Kuva 5. Hydraulisten työkalujen testaus. | 57 |
| Kuva 6. Testin alku- ja lopputilanne. | 60 |
| Kuva 7. Voimayksikön siirto trukilla. | 63 |
| Kuva 8. Autonkuivaustesti. | 65 |
| Kuva 9. Kuivaustestin työvaiheet ja ajat. | 67 |
| Kuva 10. Purkuhallin pilotti Turun ammatti-instituutilla. | 71 |
| Kuva 11. Materiaalien lajitteluastioita ja LEAN-prosessi. | 75 |

Taulukot

| | |
|--|----|
| Taulukko 1. Lainsäädännön yhteenveto. | 46 |
| Taulukko 2. Ajoneuvojen kiertotalousasetuksen luonnosten yhteenveto. | 47 |
| Taulukko 3. Materiaalien jälleenmyyntiarvot Suomessa 2025. | 89 |

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

| | |
|---------------|---|
| ELY-keskus | Elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskus (ELY-keskus n.d.). |
| ELV | End-of-Life vehicle, romuajoneuvo (Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY). |
| TLV | Total Loss Vehicle, lunastettu ajoneuvo (Harvard Western Insurance n.d.). |
| POP-yhdisteet | Pysyvät orgaaniset yhdisteet, ympäristölle haitallisia kemikaaleja (UNEP n.d.). |
| IDIS | International Dismantling information System, ajoneuvojen purkuohjejärjestelmä (ACEA n.d.). |
| DELV | Digitaalinen palvelualusta ajoneuvojen kierrätykselle Suomessa (Suomen Autokierrätys Oy 2023). |
| SER | Sähkö- ja elektroniikkaromu (SER-kierrätys n.d.). |
| LEAN | Prosessinhallinnan menetelmä, joka keskittyy hukan vähentämiseen ja tehokkuuden parantamiseen (Koski, J. 2018). |
| FTIR | Fourier-muunnos-infrapunaspektroskopia, materiaalien tunnistamismenetelmä (Schmidt, J. 2021) |
| TGA | Termogravimetrinen analyysi, materiaalien lämpökäyttäytymisen analysointimenetelmä (Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu n.d.). |
| GC-MS | Kaasukromatografia-massaspektrometria, kemiallisten yhdisteiden tarkka analyysimenetelmä (Hyötyläinen, T. & Riekkola, M-L. 2010.) |
| XRF | Röntgenfluoresenssianalyysi, alkuaineiden tunnistusmenetelmä (Laine-Ylijoki, J., Syrjä, J.-J. & Wahlström, M. 2003). |

1 Johdanto

Suomessa kierrätysjärjestelmä perustuu tuottajavastuuseen, jota koordinoi Suomen Autokierrätys Oy (Suomen Autokierrätys Oy 2025a). Ajoneuvojen kierrätysprosessiin osallistuvat viralliset vastaanottopisteet, autopurkamot ja murskausoperaattorit, joiden tehtävänä on varmistaa, että romuajoneuvot käsitellään ympäristön kannalta turvallisesti ja säädösten mukaisesti (Valtioneuvoston asetus romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa 123/2015. Jätelaki 646/2011). Ajoneuvojen tehokkaampi kierrätys vastaa EU:n kiertotaloustavoitteisiin ja edistää autoalan kestävyys siirtymää (Euroopan neuvosto 2025). Euroopan unionin lainsäädäntö, kuten romuajoneuvodirektiivi (2000/53/EY) ja uusi ajoneuvojen kiertotalousasetuksen luonnos, asettavat tiukentuvia vaatimuksia ajoneuvojen purkamiselle, materiaalien talteenotolle ja kierrätykselle (Euroopan komissio 2023. Euroopan neuvosto 2025).

Ajoneuvojen purkuvaiheessa syntyy merkittäviä määriä kierrätettäviä materiaaleja, kuten muovia, lasia ja kuparia. Näiden materiaalien tehokas talteenotto ja uudelleenkäyttö ovat keskeisiä tavoitteita, mutta käytännön toteutuksessa esiintyy monia haasteita (Koepurkuraportti 2024.

Autonpurkutestin pöytäkirja 2025). Esimerkiksi POP-yhdisteet (pysyvät orgaaniset yhdisteet) vaikeuttavat muovien kierrätystä ja lasin sekä kuparin erottelu vaatii tarkkuutta ja resursseja (POP-jätteen tunnistusopas 2023. POP-jätteen käsittelyopas 2024). Lisäksi sähköautojen yleistymisen tuo uusia vaatimuksia kierrätykselle, erityisesti akkujen ja sähkökomponenttien osalta (Euroopan neuvosto 2025).

Tämä opinnäytetyö tarkastelee ajoneuvojen kierrätyksen nykytilaa, haasteita ja mahdollisuuksia Suomessa. Työ pohjautuu laajaan kirjallisuuskatsaukseen, asiantuntijahaastatteluihin sekä Turun ammattikorkeakoulun koordinoimaan kehityshankkeeseen, jossa pilotoitiin ELV-ajoneuvojen purkumenetelmiä käytännössä.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat:

1. Mikä on autokierrätyksen nykytila Suomessa?
2. Mitkä ovat autokierrätyksen keskeiset haasteet Suomessa?
3. Mitkä ovat autokierrätyksen mahdollisuudet Suomessa?

Tutkimuksen tavoitteena on tuottaa tietoa kierrätyksen kehittämistarpeista ja esittää konkreettisia ratkaisuja, jotka tukevat kiertotalouden periaatteita ja lainsäädännön vaatimuksia.

2 Autokierrätyksen nykytila Suomessa

Ajoneuvojen kierrätys Suomessa perustuu tuottajavastuuseen, jonka toteuttamisesta vastaa Suomen Autokierrätys Oy. Kyseinen tuottajayhteisö huolehtii henkilö-, paketti- ja matkailuautojen sekä sähköautojen ajovoimakkujen kierrätyksen organisoinnista EU:n lainsäädännön mukaisesti (Suomen Autokierrätys Oy 2025a). Kansalaiset voivat toimittaa ajoneuvonsa lähimmälle viralliselle vastaanottopisteelle, jossa ajoneuvo rekisteröidään romutettavaksi ja omistajalle annetaan romutustodistus, joka katkaisee ajoneuvon verotukselliset ja vakuutuselliset vastuut (Traficom 2025). Ajoneuvojen esikäsittelystä sekä purkamisesta vastaa joukko autopurkamoita, joista suurin osa kuuluu viralliseen vastaanottoverkostoon (Karavatski 2020, 16–17). Näiden toimijoiden liiketoiminta perustuu pääasiassa varaosien irrottamiseen, kunnostamiseen ja myyntiin (Karavatski 2020, 34). Vaikka uudelleenkäyttö on kiertotalouden kannalta ensisijainen tavoite, purkamoiden rooli materiaalien varsinaisessa kierrättämisessä on rajallinen (Karavatski 2020, 28). Usein ajoneuvot siirtyvät murskaukseen ilman, että niistä poistetaan uudelleenkäytettäviä osia. Siihen voi Suomessa vaikuttaa ajoneuvojen suhteellisen korkea käyttöikä, jolloin uudelleenkäytettävät osat ovat joko liian huonokuntoisia tai niille ei enää ole markkinoita (Karavatski 2020, 27, 34–35).

Ajoneuvojen kierrätyksen loppuvaiheessa toimivat viisi virallista murskaoperaattoria: Eurajoki Group Oy, Kajaanin Romu Oy, Kuusakoski Oy, Romu Keinänen Oy ja Stena Recycling Oy. Näiden toimijoiden tehtävänä on murskata ajoneuvot ja erotella murskajakeesta kierrätettävät materiaalit, kuten teräkset ja alumiinit (Suomen Autokierrätys Oy 2025b). Jäljelle jäävä materiaali pyritään hyödyntämään energiana, esimerkiksi polttamalla, ja polton jäännökset päätyvät usein täyttömaaksi (Tonteri & Vatanen 2020). Ennen murskausta ajoneuvoille suoritetaan esikäsittely, jossa kaikki ympäristölle haitalliset nesteet, kuten polttoaineet, öljyt ja jarrunesteet poistetaan. Tämä ns. ”kuivaaminen” on tärkeä vaihe ympäristöriskien hallinnassa (Tonteri & Vatanen 2020).

Valmisteilla oleva EU:n ajoneuvojen kiertotalousasetuksen luonnos tuo merkittäviä muutoksia kierrätysjärjestelmään. Asetusluonnos edellyttää, että ennen murskausta ajoneuvoista poistetaan 19 nimettyä komponenttia ja osaa, mukaan lukien kaikki nesteet. Tavoitteena on parantaa materiaalien talteenottoa ja vähentää ympäristökuormitusta. Asetus ohjaa autoteollisuutta kohti suunnittelua, joka tukee osien sekä materiaalien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä. (Euroopan neuvosto 2025, 172–173. Euroopan komissio 2023, 1–2.)

Ajoneuvoteollisuus on siirtymässä kohti päästötöntä liikkomista, mikä lisää merkittävästi sähköisten komponenttien, kuten sähkömoottoreiden ja elektroniikan, osuutta ajoneuvoissa. Tämä kehitys kasvattaa erityisesti kuparin sekä harvinaisten maametallien kysyntää, joita tarvitaan muun muassa kestopagneettien valmistuksessa. (Euroopan komissio 2023, 3.)

Samanaikaisesti ajoneuvojen rakenteissa hyödynnetään yhä enemmän kehittyneitä komposiittimateriaaleja, kuten hiilikuitua ja alumiiniseoksia. Nämä materiaalit keventävät ajoneuvoja ja parantavat suorituskykyä, mutta samalla ne vaikeuttavat kierrätystä ja purkamista elinkaaren loppuvaiheessa. (Euroopan komissio 2023, 3.)

Kevyemmät rakenteet vähentävät polttoaineen kulutusta ja siten myös päästöjä, mikä auttaa valmistajia vastaamaan tiukentuviin päästörajoituksiin ja tukemaan ilmastonmuutoksen torjuntaa. Toisaalta tämä tuo mukanaan uusia haasteita ajoneuvojen elinkaaren hallintaan ja materiaalien kierrätykseen (Euroopan komissio 2023, 1.)

Ajoneuvojen valmistuksessa käytettävien primaarimateriaalien, kuten rautamalmin, alumiinin ja öljyn, jalostus aiheuttaa merkittäviä kasvihuonepäästöjä. Tämän vuoksi kierrätyksen rooli ympäristövaikutusten vähentämisessä korostuu entisestään. (Euroopan komissio 2023, 3.)

2.1 Virallisten vastaanottopisteiden rooli ajoneuvojen kierrätyksessä

Suomessa ajoneuvojen kierrätys perustuu tuottajavastuujärjestelmään, jonka tavoitteena on varmistaa, että käytöstä poistettavat ajoneuvot käsitellään ympäristön kannalta turvallisesti ja lainsäädännön mukaisesti. Järjestelmän keskeisenä osana toimivat viralliset vastaanottopisteet, jotka vastaavat romuajoneuvojen vastaanotosta, dokumentoinnista ja esikäsittelystä.

Jätelain (646/2011) mukaan ajoneuvon haltijan on toimitettava romuajoneuvo viralliseen vastaanottopisteeseen, jossa haltijalle annetaan romutustodistus. Tämä todistus katkaisee ajoneuvon verotukselliset ja vakuutuselliset vastuut, ja sen perusteella vastaanottopiste ilmoittaa romutuksesta Liikenne- ja viestintävirastolle, jolloin ajoneuvo poistetaan lopullisesti rekisteristä. (Jätelaki 646/2011, 6:58–59.)

Romuajoneuvojen käsittelyä ohjaa myös EU:n romuajoneuvodirektiivi (2000/53/EY), joka velvoittaa ajoneuvojen valmistajat, maahantuojat ja jakelijat järjestämään maksuttoman keräysjärjestelmän romuajoneuvoille. Direktiivin mukaan ajoneuvon omistajalle ei saa aiheutua kustannuksia ajoneuvon toimittamisesta viralliselle vastaanottopisteelle, ellei kyseessä ole poikkeustapaus, kuten ajoneuvon puutteellinen rakenne tai vaarallisten aineiden poikkeuksellinen määrä. (Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY, 5, 6, liite 1.)

Mikäli virallinen vastaanottopiste toimii esimerkiksi autopurkamona, se voidaan luokitella lupamenettelyiden osalta valtuutetuksi käsittelylaitokseksi. Tällöin laitoksen on suoritettava direktiivin mukainen esikäsittely, jossa ajoneuvosta poistetaan vaaralliset aineet ja osat, ja ne lajitellaan asianmukaisesti uudelleenkäyttöä tai kierrätystä varten. (Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY, 5, 6, liite 1.)

Viralliset vastaanottopisteet ovat siten olennainen osa Suomen ajoneuvokierrätysjärjestelmää. Ne varmistavat, että kierrätys tapahtuu hallitusti, ympäristöystävällisesti ja lain edellyttämällä tavalla, samalla tukien

kiertotalouden periaatteita ja harmaan talouden torjuntaa. (Jätelaki 646/2011, 6:58–60. Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY, 5, 6, liite 1.)

2.2 Murskaoperaattoreiden rooli ajoneuvojen kierrätyksessä

Ajoneuvojen kierrätys on monivaiheinen prosessi, jossa murskaoperaattoreilla on keskeinen rooli kierrätyksen loppuvaiheessa. Ajoneuvojen kierrätys alkaa virallisessa vastaanottopisteessä, jossa ajoneuvo rekisteröidään romutettavaksi ja omistajalle annetaan romutustodistus. Tämän jälkeen ajoneuvo siirtyy esikäsitteilyyn, jossa siitä poistetaan renkaat sekä vaaralliset aineet, kuten polttoaineet, öljyt, jarrunesteet ja akut. (Kierrätä autosi 2025. Toimiva autokierrätys kiinnostaa meren takanakin 2025.)

Esikäsitteilyn jälkeen ajoneuvo toimitetaan murskauslaitokseen, jossa sen runko ja jäljelle jääneet osat murskataan ja lajitellaan materiaalien mukaan.

Murskausoperaattorit Eurajoen Romu Oy, Kajaanin Romu Oy, Kuusakoski Oy, Romu Keinänen Oy ja Stena Recycling Oy ovat merkittäviä toimijoita tässä vaiheessa. Heidän vastuullaan on varmistaa, että kierrätykseen kelpaavat materiaalit erotellaan tehokkaasti ja toimitetaan asianmukaiseen jatkokäsittelyyn eli kierrätetään. (Kierrätä autosi 2025. Toimiva autokierrätys kiinnostaa meren takanakin 2025.)

Murskausoperaattorit ovat investoineet merkittävästi teknologioiden kehittämiseen. Esimerkiksi Kuusakoski Oy oli ensimmäinen suomalainen yritys, joka investoi teolliseen murskauslaitokseen jo vuonna 1972. Nykyisin yritys toimii myös edelläkävijänä sähkö- ja hybridiajoneuvojen esikäsitteilyssä, mikä vastaa kierrätyksen muuttuvaan rakenteeseen ja lainsäädännön vaatimuksiin. (Kierrätä autosi 2025. Toimiva autokierrätys kiinnostaa meren takanakin 2025.)

Murskauslaitoksissa hyödynnetään kehittyneitä lajitteluteknologioita, kuten magneettisia ja optisia erottimia, jotka mahdollistavat metallien, muovien ja muiden materiaalien tehokkaan erottelun. Tämä parantaa kierrätysmateriaalien laatua, vähentää sekajätteen määrää ja tukee kiertotalouden tavoitteita. (Kierrätä autosi 2025. Toimiva autokierrätys kiinnostaa meren takanakin 2025.)

Murskausvaiheessa syntyvät materiaalit, kuten teräs ja alumiini, päätyvät uusien tuotteiden valmistukseen eri teollisuudenaloilla. Näin murskausoperaattorit edistävät merkittävästi resurssitehokkuutta ja vähentävät neitseellisten raaka-aineiden käyttöä. Tulevaisuudessa murskaoperaattoreiden rooli tulee korostumaan entisestään, kun kierrätysjärjestelmät digitalisoituvat ja lainsäädäntö tiukentuu. (Kierrätä autosi 2025. Toimiva autokierrätys kiinnostaa meren takanakin 2025.)

2.3 Tuottajayhteisö Suomen autokierrätys Oy:n rooli ajoneuvojen kierrätyksessä

Ajoneuvojen tehokkaampi kierrätys vastaa EU:n kiertotaloustavoitteisiin ja edistää autoalan kestävyys siirtymää. Suomessa autojen kierrätys perustuu tuottajavastuujärjestelmään, jonka puitteissa ajoneuvojen valmistajat, maahantuojat ja jakelijat voivat siirtää kierrätysvastuunsa oikeustoimikelpoiselle yhteisölle, eli tuottajayhteisölle. Jätelain (646/2011) mukaan tuottajayhteisö vastaa tällöin tuottajien lakisääteisistä velvoitteista ajoneuvojen kierrätyksen osalta.

Suomessa hyväksytty tuottajayhteisö ajoneuvojen osalta on Suomen Autokierrätys Oy, joka vastaa henkilö-, paketti- ja matkailuautojen sekä sähköautojen ajovoima-akkujen kierrätyksen organisoinnista ja siitä tiedottamisesta jäsenyritystensä puolesta. Yhtiö toimii EU:n direktiivien ja kansallisen lainsäädännön mukaisesti ja sen omistaa Autotuojat ja -teollisuus ry. (Autokierrätys 2025. Suomen Autokierrätys Oy 2025a.)

Valtioneuvoston asetus romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa (123/2015) edellyttää, että tuottajat järjestävät vastaanottoverkoston, johon kuuluu vähintään 200 kiinteää vastaanottopaikkaa. Suomen autokierrätys Oy:n ylläpitämä verkosto ylittää tämän vaatimuksen, kattaen lähes 300 virallista vastaanottopistettä eri puolilla Suomea. (Valtioneuvoston asetus 123/2015. Autokierrätys 2025).

Yhtiö toimii linkkinä eri toimijoiden välillä: se yhdistää tuottajat, maahantuojat, vastaanottopisteet, käsittelylaitokset ja viranomaiset. Pirkanmaan ELY-keskus

valvoo tuottajavastuun toteutumista Suomessa ja tuottajayhteisön on toimitettava vuosittaiset seurantatiedot viranomaisille. (Pirkanmaan ELY-keskuksen tehtävät 2025).

Yksi merkittävimmistä uudistuksista Suomen Autokierrätys Oy:n toiminnassa on digitaalisen DELV-alustan käyttöönotto. DELV toimii keskitettynä palvelukanavana, joka yhdistää kaikki ajoneuvojen kierrätykseen osallistuvat toimijat yhteen järjestelmään. Alusta mahdollistaa kierrätysprosessin läpinäkyvän, ajantasaisen ja säädösten mukaisen hallinnan sekä tukee viranomaisraportointia (Suomen Autokierrätys Oy 2023).

Kun romuajoneuvoista saadaan kattavaa tietoa DELV-järjestelmän kautta, voidaan yhä suurempi osa ajoneuvoista ohjata järjestelmällisesti kierrätykseen. Tämä parantaa prosessien tehokkuutta ja varmistaa, että ajoneuvot käsitellään asianmukaisesti. Samalla purkumenetelmien kehittäminen tehostaa eri materiaalien, kuten kuparin, lasin ja muovien, talteenottoa ja kierrätystä (Autokierrätys 2025. Akke-hanke, loppuraportti 2025).

Tehostunut materiaalien kierrätys vähentää neitseellisten raaka-aineiden, kuten rautamalmin, alumiinin ja öljyn, käyttöä ajoneuvojen valmistuksessa. Tämä tukee kestäväen kehityksen tavoitteita ja pienentää ajoneuvoteollisuuden ympäristöjalanjälkeä (Euroopan neuvosto 2025, 6–7. Valtioneuvoston asetus 123/2015).

2.4 Pirkanmaan ELY-keskuksen rooli ajoneuvojen kierrätyksessä

Pirkanmaan ELY-keskus toimii tuottajavastuun valtakunnallisena valvontaviranomaisena. Sen tehtävänä on hyväksyä tuottajayhteisöt, jotka vastaavat ajoneuvojen, akkujen, renkaiden ja muiden tuottajavastuun alaisten tuotteiden jätehuollosta. Esimerkiksi Suomen Autokierrätys Oy on Pirkanmaan ELY-keskuksen hyväksymä tuottajayhteisö. Valtion aluehallinnon uudistus tuo merkittäviä muutoksia viranomaisrakenteisiin. Uudistuksen myötä valtion lupa-, ohjaus- ja valvontatehtävät keskitetään uuteen valtakunnalliseen virastoon, Lupa- ja valvontavirastoon. Samalla nykyisten Elinkeino-, liikenne- ja

ympäristökeskusten (ELY-keskusten) pohjalta muodostetaan uudet alueelliset elinvoimakeskukset, jotka keskittyvät alueiden kehittämiseen ja elinvoiman vahvistamiseen. Uudet virastot aloittavat toimintansa vuoden 2026 alussa (Pirkanmaan ELY-keskuksen tehtävät 2025. Valtion aluehallinto uudistuu vuonna 2026).

ELY-keskus valvoo, että tuottajayhteisöt ja niiden jäsenet noudattavat jätelakia ja siihen liittyviä asetuksia. Tämä sisältää muun muassa raportointivelvollisuuksien täyttämisen, kierrätystavoitteiden saavuttamisen sekä asianmukaisen tiedottamisen kuluttajille ja sidosryhmille (ELY-keskus n.d.).

Pirkanmaan ELY-keskuksen toiminta ei rajoitu pelkkään valvontaan ja sen asiantuntijat osallistuvat aktiivisesti myös kiertotalouden kehittämiseen. Esimerkiksi Turun ammattikorkeakoulun koordinoimassa ”Autonpurku”-hankkeessa ELY-keskuksen asiantuntija toimii ohjausryhmän jäsenenä. (EU tuo lisävaatimuksia purkuautoille – myös Pirkanmaan ELY-keskus mukana kiertotaloushankkeessa 2025.)

Hankkeen tavoitteena on kehittää purkuautojen osien uudelleenkäyttöä ja materiaalien talteenottoa entistä tehokkaammin. ELY-keskus tuo hankkeisiin asiantuntemusta lainsäädännöstä ja kierrätysjärjestelmien toimivuudesta sekä kannustaa uusien teknologioiden ja menetelmien käyttöönottoon, kuten lasin talteenoton tehostamiseen purkuautoista. (EU tuo lisävaatimuksia purkuautoille – myös Pirkanmaan ELY-keskus mukana kiertotaloushankkeessa 2025.)

Sähkö- ja hybridautojen yleistyessä myös niiden sisältämien ajovoima-akkujen kierrätys on noussut keskeiseksi kysymykseksi. Pirkanmaan ELY-keskus on hyväksynyt Suomen Autokierrätys Oy:n myös näiden akkujen tuottajayhteisöksi. Akut ovat teknisesti vaativia ja sisältävät suuria määriä arvokkaita ja mahdollisesti vaarallisia materiaaleja, joten niiden käsittely edellyttää erityisosaamista ja valvontaa (Pirkanmaan ELY-keskuksen tehtävät 2025.).

EU:n uusi ajoneuvojen kiertotalousasetus tuo mukanaan tiukempia vaatimuksia muun muassa purkuosien hyödyntämiseen ja kierrätysmateriaalien dokumentointiin. Lupa- ja valvontaviranomaisella on merkittävä rooli jatkossa

näiden vaatimusten kansallisessa toimeenpanossa ja valvonnassa. Asetus esimerkiksi edellyttää, että romuajoneuvoista poistetaan tietyt arvokkaat osat, kuten lasit ja muovit, kierrätystä varten ja että kierrätysmuovin osuus uusien autojen valmistuksessa kasvaa asteittain. (Euroopan neuvosto 2025. Pirkanmaan ELY-keskuksen tehtävät 2025. Valtion aluehallinto uudistuu vuonna 2026)

3 Tutkimusmenetelmien kuvaus

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää autonkierrätyksen nykytilaa, haasteita ja mahdollisuuksia Suomessa. Tavoitteesta johdetaan opinnäytetyön kolme tutkimuskysymystä, jotka ovat:

1. Mikä on autonkierrätyksen nykytila Suomessa?
2. Mitkä ovat autonkierrätyksen haasteet Suomessa?
3. Mitkä ovat autonkierrätyksen mahdollisuudet Suomessa?

Aineistoa kerättiin puolistrukturoiduilla asiantuntijahaastatteluilla, kirjallisuuskatsauksella, havainnoinnilla, dokumenttianalyysillä, testauksilla, mittauksilla ja dokumentoimalla käytännön tuloksia. Valitut menetelmät tukivat tutkimuskysymysten tarkastelua käytännönläheisesti ja mahdollistivat syvällisen ymmärryksen kierrätysprosessin haasteista.

Asiantuntijahaastattelut keskittyivät erityisesti lasi- ja muovimateriaalien käsittelyyn purkuvaiheessa, niiden laatuun, määrään, kuljetukseen, varastointiin sekä uudelleenkäytön ja kierrätyksen haasteisiin. Haastatteluaineisto analysoitiin temaattisen sisällönanalyysin avulla. Analyysissa tunnistettiin keskeiset teemat, kuten materiaalien erottelu, uudelleenkäyttö ja kierrätys, tietojärjestelmät sekä lainsäädäntö. Näiden teemojen pohjalta muodostettiin kokonaiskuva nykytilasta ja kehittämistarpeista. Tutkimuksen luotettavuutta pyrittiin varmistamaan avoimella aineiston käsittelyllä, selkeällä dokumentoinnilla ja osallistujien anonymiteetin suojaamisella. Kaikki osallistujat antoivat suostumuksensa aineiston käyttöön tutkimustarkoituksessa.

3.1 Tutkimusmenetelmän tyyppi

Tämä opinnäytetyö toteutettiin kvalitatiivisena tapaustutkimuksena, jossa tarkasteltiin ajoneuvojen kierrätyksen nykytilaa, haasteita ja kehityskohteita Suomessa. Menetelmä soveltuu hyvin ilmiön syvälliseen ymmärtämiseen ja kontekstuaaliseen tarkasteluun, erityisesti kun tavoitteena on tuottaa käytännönläheisiä kehitysehdotuksia kiertotalouden edistämiseksi.

3.2 Aineiston keruu

Aineisto kerättiin monipuolisesti seuraavin menetelmin:

- Puolistrukturoidut asiantuntijahaastattelut, jotka kohdistuivat ajoneuvojen kierrätyksen eri arvoketjun toimijoihin. Haastattelut toteutettiin syksyn 2024 ja kevään 2025 aikana.
- Kirjallisuuskatsaus, mihin kuuluu mm. lainsäädäntö, viranomaisohjeet ja kierrätysjärjestelmien kuvaukset.
- Raportit, jotka sisälsivät koepurku- ja kuivaustestien tuloksia Turun ammattikorkeakoulun ja yhteistyökumppaneiden toteuttamasta kehityshankkeesta.

3.3 Aineiston analyysi

Haastatteluaineisto analysoitiin temaattisen sisällönanalyysin avulla.

Analyysissa tunnistettiin keskeiset teemat, kuten:

- materiaalien erottelu ja kierrätys
- tietojärjestelmien toimivuus
- lainsäädännön vaikutukset
- uudelleenkäytön mahdollisuudet
- sähköautojen kierrätysaasteet

Näiden teemojen pohjalta muodostettiin kokonaiskuva kierrätysjärjestelmän nykytilasta ja kehittämistarpeista.

3.4 Luotettavuus ja eettisyys

Tutkimuksessa noudatettiin Turun ammattikorkeakoulun eettisiä ohjeita. Kaikki haastateltavat antoivat suostumuksensa aineiston käyttöön tutkimustarkoituksessa. Haastattelut litteroitiin huolellisesti ja tulokset esitettiin anonymisti. Dokumentointi toteutettiin systemaattisesti ja aineisto tallennettiin sähköiseen muotoon jatkoanalyysia varten.

