

RECIKLAŽA MOTORNIH VOZILA

**Ormanović Samed
Kahvedžić Dževada
Internacionalnu univerzitet u Travniku, Bunar b.b., Travnik**

Sažetak

Reciklaža je vrlo bitna, treća komponenta modernog upravljanja otpadima. Ona nakon revitalizacije (reduce) i ponovnog korištenja (reuse) čini treću, osnovnu, komponentu hijerarhije upravljanja otpadom tzv. 3R – hijerarhija smanjenja količine otpada po redoslijedu važnosti. Iako je – u Evropskoj Uniji od 2008. godine, Okvirnom direktivom o otpadu (Directive 2008/98/EC on waste), sama hijerarhija otpada proširena na pet komponentata: revitalizaciju, ponovno korištenje, reciklažu, ali i na oporavak (recovery) i zbrinjavanje (disposal) – važno je napomenuti da je sam cilj hijerarhije otpada izvlačenje najvišeg stepena praktične koristi od proizvoda na kraju životnog vijeka i ostvariti minimalizaciju otpada.

Ključne riječi: reciklaža, tretman, ELV vozilo, centar za upravljanje otpadom.

RECYCLING OF MOTOR VEHICLES

Abstract

Recycling is very important, the third component of modern waste management. She after rehabilitation (reduce) and reuse (reuse) makes a third, base, component hierarchy of waste management so. 3Rs - reduce waste hierarchy in order of importance. Although - in the European Union since 2008. year, the Waste Framework Directive (Directive 2008/98/EC on waste), the very hierarchy of waste expanded to five components: rehabilitation, reuse, recycling, and recovery (recovery) and disposal (disposal) - It is important to note that the I aim the waste hierarchy, drawing the highest level of practical uses of the product at the end of life and achieve waste minimization.

Key words: recycling, treatment, End of Life vehicle, waste management centers.

1. UVOD

U javnosti je raširena predstava o velikom udjelu vozila u ekološkom opterećenju okoline. Danas svijetom kruži 500 miliona putničkih vozila, a sve prognoze za naredni vijek barataju ciframa od oko 1.2 milijarde putničkih automobila ukoliko se nova tržišta budu širila dosadašnjim tempom. Vozila se moraju stvarati, koristiti i obnavljati uz punu kompatibilnost sa zakonima prirode. Reciklaža

motornih vozila na kraju životnog ciklusa u razvijenim zemljama je uređen proces koji je doveo do razvoja nove industrijske grane.

To ima višestruke efekte koji se odnose na zaštitu životne sredine, održivo korištenje prirodnih resursa, štednja energije, intenzivno upošljavanje radne snage, unapređenje ekonomskih performansi i ostvarenje značajnog profita, kao i realizacija održivog razvoja cjelokupne automobilske industrije. Nažalost, stanje reciklaže motornih vozila u

BiH nije ni izdaleka nalik na stanje u razvijenim zemljama. Da bi se ovaj problem prevazišao, potrebno je izgraditi mrežu centra za reciklažu i demontažu vozila širom BiH, što bi se odrazilo u pogledu ekoloških i ekonomskih poboljšanja.

Tokom poslednjih nekoliko decenija automobilska industrija sa sve većom pažnjom definiše ekološke kvalitete svojih proizvoda. Očekivanje da svaki proizvod bude ekološki prihvatljiv, zahtijeva još u početnoj fazi istraživanja oslanjanje na nove materijale. Pri tome su odlučujući kriterijumi dugovječnost i ponovni ulazak u sirovinsko kruženje. Tokom konstruisanja svaki dio i svaki sklop moraju biti vidno označeni tako da se lako identifikuju, a poslije upotrebe razdvoje radi lakšeg uvođenja u ponovnu upotrebu. Razvojne službe moraju testirati svaku šansu za što potpunijim korištenjem sekundarnih sirovina. Uvažavanje globalnih ciljeva S+3E (Sirovine + Energija + Ekologija + Ekonomija) je inspiracija kako za nove tehnologije u preradi nafte, proizvodnji aditiva tako i neprekidnom optimiranju tehničkih, saobraćajnih, logističkih i ekoloških kvaliteta vozila i motora.

2. POJAM RECIKLAŽE

Reciklaža (recycle) obuhvata obradu iskorištenih materijala (otpada) u nove proizvode kako bi se spriječilo rasipanje potencijalno korisnih materijala, smanjila potrošnja sirovina, smanjila potrošnja energije, smanjilo zagađenje vazduha (iz procesa spaljivanja) i zagađenje voda (od deponovanja).

