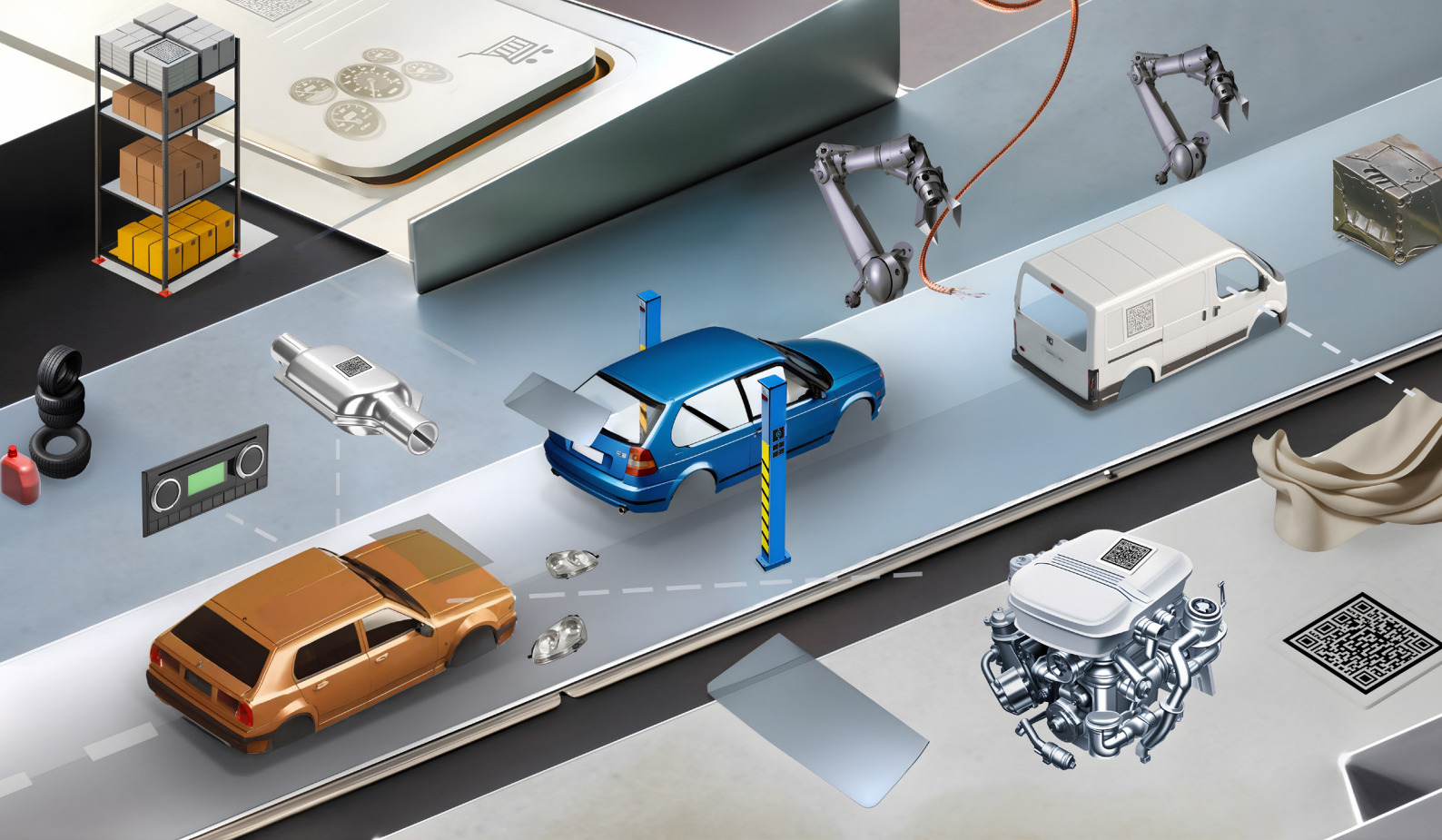




Autonpurku – purkumenetelmät ja -työkalut, komponenttien irrotus ja uudelleenkäyttö, materiaalien erottelu, talteenotto, kierrätettävyys ja uudelleenkäyttö

Autonpurku - materiaalien talteenotto, uudelleenkäyttö ja
uusien tuotteiden kierrätettävyys – Raportti

Hankkeen toteutusaikataulu: 1.9.2024–31.10.2025

Raportin julkaisupäivä: 31.10.2025



Varsinais-Suomen liitto
Egentliga Finlands förbund



TURKU AMK

Hanke toteutettiin yhteistyössä Turun ammattikorkeakoulun, Turun ammatti-instituutin ja auton elinkaaren loppuvaiheessa toimivien organisaatioiden kanssa. Hankkeessa olivat mukana Suomen Autokierrätys Oy, Oili Jalonen Oy, Stena Recycling Oy, Novoplastik Oy ja Pirkanmaan ELY keskus. Näiden organisaatioiden lisäksi hankkeen aikana tehtiin yhteistyötä laajasti myös muiden auton elinkaaren lopussa toimivien organisaatioiden kanssa.

Hankkeen vetäjänä ja vastuuorganisaationa toimi Turun ammattikorkeakoulu. Mukana hankkeessa olivat kiertotalouden liiketoimintamallit ja valmistustekniikan ja materiaalitekniikan tutkimusryhmät sekä näissä ryhmissä toimivat asiantuntijat. Projektipäällikkönä toimi lehtori Henna Knuutila.

Hankkeen ohjaus-/työryhmään kuuluivat edustajat seuraavista organisaatioista: Suomen Autokierrätys Oy, Oili Jalonen Oy, Stena Recycling Oy, Pirkanmaan ELY-keskus, Novoplastik Oy, Varsinais-Suomen liiton edustaja (rahoittajan edustaja), Turku AMK tekniikan ja liiketalouden johto ja Turun ammatti-instituutti. Kiitämme kaikkia asiantuntijoita arvokkaasta työpanoksesta hankkeen kaikissa vaiheissa. Tällä laajalla asiantuntijatuella meidän oli mahdollista hankkeen aikana saavuttaa tässä raportissa esiteltävät, erinomaiset ja kattavat tulokset.

Hanke on saanut Varsinais-Suomen liitolta Alueiden kestävään kasvuun ja elinvoiman tukemiseen suunnattua AKKE-rahoitusta. Kiitämme rahoittajaa heidän antamastaan tuesta hankkeelle.

Tiivistelmä

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 käyttöänsä päättymistä koskevilla uusilla säännöillä pyritään suojelemaan ympäristöä, vähentämään tuotannon haitallisia ilmastovaikutuksia ja vähentämään luonnonvarojen käyttöä sekä 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 autojen valmistusvaiheessa. Puhutaan ns. sekoitevelvoitteesta. Esimerkiksi muovin osalta 2030 tavoitteeksi on asetettu, että uusien autojen muoviosissa pitää käyttää tulevaisuudessa 25-prosenttisesti kierrätettyä muovia, josta 25 % pitää olla autoperäistä.

Autonpurku-hankekokonaisuudessa on yhteistyössä oppilaitosten ja yritysten kanssa selvitetty auton elinkaaren lopun – purkuvaiheen ja materiaalikierron – nykytilaa, tunnistettu olemassa olevia haasteita ja lähdetty kehittämään ja edistämään uusien toimintatapojen ja ratkaisujen kehittämistä ja käyttöönottoa vastaamaan Euroopan unionin vihreän siirtymän tavoitteisiin.

Hankkeen aikana on rakennettu autonpurkulinjasto, jonka avulla on testattu ja kehitetty purkutyömenetelmiä ja purkutyökaluja sekä mitattu purkutyövaiheisiin käytettyä aikaa ja parannettu materiaalien erottelua ja tunnistamista. Tavoitteena on purkaa purkulinjastolla yhteensä 100 autoa vuosittain. Tähän mennessä on purettu yli 70 autoa, joista on purettu kaikki mahdolliset irti lähtevät osat ja materiaalit.

Purkutyössä on keskitytty erityisesti purkutyön eri vaiheisiin ja mahdollisuuksiin kehittää purkutyötä nopeuttavia ja helpottavia työkaluja ja tutkittu automaation ja robotiikan tuomista purkuvaiheeseen. Materiaalitutkimuksessa on keskitytty tunnistamaan automateriaalien materiaalikoostumusta ja materiaaleissa mukana olevia haitallisia aineita, kuten palonestoaineita. Liiketoiminnan näkökulmasta on seurattu ELV-vaihetta taloudellisesta näkökulmasta, ml. kustannusvaikutuksia, kuten eri työvaiheisiin käytettyä aikaa sekä materiaalinäkökulmasta kierrätysmateriaalien arvoa ja sitä kautta liiketoimintapotentiaalia. Lisäksi on selvitetty komponenttien ja varaosien uudelleenkäytön tilaa ja edistämisen mahdollisuuksia ja haasteita.

Hankkeen tavoitteena on ollut selvittää auton purkuvaihetta ja kierrätysmateriaalin hyötykäytön nykytilaa, keskittyen muun muassa seuraaviin asioihin: materiaalien syntypaikkalajittelu 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. Lisäksi tavoitteena on ollut tutkia ja kokeilla erilaisia tapoja saada kupari paremmin talteen purkuvaiheessa, jolloin teräksen kierrätysarvo kasvaa ja samalla saadaan

arvokas kupari talteen. Selvityksen yhtenä näkökulmana kaikissa ketjun vaiheissa on ollut kannattavuus – onko toiminta tällä hetkellä kannattavaa liiketoimintaa ja jos ei, mitä pitäisi tapahtua, että se jatkossa olisi.

Hanke on toteutettu yhteistyössä Turun ammattikorkeakoulun, Turun ammatti-instituutin ja auton elinkaaren loppuvaiheessa toimivien yritysten ja organisaatioiden, Suomen Autokierrätys Oy:n, Oili Jalonen Oy:n, Stena Recycling Oy:n, Novoplastik Oy:n ja Pirkanmaan ELY-keskuksen kanssa. Mukana olevat yritykset ja organisaatiot antavat tietoja nykytilasta, ml. konkreettisista haasteista materiaalikierrätyksen suhteen. Näiden organisaatioiden lisäksi hankkeeseen on kutsuttu avoimesti myös muita auton elinkaaren lopussa toimivia organisaatioita, kuten ELV-autoja vastaanottavia operaattoreita, huolto- ja korjauspalveluita tarjoavia yrityksiä sekä kuljetusyrityksiä. Myös kierrätysmateriaalien potentiaalisia hyödyntäjäorganisaatioita on kutsuttu mukaan hankkeeseen.

Hanke on tuottanut tietoa koko toimialalle ja tukee sen kehittymistä. Hankkeen tuloksista on jo hankkeen aikana viestitty aktiivisesti ja tätä työtä tullaan jatkamaan myös hankkeen päätyttyä.

Sisältö

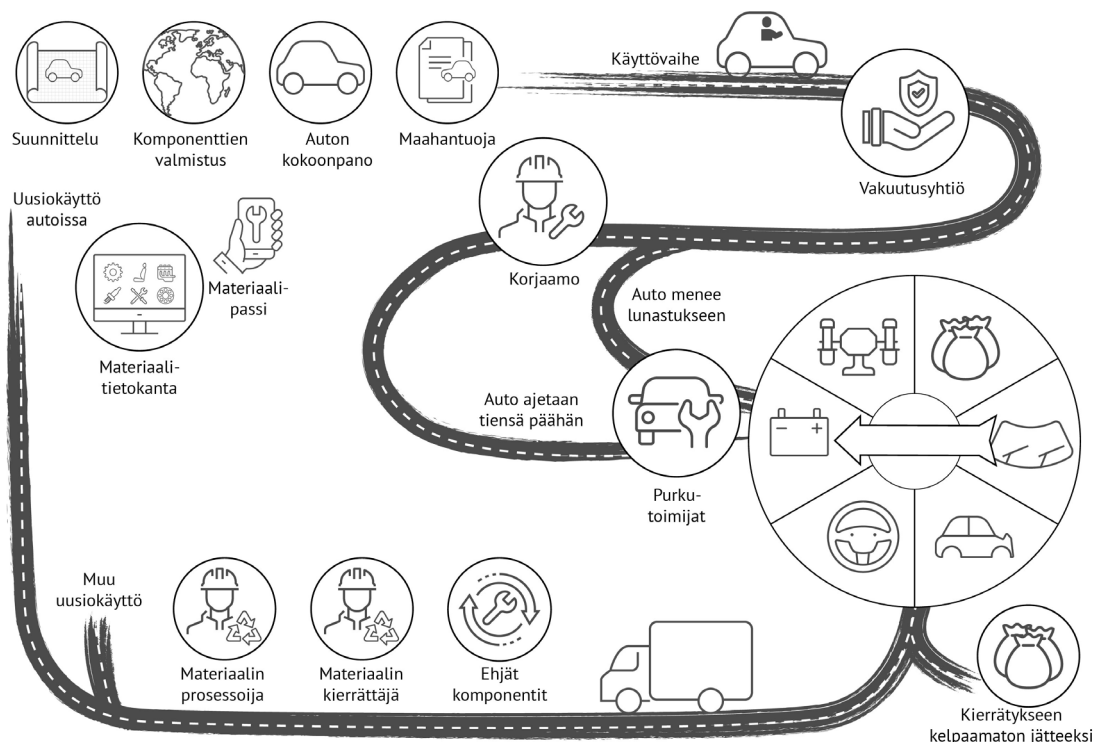
Tiivistelmä	3
1 Johdanto.....	6
2 Hankkeen tavoitteet ja toteutus.....	8
3 Hankkeen kuvaus: Autonpurkutoiminnan nykytila ja kehittäminen	12
4 Tulokset	15
4.1 Autonpurkutoiminta Suomessa	15
4.2 Lainsäädäntökatsaus.....	16
4.3 Asiantuntijahaastattelut	17
4.4 Autonpurkulinjaston rakentaminen ja kehittäminen.....	19
4.5 Autonpurkulinjasto 1.0	21
4.6 Purkutyömenetelmien kehittäminen	22
4.7 Materiaalitutkimus.....	24
4.8 Liiketoimintanäkökulma	31
4.9 Autonpurkutoiminnan jatkokehittäminen ja kierrätyksen tehostaminen	34
5 Viestintä hankkeessa	35
6 Jatkosuunnitelmat	37
6.1 Työn jatkuminen uusissa hankkeissa.....	37
6.2 Suositukset uusille TKI-hankkeille	38
7 Yhteenveto.....	39
Lähteet	40
Liitteet	41

1 Johdanto

Euroopan parlamentti ja neuvosto ovat painottaneet tarvetta uudistaa ajoneuvojen uudelleenkäytettävyyttä, kierrätettävyyttä ja hyödynnettävyyttä sekä romuajoneuvoja koskevaa lainsäädäntöä. Tiedossa siis on, että autojen kierrätystavoitteita ollaan kiristämässä. Ajoneuvojen suunnittelua ja käyttöiän päättymistä koskevilla uusilla säännöillä pyritään suojelemaan ympäristöä, vähentämään tuotannon haitallisia ilmastovaikutuksia ja vähentämään raaka-aineriippuvuutta Euroopan ulkopuolisista maista.

Jo vuonna 2008 asetetun jätedirektiivin yksi keskeinen tavoite oli pitää tuotteet käytössä niin pitkään kuin mahdollista ja vasta sen jälkeen hyödyntää ne materiaalina. Auton osien uudelleenkäyttö vastaa näihin EU:n asettamiin tavoitteisiin. Ensisijainen tavoite auton tullessa elinkaarensa päähän on kehittää auton osien uusiokäyttöä, jotta jätelain edellyttämä etusijajärjestys toteutuu, ja mikäli se ei ole mahdollista tulee varmistaa, että auton materiaalit kiertävät mahdollisimman hyvin eroteltuina ja puhtaina seuraavalle käyttäjälle. (Kuva 1.)

Euroopan unionin tasolla eliniän lopussa olevia ajoneuvoja ei käsitellä tällä hetkellä parhaalla mahdollisella tavalla, mikä johtaa resurssien menetykseen ja turhaan ympäristökuormitukseen. Nykyaikaisissa, vähäpäästöisissä ajoneuvoissa on käytössä erilaisia kevyitä materiaaleja, jotka voivat olla vaikeasti kierrätettäviä, sekä akkuja ja elektronisia komponentteja, jotka ovat tuonnista riippuvaisia ja joissa käytetään arvokkaita mineraalisia luonnonvaroja, joille on valtava kysyntä globaalisti. Niinpä autojen kierrätykseen liittyvät selvitys- ja TKI-hankkeet ovat erittäin tarpeellisia ja ajankohtaisia.



Kuva 1. Auton elinkaari.

Kierrätystavoitteet vaikuttavat jatkossa enenevässä määrin myös auton elinkaaren alkupäähän. Uusia tavoitteita asetetaan autoperäisen kierrätysmateriaalin käytölle autonvalmistuksessa. Puhutaan ns. sekoitevelvoitteesta. Esimerkiksi muovin osalta 2030 (2031?) tavoitteeksi on asetettu, että uusien autojen muoviosissa pitää tulevaisuudessa käyttää 25-prosenttisesti kierrätettyä muovia, josta 25 % pitää olla autoperäistä.

Tehokkaalla auton ja sen osien uudelleenkäytöllä ja materiaalien entistä tehokkaammalla kierrätyksellä voidaan synnyttää myös uutta liiketoimintaa, niin alueellisesti, kansallisesti kuin kansainvälisestikin.

2 Hankkeen tavoitteet ja toteutus

Hankkeen tavoitteena oli tuottaa tietoa autonpurkuvaiheesta ja siitä, miten voidaan kehittää taloudellisesti kannattavia ratkaisuja ja toimintatapamuutoksia autonpurkuvaiheessa toimiville organisaatioille sekä tukea ja vauhdittaa kiertotalousratkaisuiden ja kiertotalouteen perustuvien liiketoimintamallien käyttöönottoa auton elinkaaren eri vaiheissa (kuva 2). Tavoitteena oli varmistaa, että autojen EoL-vaiheen takaisinottojärjestelmä toimii ja autoista saadaan osat joko uudelleenkäytettäväksi ja/tai materiaalit talteen kierrätettäväksi. Tavoitteena oli myös tiivistää ja kehittää yhteistyötä ja liiketoimintaa autonpurkuvaiheen ympärillä.



Kuva 2. Autonpurkuprosessin nykytila ja kehittäminen.

