

KIERRÄTYS AUTOTEOLLISUUDESSA

1. Henkilöautossa käytettävien materiaalien kierrätys

Kierrätyksen tavoitteena on uusiutumattomien luonnonvarojen käytön ja jätteiden määrän vähentäminen. Varsinkin Keski-Euroopassa kaatopaikoiksi sopivat alueet loppuvat nopeaa vauhtia, joten jätteiden tuottaminen tulee tulevaisuudessa yhä kalliimmaksi. Saksassa liittohallitus on tehnyt mm. esityksen, jonka mukaan auton valmistajan on otettava vanha auto takaisin ilman kustannuksia viimeiselle omistajalle. Uudelle Opel Astralle ja VW Golfille on Saksassa jo annettu tällainen takuu.

Kierrätys ei ole ainoa luonnonvarojen säästötapa. Kuvasta 1 nähdään, että alumiinin korvaaminen muovilla säästää energiaa, vaikkei muovia kierrätettäisi lainkaan. Materiaalien täydelliseen vertailuun on energiataseen lisäksi otettava huomioon päästöt ilmaan ja veteen, syntyvät kiinteät jätteet ym. [1], esimerkiksi polttoaineen kulutuksen väheneminen pienentää energian kulutuksen lisäksi hiilidioksidi- ja muita päästöjä ilmaan.

	-Alumiini-	----PA6---	--	
Paino	1,7	1,2	kg	
Valmistus	153	140	MJ	
Käyttö 200000 km	1360	960	MJ	
Kierrätyksessä palautuva	-136	0 *	MJ	*Poltto -20 MJ
Yhtensä	1377	1100	MJ	
	-----	-----	---	

Kuva 1. Alumiinista ja muovista valmistettujen imusarjojen energiatase [3].

Parhaat keinot jätteiden välttämiseksi ovat auton koko eliniän järkevä hyödyntäminen ja autosta romutuksessa irroitettujen komponenttien käyttö vaihto-osana sellaisenaan tai kunnostettuna, tästä tunnetuin esimerkki on vaihtomoottorit.

Auton paino muodostuu 70 % teräksestä, 10-15 % muoveista, 5 % kumista ja 5 % alumiinista. Loppu on pääasiassa lasia, sinkkiä, lyijyä ja kuparia. Teräksen, alumiinin ja muiden metallien uudelleenkäyttö on ollut järjestettyä pitkään. Auton painosta kierrätetään jo 75 %, tavoite on 90 %. Myös auton käytössä syntyvien ongelmajätteiden, esim. akut ja jäteöljyt, talteenotto alkaa nykyisin olla kunnossa.

Kierrätyksen kannalta ongelmallisimpia ovat kumiosat, varsinkin renkaat niiden suuren määrän takia. Uudelleenpinnoituksen lisäksi voidaan vanhoista renkaista jauhattua kumipulveria käyttää mm. asfaltin lisäaineena. Myös lasin kierrätys on osittain ongelmallista. Lasiteollisuuden vaatiman suuren puhtauden takia kierrätykseen eivät kelpaa esim. sävylasit, lasit joissa on lämpövastukset tai liimattavissa laseissa käytetty keraaminen silkkipainettu reuna. Muovien kierrätystä käsitellään tarkemmin seuraavassa luvussa.

Saksassa tehtyjen kaavailujen mukaan auton materiaalien kierrätys alkaa, kun omistaja luovuttaa autonsa valmistajan valtuuttamalle ja viranomaisen hyväksymälle romuttamolle. Täällä ensimmäiseksi tyhjennetään kaikki nesteet: polttoaine, öljy, jarruneste jne. Seuraavaksi autosta irrotetaan kaikki ne osat, jotka voidaan sellaisenaan käyttää vaihto-osana tai käyvät materiaalin kierrätykseen. Sitten auto murskataan paloiksi, joista erotetaan metallit metallien perusteellisuuden raaka-aineeksi. Jäljelle jää muoveista, kumista ja lasista koostuva kevyt jäännös, joka nykyisin joutuu kaatopaikalle, mutta tulevaisuudessa pyritään hyödyntämään kemiallisesti tai polttamalla. Vaihtoehtona on ns. metallurginen kierrätys, jossa ensin ei rautametallit, mm. kupariset johtosarjat pyritään irrottamaan mahdollisimman täydellisesti, jonka jälkeen auto puristetaan paketiksi ja muovin ja kumin lämpöarvo hyödynnetään romun sulatuksessa.

2. Muovien kierrätys

Autoteollisuus käyttää 7 % teollisuuden muovinkulutuksesta. Vuonna 1989 saksalainen auto sisälsi keskimäärin 125 kg muoveja, joista arvioidaan noin 40 kg voitavan kohtuullisella työmäärällä irrottaa, tästä on laskettu saatavan 15-20 kg uusiomuovia [7]. Saksassa on asetettu tavoitteeksi nostaa autossa uusiomuovin osuus 30 prosenttiin.