4 Kirjallisuuskatsaus ajoneuvojen kierrätystä määrittelevästä lainsäädännöstä ja ympäristöministeriön oppaista

Ajoneuvojen kierrätyksen kokonaisvaltainen ymmärtäminen Suomessa ja EU:ssa edellyttää ajankohtaisen lainsäädännön tuntemusta.

Kierrätysjärjestelmä toimii jo nyt varsin tehokkaasti ja sen toteutusta ohjaavat sekä kansalliset säädökset että Euroopan unionin lainsäädäntö. (Euroopan neuvosto 2025.)

Uudistuva sääntely tuo mukanaan uusia vaatimuksia erityisesti kierrätettävien materiaalien hyödyntämiseen ja sekoitevelvoitteisiin liittyen. Esimerkiksi EU:n uusi ajoneuvojen kiertotalousasetus pyrkii yhdenmukaistamaan jäsenvaltioiden käytäntöjä ja parantamaan kierrätyksen laatua koko unionin alueella.

Seuraavassa osiossa tarkastellaan ajankohtaista ja muuttuvaa lainsäädäntöä kirjallisuuskatsauksen muodossa. (Euroopan neuvosto 2025.)

4.1 Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY

Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY oli ensimmäinen EU:n yhteinen sääntelykehys, jonka tavoitteena oli ehkäistä ja rajoittaa romuajoneuvoista ja niiden osista syntyvää jätettä sekä edistää niiden uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja hyödyntämistä. Samalla pyrittiin parantamaan ajoneuvojen koko elinkaaren ympäristönsuojelun tasoa. Direktiivi tuli voimaan vuonna 2000 ja se on ollut voimassa jäsenvaltioissa vuodesta 2004 alkaen. (Kierrätyslainsäädäntö, Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY, 1.)

Direktiivin keskeisimmät vaatimukset ja periaatteet säätelivät ajoneuvojen suunnittelua, vaarallisten aineiden rajoittamista, keräysjärjestelmien ja romutustodistusten käyttöä, käsittelylaitosten toimintaa, raportointia ja seuranta. Direktiivin mukaan ajoneuvojen valmistajien tulee suunnitella tuotteensa siten, että niiden purkaminen, uudelleenkäyttö ja kierrätys on mahdollisimman tehokasta. Sen lisäksi uusien ajoneuvojen painosta vähintään

85 % tuli olla uudelleenkäytettävissä ja/tai kierrätettävissä ja 95 % uudelleenkäytettävissä ja/tai hyödynnettävissä vuodesta 2015 alkaen. Direktiivi kielsi vaarallisten aineiden, kuten lyijyn, elohopean, kadmiumin ja kuusiarvoisen kromin käytön ajoneuvoissa, lukuun ottamatta tarkasti määritellyissä poikkeuksissa. Keräysjärjestelmän suhteen direktiivi velvoitti ajoneuvojen valmistajat, maahantuoja ja jakelijat järjestämään keräysjärjestelmä kaikille romuajoneuvoille. Ajoneuvojen omistajille ei saanut aiheutua kustannuksia toimittamisesta viralliselle vastaanottopisteelle, paitsi poikkeustapauksissa, kuten jos ajoneuvosta puuttui moottori tai ajoneuvo oli täynnä jätettä. Direktiivi asetti myös esikäsittely velvoitteita valtuutetuille käsittelylaitoksille, joiden mukaan vaaralliset aineet ja osat tuli poistaa sekä lajitella ja erityistä huomiota tuli kiinnittää osien uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen. Nesteiden ja vaarallisten aineiden lisäksi, ajoneuvoista tuli esikäsittelyvaiheessa poistaa akut, katalysaattorit, renkaat, lasit, sekä kuparia, alumiinia ja magnesiumia sisältävät metalliosat, mikäli niitä ei murskauksen yhteydessä eroteltu. Valtuutettujen käsittelylaitosten oli haettava toimilupa tai rekisteröidyttävä toimivaltaisille viranomaisille. Ajoneuvojen omistajille oli annettava romutustodistus, joka oli edellytys ajoneuvon poistamiselle rekisteristä. Raportoinnin suhteen direktiivi asetti velvoitteet kaikille EU-maille, jonka mukaan vuosittain oli raportoitava komissiolle romuajoneuvojen uudelleenkäytön, hyödyntämisen ja kierrätyksen määrästä. (Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY, 4, 5, 6, 7, liite 1.)

4.2 Valtioneuvoston asetus romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa 123/2015

Asetus romuajoneuvoista 123/2015 on ajankohtaisin ja keskeisin romuajoneuvojen kierrätystä säätelevä lainsäädäntö. Asetuksen tarkoituksena on vähentää ajoneuvoista syntyvän jätteen määrää, edistää romuajoneuvojen uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja muuta hyödyntämistä sekä kehittää romuajoneuvojen käsittelyn ympäristönsuojelun tasoa. Asetusta sovelletaan M1- ja N1-luokan ajoneuvoihin eli henkilö- ja pakettiautoihin, moottorikäyttöisiin kolmipyöriin ja kaikkien näiden ajoneuvoluokkien osiin sekä materiaaleihin.

Romuajoneuvo luokitellaan asetuksen mukaan jätteeksi, se on silloin poistettu liikennekäytöstä sekä sille on laadittu romutustodistus. (Valtioneuvoston asetus romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa 123/2015, 1.)

Romuajoneuvoasetus asettaa ajoneuvojen tuottajille velvoitteita, joiden mukaan on tuottajien vastuulla, että romuajoneuvoista hyödynnetään tai uudelleen käytetään vuosittain vähintään 95 %, josta vähintään 85 % kierrättämällä. Sen lisäksi tuottajien on järjestettävä romuajoneuvojen vastaanottoverkosto, johon kuuluu vähintään 200 kiinteää vastaanottoaikkaa. Suomessa ajoneuvojen tuottajia edustaa tuottajayhteisö Suomen autokierrätys Oy. (Valtioneuvoston asetus romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa 123/2015, 5.3 & 6.)

Asetuksen mukaan romuajoneuvot tulee esikäsitellä ennen murskaamista. Esikäsitelyssä poistetaan vaaralliset aineet ja osat, kuten polttoaineet, akut, ilmatyyny ja elohopeaa sisältävät komponentit. Vaaralliset aineet ja osat tulee poistaa sekä lajitella niin, että ne eivät pilaa murskauksessa syntyvää jätettä. Esikäsitelyllä tarkoitetaan myös muuta romuajoneuvon uudelleenkäytön, kierrätyksen ja hyödyntämisen valmistelua. Esikäsitelyn puhdistamistoimissa tulee poistaa polttoaineen lisäksi moottoriöljy, voimansiirtolaitteiden öljy, hydraulikkaöljy, jäähdytysneste, jäätymisenestoaine, jarrunesteet, ilmastointilaitteen nesteet ja kierrätettävä ne asianmukaisesti. Kierrätyksen tehostamiseksi tulee poistaa myös seuraavat osat ja materiaalit: katalysaattorit, renkaat, lasit ja isot muoviosat. Niiden lisäksi myös kuparia, alumiinia ja magnesiumia sisältävät metalliosat tulee poistaa ennen murskaamista, mikäli niitä ei voi erotella murskaamalla. (Valtioneuvoston asetus romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa 123/2015, 2.6 & liite 2. Kohta 3 & liite 2. Kohta 4.)

4.3 Jätelaki 646/2011

Jätelain tarkoituksena on varmistaa tehokas ja toimiva jätehuolto sekä edistää kiertotaloutta ja luonnonvarojen kestäväää käyttöä. Jätehuolto säätelee myös osaltaan romuajoneuvojen käsittelyä. Ajoneuvon haltijan on toimitettava romutettava ajoneuvo viralliselle vastaanottopisteelle, jossa ajoneuvon haltijalle on annettava romutustodistus. Vastaanottopisteen tulee sen jälkeen ilmoittaa romutuksesta Liikenteen turvallisuusvirastolle, jotta ajoneuvo voidaan poistaa ajoneuvorekisteristä lopullisesti. (Jätelaki 646/2011, 6:58–59.)

Ajoneuvorekisteristä poistamisen ja romutustodistuksen laatimisen myötä romuajoneuvoa ei voi enää käyttää uudelleen liikenteessä eikä sitä voi myydä eteenpäin, mikäli ostaja ei ole hyväksytty käsittelijä tai myynti ei johda ajoneuvon käsittelyyn sillä romuajoneuvo luokitellaan jätteeksi. (Jätelaki 646/2011, 1:5.)

Ajoneuvojen tuottajat voivat siirtää vastuunsa ajoneuvojen kierrättämisen suhteen oikeustoimikelpoiselle yhteisölle eli tuottajayhteisölle. Silloin tuottajayhteisö vastaa tuottajien lain mukaisista velvollisuuksista. Suomessa tuottajayhteisö on Suomen autokierrätys Oy. (Jätelaki 646/2011, 6:62.)

Jätelain 8 §:ssä määritellään velvollisuutta noudattaa etusijajärjestystä, joka koskettaa suoraan myös romuajoneuvojen käsittelyä. Sen mukaan kaikessa toiminnassa on mahdollisuuksien mukaan noudatettava seuraavaa etusijajärjestystä:

1. Ensisijaisesti on pyrittävä vähentämään syntyvän jätteen määrää ja haitallisuutta.
2. Jos jätettä kuitenkin syntyy, jätteen haltijan tulee ensisijaisesti valmistella jäte uudelleenkäyttöä varten tai toissijaisesti kierrättää se.
3. Mikäli kierrätys ei ole mahdollista, jäte on hyödynnettävä muulla tavoin, esimerkiksi energiantuotannossa.
4. Jos hyödyntäminen ei ole mahdollista, jäte on loppukäsiteltävä asianmukaisesti.

Toiminnanharjoittajien, joiden toiminnassa syntyy jätettä, sekä ammattimaisesti jätettä keräävien, käsittelevien tai 48 §:ssä tarkoitettujen tuottajien ja muiden jätehuollon ammattilaisten on noudatettava tätä etusijajärjestystä sitovana velvoitteena. Tavoitteena on saavuttaa kokonaisuutena lain tarkoituksen kannalta paras mahdollinen lopputulos. Arvioinnissa otetaan huomioon tuotteen ja jätteen koko elinkaaren aikaiset vaikutukset, ympäristönsuojelun varovaisuus- ja huolellisuusperiaatteet sekä toiminnanharjoittajan tekniset ja taloudelliset mahdollisuudet noudattaa etusijajärjestystä. (Jätelaki 646/2011, 1:8.)

4.4 Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus pysyvistä orgaanisista yhdisteistä. 1021/2019

Asetuksen tavoitteena on suojella ihmisten terveyttä ja ympäristöä pysyville orgaanisille yhdisteille eli POP-yhdisteille, ennalta varautumisen periaatteen mukaisesti. Tämä toteutetaan rajoittamalla tai kieltämällä sellaisten aineiden valmistus, markkinointi ja käyttö, jotka kuuluvat Tukholman yleissopimuksen tai kaukokulkeutumista koskevan pöytäkirjan soveltamisalaan, sekä edistämällä niiden päästöjen vähentämistä ja jätteiden asianmukaista käsittelyä. Koska romuajoneuvoissa tiedetään esiintyvän POP-yhdisteitä etenkin muovi- ja sähköosissa, niiden käsittelyssä on noudatettava asetuksen vaatimuksia liittyen polttoon, varastointiin ja loppukäsittelyyn, jotta ne eivät päädy kierrätysprosessin aikana luontoon. POP-yhdisteiden kierrättäminen on sallittua vain silloin, kun se ei johda yhdisteiden vapautumiseen ympäristöön eivätkä pitoisuudet nouse yli säädettyjen raja-arvojen. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus pysyvistä orgaanisista yhdisteistä, 1021/2019, 1.)

4.5 POP-jätteen tunnistusopas 2023

Suomen ympäristöministeriön julkaisema POP-jätteen tunnistusopas ottaa kattavasti kantaa pysyvien orgaanisten yhdisteiden tunnistamisesta eri jätevirroissa, joista yksi osa-alue käsittelee romuajoneuvoissa esiintyviä yhdisteitä. Opas antaa lukuisia tulkintoja sekä suosituksia, joilla tosin ei ole

oikeudellista sitovuutta. POP-yhdisteet (Persistent organic pollutants) eli pysyvät orgaaniset yhdisteet ovat haitallisia kemiallisia aineita, jotka hajoavat erittäin hitaasti, kertyvät eliöihin ja voivat kulkeutua pitkiä matkoja ympäristössä sekä ravintoketjussa. Ne ovat halogenoituja hiilivetyjä, jotka sisältävät esimerkiksi fluoria, klooria tai bromia. POP-yhdisteet ovat rasvaliukoisia, minkä vuoksi ne rikastuvat ravintoketjun huipulla oleviin eliöihin. Näiden yhdisteiden on havaittu aiheuttavat kehitys- ja lisääntymishäiriöitä eläimissä ja niillä voi olla vastaavia vaikutuksia myös ihmisiin. Koska POP-yhdisteet voivat aiheuttaa merkittäviä ympäristö- ja terveyshaittoja myös kaukana päästölähteestään, niiden käyttöä on rajoitettu kansainvälisesti, muun muassa YK:n Tukholman yleissopimuksella. Euroopan unionissa nämä rajoitukset on toimeenpantu asetuksella 1021/2019, eli ns. POP-asetuksella. (POP-jätteen tunnistusopas 2023,15.)

POP-asetuksen mukaan jätteen tuottajan ja haltijan on pyrittävä estämään pysyvien orgaanisten yhdisteiden päätyminen jätteeseen. POP-jätteen käsittely on järjestettävä siten, että muiden jätevirtojen saastuminen näillä yhdisteillä estyy koko käsittelyketjun ajan, esimerkiksi jätteiden sekoittumisen kautta. Asetus kieltää hyödyntämis- ja loppukäsittelymenetelmät, jotka voivat johtaa POP-yhdisteiden uudelleenkäyttöön, kierrätykseen tai talteenottoon. POP-jätteet on käsiteltävä menetelmillä, jotka varmistavat aineiden tuhoutumisen tai niiden muuttumisen vaarattomiksi. Sallitut käsittelytavat on määritelty POP-asetuksen liitteessä 5 ja niihin kuuluvat muun muassa:

- Fysikaalis-kemiallinen käsittely.
- Poltto ilman energian talteenottoa.
- Poltto energiana hyödyntäen.
- Metallin talteenotto ja kierrätys tietyille metallipitoisille jätteille, edellyttäen että käytetään asetuksessa määriteltyjä menetelmiä. (POP-jätteen tunnistusopas 2023,18.)

Romuajoneuvojen käsittelyssä on tärkeää tunnistaa jätevirrat, jotka saattavat sisältää pysyviä orgaanisia yhdisteitä. Tunnistusoppaan taulukossa 4 on esitetty jätteet, jotka tulisi vähintään erotella muusta jätteestä ja käsitellä POP-jätteenä, ellei toiminnanharjoittaja pysty osoittamaan, että POP-yhdisteiden pitoisuus alittaa asetuksen 1021/2019 liitteessä 4 määritellyt raja-arvot.

Romuajoneuvoissa todennäköisiä POP-yhdisteitä sisältäviä jättejakeita ovat muoviset:

- Polttoainejärjestelmien komponentit.
- Pyrotekniset laitteet.
- Jousituksen ja sisustuksen osat.
- Lujitetut muovimateriaalit.
- Ajoneuvoelektronikan koteloinnit ja muut muoviosat.

POP-yhdisteitä tiedetään olevan myös penkkien polyuretaanivaahdossa, EPS/XPS eristeissä eli expanded polysterene/extruded polysterene, tekstiileissä kuten istuinverhoiluissa ja taustakankaissa sekä ennen vuotta 2005 valmistetuissa nahkaverhoiluissa. (POP-jätteen tunnistusopas 2023, 35–36.)

Pysyviä orgaanisia yhdisteitä, erityisesti bromattuja difeenylieettereitä eli POP-BDE, on käytetty laajasti ajoneuvojen muovi- ja tekstiiliosien palonsuojauksessa. Näitä yhdisteitä on esiintynyt muun muassa ABS- ja HIPS-muoveissa eli akryylnitriilibutadieenistyreeni ja high impact polysterene muoveissa, elektroniikkakomponenttien koteloinneissa sekä penkkien polyuretaanivaahdoissa. Dekka-BDE eli dekaanibromidifenyylieetteri on yleisimmin käytetty BDE-yhdiste ja sen käyttö on jatkunut pidempään kuin muiden vastaavien aineiden. Koska ajoneuvojen sähkö- ja elektroniikkaosat eivät kuulu RoHS-direktiivin soveltamisalaan, BDE-yhdisteitä on voitu käyttää näissä osissa vielä vuoden 2008 jälkeenkin. RoHS-direktiivillä rajoitetaan tiettyjen haitallisten kemikaalien käyttöä sähkö- ja elektroniikkalaitteissa. Dekka-BDE:tä on havaittu erityisesti ajoneuvojen sähkö- ja elektroniikkaosissa, polttoainejärjestelmissä, pyroteknisissä laitteissa, jousituskomponenteissa, sisustuksessa ja lujitetuissa muoviosissa. (POP-jätteen tunnistusopas 2023, 35–36.)

Toinen merkittävä palonsuoja-aine on HBCDD eli heksabromisyklododekaani, jota on käytetty erityisesti HIPS-muoveissa, turvavöissä sekä EPS- ja XPS-eristeissä. HBCDD:tä ja deka-BDE:tä on hyödynnetty myös ajoneuvojen istuinverhoiluissa ja muissa sisustustekstiileissä. Näiden aineiden pitoisuudet voivat olla merkittäviä: HBCDD:tä on käytetty jopa 8 % pitoisuudella tekstiileissä ja 25 % pinnoitteissa, kun taas deka-BDE:n pitoisuus tekstiileissä on voinut olla enintään 12 %. Lisäksi lyhytketjuisia kloorattuja parafiineja eli SCCP on käytetty ajoneuvojen nahka- ja tekstiiliverhoilujen valmistuksessa sekä palonsuoja- ja pintakäsittelyaineina. SCCP-yhdisteitä on erityisesti vanhemmissa nahkaverhoiluissa, joita on valmistettu ennen vuotta 2004. Perfluorattuja yhdisteitä, kuten PFOS:ää, on puolestaan käytetty sisustustekstiilien ja nahan pintakäsittelyssä likaa ja kosteutta hylkivinä aineina. (POP-jätteen tunnistusopas 2023, 36–37.)

POP-yhdisteiden tarkka tunnistaminen edellyttää laboratoriomenetelmiä, kuten kaasukromatografi-massaspektrometriaa eli GC-MS, jotka perustuvat yhdisteiden uuttoon ja analysointiin. Nämä menetelmät soveltuvat kuitenkin lähinnä yksittäisiin pistokokeisiin ja erityistutkimuksiin, sillä ne ovat hitaita, kalliita ja vaativat näytteen tuhoamista. Tämän vuoksi POP-yhdisteiden tunnistaminen yhdistetasolla ei ole tällä hetkellä mahdollista teollisessa mittakaavassa. Tunnistamista vaikeuttaa myös se, että jätteille soveltuvia laboratoriomenetelmiä on rajallisesti saatavilla ja analyysipalveluiden tarjonta on Suomessa suppeampaa kuin esimerkiksi Keski-Euroopassa. Lisäksi monille POP-yhdisteille ei ole vielä kehitetty standardoituja testimenetelmiä jätteiden analysointiin. Kansainvälisillä foorumeilla kehitystyö kuitenkin etenee ja kasvava kysyntä todennäköisesti parantaa analyysipalveluiden saatavuutta myös Suomessa. Teollisessa mittakaavassa POP-yhdisteiden tunnistamisessa hyödynnetään usein epäsuoria-menetelmiä, kuten alkuaineanalytiikkaa. Näissä menetelmissä tunnistetaan esimerkiksi bromin esiintyminen, mutta tulkintaa vaikeuttaa se, että bromi voi olla peräisin myös muista lähteistä kuin POP-yhdisteistä, kuten sallituista palonestoaineista tai muovin raaka-aineista. Menetelmien tarkkuutta voidaan parantaa yhdistämällä alkuaineanalytiikka muovilajien tunnistukseen tai muihin täydentäviin menetelmiin. Tällaiset

epäsuorat menetelmät tulisi kuitenkin varmentaa säännöllisillä laboratoriomittauksilla. Lisäksi POP-yhdisteiden tunnistamisessa voidaan hyödyntää käyttöturvallisuustiedotteita ja muuta dokumentaatiota, joka sisältää tietoa käytetyistä kemikaaleista ja materiaaleista. (POP-jätteen tunnistusopas 2023, 46.)

4.6 POP-jätteen käsittelyopas 2024

Ympäristöministeriön julkaisema POP-jätteen käsittelyopas antaa ympäristönsuojelullisia ja käytännön läheisiä ohjeistuksia siihen, miten POP-yhdisteitä sisältävät komponentit tunnistetaan, irrotetaan ja käsitellään. Romuajoneuvojen esikäsittelyssä tulisi mahdollisuuksien mukaan poistaa muoviosat, joiden tiedetään sisältävän pysyviä orgaanisia yhdisteitä, ennen varsinaista murskausta. Tämä on erityisen tärkeää silloin, kun muovia sisältäviä jättejakeita ei ohjata polttoon, sillä erottelulla voidaan vähentää POP-yhdisteiden päätymistä kierrätykseen. Mikäli kaikki muovipitoiset jakeet toimitetaan polttoon, erottelu ei ole välttämätöntä. Erottelussa tulisi soveltaa POP-asetuksen 1021/2019 liitteessä 4 määriteltyjä pitoisuusrajoja. Bromattujen palonsuoja-aineiden käyttö ajoneuvoissa on kielletty asteittain: HBCDD:n käyttö päättyi vuonna 2015, tetra-, penta-, heksa- ja hepta-BDE:n käyttö vuonna 2004, ja deka-BDE:n käyttö vuonna 2019. Joissakin varaosissa deka-BDE:n käyttö on edelleen sallittua, mutta näissä osissa on oltava merkintä aineen esiintymisestä, mikä helpottaa tunnistamista. (POP-jätteen käsittelyopas 2024, 92.)

Manuaalinen erottelu tulisi kohdistaa erityisesti ennen vuotta 2020 valmistettuihin ajoneuvoihin, sillä niissä POP-yhdisteiden käyttö on ollut yleisempää. Tarkkaa merkki- ja mallikohtaista tietoa POP-yhdisteitä sisältävistä osista ei kuitenkaan ole saatavilla, mikä rajoittaa kohdennetun erottelun mahdollisuuksia. Bromia sisältävien muovien tunnistamiseen voidaan käyttää esimerkiksi käsikäyttöistä XRF-analysaattoria eli röntgenfluoresenssianalysaattoria. Erottelu tulisi suunnata erityisesti niihin osiin, jotka on lueteltu tämän oppaan liitteessä 10 ja POP-jätteen tunnistusoppaan taulukossa 4. Pelkästään työntekijöiden kokemukseen perustuva tunnistaminen

on altis virheille, minkä vuoksi sitä tulisi täydentää teknisillä mittaamenetelmillä, kuten XRF-analyyseillä. (POP-jätteen käsittelyopas 2024, 92–93.)

Nykyisin bromattuja palonsuoja-aineita sisältäviä muoveja ei yleensä erotella esikäsittelyvaiheessa, vaan ne murskataan ajoneuvon rungon mukana. Murskauksessa syntyvä jäte, ns. ASR eli automotive shredder residue, sisältää noin 20 % muovia. ASR jaetaan yleensä tiheyden perusteella kahteen jakeeseen: SHF eli shredder heavy fraction, joka sisältää pääasiassa metalleja, ja SLF eli shredder light fraction, joka sisältää suurimman osan muoveista ja tekstiileistä. SLF-jakeen muovit voidaan edelleen erotella tiheyserottelun tai XRF-mittauksen avulla korkean ja matalan bromipitoisuuden jakeisiin. Korkean bromipitoisuuden jakeet toimitetaan polttoon, kun taas matalapitoisista jakeista voidaan erottaa kierrätykseen soveltuvia polymeerejä, kuten PP, PE, ABS ja PS. Kierrätysmuovien laatu tulisi varmistaa säännöllisillä XRF-mittauksilla ja laboratorioanalyyseillä, jotta ne täyttävät POP-asetuksen liitteessä 1 määritellyt pitoisuusrajat tahattomille jäämille. (POP-jätteen käsittelyopas 2024, 93.)

4.7 Ehdotus (2023) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksesta ajoneuvojen suunnittelua koskevista kiertotalousvaatimuksista ja romuajoneuvojen jätehuollosta liitteineen.

Euroopan komission heinäkuussa 2023 antama asetusehdotus on merkittävä osa EU:n vihreän siirtymän ja kiertotalouden strategiaa. Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY oli ensimmäinen EU:n yhteinen sääntelykehys, jonka tarkoituksena oli varmistaa, että käyttöikänsä päättäneet ajoneuvot käsitellään ympäristön kannalta kestäväällä tavalla, eikä sitä ole sen jälkeen merkittävästi uudistettu. Tämän vuoksi uuden ehdotuksen tavoitteena on tukea autoteollisuuden siirtymistä kohti kiertotaloutta ajoneuvon koko elinkaaren ajan – suunnittelusta aina käyttöään jälkeiseen käsittelyyn. Kriittisten raaka-aineiden kysyntä on kasvanut merkittävästi ja ajoneuvojen valmistuksessa hyödynnetään yhä kehittyneempiä ja kevyempiä materiaaleja. Tämä kehitys kasvattaa ajoneuvotuotannon ympäristöjalanjälkeä ja tuo uusia haasteita

romuajoneuvojen purkamiseen, uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen. Ehdotuksella kumotaan sekä ajoneuvojen tyyppihyväksyntää koskeva direktiivi 2000/64/EY että romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY ja ne korvataan yhtenäisellä säädöksellä. Asetuksen keskeisenä tavoitteena on ajanmukaistaa nykyinen EU-lainsäädäntö vastaamaan nykypäivän teknologisia ja ympäristöllisiä vaatimuksia sekä vahvistaa sisämarkkinoiden toimivuutta. Samalla pyritään vähentämään ajoneuvojen koko elinkaaren – suunnittelun, valmistuksen, käytön ja loppukäsittelyn – aiheuttamia haitallisia ympäristövaikutuksia. Lisäksi asetuksella tuetaan autoteollisuuden ja kierrätyssektorin siirtymää kohti kestävämpää ja resurssitehokkaampaa toimintamallia. (Euroopan komissio 2023, 1–2.)

Asetusluonnos toi merkittäviä uudistuksia voimassa olevaan lainsäädäntöön. Luonnoksessa määritellään ajoneuvojen suunnittelua ja valmistusta koskevia kiertotalousvaatimuksia, jotka liittyvät uudelleenkäytettävyyteen, kierrätettävyyteen, hyödynnettävyyteen sekä kierrätettyjen materiaalien käyttöön. Nämä vaatimukset on todennettava ajoneuvojen tyyppihyväksynnän yhteydessä. Lisäksi luonnoksessa säädetään ajoneuvojen osia, komponentteja ja materiaaleja koskevista tieto- ja merkintävaatimuksista. Luonnos sisältää myös säännökset laajennetusta tuottajavastuusta, romuajoneuvojen keräyksestä ja käsittelystä sekä käytettyjen ajoneuvojen viennistä Euroopan unionin ulkopuolisiin maihin. (Euroopan komissio 2023, 44.)