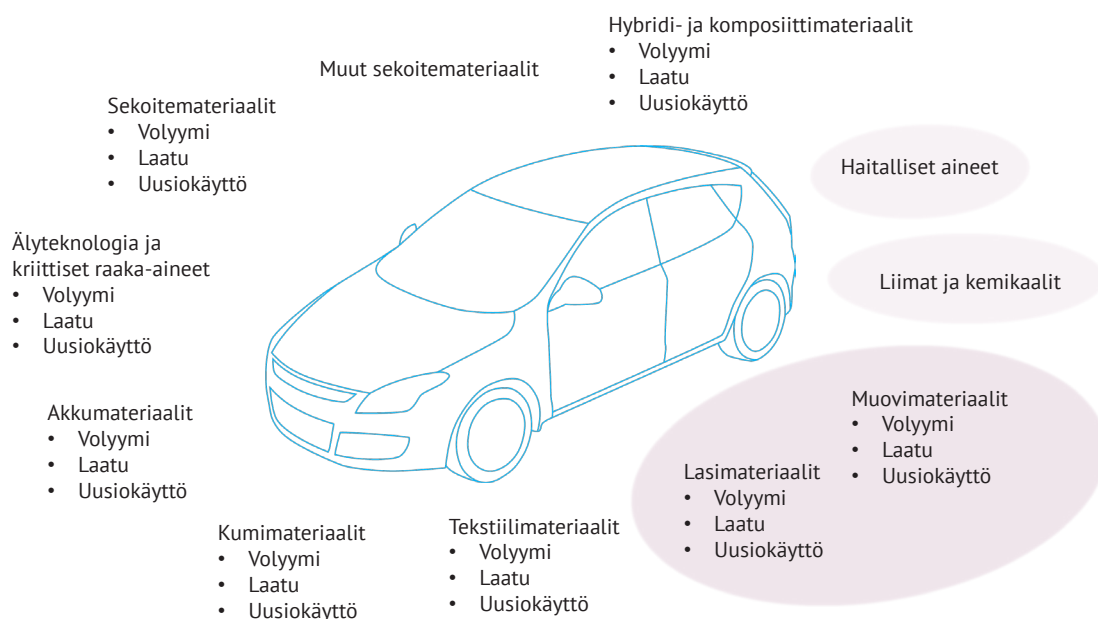
Hankkeen tavoitteena oli myös tukea autonpurkuarvoketjua ja siinä toimivia organisaatioita kestävyyssiirtymässä.

Työtä lähdettiin tekemään seuraavien tutkimuskysymysten kautta:

- miten turvataan materiaalien, ml. kriittisten raaka-aineiden, pitäminen kierrossa Euroopan unionin alueella ja vähennetään neitseellisten raaka-aineiden käyttöä autonvalmistuksessa ja samalla vähennetään luonnonvarojen käytöstä aiheutuvia ympäristövaikutuksia?
- minkälaisia taloudellisesti kannattavia ratkaisuja tarvitaan autonpurkuvaiheessa materiaalien hyötykäytön lisäämiseen?
- kuinka vauhditetaan sekundäärinen raaka-aineiden markkinaa?
- minkälaisia keinoja tarvitaan, että saadaan enemmän auton osia kunnostettua ja uudelleenkäyttöön?
- miten voidaan lisätä komponenttien ja kierrätettyjen materiaalien soveltuvuutta uudelleenkäyttöön erilaisissa teollisuuden lopputuotteissa?

- minkälaisia uusia prosesseja tarvitaan purkamiseen, jotka tehostavat elv-autojen osien uudelleenkäyttöä ja kierrätystä?
- kuinka voidaan tukea kiertotalouteen perustuvien liiketoimintamallien käyttöönottoa auton elinkaaren eri vaiheissa?
- minkälaisia prosesseja purkuun, kierrätykseen ja jatkojalostukseen pitää kehittää, että niiden avulla voidaan kasvattaa komponenttien ja materiaalien uudelleenkäyttöä ja jalostusarvoa?
- miten varmistetaan, että autojen EoL-vaiheen takaisinottojärjestelmä toimii ja autoista saadaan osat joko uudelleenkäytettäväksi ja/tai materiaalit talteen kierrätettäväksi?
- kuinka voidaan soveltaa ajoneuvojen kokoonpanoteknologioita käänteisesti niiden purkuprosessissa eli hyödyntäen jo käytössä olevia menetelmiä älykkäästi myös purkuprosesseissa purkamoilla esim. lasien irrotuksessa? Tämän kehitystyön tavoitteena on saavuttaa kierrätysmateriaaleille parempi erottelu ja sitä kautta puhtaus.

Hankkeessa keskityttiin erityisesti selvittämään auton purkuvaihetta ja kierrätysmateriaalin hyötykäytön nykytilaa, keskittyen muun muassa seuraaviin asioihin: materiaalien syntypaikkajaottelu purkuvaiheessa, materiaalien määrä, laatu ja puhtaus, kierrätysmateriaalien markkina ja kysynnän selvittäminen, missä kierrätysmateriaalia syntyy, materiaalien kuljetuksen rooli, minkälaisena hyötykäyttäjä materiaalin saa sekä kierrätetyn materiaalin uudelleen käyttöä uudessa tuotteessa. (Kuva 3.)



Kuva 3. Tutkimusnäkökulmat.

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. Hankkeessa etsitään siis niitä kohtia ketjussa, jotka eivät tällä hetkellä toimi parhaalla mahdollisella tavalla vaan vaativat kehitystyötä tai ovat jopa mahdollisia esteitä kaupallisen ratkaisun käyttöönotolle.

Hanke toteutetaan kahdessa vaiheessa (kuva 4). Vaihe I keskittyy nykytilaselvitykseen ja teknisten pilotointien ja kokeilujen valmisteluun. Vaihe II keskittyy pilotteihin, kokeiluihin ja tutkimukseen perustuvien tulosten jatkokehittämiseen. Hankkeen molemmissa vaiheissa on mukana myös liiketoimintanäkökulma. Purkutyön eri vaiheissa selvitetään ratkaisujen nykyiset kustannukset sekä pilotointeihin ja kehitystyöhön perustuvat liiketoimintamahdollisuudet ja kustannukset. Tavoitteena on, että autonpurkuvaiheessa jokainen toimija voi tehdä oman osansa siten, että liiketoiminta on kannattavaa. Samanaikaisesti vaiheiden I ja II kanssa rakennettiin yhteistyössä yritysten ja oppilaitosten kanssa Turun ammatti-instituutti Peltolan tiloihin autojen purkulinjasto, missä hankkeen aikana purettiin 70 autoa, ja työtä jatketaan siten, että purkulinjaston ensimmäisessä testivaiheessa siellä puretaan yhteensä 100 henkilöautoa.



Kuva 4. Autonpurkuhankkeen toteutussuunnitelma.

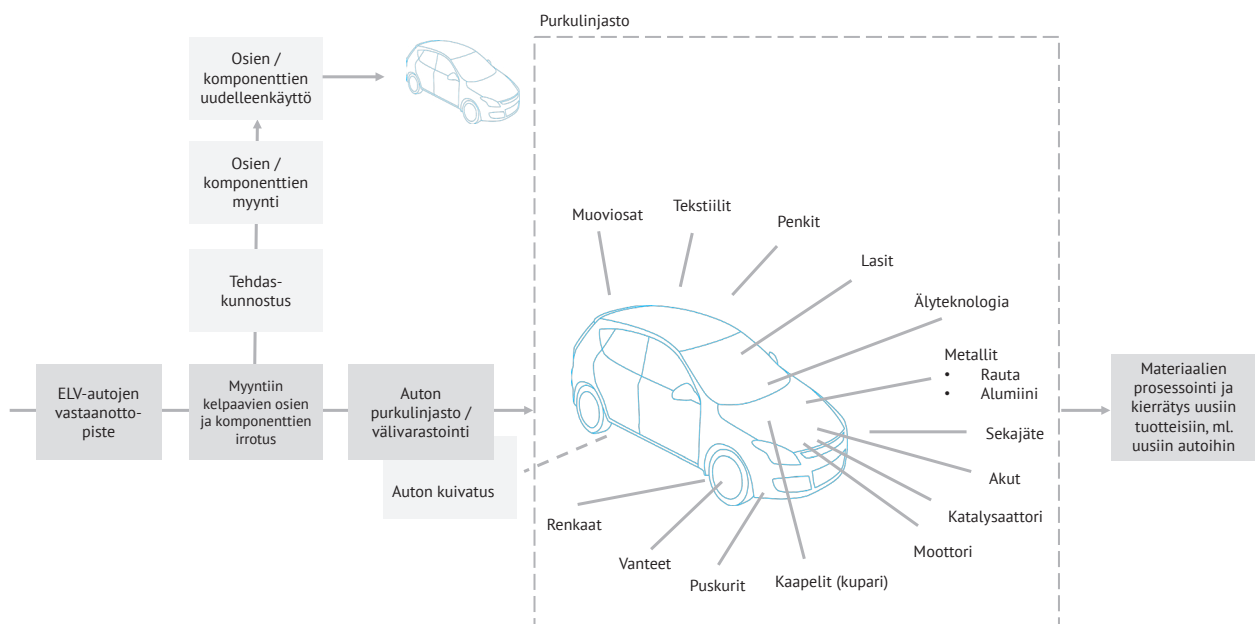
Hankkeen tuloksena syntyi nykytilakatsaus autojen End of Life (EoL) -vaiheen tilasta Suomessa, pitäen sisällään kuvauksen purkutyön eri vaiheista, purkutyömenetelmistä, ml. purkutyön työvaiheiden kustannukset, purkutyökaluista, materiaalien erottelun haasteista, kuten erilaisten sekoitemateriaalien tunnistamisesta, materiaalilajitteluista, sekä purkuvaiheen riskeistä, niin ympäristö, talous kuin sosiaalisista näkökulmista. Tulostuloksissa esitellään myös ratkaisuehdotukset purkuvaiheen kehittämiseksi, ml.

automaation ja robotiikan mahdollisuudet purkuvaiheessa, esitellään EoL-vaiheen liiketoimintapotentiaali sekä tehdään ehdotuksia ohjauskeinojen kehittämiseksi tukemaan mm. kustannustehokkaampaa purkuvaihetta, joka mahdollistaisi entistä paremman materiaalien kierrätyksen.

3 Hankkeen kuvaus: Autonpurkutoiminnan nykytila ja kehittäminen

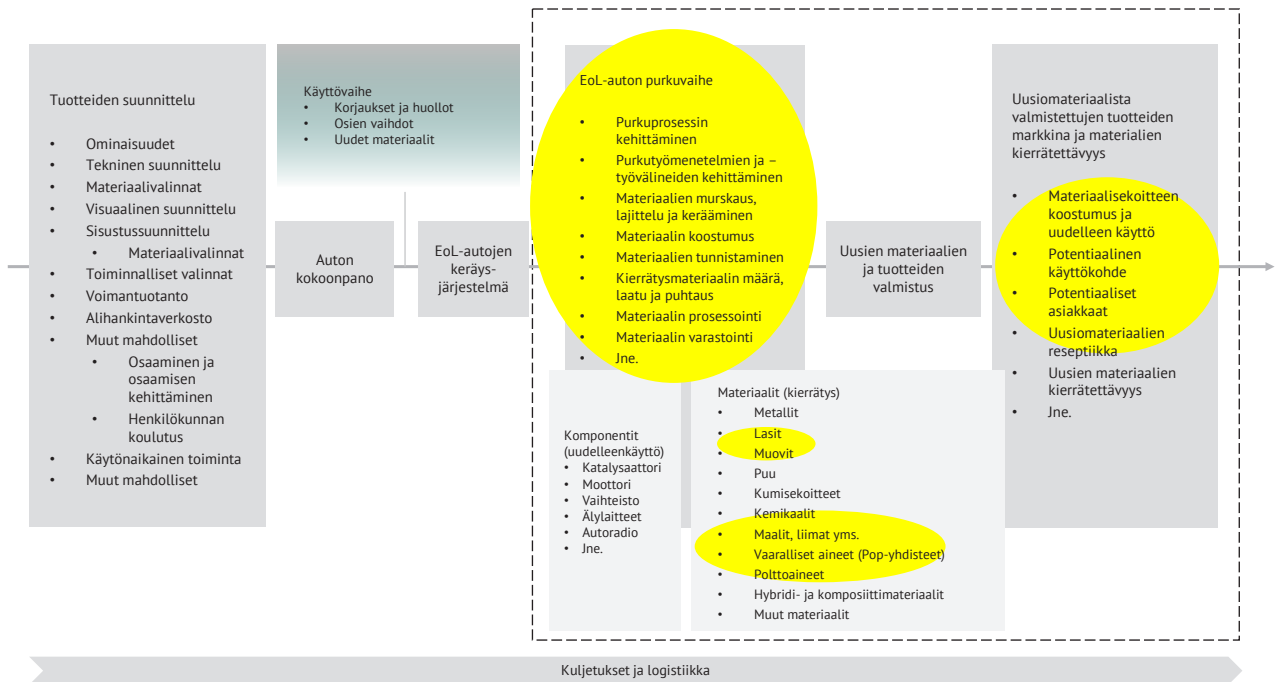
Tässä selvityshankkeessa, joka toteutettiin yhdessä autonpurkuvaiheessa toimivien yritysten ja organisaatioiden kanssa, tuloksena syntyi katsaus autonpurkuvaiheen nykytilaan, ml. purkuautojen vastaanottopisteet, autonpurkuvaiheen käytännöt, purettujen materiaalien lajittelu, ml. tunnistaminen, ja varastointi, kuljetus, materiaalien määrä, laatu ja puhtaus, materiaalien vastaanotto, hyödynnettävyys ja prosessointi, kierrätysmateriaalin hyötykäyttö ja -käyttäjät sekä uusien kierrätysmateriaaleista valmistettujen tuotteiden kierrätettävyys. Tietoa tuotettiin myös haasteista, liittyen ml. purkumenetelmiin, materiaalien erotteluun ja uudelleen käyttöön liittyen sekä kustannusten epätasaiseen jakautumiseen, jolla on suoraan vaikutus liiketoiminnan kannattavuuteen.

Hankkeen alussa kehitettiin ja rakennettiin autonpurkulinjasto, jota pilotoitiin purkamalla sen kautta erilaisia ja eri-ikäisiä henkilöautoja (kuva 5). Purkuvaiheen tavoitteena oli selvittää, kuinka helposti autot, joita ei ole suunniteltu puretaviksi, on purkaa ja kuinka helppoa tai vaikeaa on tunnistaa erilaiset materiaalisekoitteet ja kuinka haastavaa ne ovat irrottaa toisistaan, kun autojen kokoonpanovaiheessa kiinnitykseen on käytetty mm. erilaisia liimoja. Purkulinjaston jatkokehitettiin koko hankkeen ajan ja kehitys jatkuu edelleen. Turun ammatti-instituutilla (TAI) toimiva purkulinjasto toimii oppimisympäristönä niin Turun AMK:n kuin TAI:n opiskelijoille.



Kuva 5. Auton ELV-vaihe ja purkulinjaston kuvaus.

Materiaalitutkimusvaiheessa keskityttiin selvittämään autosta purettujen materiaalien kierrätettävyyttä ja materiaalien soveltuvuutta uusiokäyttöön erilaisissa teollisuuden lopputuotteissa, huomioiden muun muassa niissä mahdollisesti olevat terveydelle haitalliset lisäaineet. Hankkeessa testattiin myös erilaisten kokeilujen kautta erilaisia työmenetelmiä ja työkaluja, jotka voisivat soveltua purkamiseen. Purkulinjastolla autosta irrotettiin ja eroteltiin kaikki mahdolliset materiaalit, mutta tutkimuksen näkökulmasta keskityttiin erityisesti muoviin ja lasiin, teräkseen ja SER:iin. Pilotin aikana linjastoa kehitettiin kaiken aikaa sitä mukaan, kun kehitystarpeita huomattiin.



Kuva 6. Auton elinkaari ja hankkeen tutkimusalueet.

Hankkeen konkreettisena tuloksena saatiin autonpurkuvaiheen prosessikuvaus, kuvaus autonpurkulinjastosta, missä toteutettiin konkreettista purkutyötä, sekä tapaustutkimusten kautta saatu tieto automateriaalien kierrätyksen nykytilasta, keskittyen erityisesti materiaalien keräämiseen, materiaalien laatuun, määrään ja puhtauteen, kuljetuksiin, varastointiin sekä kierrätysmateriaalin käyttöön uusissa materiaalien valmistusprosesseissa ja siihen kuinka hyvää kierrätettyä materiaalia yritykset tällä hetkellä käyttöönsä saavat. (Kuva 6.)

Hankkeessa on tuotettu tietoa purkutyömenetelmistä, kierrätysmateriaalien määristä, laadusta ja käytettävyydestä uusissa tuotteissa sekä kierrätysteknologioista ja -prosesseista ja kiertotalouden mukaisesta liiketoiminnasta. Tuloksia hyödynnetään autojen elinkaaren lopussa toimivien yritysten nykyisen liiketoiminnan sekä uuden liiketoiminnan kehittämiseen ja kiertotalousratkaisuiden käyttöönottoon.

Kun auto poistetaan käytöstä (ELV), komponenttien uudelleenkäytön ja kierrätyksen toteutumisen mahdollistavat viralliset vastaanottopisteet eli operaattorit, autopurkamot ja romutusliikkeet, jotka ottavat vastaan käytöstä poistettavia ajoneuvoja. Osa autoista menee suoraan materiaalina kierrätykseen, mutta osasta autoja autopurkamoiden tai muiden alan

toimijoiden osaamista ja tekniikkaa hyödyntäen voidaan komponentteja ja auton osia ottaa talteen, huoltaa ja kunnostaa ne, ja ottaa käyttöön toisessa kohteessa, ml. autojen varaosina. Ylijäämämateriaalia syntyy ja varaosiksi kelpaavia osia voidaan ottaa talteen siis myös autojen huolto- ja korjauspalveluita tuottavissa yrityksissä. Myös nämä toimijat ovat mukana tässä selvityshankkeessa.

Selvityshanke, joka toteutettiin yhdessä alan toimijoiden kanssa yhteistyössä, tuotti todellista ja realistista tietoa autonpurun nykytilasta, joka mahdollistaa seuraavat konkreettiset kehitysaskleet, kun lähdetään kehittämään ratkaisuja olemassa oleviin haasteisiin. Hankkeessa keskityttiin auton elinkaaren loppuun, nk. End of Life -vaiheeseen.

Hankkeen tulokset ovat julkisia ja näin tuottavat ajankohtaista ja tarpeellista tietoa koko toimialalle. Tuloksia voidaan jakaa, hyödyntää ja skaalata myös kansainväliselle tasolle.

4 Tulokset

4.1 Autonpurkutoiminta Suomessa

Laajennettu tuottajavastuu (EPR) Euroopan Unionissa on käytäntö, joka asettaa valmistajat vastuuseen tuotteidensa koko elinkaaresta, mukaan lukien suunnittelu, takaisinotto, kierrätys ja hävittäminen. Tällä lähestymistavalla pyritään edistämään kestävä jätahuoltoa ja lisäämään kierrätysastetta siirtämällä taloudellista ja toiminnallista vastuuta paikallishallinnolta tuottajille. (EPR Schemes, 2025.)

Autojen kohdalla tuottajavastuu koskee henkilöautoja, pakettiautoja ja niihin rinnastettavia muita ajoneuvoja. Tuottajia ovat ajoneuvojen valmistajat, ammattimaiset maahantuojat ja ne, jotka toimittavat maahan ajoneuvoja kotimaisen käyttäjän nimissä. Ajoneuvojen tuottajavastuu perustuu jätelakiin (646/2011) ja valtioneuvoston asetukseen romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa (123/2015). Tuottajavastuun toteutumista ohjaa ja valvoo valtakunnallisesti Pirkanmaan ELY-keskus.

Suomessa ELV-autojen tuottajavastuusta vastaa Suomen Autokierrätys Oy. Se on tuottajayhteisö, joka hoitaa EU-lainsäädännön vaatiman henkilö-, paketti ja matkailuautojen sekä sähkökäyttöisten autojen ajovoima-akkujen kierrätyksen organisoinnin ja siitä tiedottamisen. Sen jäsenyrityksiä ovat näitä tuotteita maahantuovat yritykset. Suomen Autokierrätys Oy:llä on 290 romuautojen vastaanottopaikkaa eri puolilla Suomea. Romuajoneuvojen kierrätysoperaattoreita on viisi: Eurajoen Romu, Kajaanin Romu, Kuusakoski ja Stena Recycling, Romu Keinänen sekä ajovoima-akkujen osalta myös Fortum Battery Recycling Oy.