Tärkeimmät syyt muovien käytölle autoteollisuudessa ovat:

- pieni ominaispaino
- korroosionkestävyys
- äänenvaimennus- ja lämmöneristyskyky
- energianvastaanotto kyky elastisesti
- vaikeiden muotojen helppo valmistettavuus.

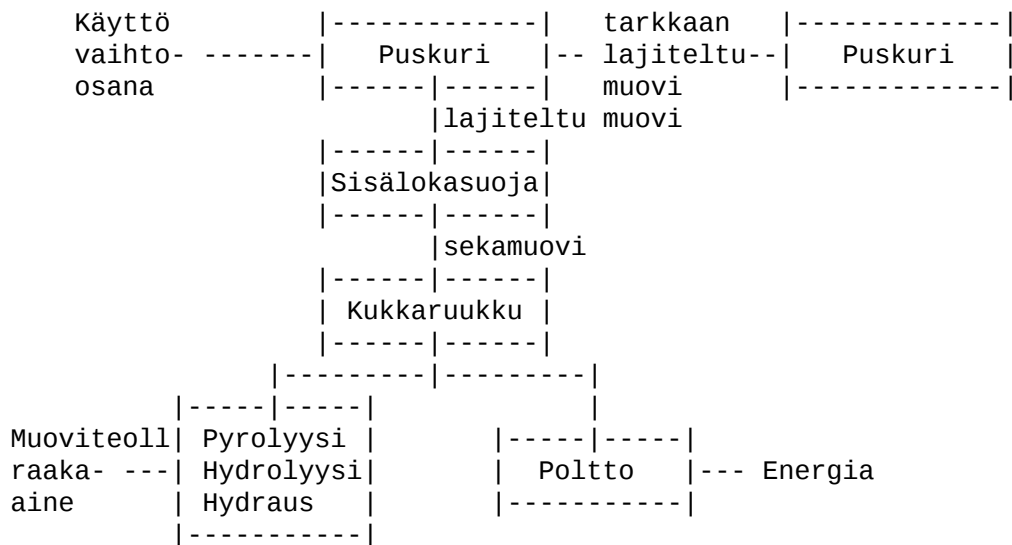
Muoveilla saadaan keveitä, pitkäikäisiä, mukavia, turvallisia, kauniita ja taloudellisia autoja. Esimerkiksi Opel Calibrassa on laskettu saavutettavan noin 0,5 litran polttoaineenkulutuksen väheneminen sadalla kilometrillä muoveilla saavutetun painon pienenemisen ja aerodynamiikan paranemisen ansiosta.

Kestomuovien kierrätys alkaa paloittelemalla irroitettut ja muovityypin mukaan lajitellut osat 5-10 cm kokoiseksi hakkeeksi. Hake puhdistetaan, metalliosat poistetaan ja lopuksi hake rouhitaan noin 5 mm kokoiseksi. Tähän rouheeseen lisätään lopuksi stabilisaattoreita ja muita lisäaineita, jonka jälkeen se granuloidaan muovirakeiksi. Kokeita on tehty esim. 12 vuotta vanhoilla puskureilla tyydyttävällä tuloksella [7].

Kilpailun kiristytessä myös kertamuoveja käyttävä teollisuus on lähtenyt kehittämään kierrätysmenetelmiä. Esimerkiksi polyuretaanista voidaan puristaa levymäisiä kappaleita tai jauhaa 10 % täyteaineeksi. Lujitettua polyesterikertamuovia (SMC, BMC) voidaan käyttää 10-50 % täyteaineena uudessa tuotteessa. Täyteainekäyttö ei ole kuitenkaan nykyisin taloudellisesti järkevää muiden täyteaineiden halvan hinnan vuoksi. Kaiken kaikkiaan kertamuovien kierrätyksestä ei voi pitää vielä edes teoreettisestikaan täysin ratkaistuna.

Muoviosien käyttäminen uudestaan vaihto-osina on ollut suhteellisen harvinaista, mutta tulevaisuudessa esim. vaihtopuskurit saattaisivat olla

tällainen artikkeli. Muoviromun käyttö raaka-aineena uusille vastaaville osille on mahdollista vain erittäin tarkalla lajittelulla, käytännössä saman valmistajan yhdelle tietylle muoville. Kierrätetty muovi on usein käytettävä vähemmän vaativiin kohteisiin, joissa ei tarvita esimerkiksi parasta ulkonäköä, koska riittävän puhdasta muoviromua ei järkevällä työmäärällä saada lajiteltua. Eri muovityyppejä sisältävä sekamuovi sopii korkeintaan kukkaruukkujen ja puiston penkkien valmistukseen. Viimeisenä keinona on muovin hajoitus kemiallisesti öljyiksi, jota tähän asti on kokeiltu laboratoriomittakaavassa tai poltto energianlähteenä, tällöin saadaan hyödyksi vain osa uuden muovin valmistuksessa tarvitusta energiasta.