Luonnoksen 4 artiklan mukaan kaikki ajoneuvot on rakennettava siten, että vähintään 85 % massasta on uudelleen käytettävissä tai kierrätettävissä, sekä vähintään 95 % massasta on uudelleen käytettävissä tai hyödynnettävissä. Luonnos asettaa kunnianhimoisia tavoitteita kierrätysmateriaalien käytölle ajoneuvojen valmistuksessa. Asetuksen 6 artikla määrittelee vähimmäisosuudet, jotka koskevat erityisesti muovin, teräksen ja muiden kriittisten materiaalien kierrätystä. Ensimmäisessä vaiheessa asetetaan vaatimus, jonka mukaan jokaisen tyyppihyväksytyt ajoneuvotyyppin sisältämästä muovista vähintään 25 painoprosenttia on oltava kuluttajien tuottamasta muovijätteestä kierrätettyä. Tästä määrästä vähintään neljännes on oltava

peräisin romuajoneuvoista. Tämä velvoite tulee voimaan 72 kuukauden kuluttua asetuksen voimaantulosta. Toisessa vaiheessa komissio saa valtuudet säätää myös kierrätetyn teräksen vähimmäisosuudesta ajoneuvoissa. Kolmannessa vaiheessa komissio arvioi mahdollisuutta laajentaa vähimmäisosuusvaatimuksia muihin materiaaleihin, kuten alumiiniin, magnesiumiin ja harvinaisiin maametalleihin (esim. neodyymi, dysprosium, praseyymi), joita käytetään erityisesti sähköajoneuvojen kestopagneeteissa. (Euroopan komissio 2023, 49–54.)

Asetusluonnoksen 34 artikla asettaa jäsenvaltioille selkeät ja mitattavat tavoitteet romuajoneuvojen uudelleenkäytön, kierrätyksen ja hyödyntämisen osalta. Näiden tavoitteiden tarkoituksena on varmistaa, että ajoneuvoista saatavat materiaalit hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti, samalla kun jätteen syntyä ja ympäristövaikutuksia vähennetään. Ensimmäinen keskeinen tavoite astuu voimaan 36 kuukauden kuluttua asetuksen voimaantulosta. Tällöin jäsenvaltioiden on varmistettava, että jätehuoltotoimijat saavuttavat vähintään 95 prosentin uudelleenkäytön ja hyödyntämisen tason romuajoneuvojen keskimääräisestä painosta, akkuja lukuun ottamatta. Samanaikaisesti vähintään 85 prosenttia ajoneuvon painosta on kierrätettävä. Nämä tavoitteet ohjaavat jätehuoltoketjua kohti korkeampaa materiaalitehokkuutta ja vähentävät kaatopaikoille päätyvän jätteen määrää. Toinen vaihe astuu voimaan 60 kuukauden kuluttua asetuksen voimaantulosta. Tällöin jäsenvaltioiden on varmistettava, että vähintään 30 prosenttia jätehuoltotoimijoille toimitettujen ajoneuvojen sisältämien muovien keskimääräisestä kokonaispainosta kierrätetään vuosittain. Tämä tavoite on erityisen merkittävä, sillä muovi on yksi vaikeimmin kierrätettävistä materiaaleista ajoneuvoissa, mutta samalla sen ympäristövaikutukset ovat huomattavat. (Euroopan komissio 2023, 70–71.)

Luonnoksen 21 artiklan mukaan, mikäli laajennetun tuottajan vastuun velvoitteet toteutetaan kollektiivisesti, tuottajayhteisöjen on varmistettava, että tuottajien maksamat maksut määräytyvät oikeudenmukaisesti ja läpinäkyvästi. Maksuosuuksia on mukautettava ottaen huomioon muun muassa seuraavat tekijät: kohta d) Ajoneuvon purkamiseen valtuutetussa käsittelylaitoksessa

tarvittava aika, erityisesti niiden osien ja komponenttien osalta, jotka on poistettava ennen murskausta luonnoksen 30 artiklan mukaisesti. (Euroopan komissio 2023, 64.)

Asetusluonnoksen mukaisesti romuajoneuvojen esikäsittelylle asetettiin tiukempia vaatimuksia. 30 artikla säätelee osien ja komponenttien pakollista poistamista uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten ennen murskausta. Sen mukaan valtuutettujen käsittelylaitosten on varmistettava, että liitteessä 7, osassa C luetellut osat ja komponentit poistetaan romuajoneuvosta ennen murskausta. Se toimenpide on suoritettava sen jälkeen, kun 29 artiklassa tarkoitetut puhdistustoimet on saatettu päätökseen. 29 artiklan puhdistustoimet pitävät sisällään mm. kaikkien nesteiden ja vaarallisten aineiden poistamista. Osien ja komponenttien poistamisen vaatimuksia ei sovelleta, mikäli valtuutettu käsittelylaitos pystyisi osoittamaan, että murskauksen jälkeisessä käsittelyssä käytettävä teknologia kykenisi erottelemaan liitteessä 7, osan C kohdissa 13–19 mainitut materiaalit yhtä tehokkaasti kuin manuaaliset tai puoliautomaattiset purkamisprosessit. Kyseiset osat ja komponentit ovat seuraavat:

13. Johdinsarjat
14. Puskurit
15. Nestesäiliöt
16. Lämmönvaihtimet
17. Yksimateriaaliset metalliosat, joiden paino ylittää 10 kg
18. Yksimateriaaliset muoviosat, joiden paino ylittää 10 kg
19. Sähkö- ja elektroniikkakomponentit, mukaan lukien:
 - a) Sähköajoneuvojen invertterit
 - b) Painetut piirilevyt, joiden pinta-ala on yli 10 cm²
 - c) Aurinkosähköpaneelit, joiden pinta-ala on yli 0,2 m²
 - d) Automaattivaihteiston ohjausmoduulit ja venttiilikotelot. (Euroopan komissio 2023, 68–69. Liitteet ehdotukseen 2023, liite 7 C-osa.)

Asetusluonnoksen 31 artikla asettaa selkeät vaatimukset romuajoneuvoista poistettujen osien ja komponenttien arvioinnille, käsittelylle ja uudelleenkäytölle. Ensisijaisesti kaikki 30 artiklan mukaisesti poistetut osat ja komponentit on

arvioitava sen määrittämiseksi, mihin käyttötarkoitukseen ne soveltuvat. Arvioinnissa tarkastellaan, voidaanko osia käyttää uudelleen, uudelleen valmistaa tai kunnostaa, kierrättää, tai onko ne ohjattava muuhun käsittelyyn. Merkittävä periaate on, että osia, jotka soveltuvat uudelleenkäyttöön, uudelleen valmistukseen tai kunnostukseen, ei katsota jätteeksi. Lopuksi luonnoksessa määritellään myös osat ja komponentit, joita ei saa käyttää uudelleen. 31 artikla muodostaa keskeisen osan ajoneuvojen kiertotalousasetusta. Se ohjaa romuajoneuvojen osien käsittelyä tavalla, joka tukee resurssitehokkuutta, turvallisuutta ja ympäristönsuojelua. Selkeät arviointi-, merkintä- ja raportointivaatimukset luovat perustan kestäväälle ja läpinäkyvälle käytännölle ajoneuvojen elinkaaren loppupäässä. (Euroopan komissio 2023, 69.)

Liitteen 7, C osan loput osat ja komponentit, jotka tulee poistaa ennen murskausta:

1. Sähköajoneuvon ajovoima-akut
2. Sähköiset ajomoottorit, mukaan lukien niiden kotelot ja niihin liittyvät ohjausyksiköt, johdot ja muut osat, komponentit ja materiaalit
3. Käynnistys- valaistus- ja sytytysakut (ajoneuvoakut)
4. Moottorit
5. Katalysaattorit
6. Vaihdelaatikot
7. Lasista valmistetut tuulilasit sekä taka- ja sivuikkunat
8. Pyörät
9. Renkaat
10. Kojelaudat
11. Tietoviihdejärjestelmän osat, joihin on suora pääsy, mukaan lukien ääni-, navigointi- ja multimediaohjaimet, myös näytöt, joiden pinta-ala on yli 100 neliösenttimetriä
12. Ajovalot ja niiden toimilaitteet. (Liitteet ehdotukseen 2023, liite 7, osa C.)

Liitteen 7, E osa määrittelee ne komponentit ja osat, joita ei saa käyttää uudelleen romuajoneuvojen käsittelyn yhteydessä:

1. Kaikki turvavyö, mukaan luettuina tyynyt, pyrotekniset toimilaitteet, elektroniset ohjausyksiköt ja anturit.
2. Pakokaasujen käsittelyjärjestelmät (esim. katalysaattorit, hiukkassuodattimet).
3. Äänenvaimentimet.
4. Automaattiset tai muut turvavyö asennelmat, mukaan luettuina vyönauhat, lukot, kelauslaitteet, pyrotekniset toimilaitteet.
5. Istuimet, jos turvavyöiden kiinnityspisteet ja/tai turvavyö on sijoitettu niihin.
6. Ohjauslukot, jotka vaikuttavat ohjauspyörän akseliin.
7. Ajonestolaitteet sekä anturit ja elektroniset ohjausyksiköt.

Liite E:n rajoitukset täydentävät uudelleenkäyttöä ja kierrätystä koskevia vaatimuksia varmistamalla, että vain turvalliset ja teknisesti soveltuvat osat päätyvät uudelleenkäyttöön. (Liitteet ehdotukseen 2023, liite 7, osa E.)

4.8 Ehdotus (2025) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi ajoneuvojen suunnittelua koskevista kiertotalousvaatimuksista ja romuajoneuvojen jätehuollosta liitteineen.

Euroopan komissio antoi heinäkuussa 2023 asetusehdotuksen ajoneuvojen suunnittelua koskevista kiertotalousvaatimuksista ja romuajoneuvojen jätehuollosta. Tätä opinnäytetyötä kirjoittaessa, Asetusehdotuksen uusin versio oli päivätty 11.6.2025 ja ehdotukseen oli kirjattu lukuisia päivityksiä sekä selvennyksiä.

Useat valtuuskunnat ilmaisivat tukensa soveltamisalan laajentamiselle kattamaan niin sanotut raskaat hyötyajoneuvot sekä kaksi-, kolme- ja nelipyöräiset ajoneuvot. Laajennus sisältäisi uusia velvoitteita, jotka alun perin koskivat ainoastaan henkilöautoja ja kevyitä hyötyajoneuvoja. Samalla ehdotettiin, että raskaiden hyötyajoneuvojen ja moottoripyörien osalta

laajennettu tuottajavastuu kattaisi koko käsittelyketjun kustannukset – ei pelkästään keräyksen ja puhdistuksen, kuten komission alkuperäisessä ehdotuksessa – vastaavasti kuin henkilö- ja kevyiden hyötyajoneuvojen kohdalla on jo tehty. Kiertotalouden ja käsittelytehokkuuden lisäämiseksi asetuksen soveltamisalaa on laajennettu kattamaan myös tietyt erikoiskäyttöön tarkoitetut ajoneuvot. Soveltamisalan ulkopuolelle jätettiin matkailuperävaunut, pienten valmistajien erikoiskäyttöön tarkoitetut ajoneuvot, osat, jotka sisältyvät pienten valmistajien ajoneuvoihin ja jotka on tyyppihyväksytty monivaiheisessa prosessissa. Muutosten yhteydessä on myös tarkennettu romuajoneuvon määritelmää sekä merkittävästi uudistettu liitettä 1. Liitteessä esitetään sitovat ja ohjeelliset arviointikriteerit, joiden perusteella voidaan määrittää, onko ajoneuvo katsottava romuajoneuvoksi. Liitteen 1 osa C sisältää poikkeuksia, jotka koskevat muun muassa kulttuurihistoriallisesti merkittäviä ajoneuvoja sekä tilanteita, joissa ajoneuvon omistaja päättää kunnostaa ajoneuvon uudelleen liikennekelpoiseksi. (Euroopan neuvosto 2025, 4–5.)

Kiertotalouden edistämiseksi ja samalla realistisen sääntelykehityksen varmistamiseksi kierrätysmateriaalien vähimmäisosuuksia koskevia tavoitteita tarkasteltiin myös uudelleen. Uusi kompromissiesitys perustuu kolmivaiheiseen lähestymistapaan kierrätetyn muovin vähimmäisosuuksien osalta. Tavoitteet nousevat asteittain seuraavasti:

- vähintään 15 % 72 kuukauden kuluttua asetuksen voimaantulosta,
- Vähintään 20 % 96 kuukauden kohdalla,
- vähintään 25 % 120 kuukauden jälkeen.

Näistä osuuksista vähintään 25 % on oltava peräisin romuajoneuvoista tai muusta asetuksessa määritellystä jätteestä. Tietyt materiaalit, kuten elastomeerit, eristevaahdot ja haitallisia aineita sisältävät muovit, on rajattu vaatimusten ulkopuolelle. Kierrätysmateriaalin on myös oltava peräisin laitoksista, jotka täyttävät EU:n ympäristö- ja terveysvaatimukset. Joustavuutta lisättiin asettamalla suojamekanismi, jonka nojalla komissiolle siirrettiin valtuudet myöntää väliaikaisia poikkeuksia, mikäli kierrätetyn muovin saatavuus osoittautuu riittämättömäksi tai sen hinta nousee kohtuuttoman korkeaksi, mikä

vaikeuttaisi tavoitteiden saavuttamista. Muiden kierrätysmateriaalien osalta komissiolle annettiin valtuudet asettaa vähimmäisosuuksia toteutettavuustutkimusten perusteella. Tämä koskee erityisesti kierrätettyä terästä, mutta myös muita materiaaleja, kuten alumiinia, magnesiumia ja niiden seoksia. Lisäksi valtuutus kattaa harvinaiset maametallit ja muut kriittiset raaka-aineet, kuten neodyymin, dysprosiumin, praseodyymin, terbiumin, samariumin, nikkelin, koboltin ja boorin. (Euroopan neuvosto 2025, 6, 73–74.)

Romuajoneuvoista peräisin olevien muovien kierrätystä tehostetaan, jotta voidaan vastata kasvavaan kysyntään ajoneuvoissa käytettävälle kierrätysmuoville. Tämän tueksi asetetaan 30 % kierrätystavoite romuajoneuvoista peräisin oleville muoveille. Tavoite täydentää nykyisiä uudelleenkäyttöä ja kierrätystä 85 % sekä uudelleenkäyttöä ja hyödyntämistä 95 % koskevia vaatimuksia, jotka lasketaan ajoneuvon keskimääräisen vuosipainon perusteella. Tavoitteen täytäntöönpanoa varten säädetään kolmen vuoden siirtymäajasta, jonka aikana sovelletaan edelleen direktiivin 2000/53/EY mukaisia nykyisiä tavoitteita ja kierrätyksen määritelmää. Valtuutettujen käsittelylaitosten on otettava huomioon uudelleenkäyttötavoitteissa myös ne osat ja komponentit, jotka on onnistuneesti uudelleentalmistettu tai kunnostettu 31 artiklan mukaisesti. (Euroopan neuvosto 2025, 44.)

Markkinoille saatettaville ajoneuvoille otetaan käyttöön digitaalinen kiertotalouspassi, jonka osalta tehtiin useita lisäyksiä. Passin tulee sisältää seuraavia tietoja:

- tiedot osista, jotka sisältävät lyijyä, elohopeaa, kadmiumia tai kuusiarvoista kromia,
- ilmoitus kierrätetyn materiaalin osuudesta,
- ajoneuvokohtainen kiertotalousstrategia,
- viittaus varaosaluetteloon ja niiden sijaintiin ajoneuvossa.

Laajennetun tuottajan vastuuta koskevaa järjestelmää muokattiin myös joustavammaksi, jotta jäsenvaltiot voivat huomioida kansalliset erityispiirteensä ja olemassa olevan lainsäädäntönsä. Tuottajien velvoitteita voidaan mukauttaa

esimerkiksi syrjäisillä alueilla ja jäsenvaltiot voivat edellyttää, että velvoitteet hoidetaan tuottajavastuujärjestön kautta. Maksujen osalta on täsmennetty, että niiden tulee kattaa myös kuljetuskustannukset keräyspisteestä käsittelylaitokseen sekä kustannukset ajoneuvoista, joiden valmistajaa ei voida tunnistaa – suhteutettuna markkinaosuuksiin. Lisäksi poikkeustilanteita varten luodaan rajat ylittävä järjestelmä, jossa vastuu siirtyy ajoneuvon markkinoille saattaneelle valmistajalle, jolla on oltava valtuutettu edustaja jokaisessa jäsenvaltiossa. Lisäksi jäsenvaltiot voivat periä maksun, kun rekisteröidään ensi kertaa käytetty ajoneuvo tai valmistajien suhteen tunnistamaton ajoneuvo, käsittelykustannusten kattamiseksi. (Euroopan neuvosto 2025, 6–7.)

Ehdotuksessa täsmennetään, että romuajoneuvot voidaan toimittaa joko suoraan valtuutettuun käsittelylaitokseen tai, jäsenvaltion luvalla, alueelliseen keräyspisteeseen. Keräyspisteellä on tällöin velvollisuus siirtää ajoneuvot valtuutettuun käsittelylaitokseen 30 päivän kuluessa, laittoman toiminnan riskin vähentämiseksi. Keräyspisteiden valtuuttaminen nähdään tärkeänä erityisesti pienissä jäsenvaltioissa ja syrjäisillä alueilla, joilla ei ole käsittelylaitoksia. Täsmennyksiä asetettiin myös valtuutettujen käsittelylaitosten velvollisuuksille murskauksen, varastoinnin, nesteiden poiston ja puhdistuksen määräaikojen osalta. Romuajoneuvojen ja muiden jätteiden sekamurskaus on lähtökohtaisesti kielletty, mutta sallitaan, mikäli murskauksen jälkeinen käsittely täyttää tietyt laatuksiteerit ja raja-arvot. Näitä raja-arvoja sovelletaan myös murskauksessa syntyvän pysyvän jätteen kaatopaikkasijoitukseen. Liitteessä 7 olevassa C osassa sallitaan enemmän poikkeuksia poistettavien osien osalta, mikäli murskauksen jälkeinen teknologia mahdollistaa vaadittujen raja-arvojen saavuttamisen. Tämä lähestymistapa tukee teknologianeutraaliutta ja mahdollistaa innovatiivisten ratkaisujen hyödyntämisen tulevaisuudessa. Lisäksi selvennetään, että romuajoneuvoista poistetut osat eivät ole jätettä, pois lukien ajoneuvojen akut, jotka on käsiteltävä akkuasetuksen mukaisesti, jos tekninen arviointi osoittaa niiden soveltuvan uudelleenkäyttöön, uudelleenvalmistukseen tai kunnostukseen 31 artiklan mukaisesti. (Euroopan neuvosto 2025, 8.)

Tuottajien taloudellista vastuuta laajennetaan 20 artiklan mukaan niin, että tuottajien on katettava kustannuksia ajoneuvojen markkinoille saattamisen yhteydessä. Romuajoneuvojen keräys, kuljetus valtuutettuun käsittelylaitokseen sekä käsittely 23–36 artiklan mukaisesti. Kustannuksissa on huomioitava jätehuoltotoimijoiden tulot käytettyjen osien ja kierrätysmateriaalien myynnistä. Poikkeuksena, ajoneuvojen osalta, jotka on saatettu markkinoille ennen asetuksen voimaantuloa ja joihin sovelletaan direktiivin 2000/53/EY mukaista osittaista kustannusvastuuta, tuottajien maksuosuuksien on katettava merkittävä osa kustannuksista. Tuottajien on lisäksi katettava kustannukset ajoneuvoista, joiden valmistajaa ei voida tunnistaa tai joka ei enää ole olemassa, suhteessa markkinaosuuteensa kyseisessä jäsenvaltiossa. (Euroopan neuvosto 2025, 94–96.)

21 artiklan mukaan, mikäli tuottajan vastuu toteutetaan kollektiivisesti, tuottajavastuujärjestöjen on mukautettava tuottajilta perittäviä maksuosuuksia ottaen huomioon vähintään seuraavat tekijät:

- ajoneuvon paino
- voimansiirtotyyppi
- ajoneuvotyyppin kierrätettävyyden- ja uudelleenkäytettävyydenaste
- ajoneuvon purkamiseen tarvittava aika valtuutetussa käsittelylaitoksessa, niiden komponenttien ja osien osalta, jotka on poistettava ennen murskausta 30 artiklan mukaisesti
- kierrätysprosessia haittaavien materiaalien, kuten liimojen, komposiittimuovien ja hiilivahvisteisten materiaalien osuus
- kierrätysmateriaalien prosenttiosuus ajoneuvon materiaaleissa
- 5 artiklan 2 kohdassa tarkoitettujen haitallisten aineiden esiintyminen ja määrä. (Euroopan neuvosto 2025, 97–97.)

27 artiklan mukaan valtuutettujen käsittelylaitosten on varmistettava, että kaikki romuajoneuvot, niiden osat, komponentit ja materiaalit sekä ajoneuvojen korjauksista syntyvät jätteet vastaanotetaan ja käsitellään lupaehtojen ja asetusten vaatimusten mukaisesti. Laitosten on:

- a) varastoitava romuajoneuvot ja niiden osat liitteessä 7, osa A:n mukaisesti, myös tilapäisesti,
- b) puhdistettava ajoneuvot 29 artiklan ja liitteen 7, osa B:n mukaisesti,
- c) poistettava osat ja komponentit liitteen 7, osa C:n sekä 30 ja 31 artiklan mukaisesti,
- d) käsiteltävä ajoneuvot ja niiden osat asetuksen 28–32, 35 ja 36 artiklan, liitteen 7, jätehierarkian ja direktiivin 2008/98/EY 4 artiklan mukaisesti,
- e) varmistettava, että käsittelytoimet tukevat 34 artiklan tavoitteiden saavuttamista ja että käytössä on tarvittaessa paras käytettävissä oleva tekniikka. (Euroopan neuvosto 2025, 104–105.)

28 Artikla asettaa tiukempia vaatimuksia romuajoneuvojen esikäsittelylle sekä murskaukselle. Sen mukaan valtuutettujen käsittelylaitosten ja muiden murskaustoimijoiden on varmistettava, että murskattaviksi toimitetut romuajoneuvot sekä ajoneuvojen suuret rakenneosat ovat puhdistettu 29 artiklan mukaisesti ja niistä on poistettu vaaditut osat 30 artiklan mukaisesti. Jos vastaanotetut ajoneuvot eivät täytä edellä mainittuja vaatimuksia, käsittelylaitosten ja murskaustoimijoiden on ilmoitettava asiasta toimivaltaiselle viranomaiselle, mukaan lukien toimittajan tiedot, pidättäydyttävä murskauksesta, ellei viranomainen myönnä poikkeusta tai kunnes ajoneuvo on käsitelty vaatimusten mukaisesti ja romutustodistus on annettu. Romuajoneuvojen, niiden osien ja materiaalien murskaaminen yhdessä muun jätteen kanssa on sallittua vain, jos liitteen 7 osan G kohdan 1 ja 2 mukaiset kriteerit ja raja-arvot täyttyvät. (Euroopan neuvosto 2025, 106.)

Liitteen 7 B-osa määrittelee puhdistamista koskevia vähittäisvaatimuksia, puhdistaminen on osa esikäsittelyä, jossa romuajoneuvoista tulee poistaa ennen murskausta kaikki nesteet ja vaaralliset aineet ellei niitä tarvita osien uudelleenkäyttöön. Nesteiden ja vaarallisten aineiden lisäksi tulee neutraloida eCall-järjestelmät, turvatyynyjen ja turvavöiden pyrotekniset osat, muut mahdollisesti räjähtävät osat sekä muut pyrotekniset komponentit. Osana puhdistamista romuajoneuvosta on poistettava: turvatyyny, nestekaasu- ja paineastiat, öljynsuodattimet, kylmäaineet, elohopeaa sisältävät osat ja 5

artiklan 2 kohdassa tarkoitetut vaarallisia aineita sisältävät materiaalit, jotka on tunnistettava, immobilisoitava ja loppukäsitteltävä. Tehdyt puhdistamistoimet tulee myös dokumentoida, mistä tulee käydä ilmi mm. romuajoneuvojen keskimääräinen paino ennen ja jälkeen puhdistuksen sekä poistettujen nesteiden ja osien kokonaismäärät. (Euroopan neuvosto 2025, 168–171.)

30 artikla määrittelee osien ja komponenttien pakollista poistamista ennen murskausta. Sen mukaan käsittelylaitosten on varmistettava, että liitteen 7 osan C mukaiset osat ja komponentit poistetaan ennen murskausta siten, ettei vahingoiteta osia ja, joilla on uudelleenkäyttö-, uudelleenvalmistus- tai kunnostuspotentiaalia. Kyseisen artiklan mukaan myös määritellään, että osia, joilla ei ole uudelleenkäyttöpotentiaalia, ei tarvitse poistaa, jos käsittelylaitos voi osoittaa, että murskauksen jälkeinen teknologia erottaa materiaalit yhtä tehokkaasti kuin manuaaliset tai puoliautomaattiset purkumenetelmät. Silloin on noudatettava liitteen 7 osan G kohtien 1 ja 2 kriteereitä. (Euroopan neuvosto 2025, 108.)

Liitteen 7 C-osan päivitetty listaus pakollisista osista ja komponenteista, jotka tulee poistaa ennen murskausta:

1. a. Sähköajoneuvojen ajovoima-akut, mukaan lukien akunhallintajärjestelmät, ajoneuvoon asennetut laturit sekä mahdolliset kotelot tai suojuukset.
1. b. Kevyen liikkumisvälineen akut, mukaan lukien akunhallintajärjestelmät, laturit ja suojarakenteet.
2. a. Ajoneuvoakut.
2. b. Kannettavat akut tai paristot.
3. Sähkömoottorit, generaattorit, vaihtovirtageneraattorit ja jäähdytystuulettimet.
4. Polttomoottorin lohkot. **(Liite 7 G-osa)**
5. Katalysaattorit.
6. Vaihdelaatikot, mukaan lukien ohjausyksiköt. **(Liite 7 G-osa)**
7. Vähintään 70 % tuulilaseista sekä taka- ja sivuikkunoista, mukaan lukien kattoikkunat.

8. Vanteet.
9. Kumirenkaat.
10. Tietoviihdejärjestelmän osat, joihin on suora pääsy, mukaan lukien ääni-, navigointi- ja multimediaohjaimet, näytöt (>100 cm²), tutka- ja LIDAR-ohjaimet ja -anturit.
11. Ajovalot ja takavalot, mukaan lukien toimilaitteet.
12. Pääjohdinsarjat, mukaan lukien sisäiset ja ulkoiset latauskaapelit. **(Liite 7 G-osa)**
13. Törmäyksenhallintajärjestelmän osat, kuten puskurit, palkit ja vaimentimet. **(Liite 7 G-osa)**
14. Muoviset polttoainesäiliöt.
15. Lämmönvaihtimet.
16. Hiilikuitulujitteiset muoviosat.
17. Sähkö- ja elektroniikkakomponentit, kuten: **(Liite 7 G-osa)**
 - a) sähköajoneuvojen invertterit ja DC/DC-muuntimet (≥ 24 V tai > 1 kg),
 - b) erityisen paljon jalometalleja sisältävät piirilevyt,
 - c) aurinkopaneelit ($> 0,2$ m²),
 - d) automaattivaihteiston ohjausmoduulit ja venttiilikotelot,
 - e) happi-, tutka- ja LIDAR-anturit.
18. eCall-järjestelmä.
19. Polttokennostot. (Euroopan neuvosto 2025, 172–173.)

Liitteen 7 F-osa määrittelee erityiset käsittelyvaatimukset poistettaville osille, komponenteille ja materiaaleille. Sen mukaan neodyymia, dysprosiumia tai praseodyymia sisältävät kestopagneetit sekä sähköisten ajomoottoreiden kupari on poistettava, mikäli tämä on mahdollista ilman kohtuuttomia kustannuksia. Lisäksi F-osa edellyttää, että romuajoneuvoista poistettu lasi kierrätetään vähintään pakkauslasiksi, lasikuiduksi tai muuhun vastaavaan käyttötarkoitukseen. (Euroopan neuvosto 2025, 175–176.)