Ajoneuvo poistetaan lopullisesti rekisteristä toimittamalla se maksutta kierrätettäväksi Suomen Autokierrätys Oy:n viralliseen vastaanottopaikkaan. Henkilö- ja pakettiautot on toimitettava aina viralliseen vastaanottopaikkaan, jotta ne voidaan poistaa lopullisesti rekisteristä. Suomessa Traficom toimii lupa-, rekisteri- ja valvontaviranomaisena liikenneasioissa, ml. ELV-autojen tietojen rekisteröinnissä. (Traficom, ei pvm.)

Suomessa romutetaan vuosittain noin 65 000–80 000 autoa. Vuonna 2024 ajoneuvorekisteristä poistui romutustodistuksella 70 834 ajoneuvoa. Asianmukaista romutusta on pyritty kasvattamaan erilaisilla romutuspalkkiokampanjoilla ja paremmalla tiedottamisella. Metallien nousseet maailmanmarkkinahinnat voivat osaltaan myös kannustaa tehokkaampaan kierrätykseen.

Autoalan tiedotuskeskuksen (2017) mukaan suurin osa auton elinkaaren aikaisista ympäristövaikutuksista, lähes 80 prosenttia, syntyy käytön aikana. Suomessa käyttövaiheen merkitys vielä korostuu, koska autot pidetään pitkään käytössä ja niillä ajetaan elinkaaren aikana keskimäärin 300 000 kilometriä. Auton valmistuksen osuus auton koko elinkaaren aikaisista hiilidioksidipäästöistä ja energiankulutuksesta on polttomoottoriautoilla 10–15 prosenttia. Näiden vaikutusten lisäksi tulee jatkossa entistä enemmän huomioida myös autonvalmistuksen luonnonvaravaikutukset, joita voidaan vähentää tehokkaalla kierrätyksellä sekä kierrätysraaka-aineiden käytöllä.

4.2 Lainsäädäntökatsaus

Romuajoneuvojen kierrätys on keskeinen osa EU:n ja Suomen kiertotalousstrategiaa. Lainsäädäntö ohjaa ajoneuvojen elinkaaren loppuvaihetta, erityisesti materiaalien ja komponenttien uudelleenkäyttöä, kierrätystä ja vaarallisten aineiden hallintaa. Uudet sääntelyehdotukset laajentavat nykyisiä velvoitteita ja tuovat mukanaan digitaalisia ratkaisuja, kuten suosituksia kiertotalouspassin käyttöön otolle. Romuajoneuvojen kierrätys sääntely kehittyy kohti tarkempaa materiaalien hallintaa ja laajennettua tuottajavastuuta.

Uudet asetukset tuovat mukanaan velvoitteita, jotka edellyttävät ajoneuvovalmistajilta, jätahuoltotoimijoilta ja viranomaisilta tiivistä yhteistyötä ja teknistä sopeutumista. Uudistuva sääntely pyrkii yhdenmukaistamaan jäsenvaltioiden käytäntöjä ja parantamaan kierrätyksen laatua koko unionin alueella. Tämä edellyttää tiivistä yhteistyötä ajoneuvovalmistajien, jätahuoltotoimijoiden ja viranomaisten välillä sekä investointeja teknologisiin ratkaisuihin ja tietojärjestelmiin. Ajoneuvojen kierrätyksen kokonaisvaltainen hallinta edellyttää ajankohtaisen lainsäädännön tuntemusta ja sen aktiivista seurantaa.

Romuajoneuvodirektiivi (Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 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. Direktiivi asettaa muun muassa jäsenvaltioille tavoitteet romuajoneuvojen uudelleenkäytölle ja kierrätykselle:

- Uudelleenkäyttö ja kierrätys: vähintään 85 % ajoneuvojen keskimääräisestä painosta.
- Uudelleenkäyttö ja hyödyntäminen: vähintään 95 % keskimääräisestä painosta.

Valtioneuvoston asetus (123/2015) on ajankohtaisin ja keskeisin romuajoneuvojen kierrätystä säätelevä lainsäädäntö. Asetuksella rajoitetaan vaarallisten aineiden, kuten lyijyn, elohopean, kadmiumin ja kuusiarvoisen kromin käyttöä ajoneuvoissa. Niiden lisäksi asetuksen mukaan romuajoneuvojen esikäsittelyssä tulee poistaa vaaralliset aineet ja osat ennen murskausta, jotta ne eivät pilaa murskauksesta syntyvää jätettä. Se täydentää EU:n direktiiviä ja määrittelee kansalliset poikkeukset ja ilmoitusmenettelyt.

Jätelaki (646/2011) määrittelee jätahuollon yleiset periaatteet, kuten jätelihierarkian, tuottajavastuun ja jätteiden käsittelyvaatimukset. Romuajoneuvot kuuluvat laajennetun tuottajavastuun piiriin, ja tuottajien on katettava keräyksen ja käsittelyn kustannukset.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksella pysyvistä orgaanisista yhdisteistä (1021/2019) kielletään tai rajoitetaan sellaisten aineiden valmistus, markkinointi tai käyttö, jotka kuuluvat Tukholman yleissopimuksen tai kaukokulkeutumista koskevan pöytäkirjan soveltamisalaan. Koska romuajoneuvoissa tiedetään esiintyvän POP-yhdisteitä etenkin muovi- ja sähköosissa, niiden käsittelyssä on noudatettava asetuksen vaatimuksia. POP-yhdisteiden kierrätyksessä edellytetään niiden hävittämistä tai muuntamista palautumattomasti, jotta ne eivät päädy prosessin aikana luontoon. Tämä vaikuttaa erityisesti muovien ja elektroniikan käsittelyyn romuajoneuvoissa.

Uudet asetusehdotukset ajoneuvojen kiertotalousvaatimuksista ja jätehuollosta vuosilta 2023 ja 2025, sisältävät merkittäviä muutoksia:

- Digitaalinen kiertotalouspassi: Kokoa ajoneuvokohtaiset tiedot kierrätysmateriaaleista, vaarallisista aineista ja varaosista, ja jonka käyttöönotto edellyttää valmistajilta teknistä ja hallinnollista sopeutumista.
- Kierrätetyn muovin sekoitevelvoitteet uusissa ajoneuvoissa nousevat asteittain:
 - 15 % 72 kuukauden kuluttua asetuksen voimaantulosta
 - 20 % 96 kuukauden kuluttua
 - 25 % 120 kuukauden jälkeen
 - Näistä osuuksista vähintään 25 % on oltava peräisin romuajoneuvoista tai muusta asetuksessa määritellystä jätteestä (Euroopan komissio, 2025).
- Muovien kierrätystavoite: Vähintään 30 % romuajoneuvoista peräisin olevien muovien kokonaispainosta (Euroopan komissio, 2023).
- Osien ja komponenttien pakollinen poistaminen: Ennen murskausta on poistettava uudelleenkäyttöön tai kierrätykseen soveltuvat osat. Mikä edistää korkealaatuisten uusiomateriaalien talteenottoa ja kierrätystä.
- Tuottajavastuun laajentaminen: Tuottajien on katettava myös ajoneuvojen keräyksen, kuljetuksen ja käsittelyn kustannukset, mukaan lukien tiedotuskampanjat ja raportointi.
- Murskausprosessien laatuvaatimukset: Esimerkiksi teräsjakeen kuparipitoisuus saa olla enintään 0,15 %.
- Soveltamisala laajennetaan kattamaan raskaat hyötyajoneuvot sekä kaksi-, kolme- ja nelipyöräiset ajoneuvot. Laajennus sisältää uusia velvoitteita, jotka alun perin koskivat ainoastaan henkilöautoja ja kevyitä hyötyajoneuvoja. (Euroopan komissio, 2025.)

4.3 Asiantuntijahaastattelut

Hankkeen aikana toteutettiin laaja asiantuntijahaastattelukierros, jolla täydennettiin kokonaiskäsitystä autonpurun nykytilasta. Haastattelukysymykset ja lista organisaatioista, jotka haastatteluun osallistuivat, löytyvät liitteestä 1.

1. Autonpurku ja materiaalien erottelu

- 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.

2. Raportointi ja tietojärjestelmät

- Raportointi ELY:lle, YLVA:an ja VAHTI-järjestelmään on hajanaista ja teknisesti ongelmallista.
- Uudelleenkäyttö ja kierrätystä edistävät tietokannat eivät keskustele keskenään, mikä vaikeuttaa tiedon hyödyntämistä ja varaosien myyntiä.
- Tarve materiaalijohtamisjärjestelmälle, joka seuraisi materiaalien laatua ja kiertoa koko elinkaaren ajan.

3. Uudelleenkäyttö ja kierrätys

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

4. 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.

5. 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 syntyä sekä vientiä EU:n ulkopuolelle pyritään estämään.

6. 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).

7. Mahdollisia jatkotoimia

- Tutkia materiaalivirtojen läpinäkyvyyttä ja kehittää ennakoivaa tietopohjaa purkamaille.
- Selvittää varaosien kysyntää ja sen vaikutusta ajoneuvojen hankintaan purkamioilla.
- Kartoittaa vakuutusyhtiöiden roolia varaosakaupan ohjaamisessa.

4.4 Autonpurkulinjaston rakentaminen ja kehittäminen

Autonpurku-hankkeen aikana rakennettiin Turun ammatti-instituutti Peltolan ajoneuvoalan tiloihin autonpurkulinjasto. Linjasto sijoitettiin tyhjäksi jääneeseen raskaan kaluston pesuhalliin, jonka pohjaratkaisu suunniteltiin Turun ammattikorkeakoulun kiertotalouden liiketoiminnan tutkimusryhmän harjoittelijoiden ja konetekniikan harjoittelijan toimesta Siemens NX -ohjelmistolla. Hallin olemassa olevat seinärakenteet mahdollistivat kahden henkilöauton yhtäaikaista työstämistä, jolloin ajoneuvot tuotiin sisään hallin toisesta päästä ja ulos vastakkaisesta päästä.

Halliin sijoitettiin kiinteäksi rakenteeksi ajoneuvonostin, joka siirrettiin paikalleen ammatti-instituutin opetustiloista. Muista opetustiloista halliin tuotiin myös kaksi työkaluvaunua, joissa olivat tavanomaiset autokorjaamon käsityökalut. Materiaalien jaekontteja toimitettiin halliin Oili Jalonen Oy:n ja Stena Recycling Oy:n toimesta ja kuorma-autojen siirtolavoja hallin ulkopuolelle toimitettiin Stena Recycling Oy:n toimesta. Kaikki purkulinjastolla työstetyt ajoneuvot saapuivat sekä myös palautettiin Oili Jalonen Oy:n logistiikan toimesta. Puretut ajoneuvot säilöttiin Oili Jalonen Oy:n autopurkaamon kentällä, josta Stena Recycling Oy nouti ne sovitusti Porin Tahkoluodon murskalaitokselleen.

Autonpurkulinjaston päätoiminen käyttö koostui ammatti-instituutin opetustoiminnasta, jossa tuleville ajoneuvoasentajille opetettiin ajoneuvojen tekniikkaa ja sen korjaamista, työkalujen oikeaoppista käyttöä sekä materiaalien kierrättämistä. Opetustoiminnassa ajoneuvojen tekniikka poistettiin kokonaisuudessaan, jolloin lopulta jäljellä oli vain puhdas runko. Kaikki tapahtunut purkaminen tehtiin käsin, tavanomaisin autokorjaamon työkaluin. Keskimääräinen linjaston läpikulkuaika oli kaksi ajoneuvoa viikossa.

Turun ammattikorkeakoulun harjoittelijat vastasivat hankkeen tutkimustoiminnasta purkuhallilla, siihen sisältyi purkuhallin toiminnan kehittämistä, purku- ja kierrätysohjeiden kehittämistä, ajoneuvojen purkamista, materiaalien punnitsemista sekä näytteenoton suorittamista. Turun ammatti-instituutin opiskelijat osallistuivat autojen purkamiseen, ml. purkuohjeiden testaukseen.

Toiminnan käynnistyessä kaikki kirjaaminen suoritettiin käsin laminoidulle lapulle, kuten ajoneuvojen tunnistetiedot, punnitsemiset sekä näytteenoton suorittamiset. Tiedot siirrettiin sen jälkeen Excel-tietokantaan, jonne kerättiin kaikkien käsiteltyjen autojen tiedot. Myöhemmin hankkeeseen rekrytoitiin tietotekniikan harjoittelijoita,

jotka suorittivat kirjaamisen digitalisaation. Purkuhalliin hankittiin liikuteltava työtaso, kannettava tietokone sekä tarratulostin. Tarratulostimelle luotiin formaatit otettujen näytekappaleiden tunnistetulosteihin. Tietotekniikan harjoittelijat loivat sähköisen lomakkeen kirjaamiselle, joka siirsi syötetyt tiedot automaattisesti Excel-tietokantaan sekä loi erillistä Sharepoint-tietokantaa. Niiden lisäksi aloitettiin rakentamaan virallista tietokantaa, joka yhdistäisi ajoneuvojen tunnistetiedot punnitustietoihin sekä näytteenotosta saataviin materiaalitietoihin. Virallisesta tietokannasta ajoneuvojen punnitus- sekä materiaalitietoja linkitettiin Suomen autokierrätys Oy:n DELV-tietokantaan, jolloin DELV-tietokanta saisi reaaliaikaista ja tarkkaa tietoa ajoneuvoista suoraan purkulinjastolta.

Dokumentaation digitalisoinnin lisäksi purkuhalliin suoritettiin LEAN-prosessi materiaalitekniikan harjoittelijoiden toimesta, jonka tuloksena purkuhalli järjesteltiin kokonaan uudelleen. Kaikille ajoneuvoista saataville jakeille hankittiin tarvittava määrä astioita, halliin asennettiin kaksi trukkilavahyllyä, uudet kaapistot, tavaroiden sijainnit aseteltiin paremmin toimivuuden kannalta ja turvallisuuteen liittyvät tekijät huomioitiin.

LEAN-prosessin jälkeen hallin toimivuutta testattiin suorittamalla autonpurkutesti, jossa yksi ajoneuvo purettiin runkoon saakka sekä materiaalit lajiteltiin asianmukaisesti. Purkamisen toteutti Turun ammatti-instituutin ajoneuvoalan lehtori sekä Turun ammattikorkeakoulun ajoneuvo- ja kuljetustekniikan harjoittelija, jolla oli ajoneuvoasentajan ammattitutkinto. Purkamisen suorittamiseen aikaa kului 3 tuntia ja 7 minuuttia, ilman materiaaleista tehtävää näytteenottoa ja punnitsemista. Suorite valokuvattiin ja videoitiin, jolloin hallin toimivuutta kyettiin arvioimaan vielä jälkikäteen ja tekemään tarvittavia muutoksia.

Purkutestin perusteella pystyttiin osoittamaan, että ajoneuvoja tulisi käsitellä linjastomaisesti, jossa ajoneuvo liikkuisi eteenpäin työvaiheittain ja kaikki työvälineet sekä työvaiheita suorittavat henkilöt eivät siirtyisi työpisteeltään. Huomattava aika purkamisesta kului ns. turhiin askeliin, jossa työvälineitä haettiin ja palautettiin lukuisia kertoja ja materiaaleja kuljetettiin pois ajoneuvosta. Jo pelkästään työergonomian kannalta on epätaloudellista kuljetella työkaluja ja ajoneuvoista saatavia materiaaleja käsin.

Purkutestistä saadut havainnot olivat linjassa tavanomaisen purkutoiminnan myötä muodostuneisiin havaintoihin, joissa puoliautomaattisten ja automaattisten ratkaisujen tuominen osaksi purkutoimintaa olisi suotavaa. Ajoneuvojen purkaminen käsin on fyysisesti raskasta ja tuki- ja liikuntaelimiä kohtuuttomasti rasittavaa. Erityisesti selkeimpiä kehitystarpeita purkamiseen olisivat erilaiset hydrauliset leikkurit ja keventimet, jotka vähentäisivät fyysistä rasitusta ja nopeuttaisivat purkuhallin toimintaa. Sen lisäksi ajoneuvojen liikutteleminen ja nosteleminen linjastolla hydraulisilla menetelmillä toisi työkalujen sekä menetelmien ulottuvuuksille tehokkuutta.

Keskeisin haaste käytöstä poistettujen ajoneuvojen tehokkaassa käsittelyssä on purkuohjeiden heikko saatavuus. Käsiteltäväksi saapuneet ajoneuvot olivat kaikki henkilöautoja ja Euroopan markkinoilla yleisimmin nähtävissä olevia. Ajoneuvomerkkien ja mallityyppien kirjava vaihtelevuus haastoi purkamismenetelmien vakiointia, sillä esimerkiksi osien ja komponenttien kiinnitystavat vaihtelivat merkittävästi. Pelkästään tämän ilmiön vuoksi jokaiseen käsiteltäväksi saapuneeseen ajoneuvoon tuli ensin tutustua visuaalisesti ja selvittää eri komponenttien kiinnitystavat ja materiaalivalinnat. Mikäli käytössä olisi ollut ajoneuvovalmistajien tuottamat purkuohjeet ja tiedot osien ja komponenttien materiaaleista, olisi oletettavasti ajoneuvojen käsitleminen ja purkaminen ollut nopeampaa sekä siten tehokkaampaa. Oman haasteensa jokaisen käsiteltävän ajoneuvon kohdalla vielä loi ajoneuvojen vaihteleva kunto, sillä ajoneuvot olivat käyttöikänsä pitkään liikenteessä

olleita ja pääsääntöisesti rakenteeltaan huonossa kunnossa. Tämän seurauksena etenkin runkorakenteissa sijaitsevien osien ja komponenttien kiinnitykset olivat lähes poikkeuksetta hapettuneet käyttökelvottomiksi, mikä aiheutti osaltaan tiettyjä turvallisuusriskejä purkamista suorittaville.

Ajoneuvomerkkien, mallien ja jokaisen käsiteltävän ajoneuvon ominaisuuksien merkittävän kirjavuuden vuoksi purkamisessa tarvittavaa välineistöä jouduttiin päivittämään jatkuvasti ensimmäisten kuukausien aikana. Esimerkiksi erilaisia leikkaus- ja sahaustyökaluja jouduttiin hankkimaan lisää, jotta kiinni hapettuneita osia ja komponentteja päästiin poistamaan. Välineistön päivittämisen myötä nähtiin tarpeelliseksi tuottaa myös purkuohjeistoa, mikä olisi mahdollisimman yleispätevä kaikille käsiteltäväksi saapuville ajoneuvoille.

Purkuohjeiden laatimisen lisäksi ajoneuvoista saatavien materiaalien tunnistamisen, lajittelun ja kierrättämisen kehittäminen muodostui hyvin nopeasti ajankohtaiseksi, sillä palavaan jätteeseen valikoitui erilaisia materiaaleja ja niiden sekoituksia odotettua enemmän. Purkuohjeiden tuottamisella tavoiteltiin myös työturvallisuutta kehittävää vaikutusta.