Kuva 2. Auton muoviosien kierrätysmahdollisuuksia.

3. Kierrätyksen huomioonottaminen muoviosien suunnittelussa

3.1 Muovityypin merkintä

Kierrätettävyyden perusedellytys on muovityypin merkintä osaan. Opel on vuodesta 1979 ja Saab vuodesta 1989 lähtien merkinnyt näin muoviosat. Uusimman VDA-suosituksen mukaan myös lujitetyt ja määrä merkitään, joka parantaa mahdollisuutta kierrätetyn muovin käyttöön vaativissa kohteissa [8].

3.2 Muovityyppien määrän vähentäminen

Autossa käytetään nykyisin yli 20 eri muovityyppiä. Lisäksi nämä vielä eroavat esim. lujitteiden ja täyteaineiden laadun ja määrän suhteen, jopa eri valmistajien periaatteessa samat muovit poikkeavat salaisten lisäaineidensa osalta. On selvää, että tässä suhteessa on tapahduttava standardisointia niin materiaalivalmistajien kuin autotehtaiden osalta, yhteen yleismuoviin ei kuitenkaan kannattane pyrkiä. Tavoitteena on esitetty mm. muovityyppien vähentäminen viiteen. Esim. Opel Calibrassa on lähes kaikki korin ulkopuolella olevat muoviosat tehty samasta muovista.

Tulevaisuudessa käytettävien muovien ominaisuudet saavat heiketä kierrätyksessä vain vähän, lisäksi niiden on hinnaltaan oltava edullisia; PP, PE ja PA täyttävät parhaiten nämä ehdot. Polypropeeni omaa laajat käyttömahdollisuudet EPDM:llä seostettuna ja lujitettuna. Polyeteeni on saanut vahvan jalansijan polttoainesäiliöissä. Polyamidi sopii edellisiä muoveja parempaa lujuutta ja lämmönkestoa vaativissa kohteissa, esim. moottorin osat ja erilaiset kiinnityselimet.

PVC:n käytön voi ennustaa vähenevän, koska sen sisältämä kloori kuormittaa savukaasunpuhdistusta poltettaessa ja voi vaikuttaa dioksiinin syntyyn. Toisaalta PVC:n klooriatomi voidaan tunnistaa röntgensäteillä ja näin teoriassa erotella kierrätyksessä automaattisesti. Myös lujitetut kertamuovit ovat, huolimatta hyvistä lujuusominaisuuksista ja lämmönkestosta, ongelmallisia kierrätyksen kannalta. Edelleen polyesteripohjaisten tekstiilien kierrätys on lähes mahdotonta ja ne tultaneen ennen pitkää korvaamaan PP-pohjaisilla.

3.3 Komposiittiosien välttäminen

Autoissa on tällä hetkellä käytössä lukemattomia osia, joissa eri muoveja on yhdistetty. Esimerkkinä sisustuksen verhoiluosat, jotka saattavat koostua yhteen laminoidusta PVC-foliosta ja polyuretaanivaahdopehmusteesta, joka puolestaan liimataan ABS-kestomuovirungolle. Muita vastaavia osia löytyy kojetaulusta, istuimista, lattiamatoista ja puskureista.

Tilalle kehitetään parhaillaan uusia yhteen muovityyppiin perustuvia ratkaisuja, jotka koostuvat esimerkiksi PP-rungosta, PP-vaahdosta ja termoplastisesta elastomeerifoliosta. Puskureissa voisi olla PP/EPDM kuoriosia, sisällä energiaasitova PP-partikkelivaaho ja lasikuitumattovahvisteinen PP puskuripalkki. Jotta osat pystyttäisiin käyttämään samanarvoisessa käyttökohteessa uudestaan on ne pystyttävä irrottamaan helposti toisistaan.

Myös liimauksen tilalle on kehitettävä muita liitosmenetelmiä, esimerkiksi hitsausta, tai käytettävä samaa muovimateriaalia olevia, tai riittävän pieniä teräksisiä kiinnityselimiä.

3.4 Maalauksen välttäminen

Maalatut muoviosat aiheuttavat suuria ongelmia kierrätykselle. Maali tarttuu muovin pintaan niin lujasti, ettei se lähde rouhittaessa irti. Maalihiukkaset aiheuttavat lovivaikutuksen, joka heikentää muovin iskulujuutta. Maalaamattomaan tuotteeseen hiukkaset jäävät näkyviin pintaan. Maalattavissa osissa pinnassa olevat maalipartikkelit palavat pois, kun se käsitellään liekittämällä maalausta varten, aiheuttaen pintavirheitä.