Liitteen 7 G osa antaa perusteet yhdistetyn murskauksen ja murskauksen jälkeisten teknologioiden soveltamiselle. Sen mukaan yhdistetty murskaus

romuajoneuvojen, niiden osien, komponenttien ja materiaalien kanssa muun jätteen ohella on sallittua seuraavin ehdoin:

1. Romuajoneuvojen ja muiden jätteiden yhteismurskauksen edellytykset
 - a) Sähkö- ja elektroniikkalaiteromu on käsitelty valikoivasti direktiivin 2012/19/EU liitteen 7 mukaisesti ennen murskausta.
 - b) Kaikki akut ja paristot on poistettu kaikista jätteistä asetuksen (EU) 2023/1542 mukaisesti ennen murskausta.
 - c) Muovipakkaukset on eroteltu pakkausjätteestä, eikä metallipakkauksjätettä ole vielä lajiteltu seosperheisiin asetuksen (EU) 2025/40 mukaisesti ennen murskausta.
 - d) Yhteiskäsittelyssä syntyvien jätevirtojen laatu ei saa olla heikompi kuin erilliskäsittelyssä syntyvien virtojen.
 - e) Sekajätevirtojen vaikutus tulosjakeisiin on arvioitavissa romuajoneuvojen käsittelytehoa koskevien raportointivaatimusten sekä muiden säädösten (EU 2023/1542, EU 2025/40, direktiivit 2012/19/EU ja 2008/58/EY) perusteella.
2. Tuotosjakeiden laatuvaatimukset
 - a) Pääteräsjakeen kuparipitoisuus saa olla enintään 0,25 % painosta. Määräys tiukentuu 60 kuukauden kuluttua asetuksen voimaantulosta, jolloin raja-arvo on 0,15 %.
 - b) Alumiini on lajiteltava vähintään seuraaviin standardeihin:
 - EN 1706:2020 (valumetalliseos)
 - EN 573-3:2019 (muokattu metalliseos)
 - c) Murskauksen raskas jae (tuuliseulonnan ja raudan seulonnan jälkeen) on käsiteltävä siten, että erotellaan rautametallit, ei-rautametallit, muovit ja muut orgaaniset materiaalit kierrätystä tai hyödyntämistä varten. Jäämässä saa olla:
 - enintään 1 % metallia
 - enintään 5 % orgaanista ainetta (neuvoston päätös 2003/33/EY)
 - TOC-rajaa (< 5 %) ei sovelleta, jos jae on biologisesti vakaa.

- d) Murskauksen kevyt jae käsitellään vastaavalla tavalla kuin raskas jae. Samat raja-arvot ja poikkeukset koskevat myös tätä jaetta.
3. Poikkeukset osien, komponenttien ja materiaalien poistovelvoitteesta. Poikkeuksia voidaan myöntää, jos seuraavat asiakirjat toimitetaan:
- a) Kopio kirjallisesta sopimuksesta murskalaitoksen ja valtuutetun käsittelylaitoksen välillä. Sopimuksessa on määriteltävä kierrätyskelpoisten uusiomateriaalien laatuvaatimukset sekä tekniset eritelvät romuajoneuvojen käsittelyssä.
 - b) Riippumattoman tahon dokumentaatio, joka osoittaa edustavan käsittelykonfiguraation tuottamien kierrätyskelpoisten jakeiden laadun ja määrän.
 - c) Muut asiakirjat, jotka osoittavat, että murskattujen romuajoneuvojen materiaalien laatu ja määrä eivät ole heikompia kuin erikseen poistettujen komponenttien ja osien. (Euroopan neuvosto 2025, 177–179.)

4.9 Lainsäädännön ja tulevien muutosten yhteenveto

Ajoneuvojen kierrätys Suomessa on tiukasti säädelty prosessi, jossa yhdistyvät EU:n direktiivit ja asetukset sekä kansallinen ja kansainvälinen lainsäädäntö. Romuajoneuvodirektiivi ja sitä täydentävä valtioneuvoston asetus määrittävät kierrätyksen tekniset ja ympäristölliset vaatimukset. Jätelaki luo perustan tuottajavastuulle ja POP-asetus varmistaa vaarallisten aineiden hallinnan. Tuleva kiertotalousasetus tuo mukanaan entistä tiukemmat vaatimukset, jotka ohjaavat ajoneuvoteollisuutta kohti ympäristöystävällisempää ja resurssitehokkaampaa toimintaa. Seuraavaksi havainnointia helpottavat taulukot keskeisimmistä lainsäädännön kohdista ja vaikutuksista sekä uusimpien kiertotalousasetusten luonnoksista:

Taulukko 1. Lainsäädännön yhteenveto.

| Säädös | Tavoite | Keskeiset vaatimukset | Vaikutus ajoneuvokierrätykseen |
|-------------------------------------|---|--|--|
| Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY | Vähentää romuajoneuvojen ympäristövaikutuksia ja edistää kierrätystä | Kierrätysaste vähintään 85 %, hyödyntämisaste 95 %, vaarallisten aineiden kieltäminen, maksuton vastaanotto omistajalle | Perusta EU-tason kierrätysvaatimuksille ja suunnitteluvuorotteille |
| Valtioneuvoston asetus 123/2015 | Täydentää EU-direktiiviä kansallisella tasolla ja rajoittaa vaarallisten aineiden käyttöä | Esikäsittely ennen murskausta, vaarallisten nesteiden ja komponenttien poisto, tekniset vaatimukset käsittelylaitoksille | Ympäristönsuojelun tason varmistaminen ja käsittelyprosessin ohjaus |
| Jätelaki 646/2011 | Edistää kiertotaloutta ja määrittää tuottajavastuun | Tuottajavastuu, tuottajayhteisön hyväksyntä, raportointivelvollisuus, jätehuollon järjestämisvelvoite | Mahdollistaa kierrätysjärjestelmän organisoinnin tuottajayhteisön kautta |
| EU-asetus 1021/2019 (POP-yhdisteet) | Rajoittaa pysyvien orgaanisten yhdisteiden | POP-yhdisteiden kieltäminen, erityiskäsittely POP-jätteille, | POP-yhdisteitä sisältävien osien tunnistaminen ja erilliskäsittely |

| | | | |
|-------------------------------------|---|---|---|
| | käyttöä ja päästöjä | raportointi ja valvonta | |
| EU:n kiertotalousasetusluonnos 2025 | Korvata romuajoneuvodiakselit ja kierrätysvaatimuksia | 19 komponentin poisto ennen murskausta, kierrätysmuovin käyttö uusissa autoissa, vientirajoitukset, tyyppihyväksynnän kierrätettävyyssvaatimukset | Merkittävä muutos kierrätyksen laatuun, suunnitteluun ja materiaalien talteenottoon |

Taulukko 2. Ajoneuvojen kiertotalousasetuksen luonnosten yhteenveto.

| Ominaisuus / Muutos | Luonnos 2023 | Luonnos 2025 |
|--------------------------|---|---|
| Tavoite | Edistää kiertotaloutta ajoneuvoalalla, vähentää ympäristövaikutuksia, turvata raaka-aineiden saanti | Sama tavoite, mutta tarkennettu ja laajennettu soveltamisala ja tekniset yksityiskohdat |
| Soveltamisala | Henkilöautot ja kevyet hyötyajoneuvot, moottoripyörät lisätty mukaan | Laajennettu kattamaan myös raskaat ajoneuvot ja moottoripyörät (L1e ja L2e), tietyt poikkeukset pienvalmistajille |
| Romuajoneuvon määritelmä | Perustuu tekniseen ja taloudelliseen korjauskelvottomuuteen | Tarkennettu määritelmä ja liite I, jossa arviointikriteerit ja poikkeukset |

| | | |
|--|--|---|
| | | kulttuurisesti merkittävälle ajoneuvoille |
| Kierrätysmateriaalien vähimmäisosuudet | Kierrätysmuoville 15 % (6 v), 25 % (10 v) | Nostettu asteittain: 15 % (6 v), 20 % (8 v), 25 % (10 v); komissiolle valtuudet säätää myös teräksestä, alumiinista jne. |
| Tuottajavastuu | Laajennettu tuottajavastuu, myös vientiin liittyvät velvoitteet | Vahvistettu tuottajavastuu, kattaa myös kuljetus- ja käsittelykustannukset, erityisesti tilanteissa, joissa ajoneuvon tuottajaa ei voida tunnistaa. |
| Ajoneuvon kiertotalouspassi | Sisältää tiedot vaarallisista aineista ja kierrätetystä sisällöstä | Sama, mutta tarkennettu sisältö ja viittaukset varaosiin ja niiden sijaintiin |
| Käsittelyvaatimukset | Osien poistaminen ennen murskausta, kierrätystavoitteet | Murskauksen jälkeinen käsittely sallittu tietyin ehdoin, teknologianeutraali lähestymistapa |
| Vienti EU:n ulkopuolelle | Vain liikennekelpoiset ajoneuvot sallitaan | Selvennetty kiello viedä liikennekelvottomia ajoneuvoja, vahvistettu valvonta |
| Kolmansien osapuolien tarkastukset | Ei erikseen mainittu | Tarkastukset kierrätysmateriaalien tuottajille, myös EU:n |

| | | |
|--------------------------------------|--|---|
| | | ulkopuolella, ISO-sertifiointi vaaditaan |
| Valmistajien velvollisuudet | Kiertotalousstrategia, kierrätettävyyden suunnittelu | Sama, mutta laajennettu koskemaan myös uusia ajoneuvoluokkia ja osia |
| Romuaajoneuvojen keräys ja käsittely | Vaatimuksia keräykselle ja käsittelylle | Mahdollisuus valtuuttaa keräyspisteitä syrjäisille alueille, kannustimia maksuttomaan romutukseen |

5 Tulokset – Autonpurkutoiminnan kehittäminen

Euroopan komissio ja neuvosto ovat korostaneet tarvetta uudistaa ajoneuvojen uudelleenkäytettävyyttä, kierrätettävyyttä ja hyödynnettävyyttä koskevaa lainsäädäntöä. Kierrätystavoitteita ollaan kiristämässä ja uusilla säädöksillä pyritään vähentämään ympäristökuormitusta, ilmastovaikutuksia ja riippuvuutta EU:n ulkopuolisista raaka-aineista. Tehokas osien uudelleenkäyttö ja materiaalien kierrätys voivat synnyttää uutta liiketoimintaa niin alueellisesti kuin kansainvälisestikin. Ajoneuvon elinkaaren loppuvaiheessa ensisijainen tavoite on osien uudelleenkäytön kehittäminen, jotta jätesäädösten mukainen etusijajärjestys toteutuu. Mikäli uudelleenkäyttö ei ole mahdollista, on varmistettava, että materiaalit kiertävät puhtaina ja hyvin eroteltuina seuraavaan käyttöön. Kierrätystavoitteet vaikuttavat jatkossa myös ajoneuvon suunnitteluun. Esimerkiksi muovien osalta uusien autojen osissa tulee käyttää 25 % kierrätettyä muovia, josta neljännes on oltava autoperäistä -ns. sekoitevelvoite. (Hankesuunnitelma 2024.)

Autonpurku – materiaalien talteenotto, uudelleenkäyttö ja uusien tuotteiden kierrätettävyys -hanke toteutetaan yhteistyössä Turun ammattikorkeakoulun sekä ajoneuvojen elinkaaren loppuvaiheessa toimivien yritysten ja organisaatioiden kanssa. Hanke toteutetaan aikavälillä 1.9.2024 – 31.10.2025 ja sen rahoittajana toimi Varsinais-Suomen liitto. Hanke käynnistettiin Euroopan komission vuonna 2023 julkaiseman ehdotuksen pohjalta, uudeksi ajoneuvojen kiertotalousasetukseksi ja hankkeen edetessä uusin käytettävissä oleva versio julkaistiin kesäkuussa 2025. Tämän opinnäytetyön kirjoittaja on toiminut hankkeen opiskelija-assistenttina, hankkeen ohjausryhmässä sekä ollut mukana laatimassa tässä opinnäytetyössä viitattuun materiaaliin, pois lukien hankesuunnitelman. Hankkeen projektipäällikkönä on toiminut Turun ammattikorkeakoulun tekniikan lehtori Henna Knuutila. Hankesuunnitelman laatimisesta ovat vastanneet Turun ammattikorkeakoulun johtava erityisasiantuntija Nani Pajunen sekä projektipäällikkö Henna Knuutila. (Hankesuunnitelma 2024.)

5.1 Tutkimushankkeen kuvaus

Hankkeen tavoitteena on selvittää auton elinkaaren loppuvaiheessa tapahtuvan purkuvaiheen materiaalivirtoja ja kehittää ratkaisuja, jotka edistävät osien uudelleenkäyttöä ja materiaalien tehokasta kierrätystä. Erityisesti tarkastelun kohteena ovat lasi- ja muovimateriaalit. Tavoitteena on selvittää:

- materiaalien syntypaikkajaottelu purkuvaiheessa
- materiaalien määrä ja laatu
- missä ja miten kierrätysmateriaalia syntyy
- kuljetuksen rooli kierrätyksessä
- millaisessa muodossa hyötykäyttäjät saa materiaalin
- kierrätysmateriaalin käyttö uusissa tuotteissa ja näiden tuotteiden kierrätettävyys

Hanke tuottaa tietoa materiaalien syntypaikoista, laadusta, kuljetuksesta, varastoinnista ja hyödyntämisestä uusissa tuotteissa sekä näiden tuotteiden kierrätettävydestä. Hankkeessa arvioidaan myös toiminnan taloudellista kannattavuutta ja tunnistetaan kehityskohteita, jotka voivat estää kaupallisten ratkaisujen käyttöönottoa. Työ toteutetaan yhteistyössä Turun ammattikorkeakoulun ja ajoneuvojen kierrätysvaiheessa toimivien yritysten ja organisaatioiden kanssa. Tulokset tukevat kiertotalouden mukaisten liiketoimintamallien kehittämistä ja ovat hyödynnettävissä koko toimialalla sekä kansallisesti että kansainvälisesti. Tämä hanke tukee Varsinais-Suomen maakuntastrategian visiota vuodelle 2040, jonka tavoitteena on olla hiilineutraali edelläkävijä puhtaissa ratkaisuissa, innovaatioissa ja kestävässä kasvussa. Hanke toteuttaa myös alueellista tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoiminnan (TKI) tiekarttaa. Strategiassa korostetaan erityisesti laadukkaita ja luotettavia yhteistyöverkostoja, jotka luovat otollisen ympäristön innovaatioiden syntymiselle. Turun ammattikorkeakoulun asiantuntijat tarkastelevat hankkeessa auton purkuvaiheen materiaalikierrätyksen haasteita ja kehittävät uusia toimintamalleja ja ratkaisuja, jotka tukevat sekä EU:n vihreän siirtymän, että maakuntastrategian tavoitteita. Työ tehdään tiiviisti yhteistyössä alueen

yriytysten ja organisaatioiden kanssa, kuten Oili Jalonen Oy:n, Uusioaines Oy:n, Novoplastik Oy:n, Stena Recycling Oy:n, Turun ammatti-instituutin, Autopurkamoliiton ja Suomen Autokierätyks Oy:n kanssa. Yritykset tarjoavat asiantuntijoille arvokasta tietoa nykytilanteesta ja kohtaamistaan haasteista, mikä on keskeistä ratkaisujen kehittämisessä. Hankkeen tuottama tieto hyödyttää koko toimialaa ja tukee sen kehitystä. (Hankesuunnitelma 2024.)

5.2 ELV-ajoneuvojen purkutoiminnan pilotointi

Tutkimushankkeen esivalmisteluvaiheessa suoritettiin ajoneuvojen purkutoiminnan pilotointia. Turun ammattikorkeakoulun Kiertotalouslabran harjoittelijat toteuttivat kesällä 2024 Oili Jalonen Oy:n autopurkamolla tutkimuksen, jonka tavoitteena oli testata käytännössä ELV-ajoneuvojen purkumenetelmiä lasin, muovin ja kuparin talteenottoa varten. Raportti tarjosi arvokasta tietoa ajoneuvoperäisten materiaalien kierrätyksen käytännön haasteista, menetelmien soveltuvuudesta ja kehitystarpeista. Koepurkuun otettiin 11 henkilöautoa, mutta tilastollisesti merkittävä data saatiin kahdeksasta ajoneuvosta. Purkutyötä suorittivat insinööriopiskelijat ilman aiempaa automekaanikon koulutusta, mikä vaikutti työn tehokkuuteen ja dokumentoinnin laatuun. (Koepurkuraportti 2024.)

Keskeiset haasteet:

- Autojen vaihteleva kunto ja rakenteelliset erot vaikeuttivat menetelmien vertailua.
- Purkuohjeiden ja komponenttien räjäytyskuvien puute.
- Dokumentoinnin ja punnitsemisen työvälineet olivat puutteellisia, mikä heikensi datan tarkkuutta.
- Inhimilliset tekijät, kuten uupumus (korkea lämpötila) ja pienet tapaturmat, hidastivat työskentelyä
- Osien materiaalikoostumuksen monimuotoisuus vaikeutti jakeiden luokittelua.



Kuva 1. Purkutoiminnan pilotointia.

5.2.1 Muovin talteenotto

Muoviosien, erityisesti kojelautojen, puskureiden ja sisäverhoilujen, irrottaminen osoittautui työlääksi. Vääntörautojen käyttö oli tehokasta mutta fyysisesti raskasta. Muovien osuudeksi autojen kokonaismassoista saatiin keskimäärin noin 3–4 %. (Koepurkuraportti 2024.)

Huomiot:

- Kojelaudan purku oli erityisen haastavaa ja aikaa vievää.
- Bromipitoiset palonestoaineet estävät muovin jatkojalostuksen, mikä heikentää kierrätysarvoa.
- Muovien kierrätys ei ole nykyisessä toimintaympäristössä taloudellisesti kannattavaa.



Kuva 2. Muovien talteenottoa.

5.2.2 Lasin talteenotto

Lasien irrottamiseen testattiin induktiokuumenninta, puukkosahaa, tiivisteleikkuria ja sirpaloittamismenetelmiä. Induktiokuumennus oli turvallinen mutta hidas, kun taas puukkosaha oli nopea mutta riskialtis. Tuulilasien laminoitua lasia pystyttiin leikkaamaan ja kuumentamaan, mutta karkaistut sivulasit eivät kestäneet minkäänlaista manipulaatiota hajoamatta. (Koepurkuraportti 2024.)

Keskeiset havainnot:

- Karkaistun sivulasin kalvotuttaminen teipillä tai kalvolla helpotti sirpaleiden keräämistä, mutta hidasti työskentelyä.
- Kalvomateriaalin vaikutus lasin kierrätyskelpoisuuteen vaatii lisätutkimusta.
- Lasin osuudeksi autojen massoista saatiin noin 0,75–1,1, %.



Kuva 3. Karkaistun lasin poisottoa.

5.2.3 Kuparin talteenotto

Kuparijohtojen irrottaminen oli purkuprosessin viimeinen vaihe ja vaati verhoilujen, penkkien ja kojelaudan poistamista. Kuparilla on jälleenmyyntiarvoa, mutta sen irrottaminen on hidasta ja vaatii tarkkuutta. (Koeapurkuraportti 2024.)

Haasteet:

- Moottoritilan ahtaus ja moottorin paikallaanolo vaikeuttivat johtojen irrottamista.
- Sulakerasiat olivat erityisen vaikeita purkaa.
- Johtosarjojen osuudeksi autojen kokonaismassoista saatiin noin 0,5–1,1 %.



Kuva 4. Kuparin talteenottoa.

5.2.4 Hydraulisten työkalujen testaus

Pelastuslaitoksen kanssa testattiin hydraulisia leikkureita ja levittämiä. Työkalut olivat tehokkaita mutta fyysisesti raskaita ja tilaa vieviä. Penkkien ja kojelaudan irrottaminen onnistui osittain, mutta ergonomia ja työskentelytila rajoittivat käyttöä. (Koepurkuraportti 2024.)

Johtopäätös:

- Hydrauliset työkalut soveltuvat purkuun, mutta autojen rakenteet vaativat esikäsittelyä ja tilaa.
- Työkalujen keventäminen esimerkiksi kattovaijereilla voisi parantaa ergonomiaa.



Kuva 5. Hydraulisten työkalujen testaus.

5.2.5 Yleiset johtopäätökset ja kehitysehdotukset

Koepilotointi osoitti, että ELV-ajoneuvojen purku käsityökaluin on fyysisesti raskasta, hidasta ja taloudellisesti kannattamatonta. Purkamisen vaatii kehitystä erityisesti automatisoinnin, työvälineiden ja menetelmien osalta.

(Koepurkuraportti 2024.)

Ehdotuksia jatkokehitykseen:

- Tehokkaampien induktiokuumentimien ja optimoitujen ikkunakalvojen kehittäminen.
- Purkamislinjaston rakentaminen ajoneuvonostimilla ja kevennetyillä työkaluilla.
- Robotiikan ja tietokantojen (esim. IDIS) hyödyntäminen purkutyön suunnittelussa.
- Kierrätyspanttimaksun käyttöönotto uusien autojen myynnissä rahoituksen turvaamiseksi.

Ajoneuvojen kierrätyksen tehostaminen Suomessa edellyttää siirtymistä käsityövaltaisesta purkamisesta kohti koneistettua ja automatisoitua toimintaa. Koepilotointi tarjosi arvokasta tietoa menetelmien soveltuvuudesta, jakeiden

käsittelystä ja työskentelyn kuormittavuudesta. Jatkotutkimus ja yhteistyö eri toimijoiden välillä ovat keskeisiä kierrätyksen kehittämisessä kohti tehokkaampaa ja ympäristön kannalta kestäväää toimintamallia.

(Koepurkuraportti 2024.)

5.3 Autonpurkutesti Turun ammatti-instituutilla

Romuajoneuvon eli ELV-luokan ajoneuvon purkutestin suunnittelu käynnistettiin ja toteutettiin ennen kevätkauden 2025 päättymistä. Testissä Turun ammatti-instituutin (TAI) ajoneuvotekniikan lehtori sekä Turun ammattikorkeakoulun ajoneuvo- ja kuljetustekniikan insinööriopiskelija purkivat yhden ajoneuvon Euroopan komission luonnosteelman kiertotalousasetuksen mukaisesti.

Kyseessä oli asetusluonnos vuodelta 2023 nimeltään Ajoneuvojen suunnittelua koskevista kiertotalousvaatimuksista ja romuajoneuvojen jätehuollosta.

Asetusluonnoksen uusinta versiota kesäkuulta 2025, ei ollut vielä julkaistu julkiseksi. Keskeisin tavoite oli saada käsitys ajasta, joka kuluu yhden ajoneuvon purkamiseen, ajankohtaisen asetusluonnoksen mukaisesti. Testin toteutus oli osana Turun ammattikorkeakoulun ja mukana olevien yhteistyökumppaneiden tutkimushanketta. Hankkeen yhteistyökumppani Oili Jalonen Oy tarjosi testissä käytettävän romuajoneuvon, jolle oli suoritettu liikennekäytöstä poisto sekä nesteet ja akku olivat poistettu. Oili Jalonen Oy tarjosi myös ajoneuvon kuljetuksen testipaikalle ja sieltä takaisin.

(Autonpurkutestin pöytäkirja 2025. Euroopan komissio 2023.)

5.3.1 Autonpurkutestin suunnitteluvaihe

Testin suunnittelussa keskityttiin erityisesti asetuksen 30 artiklaan, jossa määritellään osien ja komponenttien pakollinen poistaminen uudelleenkäyttöä ja kierrätystä varten ennen ajoneuvon murskausta. Artiklaan liittyy liitteen 7 osa C, jossa on lueteltu 19 komponenttia, jotka tulee poistaa ennen murskausta. Näitä ovat muun muassa johdinsarjat, puskurit, nestesäiliöt, lämmönvaihtimet, suuret yksimateriaaliset metalli- ja muoviosat sekä sähkö- ja elektroniikkakomponentit,

kuten invertterit, painetut piirilevyt ja automaattivaihteiston ohjausmoduulit. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025. Euroopan komissio 2023, 68–69. Liitteet ehdotukseen 2023, liite 7 osa C.)

Artiklan 30 kohdan 2 mukaan, mikäli valtuutettu käsittelylaitos ei pysty osoittamaan, että kyseisten osien materiaalit voidaan erotella murskauksen jälkeen yhtä tehokkaasti kuin manuaalisilla tai puoliautomaattisilla menetelmillä, tulee laitoksen toimittaa liitteen 7 osan G mukaiset tiedot. Näissä tiedoissa on osoitettava, että murskauksen jälkeinen materiaalien laatu ja määrä eivät ole heikompia kuin ennen murskausta poistettujen osien. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025. Euroopan komissio 2023, 68–69. Liitteet ehdotukseen 2023, Liite 7 G osa.)

Testin suunnittelussa todettiin, ettei murskauksen jälkeinen erotusmenetelmä välttämättä täyttäisi artiklan 30 vaatimuksia. Tämän vuoksi päätettiin, että kaikki liitteen 7 C-osan mukaiset komponentit irrotetaan ajoneuvosta kokonaisina ja lajitellaan erillisiin jakeisiin ajankohtaisten kierrätysohjeiden mukaisesti. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025. Euroopan komissio 2023, 68–69. Liitteet ehdotukseen 2023, Liite 7 C osa.)

Lisäksi tarkasteltiin liitteen 7 osaa B, jossa määritellään ajoneuvon puhdistamiseen liittyvät vähittäisvaatimukset ennen osien poistamista. Näihin kuuluu muun muassa nesteiden, räjähtävien osien (esim. turvatyyny), kylmäaineiden ja elohopeaa sisältävien komponenttien poistaminen. Testissä päätettiin jättää nesteiden poisto tekemättä, koska tarvittavat välineet, kuten polttoaineen tyhjennyslaite, puuttuivat. Turvatyynyjen poisto ja neutralointi voitiin kuitenkin suorittaa käytettävissä olevilla työkaluilla. Testin lopputuloksena ajoneuvo purettiin asetuksen mukaisesti niiltä osin kuin liitteen 7 osa C edellyttää, ja kaikki materiaalit lajiteltiin asianmukaisesti jatkokäsittelyä varten. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025. Liitteet ehdotukseen 2023, Liite 7 B ja C osat.)

5.3.2 Autonpurkutestissä käytettävän ajoneuvon tiedot

Purkutestiin valittiin satunnaisotannalla Citroen C3, vuosimallia 2008. Ainoat valintakriteerit olivat, että ajoneuvon tuli olla liikennekäytöstä poistettu, rakenteellisesti ehjä ja sen nesteet poistettu etukäteen. Ajoneuvon tiedot varmennettiin Traficom verkkopalvelun kautta, jossa valmistenumeron perustella todettiin ajoneuvon olevan poistettu liikennekäytöstä. Samalla haulla saatiin ajoneuvon tyyppitiedot, vuosimalli sekä omamassa. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025.)

Traficom rekisteritietojen mukaan ajoneuvon omamassa oli 1089 kg. Testin yhteydessä suoritettussa punnituksessa ajoneuvon painoksi mitattiin 990 kg. Ajoneuvon paino määritettiin akselivaakojen avulla erikseen etu- ja taka-akselille. Punnituksen yhteydessä varmistettiin, että ajoneuvon akku sekä kaikki nesteet oli poistettu asianmukaisesti ennen purkuprosessin aloittamista. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025.)

5.3.3 Autonpurkutestin työvaiheiden selitykset ja ajat



Kuva 6. Testin alku- ja lopputilanne.