Ohjeiden kehittämiseen kutsuttiin mukaan Turun ammatti-instituutin ajoneuvoalan lehtoreita, Turun ammattikorkeakoulun tekniikan lehtoreita, Kiertotalouslabran harjoittelijoita, ajoneuvo- ja kuljetustekniikan opiskelijoita, Stena Recycling Oy:n ja Oili Jalonen Oy:n työntekijöitä. Moniammatillisen työryhmän suorittaman lähtöselvityksen pohjalta Turun ammattikorkeakoulun Kiertotalouslabran harjoittelijat laativat tiettävästi Suomen ensimmäiset purkuohjeet ELV-luokan ajoneuvoille, jotka pitivät sisällään ohjeet ajoneuvotekniikan turvalliselle poistamiselle, eri materiaalien tunnistamiselle ja niiden lajittelulle, materiaalien näytteenoton suorittamiselle ja työturvallisuudelle. (Turun ammatti-instituutin ajoneuvoalan purkuhallin ohjeet, liite 4).

Laadittuja purkuohjeita testattiin ja jatkokehitettiin aktiivisesti suoraan purkulinjastolta saaduista havainnoista sekä palautteista. Laaditut ohjeet mahdollistivat purkutoiminnan menetelmien vakioimista ja lisäsivät purkamisesta saatujen havaintojen luotettavuutta. Esimerkiksi eri materiaalien punnitsemisesta saatavat tulokset tarkentuivat huomattavasti, kun materiaalien syntypaikkalajittelu tehostui. Syntypaikkalajittelun tarkentumisen myötä havaittiin myös, että palavan jätteen määrä vähentyi merkittävästi, sillä kierrätykseen kelpaavaa materiaalia lajiteltiin tehokkaammin.

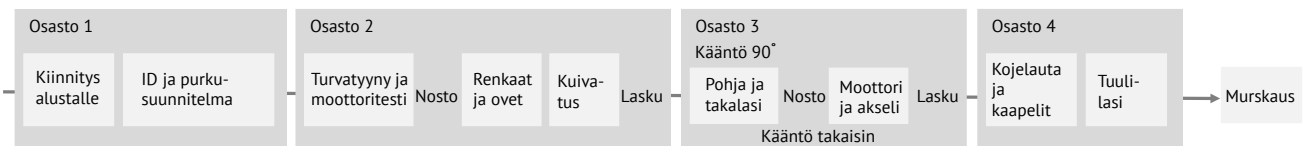
Tuleva ajoneuvojen kiertotalousasetus tuo tiettävästi helpotusta purkuohjeiden saamiseen suoraan ajoneuvojen valmistajilta ja eri materiaalien sijainteihin ajoneuvoissa. Niiden saavutettavuus tosin on vielä epäselvää. Hankkeessa suoritetun purkutoiminnan havaintojen perusteella on muodostunut selväksi, että mikäli ajoneuvojen purkaminen ja materiaalien lajittelu halutaan suorittaa mahdollisimman tehokkaasti, on ajoneuvojen valmistajilta saatava kaikki tarvittavat tiedot ajoneuvojen rakenteista suoraan purkamista suorittaville toimijoille.

4.5 Autonpurkulinjasto 1.0

Suomen purkamoissa purkuvaiheet tehdään usein purkualueen eri puolilla erillisissä rakennuksissa ja taivasalla. Autoja siirretään useita kertoja purkuprosessin aikana. Yhdessä rakennuksessa autosta poistetaan nesteet eli tehdään kuivatus, jonka jälkeen auto siirretään pihalle odottamaan seuraavaa vaihetta. Näin prosessissa on paljon tuottamatonta työtä, joka hidastaa ja aiheuttaa turhia kustannuksia.

Suuremmissa Euroopan autovalmistusmaissa (mm. Ranska) ja Aasiassa on autopurkamoja, joissa purkuprosessi tehdään auton valmistusta vastaavissa linjastoissa. Niissä tehdään edelleen paljon manuaalista työtä, mutta työvälineisiin ja ergonomiaan on kiinnitetty huomiota. Raskaiden osien ja työkalujen käsittelyssä käytetään apuvälineitä ja auton asentoa muutetaan työteon helpottamiseksi.

Tässä hankkeessa suunnittelun lähtökohtana on purkulinjasto, jossa pystytään käsittelemään yhdessä vuorossa (220 päivää/vuosi) tuhat ELV-autoa vuodessa tulevan EU-asetuksen mukaisesti eli 4,5 autoa päivässä. Kuvassa 7 on esitetty linjasto, joka muodostuu neljästä osastosta, jotka muodostavat linjaston.



Kuva 7. Esimerkki purkulinjaston vaiheista.

Alan asiantuntijoiden kanssa käydyissä keskusteluissa on pohdittu eri purkujärjestysten vaikutuksia ja mahdollisuuksia. Hankkeen aikana kokeiltiin muutamien eri vaihtoehtojen simulointia Siemens Plant Simulation -ohjelmistolla, käyttäen hyödyksi käytännön purkutesteissä saatuja tuloksia.

4.6 Purkutyömenetelmien kehittäminen

Hankkeen aikana on tutkittu ELV-autojen käytössä olevia purkumenetelmiä käytännössä, kirjallisuustutkimuksena ja tutustumalla alan yritysten toimintaan Suomessa. Käytännön tutkimustyössä olemme kiinnittäneet erityisesti huomiota menetelmien nopeuteen, turvallisuuteen, automatisoitavuuteen ja puhtauteen siten kuin tuleva asetus ja materiaalien uudelleen käyttö edellyttävät. Purkumenetelmien kehitystyössä ei ole ollut mukana uudelleen käytettävien osien purku, joka on enemmän verrattavissa autokorjaamotoimintoihin. Vallitseva käytäntö on käsitellä ELV-auto uudelleen käytettävien osien ja kuivatuksen jälkeen murskaamalla. Murskauksessa kokonainen auto murskataan pieniin osiin ja komponentit erotellaan eri materiaaleihin niiden fysikaalisten ominaisuuksien avulla. Uusi asetus vaatii jatkossa tarkempaa materiaalien talteenottoa ennen purkua ja myös osien ehjänä purkua uudelleenkäyttöä varten.

Tässä hankkeessa purkutyötä on tehty pääosin manuaalisesti, mutta yksittäisiä menetelmiä on testattu robotiikan ja automaation avulla. Tavoitteena on purkaa 100 autoa runkoon asti, mikä tarkoittaa kaikkien osien purkamista. Näin saadaan riittävästi dataa purkumenetelmistä, työvälineistä, materiaaleista, purkuvaiheiden kestosta ja haasteista sekä toteutettu terästä Oili Jalonen Oy:n, Stena Recycling Oy:n ja Ovako AB:n kanssa yhteistyössä. Tämän testin tulokset raportoidaan loppuvuoden 2025 aikana Kiertotalouslabran sivuilla.

Aiheesta on tehty tutkimusta eri puolilla maailmaa ja useita menetelmiä on patentoitu. Maailmalla on rakennettu ja kokeiltu erilaisia purkumenetelmiä, purkulinjastoja ja purettujen materiaalien käsittelymenetelmiä. Olemme pyrkineet niistä löytämään Suomen toimintaympäristöön soveltuvia menetelmiä.

Robottiikan ja automaation hyödyntäminen

ELV-autojen asetuksen vaatimukset edellyttävät merkittäviä muutoksia purkuprosesseihin, jotka lisäävät työn määrää. Töiden tekeminen manuaalisesti vaatii alalle paljon uutta työvoimaa tai työtehtävien automatisointia. Automaation käyttöönotto edellyttää investointeja ja uutta osaamista, joka pienemmille autopurkamaille voi olla haastavaa toteuttaa.

Autopurkamossa autoja on eri merkkejä ja eri malleja, joka aiheuttaa omat haasteensa automaatiolle. Autojen geometriasta pitää saada tietoa, joka auton valmistajilta ja/tai tuottamalla sitä purkuprosessin aikana. Tietoa tarvitaan robottien ohjelmointiin ja tulosten raportointiin. Uudelleen käyttöön otettavien osien fyysisessä purkamisessa automaation käyttö on haastavaa. Sen sijaan osien purku materiaalien talteen ottoa varten on helpommin toteutettavissa, koska voidaan käyttää rikkovia menetelmiä. Roboteilla voidaan esim. irrottaa ovet hydraulisilla leikkureilla ja puskureit voidaan ”repiä” irti.

Purkulinjaston rakentamista testattiin virtuaalisesti. Linjaston eri vaiheet määriteltiin ja arvioitiin ohjelmiston käyttömahdollisuuksia linjaston suunnittelussa. Pilottina käytettiin Siemens Plant Simulation -ohjelmistoa. Siinä eri määritettiin eri vaiheita karkealla tasolla ja ennettiin toiminnoille toiminta-aikoja yms. perustietoa. Ohjelma toimii testien perusteella kohtalaisen hyvin tässä käyttötarkoituksessa, mutta edellyttää linjaston mallinnustyötä ja perustietoa eri vaiheiden tarpeesta ja työajoista. Simuloinnissa voidaan huomioida automaation lisäksi myös henkilöstön työn vaikutuksia linjaston toimintaan ja eri toimintojen sijoittelua tuotantoympäristössä.



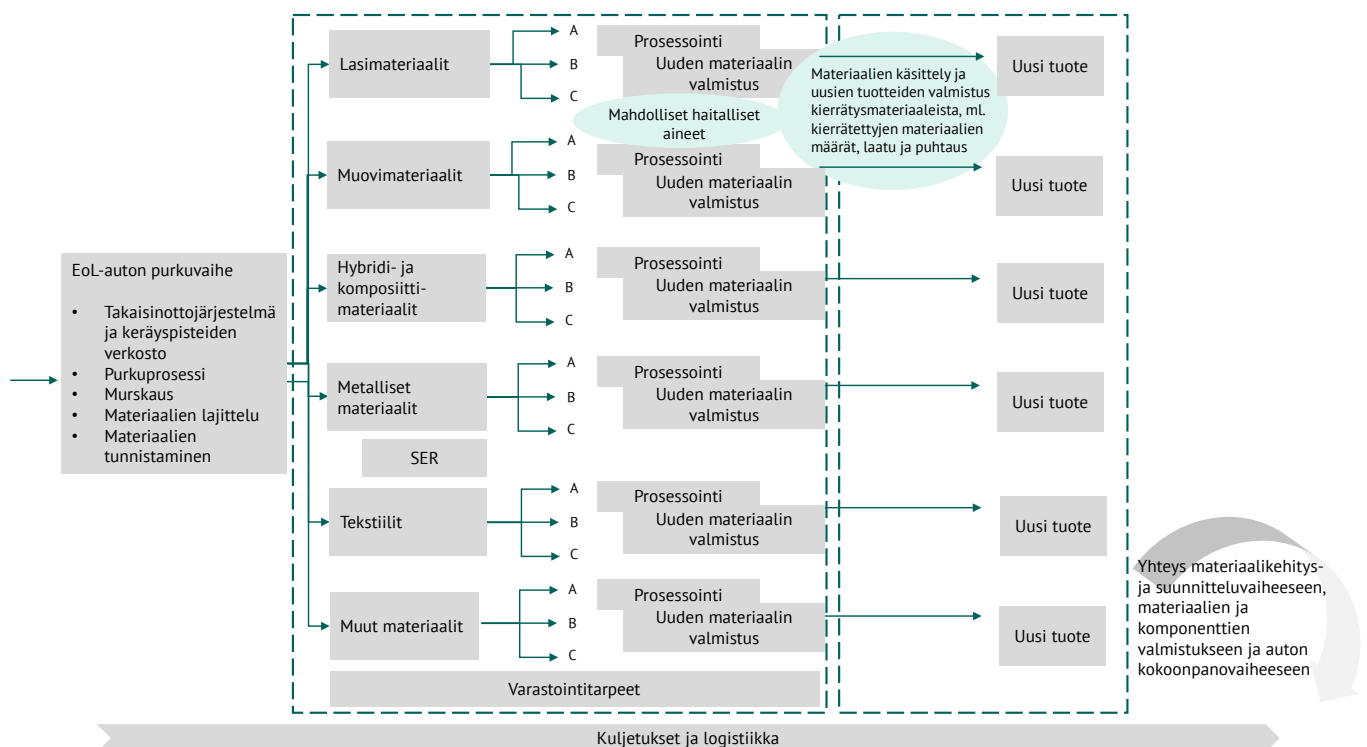
Kuva 8. Konenäön ja robotin käytön testiympäristö.

Hankkeessa tehtiin yksittäisiä konenäkö- ja robottitestien, joilla voitiin todentaa menetelmien käytettävyys. Kokeet tehtiin Turun ammattikorkeakoulun testilaboratoriossa, johon saatiin mahtumaan vain osia autoista (ovia ja katkaistu auto). Testeissä käytettiin teollisuusrobotteja, jotka edellyttävät suojattua ympäristöä, jolloin samassa tilassa ei voi henkilöitä työskennellä. Automatisoinnin kehittäminen vaatii testialueen, jossa voidaan käsitellä kokonaisia autoja ja erilaisten robottien, tarttuvien ja toimilaitteiden turvallista käyttöä.

4.7 Materiaalitutkimus

Materiaalitutkimuksessa keskityttiin erityisesti erilaisten materiaalien erotteluun purkuvaiheessa, ml. materiaalien tunnistaminen purkulinjastolla. Laboratoriotutkimuksessa keskityttiin vielä tarkemmin materiaalien koostumukseen ja niissä mahdollisesti käytettyihin terveydelle haitallisiin lisäaineisiin, kuten POP-yhdisteisiin. (Kuva 9.)

Materiaalitutkimusta varten autoista otettiin talteen potentiaalisesti kierrätykseen parhaiten soveltuvia suurikokoisia muovikappaleita sekä mahdollisesti haitta-aineita sisältäviä tekstiilejä. Mukaan otettiin myös muutamia pienempiä osia niiden sisältämien teknisten muovien vuoksi (varoituskolmio ja ovenkahva). Näytteitä otettiin puskureista, istuimista, hattuhyllyistä, lattiamatoista, kattoverhoilusta ja kojelaudasta. Useat näytteistä olivat monikerroksisia sisältäen esimerkiksi päällysteen, pehmusteen ja rakennetta tukevia liima- tai tukikerroksia. Valitettavasti kaikista puretuista autoista ei saatu näytteitä talteen.



Kuva 9. Materiaalitutkimuksen näkökulma.

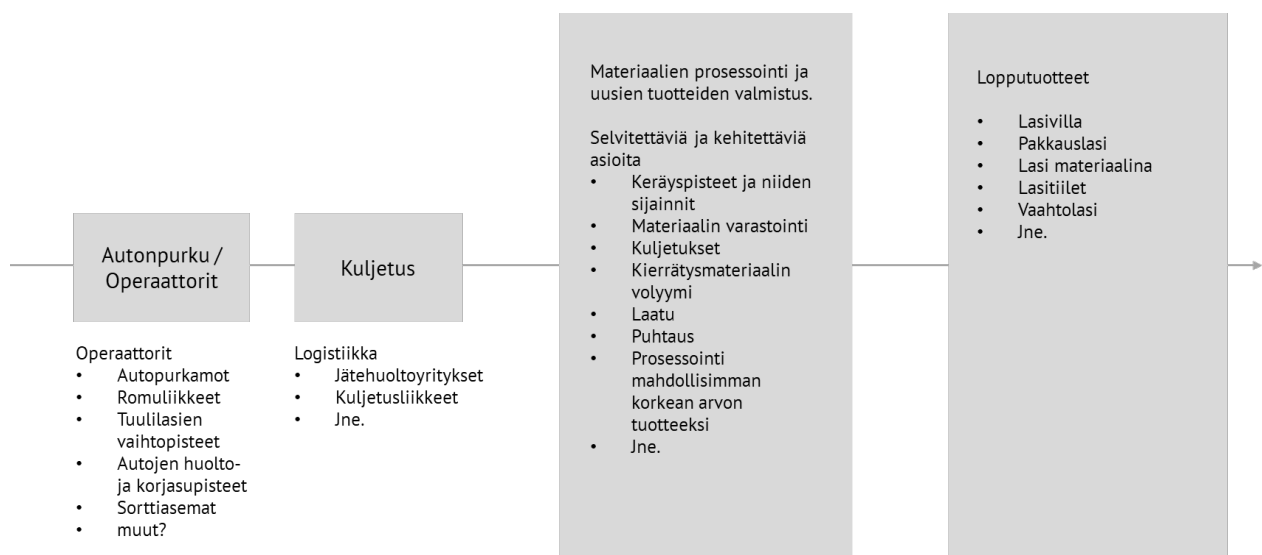
Materiaalitutkimuksen keskeisenä tavoitteena on parantaa kierrätysmateriaalien laatua ja puhtautta.

Materiaalitutkimuksen case studyt

Case autolasi

AKKE-hankkeen kanssa rinnakkain toteutettiin tapaustutkimus *Case autolasi*, missä keskityttiin erityisesti autolasien irrotukseen ja lasimateriaalien kierrätysmahdollisuuksiin. Tämä osa tutkimusta toteutettiin yhdessä Suomen Autonkierrätys Oy:n ja Uusioaines Oy:n kanssa.

Tällä hetkellä kierrätyslasiä tulee useista eri lähteistä, kuten autopurkamoista, romuttamoilta ja autojen huolto- ja korjausliikkeistä. Toimittajajoukko on kirjavaa ja tällä on vaikutus myös lasimateriaalin laatuun ja puhtauteen. Toiveena on, että kierrätyslasi tulee uudelleenkäyttäjälle mahdollisimman hyvin lajiteltuna ja puhtaana, näin siitä voidaan valmistaa mahdollisimman korkean arvon tuotteita, joka on myös EU:n jätedirektiivin tavoite. Lasiprojektin tuloksista raportoidaan tarkemmin tammikuun aikana projektin päättyessä. Tilaisuuteen kutsutaan laajasti toimijoita mukaan.



Kuva 10. Autoperäisen lasin kierrätys.

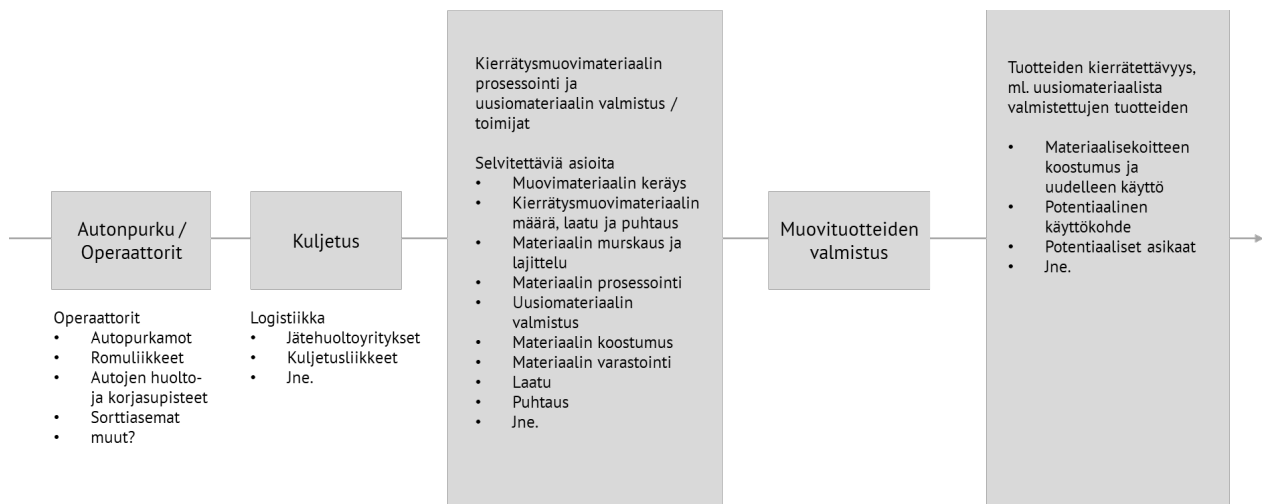
Selvitettäviä asioita:

- keräyspisteet (autojen huolto- ja korjauspalvelut, tuulilasien vaihtopalvelut, autopurkamot, muut operaattorit, romuttamot, jne.)
- lasien purku ”puhtaasti”
- kierrätysmateriaalin syntypaikkalajittelu
- lasimateriaalin varastointi (lähettävässä päässä / vastaanottavassa päässä)
- syntyvän lasijättemateriaalin määrä ja laatu
- kuljetukset
- kustannukset vaiheittain
- kierrätysmateriaalien käytettävyys, ml. määrä, laatu ja puhtaus, uudelleenkäyttäjän prosesseissa
- lopputuotteen kierrätettävyys (materiaalin elinkaaren seuraavat vaiheet)
- datan rooli materiaalien hallinnassa ja johtamisessa (Vertical, 2022).