Ongelman ratkaisuksi on mm. Nissan tutkinut menetelmää, jossa maali irrotetaan kemiallisesti orgaanista suolaa sisältävässä vesiliuoksessa. Toinen vaihtoehto on jauhaa muovi 0,5 mm pulveriksi ja lisäksi siivilöidä isoimmat maalihiukkaset sulasta muovia granuloitaessa. Konstruktiiivisista keinoista mainittakoon Opel Vectrassa ja Omegassa käytetty puskuri, jossa varsinainen runko on maalamatonta ja maalattu näkyvä osa on helposti irroitettavissa.

Eräs mahdollisuus on käyttää läpivärjäystä, tosin nykyisin muodissa ovat tarkasti koriväriset muoviosat, lisäksi kierrätetty muovi voi olla perusväriltään vain mustaa.

3.5 Osien helppo irroitettavuus

Vaihto-osina uudellenkäytettävien komponenttien on luonnollisesti oltava irroitettavissa ilman niiden vaurioitumista. Materiaalin kierrätykseen irroitettavien osien vaurioitumista ei tarvitse yleensä pelätä, irrotus sorkkaraudalla on usein riittävän hyvä menetelmä, tärkeintä on nopeus ja että muovityyppi on vielä tunnistettavissa. Esimerkiksi pitkissä osissa materiaalimerkintä kannattaa tehdä useaan kohtaan. Toisaalta osat eivät myöskään saa olla niin helposti irroitettavissa, että ne olisi helppo varastaa.

Eräs tulevaisuudessa lisääntyvä tapa on tehdä suuria osakokonaisuuksia, jotka koostuvat yhdestä materiaalista ja asennetaan (ja irrotetaan) yhtenä kappaleena. Esimerkiksi täysin polypropeenista tehty kojetaulu, joka mittaripaketin irrotuksen jälkeen käy kokonaisuutena kierrätykseen. Tällaiseen osaan voidaan tehdä myös erityiset murtokohdat, joista se lähtee väännettäessä irti niin, että teräksiset kiinnitysruuvit jäävät kiinni koriin [6].

4. Esimerkkejä kierrätetyistä muoviosista

Suomessa valmistettavassa Opel Calibrassa on sisälokasuojat ja ilmanpuhdistimen kotelo tehty kierrätetystä polypropeenista, joka on peräisin vanhoista akkukoteloista ja puskureista. Edelleen äänieristysmattoja tehdään vaahtomuovipuristeesta, jota saadaan istuintynyjen valmistuksessa syntyvästä jätteestä. Uudessa Opel Astrassa on lisäksi puskurin vahvikepalkki tehty kierrätetystä PP:stä ja takaspoilerin kiinnitysosa kierrätetystä ABS:stä, joka saa sisältää myös maalihiukkasia.

VW Polon puskuri on mielenkiintoinen kokeilu kierrättää muoveja samanarvoiseen käyttökohteeseen. Tarpeeksi laadukkaan raaka-aineen saannin edellytyksenä on, että kierrätettävä materiaali saadaan yhden automallin osista, jotka on valmistettu saman valmistajan tietyistä materiaalista. Kierrätetyn muovin osuus on 20 %.

LÄHTEET

1. Eyerer P. et al, Ganzheitliche Bilanzierung von Produkten und Verfahren, Kunststoffe 81(1991)4, s. 268-273.
2. Kohler H., Großversuch der deutschen Automobilindustrie zur Altfahrzeugverwertung, Kunststoffe im Automobilbau - Eine neue Chance und Herausforderung, VDI-Verlag, Düsseldorf 1992, s. 139-151.
3. Walter G., Aktivitäten zur Altfahrzeugwiederverwertung und -entsorgung, Kunststoffe im Automobilbau - Anwendung und Wiederverwertung, VDI-Verlag, Düsseldorf 1991, s. 197-217.

4. Neukirchen B., Kunststoffe im Automobilbau und ihre Entsorgung - Chancen und Risiken aus Umweltsicht, ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 93(1991)3, s. 124-127.
5. Lötberg K., Återvunna kompositer ger bättre produkter, Plastforum Nr 5 1992, s. 17.
6. Designing for Recyclability and Reuse of Automotive Plastics, SP-867, Society of Automotive Engineers, Warrendale, February 1991, 63 s.
7. Rapp B., Recycling von PP-Teilen aus dem Automobil, Leistungsstark und kostenkünftig - Polypropylen im Kfz-Außenbereich, SKZ Würzburg 1991, s. 231-247.
8. Motor Vehicles - Marking of parts made of polymeric materials, VDA-Recommendation 260, Verband der Automobilindustrie, August 1990, 3 s.