- **Vaihe 1.** (3 minuuttia ja 40 sekuntia.) Punnitus ja virrattomaksi teko.
- **Vaihe 2.** (1 tunti ja 4 minuuttia.) Ovien purku: Ovet irti ja siirretään työtasolle käsiteltäväksi, poistetaan ovipahvit, ikkunamoottorit, kaiuttimet, kuparikaapelit ja lasit.
- **Vaihe 3.** (1 tunti ja 26 minuuttia.) sisustan purku: Poistetaan penkit, verhoilu, keskikonsoli, takapaneelit, kynnyspaneelit, A-paneelin muovit, kattoverhoilu, kojelauta ja sähkö- ja elektroniikkakomponenttien lajittelu, pyroteknisten turvalaitteiden poisto ja neutralointi, lattiamatot, äänieristeet, johtosarjat.
- **Vaihe 4.** (21 minuuttia ja 30 sekuntia.) Muoviosien poistoa moottoritolasta.
- **Vaihe 5.** (1 minuutti ja 30 sekuntia.) Siirretään ajoneuvo nostimelle.
- **Vaihe 6.** (2 minuuttia.) Poistetaan renkaat.
- **Vaihe 7.** (23 minuuttia.) Poistetaan lokasuojat.
- **Vaihe 8.** (28 minuuttia.) Poistetaan puskurit ja etuvalot ehjänä.
- **Vaihe 9.** (9 minuuttia.) Poistetaan taka-akseli ja ABS tunnistimen kuparikaapelit.
- **Vaihe 10.** (3 minuuttia.) Poistetaan pakoputki ja katalysaattori.
- **Vaihe 11.** (4 minuuttia.) Poistetaan polttoainesäiliö ehjänä.
- **Vaihe 12.** (11 minuuttia.) Poistetaan voimayksikkö ja etuakseli.
- **Vaihe 13.** (9 minuuttia.) Moottori ja vaihteistopaketti irrotetaan akselistä, poistetaan sähkömoottori ja kaapelit.
- **Vaihe 14.** (6 minuuttia.) Poistetaan konetilasta loput kaapelit ja sähkömoottorit.
- **Vaihe 15.** (10 minuuttia.) Ikkunoiden poisto, tuulilasi puukkosahalla, kiinteät sivulasit rikkomalla. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025.)

5.3.4 Autonpurkutestin tulokset ja pohdinta

Ajoneuvon purkaminen eteni pääosin asetuksen luonnoksessa esitetyn komponenttiluettelon mukaisessa järjestyksessä, mutta käytännön toteutus perustui purkajien asiantuntemukseen sekä henkilöauton rakenteellisiin

ominaisuuksiin. Yksi testin keskeisistä tavoitteista oli määrittää purkuprosessin kokonaisaika sekä yksittäisten työvaiheiden kestot. Kaikki työvaiheet dokumentoitiin valokuvin ja videoin. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025.)

Kahden työntekijän suorittama ajoneuvon purku kesti yhteensä 3 tuntia ja 7 minuuttia. Tämä aika ei sisällä ajoneuvon nesteiden poistamista, joten jatkossa kokonaisaikaan tulee lisätä myös kuivauksen ja nesteiden käsittelyn vaatima aika. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025.)

Purkutyön aikana saatiin arvokasta palautetta työvälineistä ja työprosessista. Käytössä olleet työkalut eivät olleet kaikilta osin riittäviä tehokkaan työn suorittamiseen. Esimerkiksi etuovien saranoiden tapit olivat hapettuneet kiinni, jolloin hydraulisten saksien käyttö olisi ollut tarkoituksenmukaisempaa saranat irti leikaten. Lisäksi osa työkaluista oli lainattu toisiin tiloihin, mikä aiheutti viivästyksiä. Työkalujen saatavuuden varmistaminen ennen työn aloittamista todettiin tärkeäksi kehityskohteeksi. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025.)

Videotallenteiden perusteella havaittiin myös työprosessissa esiintyvän runsaasti ylimääräisiä liikkeitä, kuten jatkuvaa siirtymistä ajoneuvon ja työkalukärryn välillä. Tämä hidasti työn etenemistä. Parannusehdotuksena esitettiin, että keskeiset työkalut voitaisiin sijoittaa esimerkiksi työliiveihin tai työkaluvyöhön, mikä vähentäisi turhaa liikkumista. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025.)

Raskaiden komponenttien, kuten penkkien ja ovien, käsittely aiheutti merkittävää fyysistä kuormitusta purkutyötä tekeville henkilöille. Työasennot olivat usein epäergonomisia, mikä korostaa tarvetta kehittää työhyvinvointia tukevia ratkaisuja, kuten nostolaitteita tai muita kuormitusta keventäviä apuvälineitä. Purkajien näkemyksen mukaan työn fyysinen rasittavuus tekee siitä haastavaa toteuttaa käsin päivittäisessä työssä. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025.)

Testin aikana käytettiin Avant-merkkistä dieselkäyttöistä linkkurunkoista trukkia voimayksikön ja taka-akselin siirtämiseen, sillä niiden massa oli liian suuri käsin

siirrettäväksi. Kaikki muut komponentit siirrettiin käsin. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025.)



Kuva 7. Voimayksikön siirto trukilla.

Arvioiden mukaan purkuajan voidaan odottaa lyhenevän, kun työprosessit ja työkalut vakiinnutetaan. Kuitenkin ajoneuvojen rakenteellinen monimuotoisuus rajoittaa prosessin standardointia. Purkajilta saatiin ehdotus, että purkulinjastot voitaisiin luokitella ajoneuvomerkkien mukaan, jolloin yksittäisellä linjastolla käsiteltävien ajoneuvojen ominaisuudet olisivat yhtenäisempiä ja prosessi mahdollisesti tehokkaampi. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025.)

Kaikki puretun ajoneuvon materiaalit lajiteltiin ennalta määriteltyjen kierrätysohjeiden mukaisesti. Ohjeet on laadittu yhteistyössä osana tutkimushankkeen kehitystyötä, ja niitä sovelletaan päivittäin Turun ammatti-instituutin koepurkuhallissa tehtävissä ajoneuvojen purkutöissä. Kierrätysohjeiden laatimisessa merkittävänä asiantuntijakumppanina toimi Stena Recycling Oy, jolle toimitetaan sekä irrotetut materiaalit että ajoneuvon jäljelle jäävä runko. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025.)

Lajiteltavat materiaalit lajiteltiin seuraaviin jakeisiin: karkaistu lasi, laminoitu lasi, renkaat, rautapitoinen alumiini, alumiini, teräs ja rauta, muovit, palava jäte, sähkömoottorit, sähkö- ja elektroniikkaromu (SER), kuparikaapelit, katalysaattorit sekä ilmatyyny. (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025.)

5.4 Autonkuivaustesti Oili Jalonen Oy:llä

Kuivaustesti suunniteltiin ja toteutettiin yhteistyössä autopurkamo Oili Jalonen Oy:n kanssa. Testi on osa Turun ammattikorkeakoulun koordinoimaa Autonpurku ja materiaalivirrat -kehityshanketta, jonka keskeisenä yhteistyökumppanina toimii Oili Jalonen Oy ja toimitusjohtaja Veli-Matti Jalonen. Varsinaisen puhdistamistyön suoritti Oili Jalosen autopurkamon työntekijä. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

Kuivaustestiä edelsi ajoneuvon purkutesti, joka toteutettiin 24.4.2025 Turun ammatti-instituutin tiloihin rakennetussa pilottiluonteisessa purkuhallissa. Molempien testien päätavoitteena oli arvioida ajoneuvon purkamiseen ja puhdistamiseen kuluva työaika. Purkutestissä keskityttiin tulevan ajoneuvojen kiertotalousasetuksen vaikutuksiin luonnoksen vuoden 2023 tilanteesta, romuajoneuvojen käsittelyssä ennen murskausta, kun taas kuivaustestissä tarkasteltiin nykyisen lainsäädännön mukaista puhdistamistyötä. Suunnitteluvaiheessa tarkasteltiin myös tulevan kiertotalousasetuksen luonnoksen kesäkuussa 2025 julkaistua versiota. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

Testi toteutettiin Oili Jalosen tiloissa, joissa romuajoneuvoille suoritetaan lain edellyttämät puhdistamistoimenpiteet – käytännössä ajoneuvojen ”kuivaaminen”. Testissä puhdistettiin kaksi satunnaisesti valittua romuajoneuvoa, ja Turun AMK:n kiertotalouslaboratorion harjoittelijat dokumentoivat prosessin valokuvin ja videoin. Testin tavoitteena oli saada suuntaa antava käsitys puhdistamiseen kuluva ajasta sekä siihen liittyvistä työvaiheista. Testiä varten puhdistusprosessiin lisättiin ainoastaan ajoneuvojen

punnitus ennen ja jälkeen toimenpiteiden; muutoin työ noudatti autopurkamon normaalia käytäntöä. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

Punnitus sisällytettiin testiin kahdesta keskeisestä syystä. Ensisijaisesti haluttiin arvioida, kuinka paljon painoa poistuu ajoneuvon kuivausprosessin aikana. Toiseksi tulevassa ajoneuvojen kiertotalousasetuksen luonnoksessa edellytetään, että puhdistustoimenpiteiden yhteydessä dokumentoidaan romuajoneuvojen keskimääräinen paino ennen ja jälkeen puhdistuksen. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025. Euroopan neuvosto 2025, 171.)



Kuva 8. Autonkuivaustesti.

5.4.1 Autonkuivaustestin suunnitteluvaihe

Testin suunnitteluvaiheessa perehdyttiin ajankohtaiseen lainsäädäntöön sekä tulevaan ajoneuvojen kiertotalousasetuksen luonnokseen. Luonnoksesta oli suunnitteluvaiheessa käytössä jo kesäkuussa 2025 julkaistu versio. Ennen varsinaista testipäivää dokumentointitiimi seurasi puhdistustöitä paikan päällä ja osallistui myös käytännön toimenpiteisiin. Testipäivänä työaika mitattiin siitä hetkestä, kun trukki nouti ajoneuvon kentältä, siihen saakka, kun puhdistustoimenpiteet sekä punnitus oli suoritettu ja ajoneuvo palautettu takaisin kentälle. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

Oili Jalonen Oy kuuluu Suomen Autokierrätys Oy:n hallinnoimaan viralliseen vastaanottoverkostoon, joka vastaanottaa romuajoneuvoja ja huolehtii niiden liikennekäytöstä poistamisesta. Testissä ei huomioitu työaikaa, joka liittyy

ajoneuvon vastaanottoon, tarkastukseen, tietojen syöttämiseen järjestelmään, rekisteristä poistamiseen tai romutustodistuksen laatimiseen. Lisäksi mahdollinen lisätyöaika, joka liittyy uudelleenkäyttöön soveltuvien osien arviointiin, irrottamiseen, puhdistamiseen, valokuvaamiseen ja lähettämiseen, jätettiin testin ulkopuolelle. Testissä keskityttiin siis vain varsinaisiin puhdistustoimenpiteisiin. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

Romuajoneuvojen esikäsittelyä säätelevät muun muassa seuraavat säädökset:

- Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY
- Valtioneuvoston asetus romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa (123/2015)
- Jätelaki (646/2011)

Näiden säädösten mukaan romuajoneuvon esikäsittelyssä tulee poistaa ja lajitella kaikki vaaralliset aineet ja osat ennen murskausta. Tämä sisältää muun muassa nesteet, akut, katalysaattorit, renkaat, lasit sekä kuparia, alumiinia ja magnesiumia sisältävät metalliosat, mikäli niitä ei voida erotella murskauksen yhteydessä. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

5.4.2 Autonkuivaustestissä käytettävien ajoneuvojen tiedot

Kuivaustestiin valittiin kaksi ajoneuvoa satunnaisotannalla. Valintakriteereinä olivat, että ajoneuvojen tuli olla poistettu liikennekäytöstä, rakenteellisesti ehjiä sekä varustettu polttomoottorilla. Testiajoneuvoiksi valikoituivat Citroen C4 (vm. 2005) ja Opel Insignia (vm. 2010). (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

Ajoneuvojen tiedot varmennettiin Traficom verkkopalvelun kautta valmistenumeroiden perusteella. Samalla haulla saatiin ajoneuvojen tyyppitiedot, vuosimallit ja omamassat: Citroen C4:n omamassa rekisteritietojen mukaan oli 1275 kg ja Opel Insignian 1570 kg. Testin yhteydessä suoritetuissa punnituksissa mitatut painot olivat Citroenille 1280 kg ja Opelille 1490 kg. Punnitukset suoritettiin akselivaakojen avulla, jolloin paino määritettiin erikseen etu- ja taka-akselille. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

5.4.3 Autonkuivaustestin työvaiheiden selitykset ja ajat

| | Ajoneuvo 1 | Ajoneuvo 2 |
|--|--------------------|-------------------|
| Merkki | Citroen | Opel |
| Malli | C4 | Insignia |
| Vuosimalli | 2005 | 2010 |
| VIN | | |
| Omamassa | 1275 | 1570 |
| Punnittu omamassa (ei kuivattu) | 1280 | 1490 |
| Punnittu omamassa (kuivattu) | 1125 | 1355 |
| Kokonaisaika | 47min 31s | 1h 6min 18s |
| Ajoneuvon punnitus akselivaakoilla ja trukilla(puutteet komponenteissa) / Trukilla auton poisto hallista ja punnitus akselivaakoilla | 1min 39s, 1min 29s | 1min29s, 2min 49s |
| Ajoneuvo kuivaushalliin ja ajoneuvon kirjaaminen rekisteristä/VIN/ELV koodi, kilpien hävitys ja kierrätys sekä sisätarkistus | 8min 3s | 5min 30s |
| Virrattomaksi teko, poistetaan akku ja testataan kunto | 48s | 32s |
| Nesteet: Jarruneste, ohjaustehostinöljy, lasinpesuneste | 1min 26 | 2min 47s |
| Nesteet: Polttoaine, moottoriöljy, vaihteistoöljy | 22min | 11min |
| Katalysaattorin poisto | 3min14s | 6min34s |
| Vanteiden käsittely (oma ajanmittaus) | | 10min 44s |

Kuva 9. Kuivaustestin työvaiheet ja ajat.

Kuvakaappauksesta on poistettu ajoneuvojen runkonumerot (VIN) tietoturvasyiden vuoksi. Runkonumerot ovat nähtävissä kuivaustestin pöytäkirjassa. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

5.4.4 Autonkuivaustestin tulokset ja pohdinta

Autonpurkutesti suoritettiin 24.4.2025, ja sen kokonaiskestoksi muodostui 3 tuntia ja 7 minuuttia. Testissä kaksi purkutyöntekijää purki ajoneuvon rungolle saakka ilman varsinaisia puhdistustoimenpiteitä. Kaikki irrotetut materiaalit lajiteltiin tutkimushankkeen yhteydessä kehitettyjen kierrätysohjeiden mukaisesti. Testiajoneuvosta oli ennen testiä poistettu akku ja nesteet Oili Jalosen autopurkamolla, sillä tarvittavia välineitä – kuten polttoainetankin tyhjennyslaitetta – ei ollut käytettävissä. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

Toimitusjohtaja Veli-Matti Jalosen sekä Oili Jalosen autopurkamon työntekijän mukaan ajoneuvon puhdistamiseen eli kuivaamiseen kuuluu tyypillisesti noin tunti työaika. Testin tulokset tukivat tätä arvioita: ensimmäisen ajoneuvon käsittelyyn kului 47 minuuttia ja toisen 1 tunti 6 minuuttia. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

Kuivausprosessiin kuuluu yleensä myös ilmastointilaitteen tyhjennys, mutta sitä ei testissä voitu kellottaa. Tyhjennys suoritetaan erillisessä hallissa siihen tarkoitetuilla laitteilla ja työ vaatii TUKES:in määrittämän ammattipätevyyden. Testin ajankohtana tarvittavaa henkilöstöä ei ollut paikalla. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

Kahden ajoneuvon otoskoko antaa vain suuntaa antavan arvion työn vaativuudesta ja siihen kuluva ajasta. Kokonaisaika punnitukseen oli 47 minuuttia tai 1 tunti ja 6 minuuttia. Katalysaattorin poistoon kului 3 tai 6 minuuttia ja nesteiden – kuten polttoaineen, moottoriöljyn ja vaihteistoöljyn – poistamiseen 11 tai 22 minuuttia. Tulokset osoittavat, että työajoissa esiintyy merkittävää hajontaa. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

Oili Jalosen työntekijän mukaan normaalin työpäivän aikana käsitellään 6–9 ajoneuvoa, mikä tukee noin tunnin työaika-arvioita per ajoneuvo. Hankalampien tapausten kohdalla määrä voi jäädä neljään ajoneuvoon päivässä. Tyypillisiä työn hidasteita ovat katalysaattorien poistot, erityisesti silloin kun ne sijaitsevat pakosarjan yhteydessä. Tällöin hydraulinen leikkaus ei ole mahdollista ahtauden vuoksi ja moottorin rakenteita joudutaan purkamaan, jotta pulttikiinnikkeisiin päästään käsiksi. Kiinnikkeet ovat usein hapettuneita, mikä lisää työn vaativuutta. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

Olellaisena osana puhdistustyötä on myös työtilojen siisteyden ylläpito. Nesteiden poistamisen yhteydessä hallin lattialle saattaa päätyä roiskeita, jotka on paloturvallisuussyistä siivottava välittömästi. Työaika kuluu lisäksi kaatoaltaiden sekä polttoainetankin tyhjennyslaitteiden tyhjentämiseen ja huoltamiseen. (Autonkuivaustestin pöytäkirja 2025.)

5.5 Hankkeen nykytila ja tulokset

Ajoneuvojen kierrätys muodostaa keskeisen osan kestävästä kehityksestä ja kiertotalouden toteuttamisesta, erityisesti kun otetaan huomioon romuajoneuvojen sisältämät arvokkaat ja mahdollisesti ympäristölle haitalliset materiaalit. Osana laajempaa tutkimushanketta on pyritty kehittämään mm. ajoneuvojen purkuprosessia systemaattisesti, tutkimuksellisesti ja opetuksellisesti. Hankkeen tavoitteena oli muun muassa luoda toimiva purkuhallin konsepti, kehittää näytteenotto- ja dokumentaatiomenetelmiä sekä edistää materiaalien lajittelua ja analysointia. (Hankesuunnitelma 2024.)

Hankkeen tuloksena syntyi kattava nykytilakatsaus autojen elinkaaren loppuvaiheen purkuprosessista Suomessa. Katsaus tarjoaa kokonaisvaltaisen näkemyksen purkutyön eri vaiheista, käytetyistä menetelmistä ja työkaluista sekä purkuun liittyvistä haasteista ja kehitystarpeista. Erityistä huomiota kiinnitettiin purkutyön kustannusrakenteeseen, materiaalien erottelun vaikeuksiin sekä purkuvaiheen riskeihin, jotka ulottuvat ympäristöllisiin taloudellisiin ja sosiaalisiin ulottuvuuksiin. (Akke-hanke, loppuraportti 2025.)

Purkuprosessin keskeisiä haasteita ovat erityisesti sekoitemateriaalien tunnistaminen ja lajittelu, jotka vaikeuttavat tehokasta kierrätystä ja materiaalien uudelleenkäyttöä. Lisäksi purkuvaiheessa syntyvien kustannusten epätasainen jakautuminen vaikuttaa suoraan liiketoiminnan kannattavuuteen. Selvityksessä tunnistettiin myös puutteita purkumenetelmien standardoinnissa sekä materiaalien puhtauden varmistamisessa, mikä heikentää kierrätysmateriaalien hyödynnettävyyttä. (Akke-hanke, loppuraportti 2025.)

Hankkeessa esitettiin konkreettisia ratkaisuehdotuksia purkuvaiheen kehittämiseksi. Näihin kuuluvat automaation ja robotiikan hyödyntäminen purkutyössä, mikä voisi parantaa prosessin tehokkuutta, turvallisuutta ja toistettavuutta. Lisäksi ehdotettiin ohjauskeinojen kehittämistä, joiden avulla voitaisiin tukea kustannustehokkaampaa purkua ja edistää kierrätysmateriaalien hyödyntämistä entistä laajemmin. (Akke-hanke, loppuraportti 2025.)

Katsauksessa tarkasteltiin myös liiketoimintapotentiaalia. Purettujen materiaalien lajittelu, tunnistaminen, varastointi ja kuljetus muodostavat keskeisen osan kierrätysketjua, jonka toimivuus vaikuttaa suoraan kierrätysmateriaalien hyödynnettävyyteen ja uusien tuotteiden kierrätettävyyteen. Selvityksessä tuotettiin tietoa myös purkuautojen vastaanottopisteistä, käytännöistä eri toimijoiden välillä sekä kierrätysmateriaalien määristä, laadusta ja puhtaudesta. (Akke-hanke, loppuraportti 2025.)

Yhteistyössä alan yritysten ja organisaatioiden kanssa toteutettu hanke tarjoaa arvokasta tietoa autojen End of Life -vaiheen nykytilasta ja toimii lähtökohtana purkuprosessin kehittämiseksi kohti entistä kestävämpää, kannattavampaa ja kannattavampaa kiertotaloutta. (Akke-hanke, loppuraportti 2025.)

5.5.1 Purkuhallin suunnittelu ja rakentaminen

Purkuhallin pilotti suunniteltiin ja rakennettiin Turun ammatti-instituutin Peltolan yksikön ajoneuvoalan tiloihin, tyhjäksi jääneeseen raskaan kaluston pesuhalliin. Hallin layout suunniteltiin Siemens NX -ohjelmistolla Turun ammattikorkeakoulun kiertotalouden ja konetekniikan harjoittelijoiden toimesta. Halliin sijoitettiin ajoneuvonostin sekä työkaluvaunut ammatti-instituutin toisesta hallista ja materiaalien jaekontit, jotka toimitettiin yhteistyökumppaneilta Oili Jalonen Oy:ltä ja Stena Recycling Oy:ltä. Ajoneuvot kuljetettiin purkuhalliin ja sieltä pois Oili Jalosen logistiikan toimesta ja puretut rungot päätyivät Stena Recycling:in Porin Tahkoluodossa sijaitsevaan murskauslaitokseen.



Kuva 10. Purkuhallin pilotti Turun ammatti-instituutilla.

5.5.2 Koepurku ja tutkimustoiminta

Hankkeen esivalmisteluvaihe käynnistyi kesällä 2024 Oili Jalosen autopurkamolla, jossa Turun AMK:n Kiertotalouslabran kesäharjoittelijat suorittivat koepurkua romuajoneuvoille ja dokumentoivat prosessin tarkasti. Syksyllä 2024 ajoneuvojen koepurkua jatkettiin Turun ammatti-instituutin tiloihin suunnitellussa purkuhallin pilotissa. Ajoneuvojen purkamisen ohella käynnistettiin materiaalitutkimus, erityisesti muovi- ja tekstiiliosien osalta. Näytteenotto kohdistui erityisesti muoveihin ja tekstiileihin, joiden materiaaleista haluttiin saada käsitystä sekä mahdollisesti niiden sisältämistä kemikaaleista. Kemikaaleista, jotka tiettävästi rajoittaisivat materiaalien kierrätystä merkittävästi. Näytteet kerättiin systemaattisesti, pakattiin ja luetteloitiin Excel-tietokantaan.

Näytteenoton suunnittelussa hyödynnettiin ympäristöministeriön Pysyvien orgaanisten yhdisteiden esiintyvyys, tunnistaminen ja erottaminen muovijätteistä raporttia (2015). Ympäristöministeriön raportin mukaan bromattuja palonestoaineita on havaittu muun muassa penkkien selkänojissa ja taustoissa, ovi- ja kattopaneeleissa, lattiamatoissa, hattuhyllyissä, takakontin rakenteissa sekä moottoritilan äänieristeissä. Vaikka näiden aineiden käyttö on

osittain kielletty, mittaustuloksia niiden pitoisuuksista on saatavilla vain rajallisesti. Erityisesti kiellettyjen yhdisteiden, kuten c-PeBDE:n ja c-OBDE:n, esiintyvyydestä ei ole kattavaa tietoa. (Pysyvien orgaanisten yhdisteiden esiintyvyys, tunnistaminen ja erottaminen muovijätteistä 2015, 51)

Palosuojattua muovia on tunnistettu ajoneuvojen muovisissa ja kankaisissa osissa, pehmusteissa (esimerkiksi PUR-vaaho) sekä elektroniikan piirikorteissa. Bratlandin ym. (2012) tutkimuksessa on raportoitu bromin esiintyvyyttä eri ajoneuvojen osissa seuraavasti: takapenkin taustoissa bromia esiintyi 50 %:ssa näytteistä, joista 13 % ylitti 2500 mg/kg pitoisuuden. Etuistuimissa bromia havaittiin 84 %:ssa näytteistä, ja etuistuimen selkänojissa 78 %:ssa. Myös ovipaneeleissa, lattiamatoissa, sisäkatossa, hattuhyllyssä ja moottoritilan äänieristeissä esiintyi bromia vaihtelevin pitoisuuksin. (Pysyvien orgaanisten yhdisteiden esiintyvyys, tunnistaminen ja erottaminen muovijätteistä 2015, 50.)

Ajoneuvojen alkuperä vaikuttaa merkittävästi bromipitoisuuksiin Ympäristöministeriön raportin mukaan (2015). Aasialaisvalmisteisissa autoissa istuimien bromipitoisuudet olivat huomattavasti korkeampia kuin eurooppalaisissa malleissa. Laboratorionäytteissä bromi tunnistettiin c-DBDE:ksi, joka on sallittu yhdiste, mutta myös HBCD:tä havaittiin erityisesti moottoritilan äänieristeissä. Kiellettyjen yhdisteiden, kuten c-PeBDE:n ja c-OBDE:n, esiintymisestä ei ole kattavaa laboratoriotietoa, vaikka niiden käyttöä on dokumentoitu esimerkiksi ABS-muovien suojauksessa. (Pysyvien orgaanisten yhdisteiden esiintyvyys, tunnistaminen ja erottaminen muovijätteistä 2015, 50.)

Näiden tietojen perusteella näytteenotto suunniteltiin kohdistumaan ajoneuvojen osiin, joissa bromattujen palonestoaineiden esiintyminen on todennäköisintä. Näytteet otettiin seuraavista kohdista:

- Kuskin ja apukuskin penkkien istuinosa ja selkänojat
- Takapenkin istuinosa ja selkänoja
- Lattiaverhoilu

- Kattoverhoilu
- Etu- ja takapuskurit
- Kojelauta
- Hattuhylly
- Ovenkahva
- Varoituskolmio
- Muovinen sisälokasuoja

Näytteiden kooksi määritettiin matkapuhelimen kokoinen pala. Penkeistä pyrittiin ottamaan sekä pintatekstiiliä että pehmustetta, sillä bromiyhdisteitä esiintyy erityisesti PUR-vaahtopehmusteissa. Muoviosista ja verhoiluista näytteet otettiin kohdista, joissa materiaalimerkinnot olivat näkyvissä. Kojelaudasta valittiin näyte silmämääräisesti suurimmasta muovialueesta.