Case muovi

Tapaustutkimuksessa *Case muovi* keskityttiin muovimateriaaleihin. Kierrätetyn materiaalin uudelleenkäyttäjää kiinnostaa kierrätetyn muovimateriaalin hyödyntäminen omissa tuotteissa ja se, miten heidän valmistamansa tuotteet voidaan käytön jälkeen jälleen kierrättää.

Tapaustutkimuksen kautta saadaan nykytilakuvaus autoista saatavien muovimateriaalien määristä, laadusta, hyödynnettävyydestä, kierrätysprosesseista ja toiminnan kannattavuudesta tällä hetkellä sekä siitä, miten muovituotteet, ml. kierrätysmuovista valmistetut tuotteet, voidaan jatkossa kierrättää.



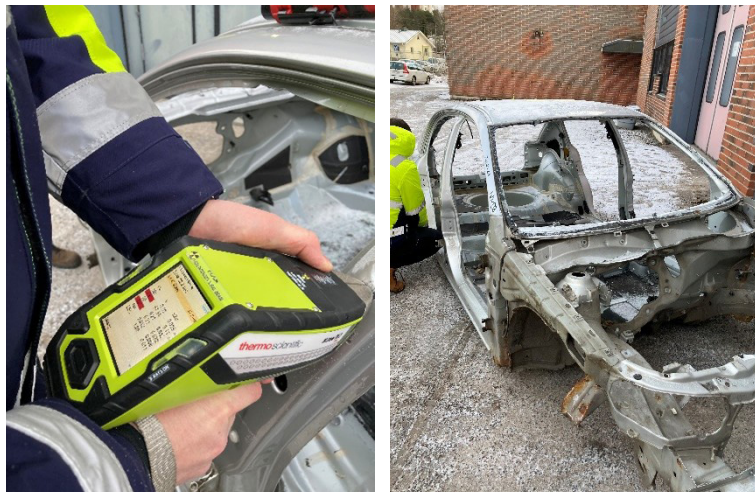
Kuva 11. Autoperäisen muovin kierrätys.

Selvitettävää asioita:

- keräyspisteet (autojen huolto- ja korjauspalvelut, autopurkamot, muut operaattorit, romuttamot, jne.)
- muovimateriaalien purku
- kierrätysmateriaalin syntypaikkalajittelu
- muovimateriaalin varastointi (lähettävässä päässä / vastaanottavassa päässä)
- syntyvän muovimateriaalin määrä ja laatu
- kuljetukset
- kierrätetyn muovimateriaalin murskaus ja prosessointi / toimijakenttä
- kierrätysmateriaalien käytettävyys, ml. määrä, laatu ja puhtaus, uudelleenkäyttäjän prosesseissa
- lopputuotteen kierrätettävyys (materiaalin elinkaaren seuraavat vaiheet)
- kustannukset vaiheittain
- datan rooli materiaalien hallinnassa ja johtamisessa (Vertical, 2022).

Case teräs

Yhdessä TAI:n, Oili Jalonen Oy:n, Stena Recycling Oy:n ja Ovako AB:n kanssa käynnistettiin syksyllä 2024 terästesti, jonka tarkoituksena on selvittää, miten autoperäisen teräksen laatuun vaikuttaa se, että autot on purettu kaikesta muusta materiaalista runkoon asti. Yhdessä Stena Recycling asiantuntijoiden kanssa tarkastettiin heidän tunnistuslaitteellaan metallien seossuhteet. Sen avulla tehtiin päätös eri autonosien ottamisesta mukaan terästestiin. Testiä varten materiaalia kerättiin kesästä 2024 aina lokakuuhun 2025 asti.



Kuva 12. Stenan Niton XRF-analysaattorilla tunnistettiin testiin sopivia metalliosia.

Laadukkaasti tehtäviin taseajoihin tarvitaan materiaalia lähes 40 000 kg, mikä tarkoittaa noin 80 kokonaan purettua ja puhdistettua autoa. Purkulinjastolla Turku AMK:n ja TAI:n purkamat materiaalitunnistetut autonrungot toimitetaan OJ:lle, josta Stena noutaa ne kahdella kuljetuksella Tahkoluodon murskalaitokselle, missä taseajo tehdään. Tämän jälkeen puhdas murska lähtee Ovakolle taseajoon ja heiltä saadaan tulokset, jotka raportoidaan loppuvuoden 2025 aikana. Testin osalta kiinnostaa materiaalilaadun lisäksi myös kustannukset, joita runkoon saakka purkaminen aiheuttaa ja vaatii.

Materiaalitutkimuksen toteutus

ELV-ajoneuvojen tehokas kierrättäminen on haastavaa, koska tarkkoja materiaaleja ei tiedetä. Valmistajien välillä ja vuosimallien välillä on eroja materiaalien käytössä, mikä vaikeuttaa materiaalien tehokasta kierrättämistä ja uusiokäyttöä. Tämän lisäksi auton osissa saattaa olla lisättynä erilaisia kemikaaleja, joista osa voi olla nykytietämyksellä haitallisia tai jopa vaarallisia ihmiselle ja/tai luonnolle.

Kirjallisuusselvitys autojen materiaalien haitta-aineista

Mahdollisista haitta-aineista, kuten palonesto-, homeenesto- ja tuholaistentorjunta-aineista, tehtiin kattava kirjallisuusselvitys helpottamaan aineiden tunnistamista. Kirjallisuusselvitys kattoi lähes 70 erilaista kemikaalia, joita voisi potentiaalisesti löytyä auton muovi- ja tekstiiliosista.

Analyysit

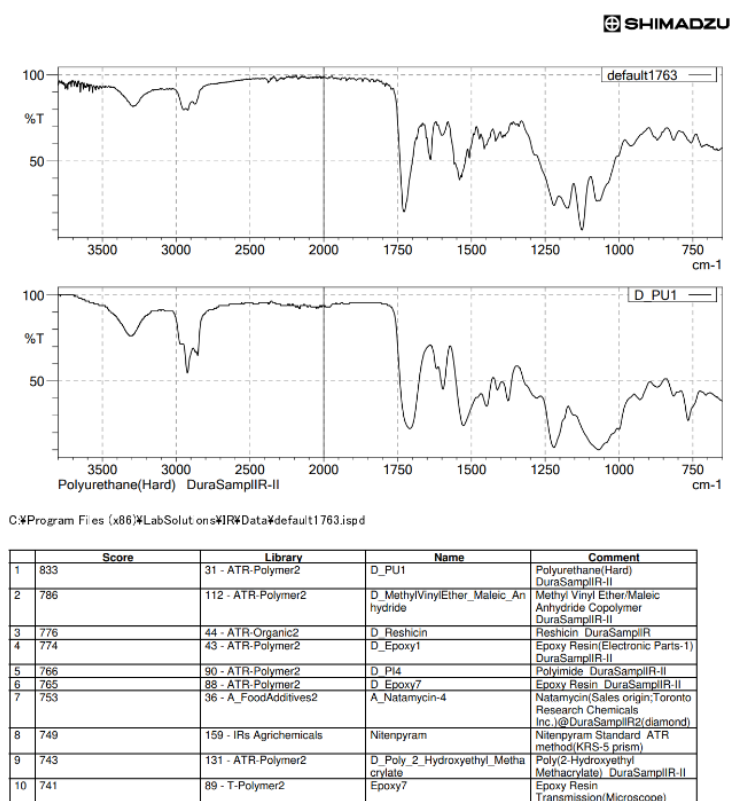
Autojen materiaaleja tutkittiin FTIR (Fourier-muunnos-infrapunaspektroskopia) ja TGA- (termogravimetrisen analyysi) -laitteistoilla, jotka määrittävät materiaalin sisältäviä aineita

laitteiston oman kirjastotiedon perusteella. FTIR-menetelmää käytettiin enemmän näytteiden analysointiin sen nopeuden vuoksi. TGA-menetelmää käytettiin vain lisänä työlään näytteiden kontrolloinnin ja hitaan näytteenajon vuoksi.

Materiaalinäytteistä saadut tulokset kirjattiin autokohtaisesti Excel-tiedostoon, josta luotiin jatkokäyttöä varten yhtenäinen kokonaisuus. Mahdollisten POP-yhdisteiden löytäminen käytettävissä olevalla laitteistolla perustui yksityiskohtaisiin kirjallisuusselvityksiin. Näytteet analysoitiin kolmeen kertaa, jotta saataisiin mahdollisimman luotettavat analyysitulokset. Materiaalista saatuja FTIR-kuvaajia verrattiin laitteiston kirjaston eri kemikaalien FTIR-kuvaajiin, joista laite haki todennäköisimmän vaihtoehdon. Kustakin materiaalinäytteestä kirjattiin kolme parhaimman vastaavuuden saanutta kemikaalia. Lisäksi muovinäytteistä kirjattiin mahdolliset muovimerkinnot. Liitteestä 4 löytyy esimerkkejä materiaalitekniikan tutkimuksissa tuotetuista dokumenteista.

FTIR- tulokset

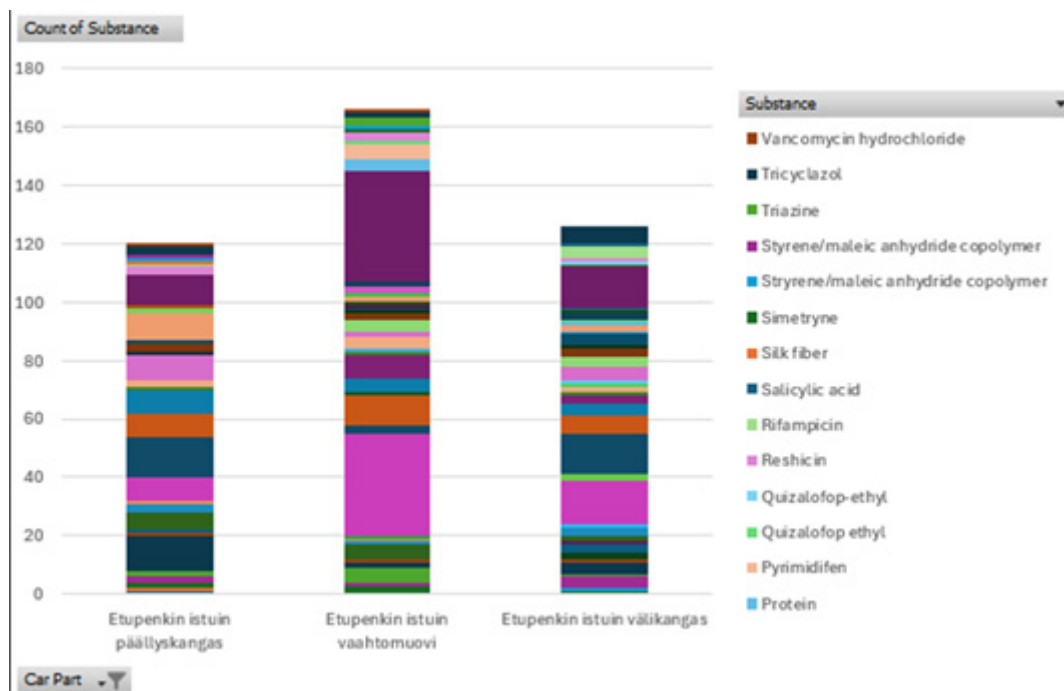
Näytteiden analysoinneista nousi esille erilaisia kemikaaleja, joita käytetään muun muassa autojen penkkien pehmusteissa, kangasmateriaaleissa ja muovimateriaaleissa. Murto-osa kemikaaleista oli sellaisia torjunta-aineita, joiden käyttö on kielletty Euroopan unionin alueella 2000-luvun alkupuolella. Kemikaaleja esiintyy ajoneuvoissa, koska ne on valmistettu ennen 2000-lukua ja valmistettu EU-alueen ulkopuolella. Löydettyistä kemikaaleista luotiin oma kirjasto, jota voi jatkossa hyödyntää uusiin tutkimuksiin. Näytekappaleita otettiin yhteensä 33 kpl erilaisista ja eri ikäisistä autoista. Erilaisia materiaaleja ja kemikaaleja löydettiin yhteensä 125 kpl. Kuvassa 13 esitetään FTIR:stä saatava analyysin tulos.



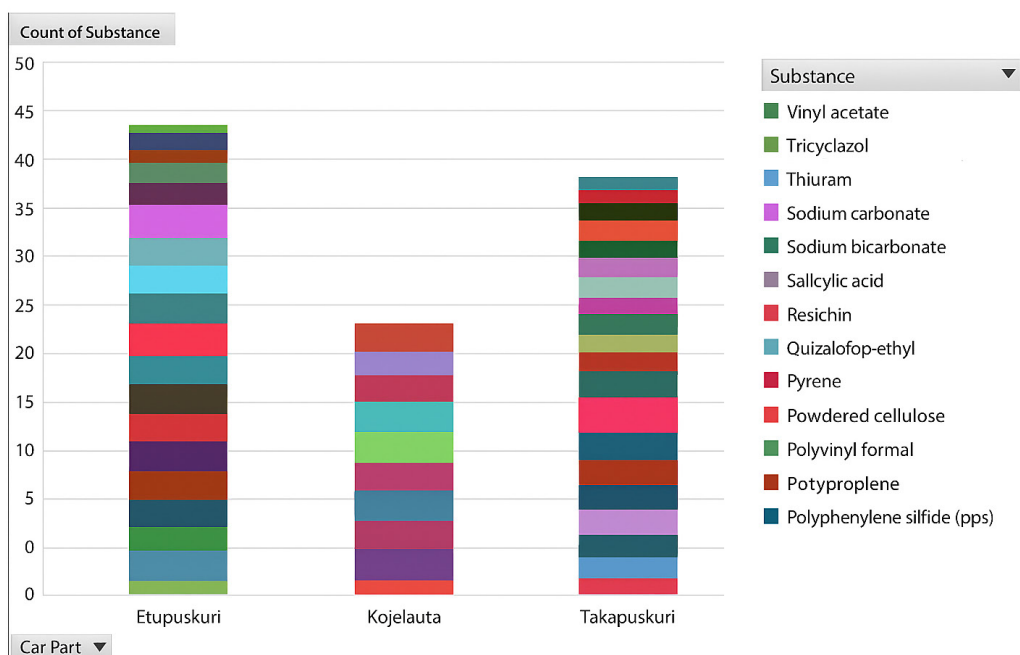
Kuva 13. FTIR-laitteiston luoma spektri näytteestä ja laitekirjastosta. Näytteenä Peugeot 206 apukuskin penkki selkänoja päällyskangas.

Kuvassa 14 esitetään FTIR-analyyseista saatua dataa etupenkkien istuimista. Pylväät kertovat kuinka monta kertaa jokin aine on esiintynyt FTIR-analyysissa. Jokaisesta analyysista merkittiin muistiin kolme suurinta signaalia, mitä laite tulkitsi näytteestä. Tutkimuksen perusteella autojen penkit koostuisivat lukuisista eri aineista.

Tulosten kirjavuutta voidaan selittää eri autonvalmistajilla ja autojen käyttäjien aiheuttamilla ainejäämillä. Löydetyistä aineista valtaosa luokitellaan vaarattomiksi aineiksi, mutta joukkoon mahtuu myös haitallisia ja myrkyllisiä materiaaleja sekä kemikaaleja.



Kuva 14. Etupenkin istuimen FTIR-tulokset.



Kuva 15. Puskurien ja kojelaudan FTIR-tulokset.

Kuvan 15 pylväskaaviosta nähdään etupuskurien, kojelautojen ja takapuskurien koostumus. Näytämäärä on alhaisempi kuin etupenkien kohdalla, mutta erilaisia vaarallisia aineita löytyi yli 10 % jokaisesta näytekategoriasta. Tarvittaisiinkin lisää näytteitä, jotta pystyttäisiin varmemmin todentamaan haitallisten aineiden yleisyyttä näissä osissa.

FTIR-tuloksista koostettiin erillinen Excel-dokumentti, jossa on autovalmistajien muovimerkinnät ja FTIR-analyysistä saadut tulokset. Saaduista tuloksista on eriteltynä muovit/polymeerit sekä muut löydetty lisäaineet/väriaineet/kemikaalit.

Monissa FTIR-tuloksissa esiintyy viiteitä esimerkiksi hyönteismyrkyistä, ravintoaineista ja hajusteista. Tämä johtuu siitä, että FTIR-spektri muodostuu erittäin monimutkaiseksi, kun näyte sisältää useita eri yhdisteitä, mikä vaikeuttaa luotettavaa aineen tunnistamista. Aineen tunnistaminen perustuu FTIR:n ohjelmistoon, joka pyrkii etsimään sen kirjastosta lähimmän mahdollisen vastineen spektrille. Tämä saattaa johtaa virheellisiin tunnistuksiin, sillä ohjelman kirjastossa spektrit ovat puhtaan aineen spektrit, eikä ohjelma erota epäselkeän spektrin signaaleja. On toki mahdollista, että näytteisiin on joutunut ulkopuolisia aineita, kuten torjunta-aineita ulkoympäristöstä tai tuoksu- ja ravintoaineita käyttäjän toiminnan seurauksena. Siitä huolimatta, kun samoja yhdisteitä havaitaan toistuvasti useissa eri ajoneuvoissa ilman ilmeistä altistuslähdettä, on todennäköistä, että kyseessä on FTIR-analyysin monimutkaisten spektrien väärintulkinta.

TGA-tulokset

TGA:n avulla voidaan määrittää materiaalien termistä käyttäytymistä ja selvittää erilaisten komposiittimateriaalien suhteellisia materiaalipitoisuuksia. TGA:ta käytettiin lisäanalyysinä muutamien näytteiden kohdalla. Esimerkki TGA:n luomasta käyrästä löytyy liitteestä 4.

Analyysien perusteella suurimmassa osassa näytteitä ei havaittu kosteutta. Tekstiilit ja vaahtomuovit sitovat kosteutta enemmän kuin useimmat muovit. On kuitenkin huomioitava, että analysoidut ajoneuvot ovat todennäköisesti olleet sateelta suojattuna ja esimerkiksi ovet ja ikkunat ovat olleet kiinni ulkona säilytyksen aikana. Lisäksi näytteet on saatettu säilyttää kuivassa tilassa ennen analysointia, mikä osaltaan laskee kosteuden määrää.

Yhden auton kohdalla havaittiin TGA-tuloksien perusteella, että täyteaineiden käyttöä ei ollut ilmoitettu muovimerkinnöissä. Merkinnöissä luki PP tai PP/EDMP, jotka hajoavat tyypillisesti lähes kokonaan termisessä analyysissä, jättäen vain vähäisiä määriä tuhkaa. Analyysin perusteella joissakin näytteissä havaittiin jopa 20 %:n tuhkapitoisuus.

Vaahtomuovien TGA-analyysissä pitää huomata korkeammat lämpötilat tai altistusaika, jotta palaminen tapahtuu loppuun asti. Lisäksi näytteenvalmistuksella on merkittävä vaikutus analyysin luotettavuuteen. On tärkeää varmistaa, että näyte asettuu upokkaan pohjalle eikä jää upokkaan reunoille. Näytteen epätasainen asettuminen voi johtaa virheelliseen punnitukseen ja siten vääristää TGA-tuloksia.

Päätelmät

Materiaalien koostumuksesta kokonaiskuvan luominen vaatii monen eri analyysin tekemistä sekä niiden keskinäistä arviointia. Lisäksi tarvitaan kemian osaamista ja kokemusta. Menetelmien tuloksia ja muovimerkintöjä vertailtiin keskenään, jotta saataisiin parempi ymmärrys materiaalien koostumuksesta. Täysin absoluuttista totuutta menetelmillä ei kuitenkaan saada, mutta vertailu parantaa käsitystä FTIR-analyysin antamista tuloksista. Myöskään pelkän TGA-tulosten avulla ei saada tunnistettua materiaalia, mutta tunnistetaan

aineosuuksia. On tärkeää huomioida, että mitä useampia eri materiaaleja näyte sisältää, sitä monimutkaisemmaksi FTIR-spektrin tulkinta muodostuu.

Tehtyjen analyysien perusteella ELV-autoissa käytetyt muovi- ja tekstiiliosat sisältävät hyvin paljon erilaisia materiaaleja ja materiaalikerroksia. Tämä heikentää niiden kierrätettävyyttä merkittävästi. Erilaisten haitallisten ja vaarallisten aineiden pääsy materiaalikiertoon ja mahdollinen kumuloituminen tulisi estää, mikä käytännössä tarkoittaa näitä sisältävien komponenttien tunnistamisen ja poiston materiaalivirroista. Tulevaisuudessa erilaisia kemikaaleja koskevan EU-lainsäädännön tiukkeneminen helpottanee tilannetta, mutta siihen kuluu vuosia.

Tekstiilien ja erilaisten monikerroskomponenttien, kuten istuinmateriaalien, kierrätys on tämän tutkimuksen perusteella niin hankalaa, että se ei ole taloudellisesti mahdollista. Isompien muoviosien, kuten puskurien, kierrätys on helpompaa mm. niissä olevien materiaalimerkintöjen ansiosta. Materiaalimerkintöjen lisäksi tarvittaisiin tulevaisuudessa käytettyjen materiaalien harmonisointia, jotta kierrätys olisi kannattavaa. Tällöin syntypaikkalajittelu ja automaattinen materiaalitunnistus olisivat mahdollisia ratkaisuja. Löytämällä suurimmat homogeeniset materiaalivirrat voidaan vastata lainsäädännön kierrätysvaatimuksiin.

Käytettyjen analyysimenetelmien avulla saatu tieto on edelleen epävarmaa ja vaatii jatkotutkimusten tuomia tarkennuksia. Jatkossa tarvitaan lisää nopeita ja luotettavia analyysimenetelmiä, jotta päästäisiin valistuneita arvauksista varmempiin analyysituloksiin.

4.8 Liiketoimintanäkökulma

Suomessa romutetaan noin 80 000 autoa vuodessa. Ajoneuvojen käsittely niiden käyttöön lopussa ei ole tällä hetkellä laadukkaiden autosien käyttöön pidentämisen eikä materiaalikierron näkökulmasta optimaalista, mikä johtaa resurssien menetykseen ja turhaan ympäristökuormitukseen. Materiaalien kierrätys globaalilla tasolla on valitettavan alhaisella tasolla, vain noin 10 prosenttia materiaalista kiertää uudelleenkäyttöön. Kriittisten ja harvinaisten metallien kohdalla kierrätysprosentti on vielä alhaisempi, vain noin yhden prosentin luokkaa.

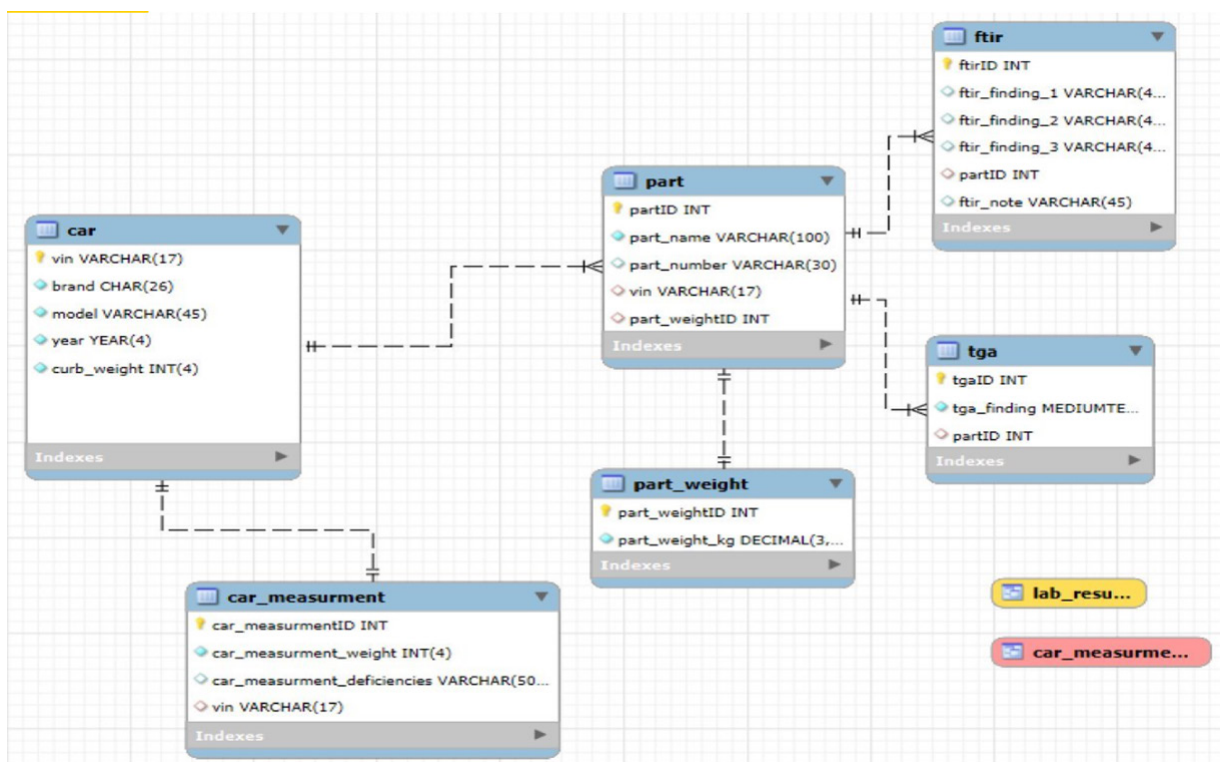
Autopurkamoliiton arvioiden mukaan autojen purkuun liittyvän liiketoiminnan suuruusluokka Suomessa on tällä hetkellä noin 100 miljoonaa euroa. Purkutoiminnan siirtyminen kiertotalouteen voi kasvattaa heidän arvionsa mukaan liiketoimintaa jopa 500 miljoonaan euroon. Eli jo kansallisella tasolla voidaan puhua merkittävästä liiketoimintapotentialista. Kiertotalouden mukaisille ratkaisuille on Euroopan Unionin alueella kasvava kysyntä. Kansainvälinen vientipotentiaali on siis merkittävä ja puhutaan useiden satojen miljoonien uusista liiketoimintamahdollisuuksista.

Autojen purku- ja kierrätysvaiheeseen kehitettävillä uusilla ratkaisuilla – sen lisäksi, että niillä on suuri liiketoimintapotentialiaali – vähennetään tuotannon haitallisia ilmastovaikutuksia, vähennetään luonnonvarojen käyttöä, joka samalla vähentää haitallisia vaikutuksia luontoon ja luonnon monimuotoisuuteen sekä vähentää raaka-aineriippuvuutta Euroopan ulkopuolisista maista.

Liiketoimintanäkökulman selvittäminen hankkeen aikana

Materiaalikierrätyksen lisäksi pitäisi komponenttien uudelleenkäyttöä lisätä merkittävästi. Osien ja komponenttien käytöllä varaosina on positiivinen vaikutus sekä talouden että ympäristön näkökulmista. Tämä voi tuoda myös uutta liiketoimintaa alalle, kun osia pitää korjata ja kunnostaa ennen kuin ne palautetaan käyttöön. Uutta liiketoimintaa voi syntyä muutenkin paljon auton käyttövaiheeseen, huolto- ja kunnossapitotoimintaan, esimerkiksi Autoklinikka tekee paljon peltien oikaisuja ja korjaa muoviosia eli pidentää tuotteen käyttöikää ilman osien vaihtamista toisiin. Myös itse purkutyön automaation ja robotiikan, sekä kierrätysmateriaalien tunnistamiseen tarvitaan uutta osaamista ja teknologiaa, jonka kehittämiseen ja käyttöönottoon liittyy liiketoimintamahdollisuuksia -ei pelkästään autoalalle, vaan samaa osaamista voidaan hyödyntää myös muiden ajoneuvojen, laitteiden ja tuotteiden purkutoiminnassa.

Koko hankkeen ajan purkulinjastolla purettujen autojen materiaalit lajiteltiin sovitun mukaisesti (kohta autopurkulinjaston kehittäminen) eri jätelajeisiin ja jakeet punnittiin. Eri materiaali-lajeiden painon ja materiaalin laadun dataa kerättiin ensin Excel-tiedostoon, jonka jälkeen sille rakennettiin SQL pohjainen tietokanta. (Kuva 16.) Tietokannan kehittäminen ja käyttöliittymän rakentaminen jatkuu seuraavissa hankkeissa. Kierrätysliiketoiminnan kehittämiseksi on tärkeä saada autoperäisiä materiaali-lajeista tarkkaa ja oikeaa volyymi- ja laatudataa.



Kuva 16. SQL-tietokannan rakenteesta.

Hankkeen aikana toteutettiin myös *Ajoneuvojen osien uudelleenkäyttö* -selvitys. Ajoneuvojen otanta tähän tutkimustyöhön tapahtui Oili Jalosen (OJ) autopurkamolta väliltä 01.01.2025 – 31.04.2025. Tällä ajanjaksolla OJ:lla oli vastaanotettu 186 käytöstä poistunutta ajoneuvoa, joista oli tehty romutustodistus. Tästä 186 ajoneuvosta 29:sta ajoneuvosta oli joko myyty ja/tai hyllyyn otettu myyntiä odottamaan komponentteja. Lopusta 157:stä ajoneuvosta ei ollut otettu komponentteja uudelleenkäyttöön, jolloin niiden autojen kohdalla osien uudelleenkäyttöprosentti on 0 %. OJ:lla on monipuolista autonpurkutoimintaa ja siellä otetaan vastaan paljon romuajoneuvoja, joista kaikista pyritään kysynnän mukaan ottamaan osia talteen ja myymään ne varaosiksi. Tämä otanta antaa hyvin realistisen kuvan yhden suurehkon autopurkamon tilanteesta.

Selvitykseen perustuen Suomen autopurkamossa ei punnita rutiininomaisesti uudelleenkäyttöön menevien komponenttien painoja. Tiedonhaku tehtiin yhteistyössä OJ autopurkamon kanssa ja siinä hyödynnettiin tekoälyä painotietojen saamiseksi. Haussa käytettiin kolmea ilmaista tekoälysovellusta: chatGPT, Gemini ja CO-pilot. Komponenttien painojen haut tehtiin kaikista 29 ajoneuvosta. Kolmen tekoälyn antamista tuloksista laskettiin keskiarvo komponenttien painoille.

Kaikkien 29 ajoneuvon, josta oli otettu varaosia myyntiin, komponenttien paino-osuus omamassasta oli 17 % ja myytyjen 4,85 %. Kaikki 186 ajoneuvoa huomioon ottaen prosentuaalinen osuus oli 3 % ja niistä myytyjen osien prosenttiosuus oli 0,88 %. Massatiedoissa lähteenä oli Traficomien tiedot ja tekoälysovellukset.

Laadukkaiden varaosien saatavuus – vakuutusyhtiöt portinvartioina

Uudelleenkäytön tilanteessa ja erityisesti varaosien saatavuudessa on asiantuntijoiden (haastattelut) mukaan Suomessa kehitettävää. Siihen liittyy keskeisesti teollisten autopurkamoiden puuttuminen Suomessa. Uudehkojen (1–6 vuotta vanhojen) lunastettujen ajoneuvojen purkuvaiheessa varaosiksi menevä määrä on pieni verrattuna esimerkiksi Ruotsiin. Markkinan ollessa pieni haastetta lisää myös se, että varaosien laatu ei aina vastaa kuvausta. Osa korjattaviksi menevistä autoista myös myydään huutokaupoissa ulkomaille, jolloin Suomessa ei ole riittävästi lunastettuja uudehkoja autoja, joista voitaisiin saada varaosia tarjolle. Asiantuntijoiden mukaan vakuutusyhtiöt voisivat vaatia enemmän huutokauppatoimijoilta, kun tavoitteena on saada lunastettuja autoja enemmän varaosien purkuun Suomessa. Pohjoismainen hankintarengas voisi toimia organisaationa käytettyjen varaosien saannille. Tärkeää olisi saada lisää uudempia autoja kiertoon ja niistä käytettyjä autonosia varaosiksi tarjolle ja näin lisätä liiketoimintaa autonpurkuvaiheeseen.

Uudelleenkäytön edistämiseen tarvitaan myös lisää analytiikkaa. Purkamisvaiheessa pitäisi olla tarjolla reaaliaikaista tietoa osien kysynnästä ja hinnasta sekä varastojen tilanteesta. Autokorjaamon asiantuntijan mukaan heidän liiketoiminnassaan on mahdollisuus lähes kolminkertaistaa euromääräistä osuutta käytettyjen varaosien kaupassa. Kappalemäärät ovat vieläkin tätä isompi, sillä käytetyt varaosat ovat edullisempia kuin uudet.

4.9 Autonpurkutoiminnan jatkokehittäminen ja kierrätyksen tehostaminen

Perustuen nyt päättyvään hankkeeseen on tunnistettu useampia eri teemoja, joissa tarvitaan lisää tutkimus- ja kehitystyötä. Erityisesti tarvitaan lisää tutkimusta erilaisiin materiaaleihin liittyen, ml. materiaalien tunnistamiseen sekä syntypaikka erotteluun ja lajitteluun. Kierrätysmateriaalien markkina tarvitsee myös jatkokehitystä – ilman jatkokäyttäjää liiketoimintapotentiaali ei realisoidu. Nykyinen jätekustannus pitää pystyä kääntämään materiaalin myynniksi ja sitä kautta kannattavaksi liiketoiminnaksi.

Muita teemoja ovat robotiikan ja automaation kehittäminen purkulinjastolle. Niin kauan, kun purkua tehdään käsityönä, työvaiheen kustannus on korkea. Purkutyö tulee jatkossa todennäköisesti keskittymään enenevässä määrin suurempiin yksiköihin, joka mahdollistaa investoinnit teknologisiin ratkaisuihin.

Tekoäly on tulossa myös ELV-markkinaan. Mitä paremmin purkuvaiheessa tiedetään markkinoilla oleva kysyntä koskien autosia ja komponentteja, sitä paremmin osataan purkuvaiheessa ottaa ko. tuotteet irti autoista ja saattamaan ne nopeasti markkinoille. Myös tämä tuo lisää liiketoimintaa autojen elinkaaren loppuun.

ELV-autojen käsittelyn tehostamista ajava regulaatio tulee lähivuosin muuttamaan todennäköisesti koko toimialaa suuntaan, missä suuremmat yksiköt tulevat toimimaan vastaanottopisteinä ja teollisen mittakaavan purkamoina. Toiminnan muuttuminen mahdollistaa jätedirektiivin ja ELV-autojen kiertotalousasetuksen mukaisen ensisijaisen tavoitteen lisätä osien ja komponenttien uudelleenkäyttöä ennen materiaalikiertäysvaihetta.

Uudelleenkäytön edistäminen on paljolti vakuutusyhtiöiden käsissä. He voisivat vaikuttaa siihen, että vaatimukset käytetyillä osilla korjaamisesta kasvaa ja samalla he voisivat myös vaikuttaa siihen, että uudempia autoja saataisiin purettua Suomessa ja näin lisättyä uusien varaosien saantia markkinaan.

Käytettyjen laadukkaiden varaosien hyödyntämisen kasvu Suomessa voisi:

- tukea koko teollisuudenalaa
- autopurkamoalan kehittymistä
- lisätä autokorjaamoilla käytettyjen varaosien saatavuutta ja käytettyjen varaosien osuus voisi nousta nykyisestä jopa kolminkertaiseksi.

Case muovi -materiaalitutkimukseen perustuen todettiin, että aihe vaatii lisätutkimusta ja siihen liittyvä hankevalmistelu jatkuu. Autoperäisen muovin kierrätyksen tehostamiseen tuo myös ELV-autojen kiertotalousdirektiivi oman paineensa, koska muovin kohdalta on jo asetettu sekoitevelvoitteita koskien uusissa autoissa käytettävien kierrätettyjen muovimateriaalien koostumusta. Tulevaisuudessa osa autojen muovimateriaalista pitää olla autoperäistä kierrätysmuovia.

5 Viestintä hankkeessa

Hanke on tuottanut autonpurkuvaiheen toimijoille konkreettista tietoa autonpurkuvaiheen – autonpurun, materiaalien erottelun, materiaalikeräyksen, kuljetuksen ja kierrätyksen – nykytilasta ja haasteista. Hankkeen tulokset julkaistaan tässä loppuraportissa, missä on kuvattu hankkeen aikana saavutetut tulokset ja kehitetyt ratkaisut. Aiheesta on valmisteilla sekä yleistajuinen artikkeli että akateeminen artikkeli.

Keskeisessä osassa hanketta oli tutustuminen toimialaan ja tiedon kokoaminen nykytilasta. Työssä keskityttiin koko arvoketjun kehittämiseen ja haluttiin tunnistaa kehittämistä hidastavat tekijät sekä tunnistaa mahdollisuudet, ml. liiketoimintapotentiaali. Kirjallisuustutkimuksen lisäksi, haastattelut ja vierailut tuottivat paljon tarvittavaa tietoa, jota tullaan hyödyntämään myös jatkokehityksessä.

Hankkeen asiantuntijat vierailivat hankkeen aikana seuraavissa paikoissa:

- Uusioaines kevät 2024 ja kevät 2025
- OJ kevät 2024
- Stenan murskalaitos Tahkoluoto syksy 2024, syksy 2025
- CarGlass talvi 2025
- WasteWise talvi 2025
- International automotive recycling conference/Antwerpen
- Mirka, Autocirc ja Erikssonin purkamo sekä RM Trucks Pietarsaari kevät 2025
- Autoklinikka, Raisio kesä 2025
- Autocirc Nurmijärvi, kesä 2025
- Revisol Oy syksy 2025
- Ovako Oy syksy 2025
- Yaskawa Oy syksy 2025.