Otetut näytteet analysoitiin Turun ammattikorkeakoulun Uudet materiaalit ja prosessit tutkimusryhmässä, käyttäen FTIR- (Fourier-muunnos-infrapunaspektroskopia) ja TGA- (Termogravimetrinen analyysi) laitteita. Näillä menetelmillä saatiin materiaalinäytteistä todennäköisimmät vaihtoehdot materiaalien sisällöistä. Tulosten perusteella voitiin mm. todeta, että tekstiilien ja erilaisten monikerroskomponenttien, kuten istuinmateriaalien kierrätys ei ole taloudellisesti mahdollista, sillä niiden kierrätys on niin hankalaa. Toisaalta isompien muoviosien, kuten puskureiden kierrätys voisi olla helpompaa, jo niissä olevien materiaalimerkintöjen vuoksi. Suurimpien homogeenisten materiaalivirtojen löytämisellä voitaisiin vastata jopa lainsäädännön kierrätysvaatimukseen. (Akke-hanke, loppuraportti 2025)

Tällä näytteenottostrategialla pyrittiin mahdollistamaan kattavaa analyysia ja ymmärrystä todennäköisimmistä materiaalisällöistä muovi- ja tekstiiliosissa. Ympäristöministeriön POP-jätteen tunnistusoppaan (2023) mukaan pysyvien orgaanisten yhdisteiden (POP-yhdisteiden) tarkka tunnistaminen edellyttää kuitenkin kehittyneempiä laboratoriomenetelmiä, kuten kaasukromatografiamassaspektrometriaa (GC-MS). Tämä menetelmä perustuu yhdisteiden erottamiseen ja analysointiin sekä se tarjoaa erittäin tarkan tunnistuksen. Menetelmänä se on kuitenkin hidas, kallis ja vaatii aina näytteen

tuhoamisen, joten se soveltuisi lähinnä yksittäisiin erityistutkimuksiin eikä olisi sovellettavissa laajamittaiseen teolliseen käyttöön. Bromia sisältävien muovien tunnistamisessa voidaan käyttää myös käsikäyttöistä röntgenfluoresenssianalysaattoria (XRF), mutta tulkintaa voi vaikeuttaa se, että bromi voi olla peräisin muista kuin POP-yhdisteistä. (POP-jätteen käsittelyopas 2024, 92–93. POP-jätteen tunnistusopas 2023, 46.)

5.5.3 Dokumentointi ja digitalisaatio

Alkuvaiheessa dokumentointi toteutettiin käsin laminoiduille lomakkeille. Myöhemmin hankkeeseen rekrytoitiin tietotekniikan harjoittelijoita, jotka kehittivät sähköisen lomakejärjestelmän. Purkuhalliin hankittiin kannettava tietokone, tarratulostin ja liikuteltava työtaso. Lomakkeet siirsivät tiedot automaattisesti Excel ja Sharepoint-tietokantaan. Lisäksi aloitettiin virallisen SQL-tietokannan rakentaminen, joka yhdistää ajoneuvojen runkonumerot punnitustietoihin ja materiaalikoostumuksiin. Tietoja pyritään integroimaan Suomen Autokierrätys Oy:n hallinnoimaan DELV-järjestelmään.

5.5.4 Purkumenetelmien kehittäminen

Ajoneuvojen purkumenetelmiä testattiin laajasti. Esimerkiksi laminoidun lasin poistoon kokeiltiin mm. tiivisteleikkuria, puukkosahaa ja induktiolaitetta. Karkaistun lasin poistossa vakiintui menetelmä, jossa ovet irrotettiin ja lasit rikottiin hallitusti keräysastiaan. Menetelmien arvioinneissa korostuivat turvallisuus, tehokkuus ja materiaalien puhtausaste.

Purkutestissä huhtikuussa 2025 yksi ajoneuvo purettiin tulevan EU-asetuksen vuoden 2023 version mukaisesti. Testi osoitti, että asetuksen mukainen purku on mahdollista, mutta vaatii selkeitä ohjeita ja riittävää välineistöä. Purkutestissä havaittiin, että linjastomainen työskentely, jossa ajoneuvo liikkuu ja työntekijät pysyvät paikoillaan, olisi tehokkaampi kuin nykyinen toimintamalli.

5.5.5 Materiaalien lajittelu ja LEAN-prosessi

Stena Recyclingin antaman koulutuksen myötä materiaalien lajittelu tehostui. Kuparikaapelit, sähkömoottorit, SER-jae, alumiini, akut, renkaat, katalysaattorit, nesteet, teräs, karkaistu lasi, laminoitu lasi ja muovit lajiteltiin erikseen. Purkuhallissa toteutettiin LEAN-prosessi, jonka tuloksena halli järjesteltiin uudelleen, hankittiin uusia astioita ja kaapistoja sekä parannettiin työergonomiaa ja turvallisuutta.



Kuva 11. Materiaalien lajitteluastioita ja LEAN-prosessi.

5.5.6 Opetuksellinen näkökulma ja ohjeistuksen kehittäminen

Purkuhalli toimi opetuslustana ajoneuvoasentajaopiskelijoille ja insinööriopiskelijoille. Turun ammattikorkeakoulun kiertotalouslabran opiskelija-assistentit tukivat purkutoimintaa, mutta ajoneuvotekniikan osaamisen puute rajoitti ohjausta. Ohjeistuksen kehittäminen, opetusvideoiden suunnittelu ja dokumentaation digitalisointi olivat keskeisiä toimenpiteitä opetuksen tueksi.

Purkuohjeiden laatiminen nousi keskeiseksi kehityskohteeksi.

Ajoneuvomerkkien ja mallien kirjavuus sekä osien kiinnitystapojen vaihtelu vaikeuttivat purkamisen vakiointia. Ohjeiden avulla pyrittiin parantamaan työturvallisuutta, materiaalien tunnistamista ja lajittelua. Turun AMK:n kiertotalouslabran harjoittelijat yhteistyössä hankkeen sidosryhmien kanssa laativat tiettävästi Suomen ensimmäiset ELV-ajoneuvojen purkuohjeet, jotka

sisälsivät ohjeet tekniikan poistamiseen, materiaalien tunnistamiseen ja lajitteluun, sekä näytteenottoon ja turvallisuuteen.

5.5.7 Tulevaisuuden näkymät

Tuleva EU:n ajoneuvojen kiertotalousasetus tuo merkittäviä mahdollisuuksia ajoneuvojen purkuprosessin kehittämiseen. Yksi keskeisistä parannuksista on odotettavissa valmistajilta saatavan tiedon lisääntyminen, erityisesti purkuohjeiden ja materiaalitietojen osalta. Tämä helpottaa merkittävästi ajoneuvojen rakenteiden ymmärtämistä ja tukee tehokasta purkua sekä syntypaikkalajittelua.

Tutkimushankkeen havainnot osoittavat, että ajoneuvojen rakenteisiin liittyvä valmistajakohtainen tieto on kriittinen edellytys purkuprosessin tehostamiselle. Ilman tarkkaa tietoa materiaaleista ja komponenttien sijoittelusta purku jää helposti tehottomaksi, mikä heikentää kierrätyksen laatua ja taloudellista kannattavuutta.

Hankkeen pohjalta käynnistettiin uusia hankeaihoita, joiden tavoitteena on jatkaa ajoneuvojen materiaalien kierrätyksen ja osien uudelleenkäytön kehittämistä. Kehitystyö ei rajoitu yksittäisiin toimijoihin, vaan kattaa koko ekosysteemin – aina materiaalien hyödyntäjistä komponenttien uudelleenkäyttäjiin. Tämä kokonaisvaltainen lähestymistapa on välttämätön, jotta kiertotalouden periaatteet voidaan toteuttaa tehokkaasti ja kestävästi ajoneuvoalalla.

5.6 Asiantuntijahaastattelut

Tämän opinnäytetyön tulokset nousevat osittain kehityshankkeesta, jonka yhteydessä järjestettiin puolistrukturoituja asiantuntijahaastatteluita. Aineisto kerättiin syksyllä 2024 ja keväällä 2025. Listaus haastateltujen edustamista yrityksistä ja organisaatioista löytyy liitteestä 2. Haastateltavien antamat lausunnot ovat tässä työssä anonyymejä, liitteen 2 listaus haastatelluista ei

noudata vastausjärjestystä ja kaikki tulokset ovat järjestetty teemoittain. Tämän opinnäytetyön laatija on vastannut kaikkien tehtyjen asiantuntijahaastattelujen litteroinneista eikä alkuperäistä materiaalia luovuteta, ilman asianosaisten kirjallista lupaa. Seuraavaksi kooste haastatteluiden vastauksista.

Autonpurku ja materiaalien erottelua

- Purku tapahtuu pääosin autopurkamoilla, joiden ydinliiketoiminta on varaosamyynti, mutta käytännöt vaihtelevat.
- Haamuajoneuvot ovat suuri haaste: ajoneuvoja viedään EU:n ulkopuolelle ilman rekisteristä poistoa.
- Materiaalien erottelu on puutteellista. Alumiinivanteet, varaosat, kuparijohdot ja nesteet erotellaan, mutta muovit ja lasit menevät usein murskaukseen tai sekajätteeseen.
- POP-yhdisteet aiheuttavat suuria haasteita muovien kierrätyksessä.
- POP-yhdisteet ovat suuri haaste, niiden tunnistaminen murskasta on lähes mahdotonta.
- Kaikki muovit menevät samaan astiaan, koska niiden koostumusta ei tunneta.
- Purkuohjeet ovat saatavilla valmistajilta, mutta niiden jakaminen ei ole ilmaista.

Raportointi ja tietojärjestelmät

- Raportointi ELY:lle, YLVA:an ja VAHTI-järjestelmään on hajanaista ja teknisesti ongelmallista.
- IDIS-, DELV- ja monet kaupalliset tietokannat eivät keskustele välttämättä keskenään, mikä vaikeuttaa tiedon hyödyntämistä ja varaosien myyntiä.
- Tarve materiaalihohtamisjärjestelmälle, joka seuraisi materiaalien laatua ja kiertoa koko elinkaaren ajan.

Uudelleenkäyttö ja kierrätys

- Uudelleenkäyttöä ei raportoida riittävästi, vaikka se on keskeinen osa kiertotaloutta.
- Tehdaskunnostetut osat (moottori, vaihteistot) nähdään potentiaalisina, mutta käytännöt niiden hyödyntämiseen puuttuvat.
- Lainsäädäntö ja markkinat ohjaavat kierrätysmateriaalien käyttöä, mutta investointien kannattavuus on haaste.
- Ruotsissa lunastetut ajoneuvot menevät autopurkamoille, mikä parantaa varaosien saatavuutta.
- Suomessa lunastetut ajoneuvot menevät huutokauppoihin, osa ulkomaille – varaosat eivät jää Suomeen.
- Vakuutusyhtiöiden rooli on keskeinen, he voivat ohjata lunastetut ajoneuvot purkamoille.

Sähköautot ja tulevaisuuden teknologiat

- Sähköautot tuovat turvallisuus- ja materiaalimuutoksia (enemmän kuparia, vähemmän korjattavia osia). Lisää uusia vaatimuksia ja investointitarpeita.
- Sähköajoneuvojen kriittiset materiaalit (esim. moottoreissa) tulisi saada kiertoon – teknologia ei vielä riitä.
- Akkujen arvo todennäköisesti kattaa niiden irrotuskustannukset.
- Vastaanottopisteiden kapasiteetti sähköautojen käsittelyyn on rajallinen.
- Automaation ja tekoälyn rooli purkamisessa kasvaa, mutta se voi myös vähentää työpaikkoja.

Lainsäädäntö ja EU-säätely

- EU:n säätely tiukkenee nopeasti, erityisesti akkujen ja muovien osalta.
- Uusi ELV-asetus tuo vaatimuksia mm. kierrätysmuovin käytöstä uusissa autoissa.
- Tarve kansalliselle yhteistyölle ja poliittiselle vaikuttamiselle korostuu.

- Ajoneuvodata ja purkuohjeet kuuluvat liikenneministeriön vastuulle, kierrätys ympäristöministeriölle.
- Ajoneuvovalmistajien velvoitteet kasvavat; ohjeet purkuun, haitta-aineiden merkinnät, osien suunnittelu kierrätettäväksi.
- Haamuajoneuvojen vienti EU:n ulkopuolelle pyritään estämään.

Ehdotuksia ja kehityskohteita

- **Purkuohjeiden ja tietokantojen kehittäminen:** IDIS:n kaltaiset järjestelmät tulisi integroida DELV:iin ja varaosakauppoihin. Keskitetty purkuohjejärjestelmä, joka tukee riippumattomia toimijoita.
- **Uudelleenkäytön edistäminen:** purkamot voisivat lähettää osia kunnostettavaksi ja myydä ne tehdastakuulla.
- **Pohjoismainen hankintarengas** ehdotetaan ratkaisuksi varaosien saatavuuden parantamiseksi.
- **Materiaalien seuranta:** virtuaalinen ja fyysinen seuranta tulisi yhdistää, jotta materiaalivirrat voidaan osoittaa.
- **Markkinaohjautuvuus:** kierrätysmateriaalien käyttöä voitaisiin edistää taloudellisilla kannustimilla, kuten neitseellisen materiaalin hinnan nostolla.
- **Tarve kahdelle käsittelylinjastolle:** ELV (romuautot) ja TLV (lunastetut autot)

Mahdollisia jatkotoimia

- Tutkia materiaalivirtojen läpinäkyvyyttä ja kehittää ennakoivaa tietopohjaa purkamoille.
- Selvittää varaosien kysyntää ja sen vaikutusta ajoneuvojen hankintaan purkamoilla.
- Kartoittaa vakuutusyhtiöiden roolia kierrätyksen ohjaamisessa.

5.6.1 Asiantuntijahaastatteluiden tulosten pohdinta

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan autokierrätyksen nykytilaa, haasteita ja mahdollisuuksia Suomessa. Opinnäytetyön otsikosta muodostuvat myös opinnäytetyön tutkimuskysymykset;

5.6.2 Nykytila.

Asiantuntijahaastatteluiden perusteella autonpurku tapahtuu pääosin autopurkamoiilla, joiden ydinliiketoiminta on varaosamyynti. Purkamoiden ja murskaamoiden välinen työnjako ei välttämättä kuitenkaan ole selkeä, etenkin, mikäli materiaalien erottelu on puutteellista: alumiini, kupari ja nesteet erotellaan, mutta muovit ja lasit päätyvät usein sekajätteeseen. Valtioneuvoston asetuksella romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa (123/2015) liitteessä 2 säädetään romuajoneuvojen esikäsitteilyä koskevia vähimmäisvaatimuksia, jonka kohdassa 4 vaaditaan lasin sekä isojen muoviosien poistoa ennen murskausta, jos niiden materiaaleja ei eroteta murskaamisessa siten, että ne voidaan tehokkaasti kierrättää materiaaleina. Isojen muoviosien esimerkkeinä annetaan puskurit, kojelauta ja nestesäiliöt. Haastatteluiden ja hankkeen myötä tehtyjen havaintojen perusteella näin ei kuitenkaan valtakunnallisesti toimita, sillä muovit ja lasit päätyvät poikkeuksetta polttoon eli energiana hyödyntämiseen.

Romuajoneuvojen purkuohjeet ovat saatavilla ajoneuvojen valmistajilta, mutta niiden jakaminen ei ole ilmaista, mikä rajoittaa tiedon saatavuutta.

Tietojärjestelmien hajanaisuus vaikeuttaa kierrätyksen hallintaa. Ajoneuvojen valmistajien hallinnoima IDIS- ja Suomen Autokierrätys Oy:n DELV-tietokannat eivät keskustele keskenään, mikä heikentää tiedon hyödyntämistä ja varaosien myyntiä. Raportointi viranomaisille, kuten ELY-keskuksille ja VAHTI-järjestelmään, on teknisesti ongelmallista ja epäyhtenäistä.

5.6.3 Haasteet.

Haastatteluiden perusteella yksi suurimmista haasteista on niin sanottujen haamuajoneuvojen vienti EU:n ulkopuolelle ilman rekisteristä poistoa. Tämä ilmiö vaikeuttaa kierrätyksen valvontaa ja vähentää kotimaassa saatavilla olevien varaosien määrää. Saatavilla olevien varaosien määrää vähentää myös lunastettujen ajoneuvojen huutokauppaaminen Suomen ulkopuolelle. Tässä vakuutusyhtiöiden ohjaukskeinot nähdään merkittävänä. Lisäksi POP-yhdisteet (pysyvät orgaaniset yhdisteet) aiheuttavat merkittäviä ongelmia muovien kierrätyksessä, sillä niiden tunnistaminen murskasta on lähes mahdotonta.

Sähköautojen yleistyminen tuo mukanaan uusia turvallisuus- ja materiaalivaatimuksia. Sähköajoneuvoissa käytetään enemmän kuparia ja vähemmän korjattavia osia, mikä muuttaa purkutyön luonnetta. Akkujen kierrätys on teknologisesti haastavaa, vaikka niiden arvo todennäköisesti kattaa irrotuskustannukset. Vastaanottopisteiden kapasiteetti sähköautojen käsittelyyn on kuitenkin rajallinen.

5.6.4 Mahdollisuudet.

Asiantuntijahaastatteluiden perusteella autokierrätyksen kehittämisessä on tunnistettu useita potentiaalisia ratkaisuja. Tietokantojen integrointi ja keskitetyn purkuohjejärjestelmän luominen tukisivat riippumattomia toimijoita ja parantaisivat tiedon saatavuutta. Uudelleenkäytön edistäminen, esimerkiksi tehdaskunnostettujen osien myynti tehdastakuulla, voisi lisätä kierrätyksen kannattavuutta ja osien saatavuutta.

Pohjoismainen hankintarengas on ehdotettu ratkaisuksi varaosien saatavuuden parantamiseen. Materiaalien seuranta tulisi yhdistää virtuaalisesti ja fyysisesti, jotta materiaalivirrat voidaan osoittaa läpinäkyvästi. Taloudelliset kannustimet, kuten neitseellisen materiaalin hinnan nostaminen, voisivat ohjata markkinoita kierrätysmateriaalien käyttöön.

EU:n sääntely, erityisesti ELV-asetus, tuo uusia vaatimuksia kierrätysmuovin käytöstä uusissa autoissa. Kansallinen yhteistyö ja poliittinen vaikuttaminen korostuvat sekä ajoneuvovalmistajien velvoitteet kasvavat muun muassa purkuohjeiden ja haitta-aineiden merkintöjen osalta.

5.6.5 Johtopäätökset.

Autokierrätyksen kehittäminen Suomessa edellyttää kokonaisvaltaista lähestymistapaa, jossa yhdistyvät teknologinen kehitys, lainsäädännön uudistaminen ja markkinaohjaus. Haasteet, kuten haamuajoneuvot, tietojärjestelmien hajanaisuus ja sähköautojen käsittely, ovat ratkaistavissa yhteistyöllä ja investoinneilla. Kierrätyksen tehostaminen ei ainoastaan tue ympäristötavoitteita, vaan myös vahvistaa kotimaista varaosamarkkinaa ja materiaalien saatavuutta.

6 Ajoneuvojen kierrätyksen haasteiden – mahdollisuuksien suhde uuteen ajoneuvojen kiertotalousasetukseen

Ajoneuvojen kierrätys on monivaiheinen prosessi, jossa yhdistyvät tekniset, taloudelliset ja lainsäädännölliset näkökulmat. Tämä luku kokoaa yhteen keskeiset haasteet ja mahdollisuudet, jotka liittyvät ajoneuvojen purkuun, materiaalien kierrätettävyyteen, osien uudelleenkäyttöön sekä kiertotalousasetuksen vaikutuksiin.

6.1 Ajoneuvojen materiaalien kierrätettävyyden mahdollisuudet

Ajoneuvojen materiaalien kierrätettävyyden nousu on noussut keskeiseksi teemaksi EU:n kiertotalousstrategiassa ja sen merkitys korostuu erityisesti romuajoneuvojen käsittelyssä. Ajoneuvojen rakenteet sisältävät yhä enemmän kehittyneitä komposiittimateriaaleja, kuten alumiiniseoksia, hiilikuitua ja muoveja, joiden kierrätettävyys vaihtelee merkittävästi. Lainsäädäntö, kuten romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY ja valtioneuvoston asetus 123/2015, edellyttävät, että ajoneuvojen massasta vähintään 85 % on kierrätettäviä ja 95 % hyödynnettäviä. Uusi ajoneuvojen kiertotalousasetuksen luonnos (2025) kiristää vaatimuksia entisestään, mm. kierrätysmuovin sekoitevelvoitteella ja komponenttien pakollisella poistolla ennen murskausta.

6.1.1 Muoviosien kierrätettävyys – irrotus ennen murskausta

Ajoneuvojen muoviosat muodostavat merkittävän osan romuajoneuvon kokonaismassasta ja niiden kierrätyspotentiaali voi olla huomattava, mikäli osat erotellaan ja käsitellään asianmukaisesti ennen murskausta. Kehityshankkeen koepurkutestien perusteella suurimmat yksittäiset muovikomponentit olivat puskurit, kojelaudat, ovipaneelit, verhoilut ja polttoainesäiliöt.

Ympäristöministeriön POP-jätteen tunnistusopas (2023) ja POP-jätteen käsittelyopas (2024) korostavat, että muoviosat, joiden tiedetään sisältävän pysyviä orgaanisia yhdisteitä (POP-yhdisteitä), tulee mahdollisuuksien mukaan poistaa ennen murskausta. POP-yhdisteitä, kuten bromattuja palonestoaineita (esim. deka-BDE, HBCDD), esiintyy erityisesti seuraavissa muoviosissa:

- Kojelaudat ja keskikonsolit
- Ovipaneelit ja sisäverhoilut
- Penkkien polyuretaanivaahdot ja taustarakenteet
- Polttoainejärjestelmän muovikomponentit
- Elektroniikkakomponenttien koteloinnit (ABS/HIPS-muovit)

Näiden osien kierrättäminen materiaalina on sallittua vain, jos POP-yhdisteiden pitoisuudet jäävät alle asetuksen (EU) 1021/2019 raja-arvojen (POP-jätteen käsittelyopas 2024, 92–93). Mikäli pitoisuuksia ei voida osoittaa riittävän alhaisiksi, osat on ohjattava polttoon tai muuhun POP-yhdisteiden tuhoamiseen soveltuvaan käsittelyyn (POP-jätteen tunnistusopas 2023, 18).

Valtioneuvoston asetus 123/2015 edellyttää, että ennen murskausta ajoneuvosta poistetaan isot muoviosat, kuten puskurit, kojelaudat ja nestesäiliöt, mikäli niiden materiaalit eivät erotu murskauksessa siten, että ne voidaan tehokkaasti kierrättää (Valtioneuvoston asetus 123/2015, liite 2, kohta 4). Kehityshankkeen purkutestien perusteella havaittiin, että näiden osien irrottaminen on teknisesti mahdollista, mutta vaatii selkeitä ohjeita, riittävää välineistöä ja työergonomian huomioimista (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025).

Kierrätyksen kannalta potentiaaliset muoviosat, jotka tulisi irrottaa ennen murskausta:

- **Puskurit:** Suurikokoisia, usein homogeenista PP- tai PE-muovia, kierrätyskelpoisia.
- **Kojelaudat:** Monikerrosrakenteisia, mutta sisältävät merkittäviä määriä muovia, joiden kierrätys voi olla mahdollista materiaalimerkintöjen avulla.
- **Polttoainesäiliöt:** Usein HDPE-muovia, kierrätettävissä, mutta vaativat puhdistuksen.

- **Ovipaneelit ja sisäverhoilut:** Sisältävät usein bromattuja yhdisteitä, mutta voivat olla kierrätettävissä, jos POP-pitoisuudet alittavat raja-arvot.
- **Moottoritilan muoviosat:** Esimerkiksi suojakotelot ja letkut, jotka voivat olla homogeenista muovia.
- **Elektroniikkakotelot:** ABS- ja HIPS-muoveja, joiden kierrätys edellyttää POP-yhdisteiden tunnistamista.

Ympäristöministeriön oppaiden mukaan muovien kierrätyksen onnistuminen edellyttää materiaalien puhtautta, homogeenisuutta ja POP-yhdisteiden poissulkemista (POP-jätteen tunnistusopas 2023, 35–36). Bromia sisältävien muovien tunnistamiseen voidaan käyttää XRF-analysaattoreita, mutta tulkinta vaatii varmuuden siitä, ettei bromi ole peräisin sallituista lähteistä (POP-jätteen käsittelyopas 2024, 93).

Kehityshankkeen tulosten perusteella syntypaikkalajittelu ja manuaalinen irrotus ovat kriittisiä vaiheita, jotka mahdollistavat muovien ohjaamisen kierrätykseen tai asianmukaiseen käsittelyyn. Teollisen mittakaavan purkulinjastot, joissa muoviosat erotellaan systemaattisesti, voivat parantaa kierrätysmateriaalien laatua ja vähentää ympäristöriskejä (AKKE-hanke, loppuraportti 2025).

6.1.2 Lasimateriaalin kierrätettävyys – irrotus ennen murskausta

Ajoneuvojen lasimateriaalit, erityisesti tuulilasit ja karkaistut sivuikkunat, muodostavat kierrätyksen kannalta merkittävän materiaalivirran, jonka hyödyntäminen edellyttää huolellista esikäsittelyä ja syntypaikkalajittelua. Lasimateriaalin puhtausasteella on ratkaiseva merkitys sen kierrätuskelpoisuudelle (Koepurkuraportti 2024).

Valtioneuvoston asetus 123/2015 edellyttää, että romuajoneuvoista tulee poistaa lasit ennen murskausta, mikäli niitä ei voida erotella murskausprosessissa siten, että ne voidaan tehokkaasti kierrättää (Valtioneuvoston asetus 123/2015, liite 2, kohta 4). Käytännössä tämä vaatimus ei ole Suomessa toteutunut valtakunnallisesti ja lasit päätyvät usein murskaukseen tai sekajätteeseen.

EU:n kiertotalousasetuksen luonnos (2025) tuo lasin käsittelyyn uusia vaatimuksia. Luonnoksen liitteen 7 C-osa edellyttää, että vähintään 70 % tuulilaseista sekä taka- ja sivuikkunoista, mukaan lukien kattoikkunat, on poistettava ennen murskausta (Euroopan neuvosto 2025, 172–173). Lisäksi liitteen 7 F-osa määrittelee, että romuajoneuvoista poistettu lasi on kierrätettävä vähintään pakkauslasiksi, lasikuiduksi tai muuhun vastaavaan käyttötarkoitukseen (Euroopan neuvosto 2025, 176).

Kierrätyksen kannalta potentiaaliset lasiosat, jotka tulisi irrottaa ennen murskausta:

- **Tuulilasit:** Laminoitua lasia, voidaan irrottaa puukkosahalla ehjänä.
- **Karkaistut sivuikkunat:** Voidaan kerätä murskana, mikäli rikkominen tapahtuu hallitusti.
- **Lasien tiivisteet ja kalvot:** On eroteltava, sillä ne voivat heikentää lasimateriaalin puhtautta.

Lasimateriaalin kierrätyksen onnistuminen edellyttää, että ne erotellaan puhtaina ja mahdollisimman ehjinä. Kehityshankkeen tulokset osoittavat, että syntypaikkalajittelu ja manuaalinen irrotus ovat teknisesti mahdollisia ja taloudellisesti kannattavia, mikäli työmenetelmät ja välineet optimoidaan. Lasin kierrätys tukee EU:n kiertotaloustavoitteita ja vähentää neitseellisten raaka-aineiden käyttöä.

6.1.3 Kuparin kierrätyspotentiaali – irrotus ennen murskausta

Kupari on yksi arvokkaimmista materiaaleista romuajoneuvoissa ja sen kierrätys tarjoaa merkittäviä ympäristöllisiä ja taloudellisia hyötyjä. Ajoneuvojen sähköistyminen lisää kuparin käyttöä erityisesti johdinsarjoissa, sähkömoottoreissa ja elektroniikkakomponenteissa. Kuparin tehokas talteenotto edellyttää, että se erotellaan ajoneuvosta jo syntypaikalla ennen murskausta, sillä murskausprosessissa johdinsarjat ja pienet kupariosat voivat sekoittua muihin jakeisiin ja heikentää kierrätysmateriaalin laatua (AKKE-hanke, loppuraportti 2025).

Valtioneuvoston asetus 123/2015 velvoittaa, että romuajoneuvoista tulee poistaa kuparia sisältävät metalliosat ennen murskausta, mikäli niitä ei voida erotella murskausprosessissa tehokkaasti (Valtioneuvoston asetus 123/2015, liite 2, kohta 4). Tämä vaatimus korostuu entisestään EU:n kiertotalousasetuksen luonnoksessa (2025), jossa liitteen 7 C-osa määrittelee johdinsarjat ja sähkökomponentit osiksi, jotka on poistettava ennen murskausta (Euroopan neuvosto 2025, 172–173).

Kierrätyksen kannalta potentiaaliset kupariosat, jotka tulisi irrottaa ennen murskausta:

- **Johdinsarjat ja kaapeloinnit:** Pääjohdinsarjat, sisätiloista, ovista, kojelaudasta ja moottoritulasta.
- **Sähkömoottorit ja generaattorit:** Sisältävät merkittäviä määriä kuparia.
- **Sulakerasiat ja ohjausyksiköt:** Vaativat tarkkuutta ja osaamista purkamisessa.
- **ABS-tunnistimet ja anturit:** Sisältävät kuparijohtimia, jotka voidaan erotella.
- **Invertterit ja DC/DC-muuntimet:** Erityisesti sähköajoneuvoissa.

Kuparin kierrätyksen onnistuminen edellyttää, että osat erotellaan puhtaina ja ehjinä ja että ne ohjataan suoraan metallinkierrätykseen. Kehityshankkeen tulokset osoittavat, että syntypaikkalajittelu ja manuaalinen irrotus ovat teknisesti mahdollisia, mutta vaativat selkeitä ohjeita, riittävää välineistöä ja työergonomian huomioimista. Teollisen mittakaavan purkulinjastot, joissa kupariosat erotellaan systemaattisesti, voivat parantaa kierrätysmateriaalien laatua ja vähentää neitseellisten raaka-aineiden käyttöä.

6.1.4 Mitä materiaalien kierrätettävyyden parantaminen edellyttää

- **Purkuohjeiden saatavuuden parantamista:** Valmistajien IDIS-järjestelmä tulisi integroida kansallisiin tietokantoihin, kuten DELV:iin.

- **Materiaalien tunnistamisen kehittämistä:** XRF-analysaattorit ja FTIR-analyysit voivat tukea lajittelua, mutta POP-yhdisteiden tunnistus vaatii edelleen laboratoriotestejä.
- **Purkuprosessin standardointia ja automatisointia:** Teollisen mittakaavan purkulinjastot, robotiikka ja LEAN-prosessit voivat parantaa tehokkuutta ja materiaalien puhtautta.
- **Lainsäädännön toimeenpanoa ja valvontaa:** Esikäsittelyvaatimusten, kuten komponenttien ja vaarallisten aineiden poiston, tulee toteutua käytännössä ennen murskausta.

Yhteenvetona voidaan todeta, että ajoneuvojen materiaalien kierrätettävyys on teknisesti mahdollista, mutta sen toteutuminen vaatii selkeitä ohjeita, investointeja ja yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Kehityshankkeen tulokset osoittavat, että kierrätyksen laatu ja tehokkuus voidaan parantaa merkittävästi, kun materiaalit erotellaan syntypaikalla, dokumentoidaan digitaalisesti ja ohjataan puhtaina jatkokäsittelyyn.

6.2 Ajoneuvojen purkamisen kustannukset kierrätyksen näkökulmasta

Ajoneuvojen purkuvaihe on kierrätyksen kannalta kriittinen mutta kustannuksiltaan haastava osa prosessia. Kehityshankkeen purkutestien mukaan yhden ajoneuvon purku kesti kahdelta työntekijältä 3 tuntia ja 7 minuuttia ja puhdistamiseen kului erillisessä kuivaustestissä noin 1 tunti yhdeltä työntekijältä. Työvälineiden puutteet, ergonomiaongelmat ja komponenttien monimuotoisuus nostavat kustannuksia merkittävästi.

Kustannustekijät purkuvaiheessa:

- **Työaika:** 4-5 tuntia per ajoneuvo (purku + puhdistus).
- **Työvoimakustannukset:** Keskimääräinen työnantajan maksama tuntipalkka purkutyössä Suomessa on noin 30 €/h, huomioiden työnantajan maksamat välilliset kustannukset (Asiantuntijahaastattelut 2024–2025).

- **Työkalut ja laitteet:** Hydrauliset työkalut, robotiikka, tavanomaiset purkamon työkalut, nostimet, punnituslaitteet, lasirullakot, tietokoneet ja dokumentointivälineet.
- **Tilakustannukset:** Purkuhallin rakentaminen, ylläpito ja jaekontit.
- **Jätteenkäsittelymaksut:** POP-jätteet, sekajakeet, palavat jätteet.

Kiertotalousasetuksen luonnos (2025) tuo uusia vaatimuksia, jotka lisäävät purkukustannuksia:

- **30 artikla:** 19 komponenttia on poistettava ennen murskausta.
- **31 artikla:** Poistetut osat on arvioitava uudelleenkäytön ja kierrätyksen kannalta.
- **21 artikla:** Tuottajavastuujärjestöjen on huomioitava purkamiseen tarvittava aika maksujen määrittelyssä.

Ajoneuvoista purettavien materiaalien jälleenmyyntihinnat vaikuttavat suoraan purkamisen kannattavuuteen. Alla on esitetty keskimääräiset hinnat yleisimmille materiaaleille Suomessa.

Taulukko 3. Materiaalien jälleenmyyntiarvot Suomessa 2025.

| Materiaali | Hinta €/kg | Lähde |
|-------------------------------|--------------|--------------|
| Kupari (A1 kirkas) | 6,50 | Romupiste Oy |
| Kuparikaapeli (hapettunut) | 6,00 | Romukioski |
| Alumiinivanteet (puhtaat) | 1,15 | Romupiste Oy |
| Alumiiniprofiili | 0,70–0,85 | Romupiste Oy |
| Teräs (haponkestävä) | 1,00 | Romupiste Oy |
| Teräs (ruostumaton) | 0,50 | Romupiste Oy |
| Rauta (E1) | 0,10 | Romupiste Oy |
| Katalysaattorit | 0–1500 €/kpl | Romupiste Oy |
| Sähkömoottorit | 0,30 | Romupiste Oy |

| | | |
|---|-------------------|-------------------|
| Muovit (kierrätyskelpoiset) | 0,05–0,20 (arvio) | Romukioski |
| Piirilevyt | 0,02–1,70 | Romukioski |
| Kaiuttimet ja sähkömoottorit (neodyymi) | 80 | Daily Metal Price |

Esimerkkiarvio: Jos ajoneuvosta saadaan talteen 30 kg kuparia, 40 kg alumiinia ja 500 kg terästä, materiaalien arvo voi olla:

- **Kupari:** 30 kg × 6,50 € = 195 €
- **Alumiini:** 40 kg × 0,85 € = 34 €
- **Teräs:** 500 kg × 0,10 € = 50 €
- **Yhteensä:** ~279 €

Tämä arvio ei sisällä osien uudelleenkäyttöä (esim. moottorit, vaihteistot, valot), joiden arvo voi olla huomattavasti suurempi. Materiaalien hinnoittelu seuraa globaaleja markkinoita, jolloin päivittäiset muutokset voivat olla huomattavia.

6.3 Komponenttien uudelleenkäytön mahdollisuudet

Ajoneuvojen osien ja komponenttien uudelleenkäyttö on kiertotalouden ensisijainen tavoite, joka tukee jätelain (646/2011) etusijajärjestystä: ensisijaisesti on pyrittävä uudelleenkäyttöön ennen kierrätystä tai muuta hyödyntämistä (Jätelaki 646/2011, 1:8). Uudelleenkäyttö vähentää neitseellisten raaka-aineiden tarvetta, pienentää ympäristökuormitusta ja tukee resurssitehokkuutta.

EU:n kiertotalousasetuksen luonnos (2025) korostaa osien ja komponenttien uudelleenkäytön merkitystä. Luonnoksen 30 artikla ja liitteen 7 C-osa määrittelevät 19 osaa ja komponenttia, jotka on poistettava romuajoneuvosta ennen murskausta, mikäli ne soveltuvat uudelleenkäyttöön, uudelleentalmistukseen tai kunnostukseen (Euroopan neuvosto 2025, 68–69,

172–173). Luonnoksen 31 artikla puolestaan edellyttää, että kaikki poistetut osat on arvioitava käyttötarkoituksen mukaan ja osia, jotka soveltuvat uudelleenkäyttöön, ei saa luokitella jätteeksi (Euroopan neuvosto 2025, 69).

Ympäristöministeriön POP-jätteen käsittelyopas (2024) ja tunnistusopas (2023) korostavat, että osien kierrättäminen materiaalina on sallittua vain, jos ne eivät sisällä vaarallisia aineita, kuten POP-yhdisteitä, yli säädettyjen raja-arvojen. Erityisesti muoviosien, elektroniikan ja verhoilujen osalta on tärkeää tunnistaa mahdolliset haitalliset aineet ennen kierrätystä materiaalina (POP-jätteen käsittelyopas 2024, 92–93. POP-jätteen tunnistusopas 2023, 35–36).

Asiantuntijahaastatteluiden mukaan uudelleenkäyttöä ei raportoida riittävästi, vaikka se on kierrätyksen kannalta keskeinen osa. Tehdaskunnostetut osat, kuten moottorit ja vaihteistot, nähdään potentiaalisina, mutta käytännöt puuttuvat. Vakuutusyhtiöiden rooli on keskeinen: lunastettujen ajoneuvojen ohjaaminen purkamaille voisi parantaa varaosien saatavuutta ja uudelleenkäytön määrää (Asiantuntijahaastattelut 2024–2025).

Kehityshankkeen purkutestien mukaan osien irrottaminen syntypaikalla on teknisesti mahdollista, mutta vaatii selkeitä ohjeita, riittävää välineistöä ja työergonomian huomioimista. Purkutestissä irrotettiin mm. ovet, penkit, valot, kojelauta, sähkökomponentit ja katalysaattorit ehjinä ja ne lajiteltiin uudelleenkäyttöä tai kierrätystä varten (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025).

Uudelleenkäytön kannalta potentiaaliset osat, jotka tulisi irrottaa ennen murskausta:

- **Moottorit ja vaihteistot:** Korkean arvon osia, soveltuvat tehdaskunnostukseen.
- **Ajovalot ja takavalot:** Usein ehjiä, helposti irrotettavia ja uudelleenkäytettäviä.
- **Ovet ja penkit:** Soveltuvat varaosiksi, mikäli eivät sisällä turvalaitteita.
- **Tietoviihdejärjestelmät:** Uudelleenkäyttö edellyttää testausta.
- **Renkaat ja vanteet:** Soveltuvat uudelleenkäyttöön, mikäli kulutuspinna ja rakenne ovat kunnossa.

- **Lasit (Sivuikkunat):** Voidaan irrottaa ehjinä ja käyttää varaosina.

Uudelleenkäytön edistäminen edellyttää, että osat arvioidaan teknisesti ja turvallisesti ja että ne dokumentoidaan asianmukaisesti. Digitaalinen kiertotalouspassi ja DELV-järjestelmä, voi tukea osien jäljitettävyyttä ja raportointia. Lisäksi keskitetty purkuohjejärjestelmä, joka yhdistää valmistajien IDIS-tiedot kansallisiin tietokantoihin, voisi parantaa osien tunnistamista ja irrotettavuutta.

6.4 Tietokantojen hyödyntämisen mahdollisuudet ajoneuvojen kierrätyksessä

Ajoneuvojen kierrätyksen tehostaminen edellyttää kattavaa ja ajantasaista tietoa ajoneuvojen rakenteista, materiaaleista ja purkuohjeista. Digitaaliset tietokannat tarjoavat merkittävän potentiaalin kierrätyksen laadun, läpinäkyvyyden ja jäljitettävyyden parantamiseen. Tietojärjestelmien avulla voidaan ohjata osien uudelleenkäyttöä, materiaalien lajittelua ja kierrätyskelpoisuuden arviointia koko ajoneuvon elinkaaren ajan. Tämänhetkinen tietojärjestelmien hajanaisuus ja monikirjavuus vaikeuttaa merkittävästi kierrätyksen hallintaa.

EU:n kiertotalousasetuksen luonnos (2025) korostaa tietojärjestelmien roolia erityisesti digitaalisen kiertotalouspassin muodossa. Luonnoksen mukaan jokaiselle markkinoille saatettavalle ajoneuville on laadittava digitaalinen kiertotalouspassi, joka sisältää tiedot vaarallisista aineista, kierrätetyn materiaalin osuudesta, osien sijainnista ja ajoneuvokohtaisesta kiertotalousstrategiasta (Euroopan neuvosto 2025, 6–7). Passi tukee osien tunnistamista ja purkua, ja sen avulla voidaan varmistaa, että kierrätys tapahtuu säädösten mukaisesti.

Asiantuntijahaastatteluiden mukaan nykyiset tietokannat, kuten valmistajien hallinnoima IDIS (International Dismantling Information System) ja Suomen Autokierrätys Oy:n DELV-alusta, eivät keskustele keskenään. Tämä hajanaisuus vaikeuttaa tiedon hyödyntämistä, varaosien myyntiä ja kierrätyksen hallintaa. Haastateltavat korostivat tarvetta keskitetylle purkuohjejärjestelmälle,

joka tukisi riippumattomia toimijoita ja yhdistäisi eri tietolähteet (Asiantuntijahaastattelut 2024–2025).

Kehityshankkeen yhteydessä dokumentointia kehitettiin merkittävästi. Alkuvaiheessa käytettiin laminoituja lomakkeita, mutta myöhemmin siirryttiin sähköisiin lomakkeisiin, jotka siirsivät tiedot automaattisesti Excel- ja Sharepoint-tietokantoihin. Lisäksi aloitettiin virallisen SQL-tietokannan rakentaminen, joka yhdistää ajoneuvojen runkonumerot punnitustietoihin ja materiaalikoostumuksiin. Tavoitteena on integroida tietokanta DELV-järjestelmään ja mahdollistaa tarkempi viranomaisraportointi (AKKE-hanke, loppuraportti 2025).

Tietokantojen hyödyntämisen mahdollisuudet kierrätyksessä:

- **Purkuohjeiden saatavuus:** IDIS-järjestelmän integrointi kansallisiin alustoihin tukisi osien tunnistamista ja turvallista irrotusta.
- **Materiaalien jäljitettävyyys:** Digitaalinen kiertotalouspassi mahdollistaa materiaalien seurannan koko elinkaaren ajan.
- **Raportointi ja viranomaisyhteistyö:** DELV tukee viranomaisraportointia ja tuottajavastuun toteutumista.
- **Uudelleenkäytön ja kierrätyksen dokumentointi:** Tietokannat mahdollistavat osien arvioinnin, luokittelun ja ohjauksen uudelleenkäyttöön tai kierrätykseen.
- **Koulutuksen ja ohjeistuksen tukeminen:** Tietojärjestelmät voivat toimia opetusalustoina ja ohjeistuksen lähteinä purkutyössä.

Tietokantojen kehittäminen ja integrointi ovat keskeisiä toimenpiteitä kierrätyksen tehostamiseksi. Ne mahdollistavat kierrätysmateriaalien laadun varmistamisen, osien turvallisen uudelleenkäytön ja lainsäädännön vaatimusten täyttämisen. Kansallinen yhteistyö, tekninen standardointi ja tietojärjestelmien yhteen toimivuus ovat avainasemassa kiertotalouden tavoitteiden saavuttamisessa.

6.5 Purkulinjaston tulevaisuuden mahdollisuudet ajoneuvojen kierrätyksessä

Ajoneuvojen kierrätyksen tehostaminen edellyttää siirtymistä käsityövaltaisesta purkamisesta kohti koneistettua ja systemaattista toimintamallia. Teollisen mittakaavan purkulinjasto tarjoaa merkittäviä mahdollisuuksia kierrätyksen laadun, tehokkuuden ja turvallisuuden parantamiseen. Kehityshankkeen purkutestien ja asiantuntijahaastatteluiden perusteella linjastomainen työskentely, jossa ajoneuvo liikkuu ja työntekijät pysyvät paikoillaan, parantaisi ergonomiata ja vähentäisi työaika (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025. Asiantuntijahaastattelut 2024–2025).

EU:n kiertotalousasetuksen luonnos (2025) asettaa tiukempia vaatimuksia romuajoneuvojen esikäsittelylle ja komponenttien poistolle ennen murskausta. Luonnoksen 30 artikla ja liitteen 7 C-osa määrittelevät 19 osaa ja komponenttia, jotka on poistettava manuaalisesti tai puoliautomaattisesti, ellei murskauksen jälkeinen teknologia kykene erottamaan niitä yhtä tehokkaasti (Euroopan neuvosto 2025, 68–69, 172–173). Tämä asettaa vaatimuksia purkulinjastojen tekniselle suorituskyvylle ja dokumentaatiolle.

Kehityshankkeen koepilotointi osoitti, että käsityövaltainen purku on fyysisesti raskasta, hidasta ja taloudellisesti kannattamatonta. Yhden ajoneuvon purku kesti yli 3 tuntia ja työvälineiden puutteet sekä epäergonomiset työasennot hidastivat prosessia (Koeipurkuraportti 2024). Purkajien mukaan linjastomainen työskentely, jossa ajoneuvot liikkuvat ja työkalut ovat helposti saatavilla, voisi lyhentää purkuaikaa merkittävästi ja parantaa työhyvinvointia (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025).

Asiantuntijahaastatteluiden mukaan purkulinjastojen kehittäminen on välttämätöntä, jotta kierrätyksessä voidaan saavuttaa lainsäädännön edellyttämät tavoitteet. Purkulinjastot mahdollistavat komponenttien systemaattisen irrotuksen, materiaalien puhtaan lajittelun ja digitaalisen dokumentoinnin. Lisäksi ne tukevat uudelleenikäytön ja kierrätyksen raportointia, mikä on keskeistä tuottajavastuun toteutumisessa (Asiantuntijahaastattelut 2024–2025).

Teollisen purkulinjaston mahdollisuudet ja hyödyt:

- **Tehokkuus:** Lyhyempi purkuaika, vähemmän turhia liikkeitä, parempi työergonomia.
- **Laatu:** Materiaalien puhtaampi lajittelu, parempi komponenttien säilyvyys.
- **Turvallisuus:** Vakiintuneet työprosessit, vähemmän fyysistä kuormitusta ja tapaturmariskiä.
- **Dokumentointi:** Digitaalinen tiedonsiirto tietokantoihin (esim. DELV), tarkempi viranomaisraportointi.
- **Koulutus:** Linjastot soveltuvat opetuskäyttöön ja osaamisen kehittämiseen.

Lainsäädännön näkökulmasta, purkulinjastot tukevat asetuksen 31 artiklan vaatimuksia osien arvioinnista ja uudelleenkäytön edistämisestä. Ne mahdollistavat myös liitteen 7 G-osan mukaisen murskauksen jälkeisen laadunhallinnan, mikäli komponentteja ei poisteta manuaalisesti (Euroopan neuvosto 2025, 177–179).

Yhteenvedona voidaan todeta, että teollisen mittakaavan purkulinjastot ovat keskeinen osa ajoneuvojen kierrätyksen tulevaisuutta. Ne mahdollistavat lainsäädännön vaatimusten täyttämisen, parantavat kierrätysmateriaalien laatua ja tukevat kiertotalouden periaatteita. Kehityshankkeen tulokset osoittavat, että linjastojen suunnittelu ja käyttöönotto ovat teknisesti ja pedagogisesti toteutettavissa ja ne tarjoavat merkittäviä hyötyjä koko kierrätyskosysteemille.

7 Yhteenveto

Tässä luvussa tarkastellaan opinnäytetyön keskeisiä havaintoja suhteessa asetettuihin tutkimuskysymyksiin:

1. Mikä on autokierrätyksen nykytila Suomessa?
2. Mitkä ovat autokierrätyksen keskeiset haasteet Suomessa?
3. Mitkä ovat autokierrätyksen mahdollisuudet Suomessa?

Ajoneuvojen kierrätyksen nykytila Suomessa osoittaa, että järjestelmä toimii pääosin säädösten mukaisesti, mutta käytännön toteutuksessa on merkittäviä kehitystarpeita. Kierrätysprosessin eri vaiheissa – virallinen vastaanotto, esikäsitteleminen, purku ja murskaus – esiintyy hajanaisuutta, erityisesti materiaalien erottelussa ja tietojärjestelmien yhteen toimivuudessa (Karavatski 2020. Suomen Autokierrätys Oy 2025a. Traficom 2025).

Purkuvaihe on kierrätyksen kannalta kriittinen, mutta samalla taloudellisesti haastava. Kehityshankkeen purkutestit osoittivat, että käsityövaltainen purku on hidasta, fyysisesti kuormittavaa ja vaatii selkeitä ohjeita sekä ergonomisia työvälineitä (Autonpurkutestin pöytäkirja 2025. Koepurkuraportti 2024). POP-yhdisteiden esiintyminen muoviosissa vaikeuttaa kierrätystä ja niiden tunnistaminen teollisessa mittakaavassa on edelleen haasteellista (POP-jätteen tunnistusopas 2023. POP-jätteen käsittelyopas 2024).

Tietojärjestelmien hajanaisuus – kuten IDIS- ja DELV-järjestelmien erillisyydet – heikentää materiaalien jäljitettävyyttä ja kierrätyksen hallintaa.

Asiantuntijahaastatteluiden mukaan keskitetty purkuohjejärjestelmä ja digitaalinen kiertotalouspassi voisivat merkittävästi parantaa kierrätyksen laatua ja läpinäkyvyyttä (ACEA n.d. Suomen Autokierrätys Oy 2023. Asiantuntijahaastattelut 2024–2025).

Ajoneuvojen materiaalien kierrätettävyyden tekninen mahdollisuus on, mutta sen toteutuminen edellyttää investointeja, selkeitä ohjeita ja yhteistyötä eri toimijoiden välillä. Kehityshankkeen tulokset osoittavat, että syntypaikkajärjestelyt, manuaalinen irrotus ja digitaalinen dokumentointi parantavat

kierrätysmateriaalien laatua ja vähentävät ympäristöriskejä (AKKE-hanke, loppuraportti 2025).

Uudelleenkäytön edistäminen on kiertotalouden ensisijainen tavoite. Tehdaskunnostettujen osien myynti, varaosien ohjaaminen purkamaille ja pohjoismainen hankintarengas voisivat parantaa osien saatavuutta ja kannattavuutta (Jätelaki 646/2011. Euroopan neuvosto 2025).

Sähköautojen yleistyminen tuo uusia vaatimuksia purkutyöhön, erityisesti akkujen ja sähkökomponenttien osalta. Tämä edellyttää uusia teknologioita, osaamista ja turvallisuusratkaisuja (Euroopan neuvosto 2025. Pirkanmaan ELY-keskuksen tehtävät 2025).

Teollisen mittakaavan purkulinjastot, robotiikka ja LEAN-prosessit tarjoavat merkittäviä mahdollisuuksia kierrätyksen tehostamiseen. Purkuhallin pilotointi ja opetuksellinen näkökulma tukevat osaamisen kasvua ja prosessin vakiointia (Koski 2018. AKKE-hanke, loppuraportti 2025).

Yhteenvetona voidaan todeta, että ajoneuvojen kierrätyksen kehittäminen Suomessa edellyttää kokonaisvaltaista lähestymistapaa, jossa yhdistyvät teknologinen kehitys, lainsäädännön toimeenpano ja toimijoiden välinen yhteistyö. Tämä ei ainoastaan tue ympäristötavoitteita, vaan myös vahvistaa kotimaista kierrätysliiketoimintaa ja materiaalien saatavuutta.

8 Pohdinta ja johtopäätökset

Tämä opinnäytetyö tarkasteli ajoneuvojen kierrätyksen nykytilaa, haasteita ja mahdollisuuksia Suomessa, erityisesti purkuvaiheen näkökulmasta. Työssä hyödynnettiin asiantuntijahaastatteluja, kehityshankkeen tuloksia sekä ajankohtaista lainsäädäntöä, mukaan lukien EU:n kiertotalousasetuksen luonnos. Tulosten perusteella voidaan tehdä useita keskeisiä havaintoja ja johtopäätöksiä.

8.1 Nykytila

Ajoneuvojen kierrätys Suomessa perustuu tuottajavastuujärjestelmään, jota koordinoi Suomen Autokierrätys Oy. Kierrätysprosessiin osallistuvat viralliset vastaanottopisteet, autopurkamot ja murskausoperaattorit. Purkamoiden toiminta keskittyy varaosien irrottamiseen ja myyntiin, kun taas murskausoperaattorit vastaavat materiaalien erottelusta ja jatkokäsittelystä.

Kehityshankkeen ja asiantuntijahaastatteluiden perusteella voidaan todeta, että kierrätysjärjestelmä toimii pääosin säädösten mukaisesti, mutta käytännön toteutuksessa esiintyy puutteita. Esimerkiksi muovien ja lasien erottelu ennen murskausta ei toteudu valtakunnallisesti, vaikka lainsäädäntö sitä edellyttää. Tietojärjestelmien hajanaisuus ja purkuohjeiden heikko saatavuus vaikeuttavat kierrätyksen hallintaa ja materiaalien jäljitettävyyttä.

8.2 Haasteet

Autokierrätyksen keskeiset haasteet liittyvät purkuvaiheen työmäärään, materiaalien tunnistamiseen ja kierrätyksen taloudelliseen kannattavuuteen. Purkutestit osoittivat, että käsityövaltainen purku on hidasta ja fyysisesti kuormittavaa. POP-yhdisteiden esiintyminen muoviosissa vaikeuttaa kierrätystä, ja niiden tunnistaminen teollisessa mittakaavassa on haastavaa.

Haamuajoneuvojen vienti EU:n ulkopuolelle ilman rekisteristä poistoa heikentää kierrätyksen valvontaa ja varaosien saatavuutta kotimaassa. Sähköautojen yleistyminen tuo uusia vaatimuksia purkutyöhön, erityisesti akkujen ja sähkökomponenttien osalta. Lisäksi vakuutusyhtiöiden toimintamallit vaikuttavat siihen, ohjautuvatko lunastetut ajoneuvot purkamoille vai huutokauppoihin.

8.3 Mahdollisuudet

Autokierrätyksen kehittämisessä on tunnistettu useita potentiaalisia mahdollisuuksia. Teollisen mittakaavan purkulinjastot, robotiikka ja automatisointi voivat parantaa purkutyön tehokkuutta, ergonomiaa ja materiaalien puhtautta. Digitaalisten tietokantojen, kuten DELV- ja IDIS-järjestelmien, integrointi mahdollistaisi osien tunnistamisen, materiaalien jäljitettävyyden ja tarkemman viranomaisraportoinnin.

EU:n kiertotalousasetuksen luonnos tuo selkeyttä ja velvoitteita kierrätyksen toteuttamiseen. Se edellyttää komponenttien poistamista ennen murskausta, kierrätysmateriaalien käyttöä uusissa autoissa ja digitaalisen kiertotalouspassin käyttöönottoa. Tämä luo pohjan entistä läpinäkyvämmälle ja tehokkaammalle kierrätysjärjestelmälle.

8.4 Johtopäätökset

Ajoneuvojen osittainen purkaminen ennen murskausta on kierrätyksen ja tulevan lainsäädännön kannalta välttämätöntä, mutta taloudellisesti haastavaa. Kustannukset voivat ylittää materiaalien jälleenmyyntiarvon, ellei purkua tehdä tehokkaasti ja systemaattisesti. Teollisen mittakaavan purkulinjastot, automatisointi, selkeät purkuohjeet ja tietokantojen hyödyntäminen voivat parantaa kannattavuutta. Kiertotalousasetuksen mukaiset vaatimukset edellyttävät investointeja, mutta ne myös avaavat mahdollisuuksia uudelleen liiketoimintaan ja kierrätysmateriaalien hyödyntämiseen.