Yritysvierailujen lisäksi hankkeen aikana teetettiin kaksi aiheeseen liittyvää opinnäytetyötä: Vesa Törmäkankaan *Autokierrätyksen nykytila, haasteet ja mahdollisuudet* ja Joona Lehtosen *Auton varaosien ja komponenttien uudelleenkäyttö - tilastojen kehittäminen*.

Henna Knuutila ja Nani Pajunen osallistuivat kansainväliseen autonpurku-teemaiseen konferenssiin [International Automotive Recycling Congress IARC2025](#) Antwerpenissä, Belgiassa.

Hankkeen aikana on osallistettu laaja joukko alan toimijoita mukaan työhön sekä järjestetty tilaisuuksia, missä on kerrottu hankkeesta kansallisesti ja kansainvälisesti. Työryhmä on myös osallistunut toimialan erilaisiin tapahtumiin ja on esitellyt puheenvuoroissa hanketta niin yksittäisille yrityksille kuin suurelle yleisölle. Hankkeen aikana järjestettiin myös työpajoja ja seminaareja.

Hankkeen tuloksista on kirjoitettu *Autoteollisuuden kestävyys siirtymä – autonpurun nykytila ja tulevaisuus Euroopan unionin alueella* -artikkeli, joka tullaan julkaisemaan ammattikorkeakoulujen yhteisessä julkaisussa.

Hankkeessa järjestettiin keväällä (25.3.2025) mediatilaisuus, missä esiteltiin purkulinjastoa.

YLE teki paikan päällä haastatteluita ja aiheesta julkaistiin uutisia eri lehdissä. Esimerkkinä YLEn uutisointi aiheesta: [Jopa 80 000 autoa kierrätetään Suomessa vuosittain, mutta lasit päätyvät kaatopaikalle – nyt siihen halutaan muutos.](#)

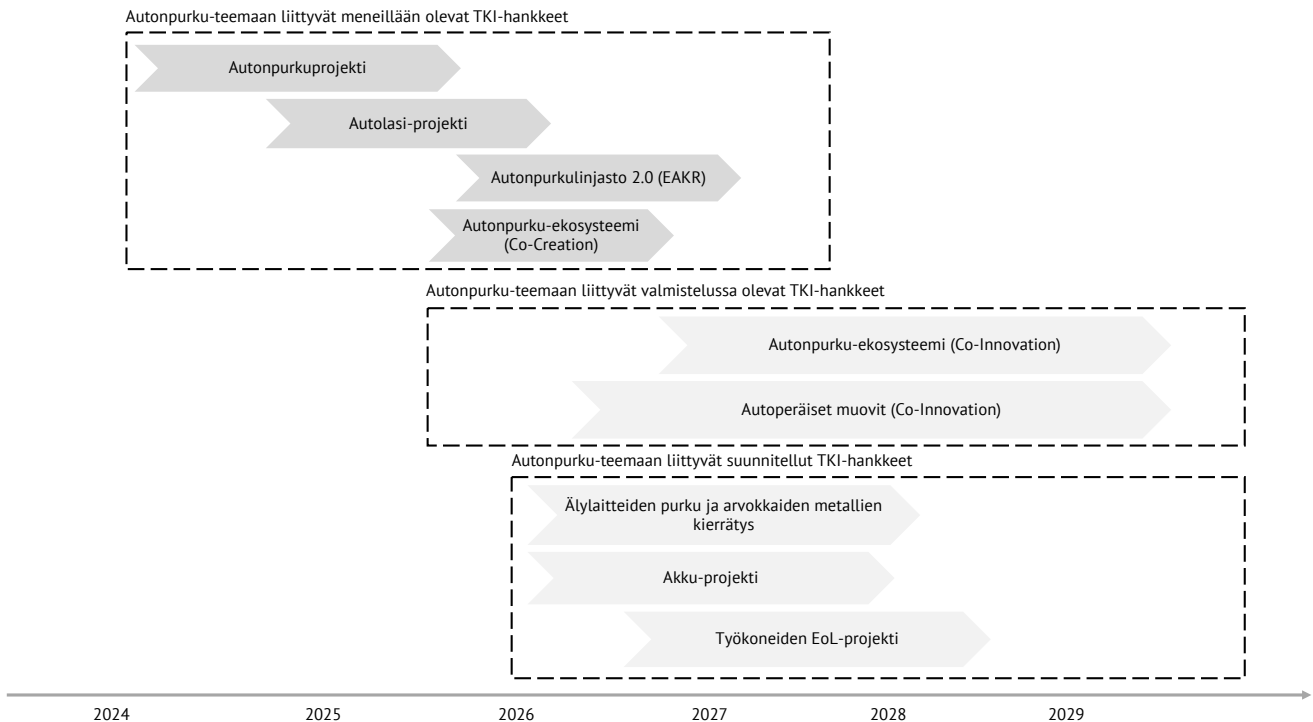
Pirkanmaan ELY:n ajankohtaisnostossa mainittiin tämä hanke seuraavasti: *EU tuo lisävaatimuksia purkuautoille – myös Pirkanmaan ELY-keskus mukana kiertotaloushankkeessa. Turun ammattikorkeakoulun Autonpurku-hankkeessa etsitään keinoja saada purkuautojen osat tehokkaasti kiertoon. Pirkanmaan ELY-keskus on mukana hankkeen ohjausryhmässä. Taustalla on EU:n ajoneuvojen kiertotalousehdotus, joka tiukentaa purkuautojen kierrätysvaatimuksia.*

Hankkeen lopussa (31.10.2025) järjestettiin työpaja, jonka tavoitteena oli kertoa seuraavista suunnitelluista toimenpiteistä, kuten seuraavista hankkeista, joissa jatketaan tässä hankkeessa aloitettua kehitystoimintaa, ml. purkuteknologioiden jatkokehittäminen sekä materiaalien tunnistaminen ja syntypaikkalajittelun tehostaminen. Työpajaan kutsuttiin tässä hankkeessa mukana olevien organisaatioiden lisäksi avoimesti kaikkia alan toimijoita sekä muita aiheesta kiinnostuneita asiantuntijoita suunnittelemaan, miten työtä jatketaan.

Tämän selvityshankkeen aikana ja sen päättymisen jälkeen on suunniteltu ja aloitettu uusia TKI-hankkeita keskittyen selvitysvaiheessa nousseisiin uusiin kehityskohteisiin ja tartuttu purkutoimintaa hidastaviin haasteisiin.

6 Jatkosuunnitelmat

Autonpurkuteema on edelleen ajankohtainen ja tärkeä. Globaali autoteollisuus on suuressa muutoksessa ja tämän teollisen sektorin kestävyys siirtymä edellyttää laajaa ja moninäkökulmaista tutkimus- ja kehitystyötä. Hankkeen yhtenä tavoitteena oli käynnistää uusia hankkeita ja tämä tavoite onkin toteutunut hyvin. Kuvassa 17 on kuvattuna autonpurku-ekosysteemissä meneillään ja valmistelussa olevat hankkeet.



Kuva 17. Meneillään, valmistelussa ja suunnitteilla olevat TKI-hankkeet autonpurkuteemassa.

Hankkeen aikana on jo käynnistynyt tai heti hankkeen päätyttyä on käynnistymässä uusia TKI-hankkeita, jotka jatkavat tässä hankkeessa aloitettua työtä ja niin ikään tukevat automateriaalien saamista paremmin, tehokkaammin ja kannattavammin kiertoon.

6.1 Työn jatkuminen uusissa hankkeissa

Meneillään olevassa *Autolasi*-projektissa keskitytään autojen tuulilasien purkuun, syntypaikkalajitteluun, lasimateriaalin puhtauteen koko purkuvaiheen aikana ml. kuljetukset uudelleenkäyttöön, tavoitteena varmistaa mahdollisimman korkea kierrätysaste sekä lasimateriaalin kierrättäminen liiketoiminnallisesti kannattavasti.

Syksyllä 2025 alkavan EAKR-rahoitusohjelman, Uudenmaan liiton kautta, rahoittaman *Autonpurkulinjasto 2.0* -tutkimushankkeen tavoitteena on vastata Euroopan unionin asetuksen asettamiin vaatimuksiin kehittämällä ajoneuvojen purkutoimintaa siten, että se voidaan toteuttaa kestävästi, ottamalla käyttöön kiertotalouden liiketoimintamalleja. Hankkeen

tuloksena syntyy konseptimalli modernista versiosta tulevaisuuden autopurkulinjastosta, joka vastaa yritysten tulevaisuuden tarpeita, ja jossa otetaan huomioon uudistuvan lainsäädännön vaatimukset sekä kannattava kestävä liiketoiminta.

Syyskuun lopussa varmistui Business Finlandilta co-creation-rahoitus ekosysteemihankkeelle, jonka tavoitteena on kasvattaa autojen varaosien huolto- ja kunnossapitoliiketoimintaa, lisätä turvallista materiaali kierrätystä sekä kehittää purkumenetelmiä siten, että purku voidaan toteuttaa liiketoiminnallisesti kannattavasti. Hankkeessa tullaan keskittymään myös datan ja digitaalisten ratkaisuiden hyödyntämiseen auton elinkaareissa sekä liiketoiminnan kehittämisessä. Hankekokonaisuudella halutaan tukea autoteollisuuden kestävyys siirtymää, keskittymällä tukemaan auton elinkaaren loppuvaiheessa toimivia yrityksiä tehostamaan autosien uudelleen käyttöä ja lisäämään materiaali kiertoa merkittävästi sekä kasvattamaan kestävää liiketoimintaa ja tukea kestävää talouskasvua. Tulokset ovat toteutettavissa ja skaalattavissa sekä kansallisesti että kansainvälisesti.

Tällä hetkellä autojen teollinen purkaminen ei ole laajassa mittakaavassa toteutunut kolmesta pääsyystä: 1) tarvittavaa teknologiaa automatisoituun purkuun ei ole olemassa, ja 2) autojen suunnittelu ei tue kiertotaloutta ja 3) toiminta ei ole kannattavaa ELV-autojen koko käsittelyvaiheessa. Automatisoitu purku edellyttää kehittyneitä, joustavia työmenetelmiä ja -työkaluja, jotka pystyvät käsittelemään eri automerkkejä ja -malleja. Lisäksi tarvitaan älykästä ohjausta ja tekoälyn hyödyntämistä purkuprosessin hallinnassa sekä markkinakysynnän yhdistämisestä autojen purkuvaiheeseen. Alkavissa hankkeissa pyritään ratkaisemaan näitä haasteita.

6.2 Suositukset uusille TKI-hankkeille

Datan hyödyntämisen ja digitalisten palveluiden kehittämisen myötä auton elinkaaren eri vaiheisiin on mahdollista kehittää uutta liiketoimintaa. Esimerkiksi materiaali- ja tuotepassien käyttöönottoon liittyy sekä teknistä kehitystyötä että erilaisia uusia liiketoimintamahdollisuuksia erilaisten palvelujen muodossa. Kiinnostavia mahdollisuuksia voi syntyä myös kiertotalouden liiketoimintamallien käyttöönoton myötä, kuten materiaali palveluna.

Autojen elinkaaren loppu voisi mahdollistaa uutta kannattavaa liiketoimintaa, kun ELV-autojen käsittelyyn liittyviä teknologioita ja ratkaisuja, jotka mahdollistavat autojen teollisen, pitkälle automatisoidun teollisen mittakaavan purun, komponenttien uudelleen käytön sekä tehokkaamman materiaali kierrätyksen, kehitetään.

Autonpurkuhankkeissa syntyvää osaamista ja tutkimustuloksia voidaan hyödyntää myös muiden ajoneuvojen, työkonien sekä konepajateollisuuden ja telakkateollisuuden tuotteiden purkuliiketoiminnan kehittämiseen. Hankkeen tulosten hyödyntäminen näillä sektoreilla ja niiden tuoman liiketoiminnan skaalausmahdollisuuden kautta liiketoimintapotentiaali on merkittävä. Ratkaisulla on myös kansainvälistä kysyntää ja kehitettävillä ratkaisulla onkin suuri vientipotentiaali, ja näin ne tukevat myös Suomen talouden kestävää kasvua.

7 Yhteenveto

Hankkeessa tuotettiin autonpurkuvaiheen toimijoille konkreettista tietoa autonpurkuvaiheen – autonpurun, materiaalien erottelun, materiaalikeräyksen, kuljetuksen ja kierrätyksen – nykytilasta ja haasteista. Tämän selvityshankkeen jälkeen tarkoituksena on jatkaa kehitystyötä ja edetä kehittämään konkreettisia ratkaisuja autonpurkuvaiheeseen yhdessä alan yritysten kanssa ja käynnistää uusia TKI-hankkeita keskittyen selvitysvaiheessa nousseisiin haasteisiin. Tässä hankkeen loppuraportissa kuvataan hankkeen aikana saavutetut tulokset ja kehitetyt ratkaisut.

Hanke on tukenut Varsinais-Suomen maakuntastrategian mukaista visiota olla vuonna 2040 puhtaiden ratkaisujen, innovaatioiden ja kestävä kasvun hiilineutraali edelläkävijä ja se on toteuttanut alueen TKI-tiekarttaa. Maakuntastrategian ja -ohjelman tavoitteiden mukaista maakunnan kilpailupotentiaalia ja innovaatiokyvykkyyttä on vahvistettu Turun ammattikorkeakoulun, Turun ammatti-instituutin ja yritysten, julkisen sektorin ja kansalaisyhteiskunnan yhteistyöllä synnyttämällä uusia ratkaisuja globaaleihin ympäristöhaasteisiin.

Hankkeessa Turun ammattikorkeakoulun asiantuntijat yhdessä autonpurkuvaiheessa toimivien yritysten yhteistyöverkoston kanssa selvittivät materiaalkierron haasteita ja tuottivat tietoa autonpurun nykytilasta. Samalla edistettiin uusien toimintatapojen ja ratkaisujen kehittymistä vastaamaan EU:n vihreän siirtymän ja Varsinais-Suomen maakuntastrategian tavoitteisiin. Kehittyvät toimintatavat ja ratkaisut tukevat kiertotalouden teemaa ja lisäävät yritysten osaavaa työvoimaa. Hankkeen pitkän tähtäimen tavoitteena oli uusien ratkaisuiden ja niiden kaupallistamisen tukeminen sekä yhteistyön kehittäminen yritysten ja korkeakoulujen välillä ja kansainvälisen yhteistyön lisääminen. Tämä työ tulee jatkumaan autonpurku-ekosysteemeissä ja uusissa TKI-hankkeissa.

Hankkeen aikana osallistettiin laajasti alan toimijoita mukaan työhön sekä järjestettiin tilaisuuksia, joissa kerrotaan hankkeesta kansallisesti ja kansainvälisesti. Hankkeen aikana useat opiskelijat osallistuivat aktiivisesti hanketyöhön mm. harjoittelujaksojen ja opinnäytetöiden kautta. Näin hankkeen tuloksia saatiin siirrettyä suoraan myös opetukseen. Hankkeeseen osallistui aktiivisesti myös ammattilaisista koostunut työryhmä, joka auttoi omalla asiantuntijuudellaan hankkeen eteenpäin viemistä.

Hankkeen lopussa järjestettiin työpaja, jonka tavoitteena oli sekä jakaa tietoa tässä hankkeessa saavutetuista tuloksista että suunnitella seuraavia toimenpiteitä, kuten purkuteknologian kehittäminen ja materiaalien tehokkaampi tunnistaminen purkupaikalla, autonpurun jatkokehittämiseen. Työpajaan kutsuttiin tässä hankkeessa mukana olevien organisaatioiden lisäksi avoimesti kaikkia alan toimijoita sekä muita aiheesta kiinnostuneita asiantuntijoita sekä opiskelijoita osallistumaan jatkosuunnitelmien tekemiseen.

Hankkeen aikana työn etenemisestä viestittiin mukana olevien organisaatioiden verkkosivuilla sekä osallistuttiin toimialan erilaisiin tapahtumiin ja voi esitellä puheenvuoroissa hanketta niin yksittäisille yrityksille kuin suurelle yleisölle.

Hankkeen tulokset tullaan julkaisemaan sekä tämän loppuraportin, akateemisen artikkelin että yleistajuisen artikkelin muodossa.

Lähteet

Autoalan tiedostuskeskus. (2017). Autojen kierrätys hyödyntää romuauton materiaalit tehokkaasti. Haettu 5.8.2025 osoitteesta <https://aut.fi/autojen-kierratys-hyodyntaa-romuauton-materiaalit-tehokkaasti/>

Autopurkamoliitto. (ei pvm.). Romutustodistukset ja tuottajavastuu. Haettu 5.8.2025 osoitteesta <https://www.autopurkamoliitto.fi/autokierratys/romutustodistukset-ja-tuottajavastuu/>

EPR Schemes. (2025). EPR schemes. Current state and recommendations for improvement. Haettu 5.8.2025 osoitteesta https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2025-06/EPR_Schemes_White_Paper_2025.pdf

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 1021/2019, annettu 20 päivänä kesäkuuta 2019, pysyvistä orgaanisista yhdisteistä. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=CELEX%3A32019R1021>

Euroopan komissio. 2023. Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi ajoneuvojen suunnittelua koskevista kiertotalousvaatimuksista ja romuajoneuvojen jätehuollosta. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-11888-2023-INIT/fi/pdf>

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/53/EY, annettu 18 päivänä syyskuuta 2000, romuajoneuvoista. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32000L0053>

Euroopan komissio. (2025). Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston asetukseksi ajoneuvojen suunnittelua koskevista kiertotalousvaatimuksista ja romuajoneuvojen jätehuollosta. <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-10092-2025-INIT/fi/pdf>

European commission. (ei pvm.). End-of-Life Vehicles. Haettu 29.10.2025 osoitteesta https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/end-life-vehicles_en

European commission. (ei pvm.). End-of-life vehicles Regulation - New rules for the design and end-of-life management of vehicles aim to protect the environment, decarbonise production and reduce raw material dependencies, benefiting EU industries. Haettu 29.10.2025 osoitteesta https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/end-life-vehicles/end-life-vehicles-regulation_en

eRallyCross. (ei pvm.). Haettu 29.10.2025 osoitteesta <https://erallycross.turkuamk.fi/e-rallycross/>

IDIS. (ei pvm.). Haettu 29.10.2025 osoitteesta <https://www.idis2.com/>

Jätelaki 646/2011. Haettu 24.9.2025 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/saaduskokoelma/2011/646>

Suomen Autokierrätys. (ei pvm.). Haettu 5.8.2025 osoitteesta <https://autokierratys.fi/>

Traficom. (ei pvm.). Haettu 5.8.2025 osoitteesta <https://www.traficom.fi/fi>

Valtioneuvoston asetus romuajoneuvoista sekä vaarallisten aineiden käytön rajoittamisesta ajoneuvoissa 123/2015. Haettu 24.9.2025 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/2015/123>

Vertical. (2022). Selvitys autokierrätyksen tulevaisuudesta. Haettu 5.8.2025 osoitteesta https://autokierratys.fi/wp-content/uploads/2022/11/Vertical-Sitra_-Selvitystyö-autokierrätyksen-tulevaisuudesta-final.pdf

Lähteet

LIITE 1

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 jättemateriaalit 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 vuositason tasolla?
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 polttomootoriautoihin?
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?
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
- Oili Jalonen Oy
- Stena Recycling Oy
- Uusioaines Oy
- Autoklinikka Oy
- Fortum Oyj
- Autocirc Finland Oy
- Autotuoajat ry
- Hyundai Motor Company

LIITE 2

Hankekokonaisuutta tukeva aikaisempi työ

Tässä hankkeessa on huomioitu aiemmin rahoitettuja hankkeita sekä niissä syntyneitä verkostoja. *Telaketju* (Tekstiiliteollisuuden kestävyys siirtymä) ja *Merikartta* (Meriteollisuuden kestävyys siirtymä) ovat antaneet Turun ammattikorkeakoulun tiimille arvokasta osaamista ekosysteemin rakentamiseen liittyen. Korkeakoulujen yhteishanke *Kiertotalouden katalyytit: Innovaatioekosysteemeistä liiketoimintaekosysteemeihin* (CICAT2025) keskittyi vauhdittamaan siirtymistä lineaaritaloudesta kestävämpään kiertotalouteen. Hankkeessa tutkittiin kiertotaloutta vauhdittavia tekijöitä eli kiertotalouden katalyyttejä, jolloin ne voidaan valjastaa paremmin päättäjien ja yritysten käyttöön. Myös tämän hankkeen kautta saatu oppi ja kokemus tukevat sekä ekosysteemin rakentamista että kiertotalousratkaisuiden kehittämistä ja vauhdittamista.