Ajoneuvojen kierrätyksen tehostaminen Suomessa edellyttää kokonaisvaltaista lähestymistapaa, jossa yhdistyvät teknologinen kehitys, lainsäädännön toimeenpano ja toimijoiden välinen yhteistyö. Purkuvaiheen kehittäminen, tietojärjestelmien integrointi ja uudelleenkäytön edistäminen ovat keskeisiä toimenpiteitä kiertotalouden tavoitteiden saavuttamisessa.

Kehityshankkeen tulokset osoittavat, että kierrätyksen laatu ja tehokkuus voidaan parantaa merkittävästi, kun materiaalit erotellaan syntypaikalla, dokumentoidaan digitaalisesti ja ohjataan puhtaina jatkokäsittelyyn. Tämä ei ainoastaan tue ympäristötavoitteita, vaan myös vahvistaa kotimaista kierrätysliiketoimintaa ja materiaalien saatavuutta.

Tietojärjestelmien hajanaisuus ja puutteellinen tiedonvaihto vaikeuttavat kierrätyksen hallintaa ja materiaalien jäljitettävyyttä. IDIS-, DELV- ja muiden toiminnanohjausjärjestelmien integrointi olisi keskeinen kehityskohde, samoin kuin keskitetyn purkuohjejärjestelmän luominen. Materiaalijohtamisjärjestelmä, joka seuraisi materiaalien laatua ja kiertoa koko elinkaaren ajan, tukisi kiertotalouden tavoitteita merkittävästi.

Sähköautojen yleistyminen tuo uusia haasteita purkuun ja kierrätykseen. Ajoneuvojen rakenteet muuttuvat, komponenttien määrä kasvaa ja materiaalit monimutkaistuvat. Erityisesti akkujen, sähkömoottoreiden ja harvinaisten maametallien kierrätys edellyttää uusia teknologioita ja osaamista. Samalla purkutyön turvallisuus- ja ergonomiavaatimukset korostuvat.

Uudelleenkäytön edistäminen on keskeinen mahdollisuus kierrätyksen kehittämisessä. Tehdaskunnostettujen osien myynti, varaosien ohjaaminen purkamoille ja pohjoismainen hankintarengas voisivat parantaa osien saatavuutta ja kannattavuutta. Taloudelliset kannustimet, kuten kierrätyspanttimaksut ja neitseellisten materiaalien hinnan säätely, voisivat ohjata markkinoita kestävämpään suuntaan.

Kehityshankkeen tulokset osoittavat, että teollisen mittakaavan purkulinjasto, automatisointi ja robotiikka ovat välttämättömiä kierrätyksen tehostamiseksi. Purkuhallin pilotointi, materiaalien lajittelu ja LEAN-prosessin käyttöönotto loivat

pohjan systemaattiselle kehitystyölle. Opetuksellinen näkökulma ja ohjeistuksen kehittäminen tukevat osaamisen kasvua ja prosessin vakiointia.

Jatkossa tarvitaan lisää tutkimusta mm. POP-yhdisteiden tunnistamisesta, materiaalien puhtausvaatimuksista ja kierrätysmateriaalien hyödyntämisestä uusissa tuotteissa. Kansallinen yhteistyö, lainsäädännön toimeenpano ja toimijoiden välinen tiedonvaihto ovat avainasemassa kiertotalouden tavoitteiden saavuttamisessa.

9 Kiitokset

Haluan esittää lämpimät kiitokseni kaikille tahoille, jotka ovat tukeneet tämän opinnäytetyön valmistumista ja kehityshankkeen toteuttamista.

Ensimmäiseksi kiitän Varsinais-Suomen liittoa, joka mahdollisti kehityshankkeen rahoituksen. Ilman tätä tukea ei olisi ollut mahdollista toteuttaa hanketta, jonka tulokset muodostavat tämän opinnäytetyön perustan. Rahoitus loi edellytykset käytännön kokeiluille, asiantuntijayhteistyölle ja laajalle aineistonkeruulle, joiden pohjalta työ on voitu laatia.

Erietyiset kiitokset kuuluvat Nani Pajuselle, Turun ammattikorkeakoulun johtavalle asiantuntijalle, joka toimi opinnäytetyön ohjaajana. Hänen asiantuntemuksensa, kannustuksensa ja sitoutumisensa kestävän kehityksen edistämiseen ovat olleet korvaamattomia tämän työn onnistumisessa. Nanin monipuolinen osaaminen ja kyky yhdistää tutkimus, käytäntö ja strateginen ajattelu ovat olleet merkittävä inspiraation lähde koko prosessin ajan.

Kiitän myös Henna Knuutilaa, Turun ammattikorkeakoulun lehtoria ja kehityshankkeen projektipäällikköä, joka toimi opinnäytetyön tilaajana. Hennan ohjaus, käytännönläheinen tuki ja vahva asiantuntemus kiertotalouden ja teknisen toteutuksen osalta ovat olleet keskeisiä tekijöitä sekä hankkeen että opinnäytetyön onnistumisessa. Hänen johdollaan kehityshanke eteni tavoitteellisesti ja tuloksellisesti.

Lopuksi kiitän kaikkia yhteistyökumppaneita, asiantuntijoita ja organisaatioita, jotka osallistuivat haastatteluihin, testauksiin ja aineiston tuottamiseen. Teidän panoksenne on ollut arvokas ja välttämätön tämän työn sisällön ja laadun kannalta.

Lähteet

ACEA n.d. IDIS – International Dismantling information System. Viitattu 11.10.2025. <https://idis2.com/#>

AKKE-hanke, loppuraportti 2025. Autonpurku – materiaalien talteenotto, uudelleenkäyttö ja uusien tuotteiden kierrätettävyys. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 3.10.2025.

Autokierrätys, 2025. Autotuoja ja -teollisuus ry. Viitattu 7.8.2025. https://www.autotuoja.fi/autoalan_toimintaymparisto/autokierratys

Autonpurkutestin pöytäkirja, 2025. Autonpurku – materiaalien talteenotto, uudelleenkäyttö ja uusien tuotteiden kierrätettävyys. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 5.9.2025

Autonkuivaustestin pöytäkirja, 2025. Autonpurku – materiaalien talteenotto, uudelleenkäyttö ja uusien tuotteiden kierrätettävyys. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 5.9.2025

Bratland, H.S. Sandberg, K. Syversen, F. 2012. Vurdering av behov for nye krav til miljøsanering av kasserte kjøretøy. Mepex, Projektrapport for Klima- og forurensningsdirektoratet. Viitattu 3.10.2025. <https://kudos.dfo.no/dokument/11932/vurdering-av-behov-for-nye-krav-til-miljosanering-av-kasserte-kjoretoy-2>

Daily Metal Price 2025. Daily metal prices. Viitattu 12.10.2025. <https://www.dailymetalprice.com/>

ELY-keskus n.d. Tietoa ELY-keskuksista. Viitattu 11.10.2025. <https://www.ely-keskus.fi/organisaatio>

EU tuo lisävaatimuksia purkuautoille – myös Pirkanmaan ELY-keskus mukana kiertotaloushankkeessa, 2025. Artikkel. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 11.4.2025. Viitattu 7.8.2025. <https://www.ely-keskus.fi/en-US/web/tuottajavastuu/ajankohtaista>

Euroopan neuvosto. 2025. Mietintö ehdotuksesta Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi ajoneuvojen suunnittelua koskevista kiertotalousvaatimuksista ja romuajoneuvojen jätehuollosta, asetusten (EU) 2018/858 ja 2019/1020 muuttamisesta sekä direktiivien 2000/53/EY ja 2005/64/EY kumoamisesta. Viitattu 25.7.2025.

<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10092-2025-INIT/fi/pdf>

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukset pysyvistä orgaanisista yhdisteistä, 20.6.2019/1021. Viitattu 9.7.2025. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32019R1021>

Euroopan komissio. 2023. Mietintö ehdotuksesta Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi ajoneuvojen suunnittelua koskevista kiertotalousvaatimuksista ja romuajoneuvojen jätehuollosta, asetusten (EU) 2018/858 ja 2019/1020 muuttamisesta sekä direktiivien 2000/53/EY ja 2005/64/EY kumoamisesta. Viitattu 15.7.2025.

<https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11888-2023-INIT/fi/pdf>

Hankesuunnitelma, 2024. Autonpurku – materiaalien talteenotto, uudelleenkäyttö ja uusien tuotteiden kierrätettävyys. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 31.8.2025

Harvard Western insurance n.d. How insurers determine if a vehicle is a total loss. Viitattu 11.10.2025. <https://harvardwestern.com/how-do-insurers-determine-if-a-vehicle-is-a-total-loss/>

Hyötyläinen, T. & Riekkola, M-L. 2010. Kaasukromatografia-massaspektrometria. Teoksessa Ketola, R., Kostiainen, R., Kotiaho, T. & Vainiotalo, P. (toim.) Massaspektrometrian perusteet 155–170. Helsinki: Suomen Massaspektrometrian seura ry. Viitattu 11.10.2025.

<https://researchportal.helsinki.fi/fi/publications/kaasukromatografia-massaspektrometria>

Jätelaki 21.6.2011/646. Viitattu 9.7.2025.

<https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2011/646>

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu n.d. Materiaalien termoanalyysit. Viitattu 11.10.2025. <https://www.xamk.fi/tutkimus-ja-kehitys/vahvuusalat/metsa-ymparisto-ja-energia/mikpolis/mikpolis-materiaalien-termoanalyysit/>

Karavatski, C. 2020. Autopurkamoiden haasteet ja mahdollisuudet kiertotaloudessa. Opinnäytetyö (AMK). Energia- ja ympäristötekniikka. Turku: Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 21.9.2025. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/353910/Opinn%C3%A4ytety%C3%B6_Karavatski_Camilla.pdf?sequence=2

Kierrätä autosi, 2025. Suomen autokierrätys Oy. Viitattu 7.8.2025. <https://autokierratys.fi/>

Kierrätyslainsäädäntö. n.d. Suomen autokierrätys Oy. Viitattu 23.7.2025. <https://autokierratys.fi/tietoa-auton-kierratyksesta/kierratysjarjestelma/kierratyslainsaadanto/>

Koepurkuraportti 2024. Autonpurku – materiaalien talteenotto, uudelleenkäyttö ja uusien tuotteiden kierrätettävyys. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 7.10.2025

Koski, J. 2018. Ruoho on vihreämpää siellä, missä toimintaa ohjaa lean. Valtioneuvosto. Viitattu 11.10.2025. <https://valtioneuvosto.fi/-/1271139/ruoho-on-vihreampaa-siella-missa-toimintaa-ohjaa-lean>

Laine-Ylijoki, J., Syrjä, J.-J. & Wahlström, M. 2003. Röntgenfluoresenssimenetelmät kierrätyspolttoaineiden pikalaadunvalvonnassa. VTT tiedotteita 2215. Viitattu 11.10.2025. <https://publications.vtt.fi/pdf/tiedotteet/2003/T2215.pdf>

Lasitestin raportti, 2025. Autonpurku – materiaalien talteenotto, uudelleenkäyttö ja uusien tuotteiden kierrätettävyys. Turun ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.9.2025

Liitteet ehdotukseen. (2023) Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus ajoneuvojen suunnittelua koskevista kiertotalousvaatimuksista ja

romuajoneuvojen jätehuollosta, asetusten (EU) 2018/858 ja 2019/1020 muuttamisesta sekä direktiivien 2000/53/EY ja 2005/64/EY kumoamisesta.

Viitattu 23.7.2025. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:52023PC0451>

Pysyvien orgaanisten yhdisteiden esiintyvyys, tunnistaminen ja erottaminen muovijätteistä. Myllymaa, T. Moliis, K. Häkkinen, E. Seppälä, T.

Ympäristöministeriön raportteja 25/2015. Ympäristöministeriö. Helsinki. Viitattu 3.10.2025.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10138/157416/YMra_25_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pirkanmaan ELY-keskuksen tehtävät, 2025. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. 5.6.2025. Viitattu 7.8.2025. <https://www.ely-keskus.fi/tehtavat?categoryId=33677>

POP-jätteen käsittelyopas 2024. Ympäristöministeriön julkaisuja 2024:24. Helsinki. Ympäristöministeriö. Viitattu 9.7.2025.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/165706/YM_2024_24.pdf?sequence=1&isAllowed=y

POP-jätteen tunnistusopas 2023. Ympäristöministeriön julkaisuja 2023:1. Helsinki. Ympäristöministeriö. Viitattu 9.7.2025.

https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/164548/YM_2023_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Romuajoneuvodirektiivi 2000/53/EY. Viitattu 21.7.2025. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32000L0053>

Romukioski 2025. Ostohinnasto. Viitattu 12.10.2025.

https://www.romukioski.fi/ostohinnasto/?_gl=1*1acvqp4*_up*MQ..*_ga*MTI5MTZOTU0My4xNzYwMjg2NjEz*_ga_HVP0K00T4Z*czE3NjAyODY2MTMkbzEkZzAkDE3NjAyODY2MTMkajYwJGwwJGgyMDE2ODM2MDcx*_ga_2MZH6M9FT*czE3NjAyODY2MTMkbzEkZzAkDE3NjAyODY2MTMkajYwJGwwJGgw

Romupiste Oy 2025. Ostohinnasto. Viitattu 12.10.2025.

<https://romupiste.fi/ostohinnasto/>

Schmidt, J. 2021. Fourier-muunnos-infrapunaspektrometrin käyttöönotto ja hyödyntäminen asfalttialan tutkimuksessa. Viitattu 11.10.2025.

<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/356584/Fourier-muunnos-infrapunaspektrometrin%20k%C3%A4ytt%C3%B6n%C3%B6notto%20ja%20hy%C3%B6dynt%C3%A4minen%20asfalttialan%20tutkimuksessa.pdf?sequence=2>

SER-kierrätys n.d. SER tarkoittaa sähkö- ja elektroniikkalaiteromua. Viitattu 11.10.2025. [https://serkierratys.fi/mita-on-ser/ser-tarκοittaa-sahko-ja-](https://serkierratys.fi/mita-on-ser/ser-tarκοittaa-sahko-ja-elektroniikkalaiteromua/)

[elektroniikkalaiteromua/](https://serkierratys.fi/mita-on-ser/ser-tarκοittaa-sahko-ja-elektroniikkalaiteromua/)

Suomen Autokierrätys Oy, 2025a. Tuottajavastuu ELV-asetuksen valmistelun keskiössä. Viitattu 21.9.2025.

<https://autokierratys.fi/ajankohtaista/tuottajavastuu-elv-asetuksen-valmistelun-keskiossa/>

Suomen Autokierrätys Oy, 2025b. Operaattorit. Viitattu 21.9.2025.

<https://autokierratys.fi/jasenet-ja-kumppanit/operaattorit>

Suomen Autokierrätys Oy 2023. DELV-hanke – Digitaalinen ekosysteemi ajoneuvojen kierrätykseen. Viitattu 11.10.2025. <https://autokierratys.fi/delv-digitaalinen-kierratysalusta/>

Toimiva autokierrätys kiinnostaa meren takanakin, 2025. Artikkelit. Kuusakoski Oy. 6.8.2025. Viitattu 7.8.2025.

<https://www.kuusakoski.com/fi/finland/ajankohtaista/2025/toimiva-autokierratys-kiinnostaa-meren-takanakin>

Tonteri, H. ja Vatanen, S. 2020. Kierrätettävyyden ja elinkaariajattelu ajoneuvojen ja työkoneiden suunnittelussa. VTT-tiedotteita. Viitattu 21.9.2025.

<https://cris.vtt.fi/en/publications/kierr%C3%A4tett%C3%A4vyys-ja-elinkaariajattelu-ajoneuvojen-ja-ty%C3%B6koneiden-s>

Traficom, 2025. Tee ajoneuvon romutus ja lopullinen poisto. Liikenne- ja viestintäministeriö Traficom. Viitattu 7.8.2025.

<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/autoilijat/ajoneuvon-rekisterointi/tee-ajoneuvon-romutus-ja-lopullinen-poisto>

Tuottajavastuu, 2022. Suomen autopurkamoliitto ry. Viitattu 7.8.2025.

<https://www.autopurkamoliitto.fi/autokierratys/romutustodistukset-ja-tuottajavastuu/>

UNEP n.d. Why do persistent organic pollutants matter? Viitattu 11.10.2025.

<https://www.unep.org/topics/chemicals-and-pollution-action/pollution-and-health/persistent-organic-pollutants-pops/why>

Valtioneuvoston asetus romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa 123/2015. Viitattu 9.7.2025.

<https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2015/123>

Valtion aluehallinto uudistuu vuonna 2026. Pirkanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Viitattu 23.10.2025. <https://www.ely-keskus.fi/valtion-aluehallinnon-uudistus>

Asiantuntijahaastattelun tarkoitus ja tavoite

Osana Autonpurku - materiaalien talteenotto, uudelleenkäyttö ja uusien tuotteiden kierrätettävyys -hanketta (jatkossa autonpurku) teemme asiantuntijahaastatteluja. Tarkoituksenamme on haastatella keskeisiä autonpurku ja materiaalien talteenoton, uudelleenkäytön ja kierrätyksen arvoketjussa olevia toimijoita. Teemme haastattelut marraskuun 2024 maaliskuun 2025 aikana.

Hyödynnämme haastattelujen tuloksia hankkeessamme sekä tulosten koonnissa että uusien tutkimusavausten suunnittelussa. Käsittelemme tuloksia anonymisti siten, että tuloksista ei voi tunnistaa haastateltuja. Mikäli näemme hyödylliseksi mainita haastateltujen nimet, olemme yhteydessä ensin haastateltuihin.

Toteutamme haastattelut osana autonpurku hanketta, josta vastaan Turun ammattikorkeakoulu. Haastattelusta vastaa lehtori Henna Knuutila Turun AMK:sta.

HUOM! Kaikki kysymykset eivät koske kaikkia haastateltavia. Haastateltava vastaa vain itselleen olennaisiin kysymyksiin.

Haastattelukysymykset

Nykytila ja tulevaisuus (kokonaiskuva)

1. Mitä asioita olisi hyvä autonpurkuun liittyen selvittää?
2. Missä autonpurku tapahtuu tällä hetkellä?
3. Mitä materiaaleja nyt erotellaan?
4. Mitkä autoperäiset kierrätysmateriaalit ja/tai jätemateriaalit nyt ilmoitetaan ELYlle ja Suomen Autokierrätykseen?
5. Mistä paikoissa ajoneuvoperäistä lasia syntyy? Miten se kirjataan ja raportoidaan Suomessa? Tilastotiedot? Missä puutteita?
6. Entä muoviperäisiä materiaaleja?
7. Mitkä ovat eri materiaalien volyymit vuositasolla?

Liite 1

8. Viiden vuoden välein tehtävä lajittelututkimus (Suomen autokierrätys), mitä puutteita ja miten tulisi kehittää?
9. Mitä tulevaisuudessa pitäisi autonpurussa ottaa huomioon? Purkamismenetelmät, autonosien/komponenttien uudelleenkäyttö, materiaalin lajittelu uudelleenkäyttöön ja kierrätykseen? Muita huomioitavia asioita?
10. Miltä tulevaisuus näyttää - minkälaisilla ratkaisuilla saadaan autoperäinen muovi (tai muut autoperäiset kierrätysmateriaalit) palaamaan autoihin? Missä vaiheessa on käytössä materiaalijohtamisjärjestelmä, josta voi seurata autoissa käytössä olevien materiaalien laatua, määrää ja koska ko. materiaali tulee kiertoon?
11. Mitkä ovat mielestäsi autokierrätyksen suurimmat haasteet tällä hetkellä?
12. Tuottaako sähköautot haasteita kierrätykseen? Oma kierrätysprosessi verraten polttomoottoriautoihin?
13. Kuinka paljon kierrätettyä materiaalia käytetään uusien autojen tuotannossa nyt, entä tulevaisuudessa?

Purkuvaihe

14. Miten purku tapahtuu? Koneellisesti, käsin? Onko purkamiseen ohjeita, esim. auton räjäytyskuva? Jos ohjeita ei ole, tarvitaanko sellaisia ja jos tarvitaan, minkälaiset ohjeet auttaisivat?
15. Mitä asioita purkamisen eri vaiheissa pitäisi kehittää?
16. Mitä haasteita purkuvaiheessa on? Esim. komponenttien/osien irrotuksessa, materiaalien tunnistamisessa, lajittelussa, käsittelyssä ja kierrätyksessä?
17. Miten puretut materiaalit käsitellään ja kierrätetään tällä hetkellä?
18. Meneekö nyt autoperäistä muovia autonosien valmistukseen, jos menee niin missä?
19. Missä hyviä esimerkkejä purkamisen ja/tai kierrätyksen menetelmistä Suomessa tai kansainvälisesti?
20. Miten tehostaisit nykyistä ajoneuvojen kierrätystä?

Liite 1

21. Tulisiko ajoneuvo jakaa purkusektoreihin esim. voimansiirto, sisustaosat jne.?
22. Helpottaisiko autojen ennakko "profilointi" purkuvaihetta? Dokumentti, joka kertoisi mahdolliset alumiiniosat tai muut asiat, joihin on kiinnitettävä huomiota purkuvaiheessa.

Materiaalien kierrätys ja uusiokäyttö

23. Miten tarkkaan kierrätysfirmojen pitää tietää materiaalin laatu? Miksi se on tärkeää?
24. Minkälaisia puhtausvaatimuksia kierrätetyillä materiaaleilla on? Onko oletettavaa, että kerättävissä materiaaleissa olisi joitain ympäristölle tai ihmiselle vaarallisia aineita? Mitä nuo potentiaaliset aineet voivat olla?
25. Mitkä asiat vaikuttavat hintaan ja kierrätysmateriaalin myyntiin materiaalikierrättäjältä uusiokäyttäjälle?
26. Voiko materiaalia puhdistaa jälkikäteen? Paljonko maksaa?
27. Voiko kierrätetyn/uusiomateriaalin käyttöä vauhdittaa mitenkään? Jos voi, miten?

Selvitystyön jatko

28. Ketkä toimijat olisi hyvä kutsua tähän työhön mukaan ja /tai vähintään haastatella?

Haastatteluun osallistuneet organisaatiot:

- Pirkanmaan ELY-keskus
- Suomen ympäristökeskus SYKE
- Ympäristöministeriö
- Liikenne- ja viestintäministeriö
- Suomen Autokierrätys Oy
- Oili Jalonen Oy
- Stena Recycling Oy
- Uusioaines Oy
- Autoklinikka Oy
- Fortum Oyj
- Autocirc Finland Oy
- Autotuoja ry
- Hyundai Motor Company

Autonpurku - materiaalien talteenotto, uudelleenkäyttö ja uusien tuotteiden kierrätettävyys

Hankesuunnitelmaa päivitetty 4.4.2024

Turun ammattikorkeakoulu

Kiertotalouden liiketoimintamallit tutkimusryhmä

Valmistustekniikan tutkimusryhmä

Materiaalitekniikan tutkimusryhmä

Projektipäällikkö: Lehtori Henna Knuutila henna.knuutila@turkuamk.fi

Hankkeen lyhyt julkinen tiivistelmä

Hanke toteuttaa Varsinais-Suomen maakuntastrategian mukaista visiota olla vuonna 2040 puhtaiden ratkaisujen, innovaatioiden ja kestäväen kasvun hiilineutraali edelläkävijä ja se toteuttaa alueen TKI-tiekarttaa. Strategiassa mainitaan erityisesti laadukkaat ja luotettavat yhteistyöverkostot, jotka ovat hyvä paikka innovaatioiden synnyttämiseen. Tässä hankkeessa Turun ammattikorkeakoulun asiantuntijat selvittävät autonpurkuvaiheen materiaalikierron haasteita ja edistävät uusien toimintatapojen ja ratkaisujen kehittämistä vastaamaan niin Euroopan Unionin vihreän siirtymän kuin Varsinais-Suomen maakuntastrategian tavoitteisiin, yhdessä Varsinais-Suomen alueella toimivien yritysten, ml. Novoplastik Oy ja Oili Jalonen Oy kanssa. Yritykset tarjoavat asiantuntijoille tietoa nykytilasta ja kertovat tämänhetkisistä haasteista autonpurkuvaiheessa. Tämä tieto on tärkeää ratkaisujen kehittämisen näkökulmasta. Hanke tulee tuottamaan tietoa koko toimialalle ja tukee sen kehittymistä.

Euroopan parlamentti ja neuvosto ovat painottaneet tarvetta uudistaa ajoneuvojen uudelleenkäytettävyyttä, kierrätettävyyttä ja hyödynnettävyyttä sekä romuajoneuvoja koskevaa lainsäädäntöä. Tiedossa on, että autojen kierrätystavoitteita ollaan kiristämässä. Ajoneuvojen suunnittelua ja käyttöään päättymistä koskevilla uusilla säännöillä pyritään suojelemaan ympäristöä, vähentämään tuotannon haitallisia ilmastovaikutuksia ja vähentämään raaka-aineriippuvuutta Euroopan ulkopuolisista maista. Tehokkaalla auton ja sen osien uudelleenkäytöllä ja materiaalien entistä tehokkaammalla kierrätyksellä voidaan synnyttää myös uutta liiketoimintaa, niin alueellisesti, kansallisesti kuin kansainvälisestikin.

Ensisijainen tavoite auton tullessa elinkaarensa päähän, on kehittää autonosien uusiokäyttöä, jotta jätesäädösten edellyttämä etusijajärjestys toteutuu. Mikäli se ei ole mahdollista tulee varmistaa, että auton materiaalit kiertävät mahdollisimman hyvin eroteltuina ja puhtaina seuraavalle käyttäjälle.

Kierrätystavoitteet vaikuttavat jatkossa enenevässä määrin myös auton elinkaaren alkupäähän. Uusia tavoitteita asetetaan autoperäisen kierrätysmateriaalin käytölle autonvalmistuksessa. Puhutaan ns. sekoitevelvoitteesta. Esimerkiksi muovin osalta tavoitteeksi on asetettu, että uusien autojen muoviosissa pitää käyttää 25%:sti kierrätettyä muovia, josta 25% pitää olla autoperäistä.

Hankkeen tavoitteena on kahden valitun materiaalin, lasin ja muovin, kautta selvittää auton purkuvaihetta ja kierrätysmateriaalin hyötykäytön nykytilaa, keskittyen mm. seuraaviin asioihin: materiaalien syntypaikkajaottelu purkuvaiheessa, materiaalien määrä ja laatu, missä kierrätysmateriaalia syntyy, materiaalien kuljetuksen rooli, minkälaisena hyötykäyttäjä materiaalin saa sekä kierrätetyn materiaalin uudelleen käyttöä uudessa tuotteessa ja tämän uuden tuotteen kierrätettävyyttä. Selvityksen yhtenä näkökulmana kaikissa ketjun vaiheissa on kannattavuus - onko toiminta tällä hetkellä kannattavaa liiketoimintaa ja jos ei, mitä pitäisi tapahtua, että se jatkossa sitä olisi.

Hanke toteutetaan yhteistyössä Turun ammattikorkeakoulun ja auton elinkaaren loppuvaiheessa toimivien yritysten ja organisaatioiden, ml. Autopurkamoliiton ja Suomen Autokierrätyksen, kanssa. Mukana olevat yritykset ja organisaatiot antavat tietoja nykytilasta, ml. konkreettisista haasteista materiaalikierätyksen suhteen. Hankkeen tulokset tullaan jakamaan koko toimialan käyttöön.

Hankkeessa ovat mukana mm. Oili Jalonen Oy, Novoplastik Oy, Uusioaines Oy, Autopurkamoliitto ja Suomen Autokierrätys Ry. Näiden organisaatioiden lisäksi hankkeeseen tullaan kutsumaan avoimesti myös muita auton elinkaaren lopussa toimivia organisaatioita, kuten ELV-autoja vastaanottavia operaattoreita, huolto- ja korjauspalveluita tarjoavia yrityksiä sekä kuljetusyrityksiä. Mukaan kutsutaan myös kierrätysmateriaaleista valmistettujen tuotteiden loppukäyttäjiä.