Turun ammattikorkeakoulu on toteuttanut *eRallyCross*-hankkeen (2017–2020), jossa polttomootorihenkilöauto muutettiin sähköiseksi *eRallyCross*-sarjan autoksi. Hankkeessa auto purettiin täysin ja se rakennettiin uudelleen mukaan lukien turvakehikko koriin sekä merkittävät sähköistyksen vaatimat rakenteelliset muutokset. Auto on käytettävissä nyt alkavassa hankkeessa oppi- ja testausalustana, kun autojen tehokkaan purkamisen uusia menetelmiä kehitetään. Auto on sijoitettuna valmistustekniikan laboratorioon, missä erilaisia purkumenetelmiä voidaan testata ja samalla kehittää sopivia työkaluja ehjänä purkuun. *eRallyCross*-projektissa kertynyt tietotaito on käytettävissä hankkeessa.

Kestävästi Lisäävää!-hankkeessa (2023–2025) kehitetään Turun seudun korkeakoulujen ja teollisuuden yhteistyötä ja osaamista lisäävän valmistuksen (eli ns. 3D-tulostamiseen) alalla. Hankkeen tavoitteena on luoda Turun lisäävän valmistuksen osaamisen innovaatiokeskittymä Turku Innovation Centre of Additive Manufacturing (TICAM). Hanke toteutetaan ryhmähankkeena Turun ammattikorkeakoulun, Åbo Akademin ja Turun yliopiston välillä.

LIITE 3

Hanke toteuttaa Varsinais-Suomen maakuntastrategiaa ja -ohjelmaa

Hanke tukee Varsinais-Suomen maakuntastrategian mukaista visiota olla vuonna 2040 puhtaiden ratkaisujen, innovaatioiden ja kestäväen kasvun hiilineutraali edelläkävijä ja se toteuttaa alueen TKI-tiekarttaa. Hankkeessa Turun ammattikorkeakoulun asiantuntijat yhdessä autonpurkuvaiheessa toimivien yritysten yhteistyöverkoston kanssa selvittävät materiaali kierron haasteita, tavoitteena tuottaa tietoa nykytilasta ja lähteä edistämään uusien toimintatapojen ja ratkaisujen kehittämistä vastaamaan EU:n vihreän siirtymän ja Varsinais-Suomen maakuntastrategian tavoitteisiin. Kehittyvät toimintatavat ja ratkaisut tukevat kiertotalouden teemaa ja lisäävät yritysten osaavaa työvoimaa. Hankkeen pitkän tähtäimen tavoitteena on uusien ratkaisuiden ja niiden kaupallistamisen tukeminen sekä yhteistyön kehittäminen yritysten ja korkeakoulujen välillä ja kansainvälisen yhteistyön lisääminen.

Maakuntastrategian ja -ohjelman tavoitteiden mukaan maakunnan kilpailupotentiaali ja innovaatiokyvykyys moninkertaistuvat, kun korkeakoulujen, toisen asteen oppilaitosten, yritysten, julkisen sektorin ja kansalaisyhteiskunnan yhteistyö synnyttää ratkaisuja globaaleihin ympäristöhaasteisiin. Tässä hankkeessa tehdään juuri tämän tavoitteen mukaista yhteistyötä, yhdistäen korkeakoulun asiantuntijat tekemään töitä yhdessä auton elinkaaren loppupään yritysten ja muiden organisaatioiden kanssa.

Maakuntaohjelman yhtenä tavoitteena on perustaa paikallisia ja alueellisia bio- ja kiertotalousekosysteemejä. Hanke tullaan toteuttamaan auton elinkaaren loppuvaiheen toimijoista muodostuvassa ekosysteemissä. Kaikki hankkeeseen osallistuvat yrityksen hyötyvät hankkeesta. Hankkeen myötä tavoitteena on synnyttää alueelle lisää kiertotalouden mukaista liiketoimintaa.

Maakuntastrategian toisena tavoitteena on, että bio- ja kiertotalous on kannattavaa liiketoimintaa. Turun ammattikorkeakoulun työn ydintä on tukea kehityshankkeiden kautta yhteistyöyrityksiä, tässä tapauksessa auton elinkaaren loppuvaiheen toimijoita, että pitkällä tähtäyksellä yritykset voivat toimia kiertotaloudessa ja kehitetyt ratkaisut ovat kannattavaa liiketoimintaa.

Turun ammattikorkeakoulun kaikissa hankkeissa – sen lisäksi, että niissä yhdessä yritysten kanssa kehitetään toimiva ratkaisu – on koulutusnäkökulma. Tämä hanke edistää sekä työssä olevien elinikäisen oppimisen tavoitetta että opinnäytetöiden kautta, opiskelijoiden oppimista. Hanke vastaa tältä osin maakuntastrategian ja -ohjelman oppimisen tavoitteisiin.

Onnistuneen hankkeen myötä, syntyy lisää palveluita ja -sisältöjä, jotka vahvistavat maakunnan elinvoimaa. Korkean tuottavuuden työ ja yrittäjyys lisääntyvät hankkeen myötä, kun tieto läpi elinkaaren mahdollistaa paremman ja tehokkaamman auton osien kierrätyksen elinkaaren lopussa.

LIITE 4

Esimerkkejä materiaalianalyseistä koostettuja muovi- ja tekstiilinäytteiden tuloksia. Tulokset on ilmoitettu englanniksi, jotta välttyttäisiin erilaisilta käännösvirheiltä usean henkilön tehdessä analyysija.

Auton merkki + malli (runkonumero)	Etupuskuri merkinnät
Opel Astra (5086388)	>PP+EPDM+T10<
Hyundai Accent GLS (U502594)	x
Peugeot 206 (1842519)	>PA 7-2<
Mazda 3 (1218785)	>PP-(S27+T17)<
Ford Focus (4T70317)	>PP-EPDM-T20<
Mazda Protege (0159978)	x
Volvo S40 (F982472)	>PP-EPDM<
Volvo V40 (F270086)	>PPIEPDM<
KIA Rio (6261849)	>PPIEPDM<
Citroën C3 (6846962)	>PIE<
Chevrolet Kalos (B557541)	>PPIEPDMT10<
Peugeot 206 (2935447)	>PIE<
Renault Laguna (9664657)	>PIE<
Mazda 6 (1466611)	x
Ford Focus (2T35622)	>PP-EPDM+M10<
Renault Modus (6644878)	>PIE<
Citroën C3 (8566819)	>PP-T20<
Audi A6 (W01400)	x
Opel Vectra B (1066885)	>PP+EPDM<
Peugeot 206 (1518330)	>PIE<
Mitsubishi Galant (2000444)	x
Opel Astra (2082026)	>PP + EPDM<
Nissan Primera (2274403)	>PP+EPM-T15<
Ford Mondeo (3K84422)	>PP-EPDM-10<
Fiat Punto (4830686)	>PP-TD10<
Volkswagen Golf (B029378)	x
Toyota Yaris (0006683)	>PP+E/P-T10<
SAAB 9-3 (2023788)	>PPIEPDM<
Opel Corsa (6003956)	>PP-EPDM-T11<
Nissan Primera (0247441)	>PP+EPM-T15<
Peugeot 306 (2234779)	>PIE<
Nissan Primera (0164774)	>PP+EPM-T15<

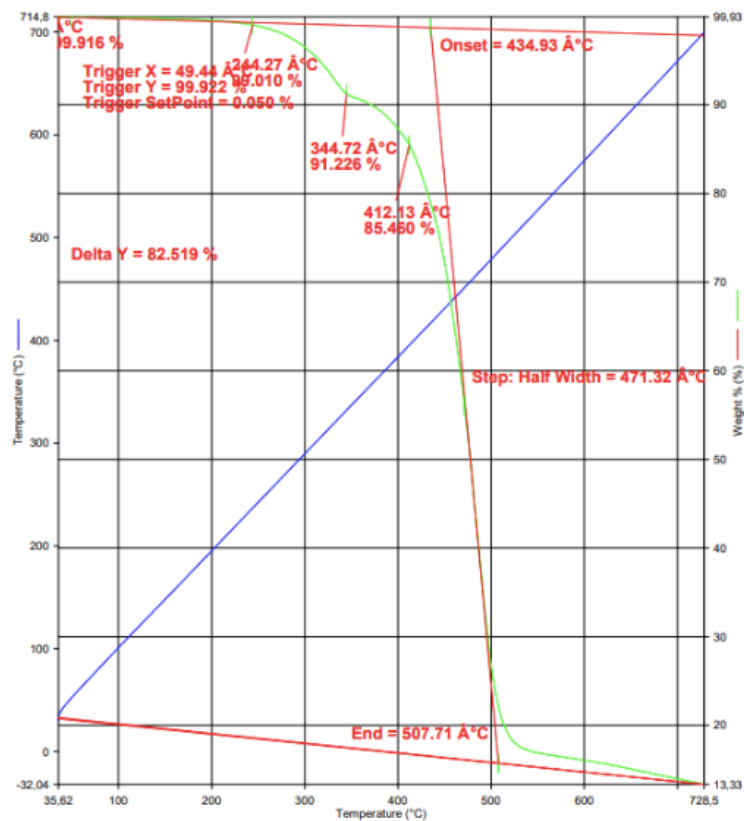
Autovalmistajien muovimerkintöjä, esimerkkinä etupuskurit.

Auto (merkki & malli)	Peugeot 206								
Runkonumero	VF32AKFWF42935447								
Näytelaistikko	12								
Näytteet	Näytepala	ID	3 kpl löydetyt näytteet (paras yhteys)						
N1	lokasuojat	N1-VF32AKFWF42935447	iron oxide, nickel titanium yellow, chromium titanium yellow	tulostettu & tallennettu					
N2	kojelautan runko	N2-VF32AKFWF42935447	Acryl fiber, salicylic acid, fthalide	tulostettu & tallennettu					
N3	etupuskuri	N3-VF32AKFWF42935447	nickel titanium yellow, acrylonitrile-butadiene rubber, iron oxide	tulostettu & tallennettu					
N4	takapuskuri	N4-VF32AKFWF42935447	iron oxide, fthalide, benzoic acid	tulostettu & tallennettu					
N5	ovenkahva	N5-VF32AKFWF42935447	amitoraz, pyrogallol, zein	tulostettu & tallennettu					
N6	etupenkin istuin vaahdotusmuovi	N6-VF32AKFWF42935447	triazine, polyurethane, glycyrrhizic acid	tulostettu & tallennettu					
N7	etupenkin istuimen väliseinä	N7-VF32AKFWF42935447	fthalide, 2,4-dinitrophenylhydrazine, humic acid	tulostettu & tallennettu					
N8	etupenkin istuimen väliseinä	N8-VF32AKFWF42935447	methyl vinyl ether, arabic gum, fthalide	tulostettu & tallennettu					
N9	etupenkin istuimen väliseinä	N9-VF32AKFWF42935447	humic acid, methyl vinyl ether, carboxymethyl cellulose calcium	tulostettu & tallennettu					
N10	etupenkin istuimen väliseinä	N10-VF32AKFWF42935447	fthalide, tricyclazol, p-dimethylamino benzylidene rhodanine	tulostettu & tallennettu					
N11	takapenkin istuimen väliseinä	N11-VF32AKFWF42935447	arabic gum, methyl vinyl ether, polyacetylene	tulostettu & tallennettu					
N12	takapenkin istuimen vaahdotusmuovi	N12-VF32AKFWF42935447	epoxy, polyurethane, glycyrrhizic acid	tulostettu & tallennettu					
N13	etupenkin istuimen vaahdotusmuovi	N13-VF32AKFWF42935447	epoxy, polyurethane, pyrimidifen	tulostettu & tallennettu					
N14	etupenkin istuimen väliseinä	N14-VF32AKFWF42935447	fthalide, acryl fiber, p-dimethylamino benzylidene rhodanine	tulostettu & tallennettu					
N15	etupenkin istuimen väliseinä	N15-VF32AKFWF42935447	methyl vinyl ether, arabic gum, humic acid	tulostettu & tallennettu					
N16	etupenkin istuimen väliseinä	N16-VF32AKFWF42935447	fthalide, acryl fiber, p-dimethylamino benzylidene rhodanine	tulostettu & tallennettu					
N17	lattiavahto	N17-VF32AKFWF42935447	zein, poly trimethyl hexamethylene terephthalamide, polyimide	tulostettu & tallennettu					
N18	hattulytily	N18-VF32AKFWF42935447	arabic gum, methyl vinyl ether, humic acid	tulostettu & tallennettu					
N19	takapenkin istuimen vaahdotusmuovi	N19-VF32AKFWF42935447	polyurethane, epoxy, poly 2-hydroxyethyl methacrylate	tulostettu & tallennettu					
N20	takapenkin istuimen väliseinä	N20-VF32AKFWF42935447	polyurethane, methyl vinyl ether, epoxy	tulostettu & tallennettu					
N21	kattovahto	N21-VF32AKFWF42935447	2,4-dinitrophenylhydrazine, fthalide, tricyclazol	tulostettu & tallennettu					
N22	etupenkin istuimen väliseinä	N22-VF32AKFWF42935447	polyurethane, methyl vinyl ether, epoxy	tulostettu & tallennettu					
N23	etupenkin istuimen vaahdotusmuovi	N23-VF32AKFWF42935447	polyurethane, resiclin, epoxy	tulostettu & tallennettu					
N24	etupenkin istuimen väliseinä	N24-VF32AKFWF42935447	polyurethane, epoxy, resiclin	tulostettu & tallennettu					
N25	etupenkin istuimen väliseinä	N25-VF32AKFWF42935447	polyurethane, epoxy, resiclin	tulostettu & tallennettu					
N26	etupenkin istuimen väliseinä	N26-VF32AKFWF42935447	fthalide, methyl vinyl ether, humic acid	tulostettu & tallennettu					
N27	etupenkin istuimen väliseinä	N27-VF32AKFWF42935447	polyurethane, methyl vinyl ether, epoxy	tulostettu & tallennettu					
N28	etupenkin istuimen vaahdotusmuovi	N28-VF32AKFWF42935447	polyurethane, glycyrrhizic acid, triazine	tulostettu & tallennettu					

Esimerkki yhden auton muovi- ja tekstiiliosista kerätystä FTIR-datasta (Peugeot 206).

Auton merkki + malli (runkonumero)	Etupuskuri FTIR tulokset (muovi/polymeerit)	Huomio
Opel Astra (5086388)	Polybuten, Polyethylene, Ionomer (surlyn)	Zn type & Na type
Hyundai Accent GLS (U502594)	Acryl fiber, Polyisoprene	
Peugeot 206 (1642513)	Acryl fiber	
Mazda 3 (1218785)	Polyvinyl formal, Polyvinylidene chloride (PVDC), Polyvinyl formal (PVFM), Microfibrillated cellulose, Dextran 2000	
Ford Focus (4T70317)	Powdered cellulose, Microcrystalline cellulose, Carboxymethyl cellulose calcium / sodium	Calcium
Mazda Protege (0159978)	Acrylonitrile-butadiene rubber	
Volvo S40 (F982472)	Polyacryl acid, Acryl fiber	
Volvo V40 (F270086)	Carboxymethyl cellulose calcium / sodium, Arabic gum	Calcium & Sodium
KIA Rio (6261849)	Carboxymethyl cellulose calcium / sodium, Powdered cellulose, Microcrystalline cellulose, Bemberg	Calcium & Sodium
Citroën C3 (6846962)	Acryl fibre, Carboxymethyl cellulose calcium / sodium	Calcium & Sodium
Chevrolet Kalos (B557541)	Acryl fiber, Polyisoprene	
Peugeot 206 (2935447)	Acrylonitrile-butadiene rubber, Polyacrylic acid	
Renault Laguna (9664657)	Polypropylene, Poly(4-Methyl-1-pentene), Polybutadiene, Polyisoprene, Ionomer (surlyn), Polybuten	Zn type & Na type
Mazda 6 (1466611)	Polyethylene, (1,2-Polybutadiene), Ethylene/Polypropylene, Poly(1-Butene)	
Ford Focus (2T35622)	Polyethylene, Polypropylene, Ethylene	
Renault Modus (6644878)	Natural rubber	
Citroën C3 (8566819)	Poly(Phenylene sulfide), Ionomer (surlyn), Powdered cellulose	Na type
Audi A6 (WNO1400)	Poly(Phenylene sulfide), Ionomer (surlyn)	Zn type & Na type
Opel Vectra B (1066885)	Acryl fiber, Polyisoprene, Ionomer (surlyn), Polybutadiene	Na type
Peugeot 206 (1518330)	Polybuten, Polypropylene, Ionomer (surlyn), Polyphenylene sulfide (PPS), Polybutadiene	Zn type & Na type
Mitsubishi Galant (2000444)	Polyisoprene, Polybutadiene, Ionomer (surlyn), Acryl fiber	Zn type & Na type
Opel Astra (2082026)	Polyethylene, Polybuten, Styrene, Acrylonitrile/Butadiene/Styrene (ABS), Polyvinyl chloride (PVDC)	
Nissan Primera (2274403)	Polyethylene, Polybuten, PVDC, Ethylene	
Ford Mondeo (3K84422)	Polyisoprene, Ionomer (surlyn), Polybutadiene	Na type
Fiat Punto (4830686)	Ionomer (surlyn), Polybuten, Polybutadiene, Polyphenylene sulfide	Zn type & Na type
Volkswagen Golf (6029378)	Polyisoprene, Polybutadiene, Ionomer (surlyn), Polyphenylene sulfide	Na type
Toyota Yaris (0006683)	Polyethylene, Polybuten, Ethylene	
SAAB 9-3 (2023788)	Polybuten, Ionomer (surlyn), Natural rubber, Polypropene, Ethylene	Zn type
Opel Corsa (6003956)	Polybuten, cis-Polyisoprene	
Nissan Primera (0247441)	Polybuten, Ionomer (surlyn), Polybutadiene, Polyvinylidene chloride (PVDC)	Zn type
Peugeot 306 (2234779)	Acrylic, cis-Polyisoprene, Natural rubber, Ionomer (surlyn), Polyethylene, Polybuten	Zn type & Na type
Nissan Primera (0164774)	Polyethylene, Ethylene, Polybutadiene	

Kokooma tutkittujen autojen etupuskurien FTIR-tuloksista.



Esimerkki TGA-käyrästä (Citroën C3 auton takapenkin istuimen päällyskangas).

LIITE 5

Turun ammatti-instituutin ajoneuvoalan purkuhallin ohjeet erillisessä liitteessä.

m