Reciklaža je vrlo bitna, ona nakon revitalizacije (reduce) i ponovnog korištenja (reuse) čini treću, osnovnu, komponentu hijerarhije upravljanja otpadom tzv. 3R– hijerarhijasmanjenja količine otpada po redoslijedu važnosti. Iako je u Evropskoj Uniji od 2008. godine, *Okvirnom direktivom o otpadu (Directive 2008/98/EC on waste)*, sama hijerarhijaotpada proširena na pet komponenata: revitalizaciju, ponovno korištenje, reciklažu, ali i na oporavak (recovery) i zbrinjavanje (disposal) – važno je napomenuti da je sam cilj hijerarhije otpada izvlačenje najvišeg stepena praktične koristi od proizvoda na kraju životnog vijeka i ostvariti minimalizaciju otpada. Reciklažni materijali

uključuju mnoge vrste stakla, papira, metala, plastike, tekstila i elektronike. U strogom smislu, reciklaža materijala preduzima se kako bi se proizvela sirovina za proizvodnju. Međutim, to je često teško ili previše skupo, pa reciklaža mnogih proizvoda ili materijala uključuje njihovu ponovnu upotrebu u proizvodnji različitih materijala ili proizvoda. Reciklaža se preduzima i zbog spašavanja određenih materijala iz složenih proizvoda, bilo zbog njihove vrijednosti (npr. olovo iz akumulatora), ili zbog svoje opasne prirode (npr. uklanjanje žive).

Na pitanje, da li je reciklaža ekonomski opravdana, postoje različiti odgovori. Lokalne zajednice u razvijenijim državama vide budžetsku korist od sprovođenja programa reciklaže, uglavnom zbog smanjenja troškova deponovanja. Međutim, postoje i procjene poput one kada je danski *Institut za procjenu uticajana životnu sredinu*, 2004. godine, zaključio da je spaljivanje, ipak, najekonomičnija metoda za odlaganje ambalaže pića, pa čak i one napravljene od aluminijuma.⁵⁶

Svakako, određeni uslovi moraju postojati kako bi reciklaža bila ekonomski isplativa i ekološki efikasnija. To uključuje odgovarajući "izvor" reciklata, sistem za izdvajanje reciklata iz otpada u blizini mjesta sposobnog za preradu tog reciklata, te potencijal potražnje za materijale nastale reciklažom. Ova posljednja dva uslova se često provode, bez tehničko-tehnološkog sistema reciklaže i potražnje na tržištu za sekundarnih sirovinama dobijenim reciklažom, reciklaža je nepotpuna, i postaje zapravo samo "kolekcija".

Sama trgovina materijalima, nastalim reciklažom, raznovrsna je. Pojedine zemlje trguju sa neprerađenim reciklatima, i pored brige većine drugih zemalja da je krajnja sudbina tih reciklata nepoznata i da oni završavaju na deponijama umjesto da se prerađuju. Tako se tvrdi da se u Sjedinjim Američkim Državama, od 50% do 80% računara namijenjenih za reciklažu, zapravo ne reciklira. Dok je poznato da je Kina do sada ilegalno uvozila elektronski otpad, i kasnije ga rastavljala i reciklirala kako bi obezbijedila

⁵⁶Vigso, Dorte. Deposits on single use containers - a social cost-benefit analysis of the Danish deposit system for single use drink containers, Environmental Assessment Institute/Institut for Miljøvurdering, København, Danska, 2004

monetarnu korist, ne vodeći računa o zdravlju radnika ili nastale štete po životnu sredinu. Iako je kineska vlada zabranila ove prakse, činjenica je da je njih teško iskorijeniti.

Što se tiče cijena reciklata, značajno je napomenuti da su one u 2009. godini pale prije njihovog skoka u 2008. godini. Karton je prosječno plaćan oko 62€/toni u periodu od 2004. Do 2008, zatim mu je cijena pala na 22€/toni, da bi dostigao cijenu maja 2009. godine od 69€/toni. Cijena PET plastike je sa 182 €/toni, pala na 87 €/toni da bi dostigla 2009. godine cijenu od 227 €/toni.

2.1. Prednosti postupka reciklaže

Reciklaža ima svoje prednosti kako u samoj ekonomskoj dobiti tako i u pogledu smanjenja zagađenja. Postupkom reciklaže vrši se ušteda na prirodnim resursima i štednji samih energija. Reciklaža smanjuje zagađenje vazduha i vode u odnosu na primarne proizvođače sirovina. Njome se vrši ušteda na prostoru za deponovanje, stvaraju se nova radna mjesta u preduzećima koja se bave prikupljanjem, proizvodnjom i distribucijom sekundarnih sirovina, štede se novčana sredstva i čuvaju biljna i životinjska staništa.

Nedavno je potvrđeno da je potrošnja energije za proizvodnju materijala iz sekundarnih sirovina nastalih procesom reciklaže, znatno manja od one koja se koristi za dobijanje materijala iz ruda u primarnoj proizvodnji, tako se 95% potroši manje energije za proizvodnju aluminijuma, 80% za magnezijum i olovo, 75% za cink, a 70% za bakar.⁵⁷ Metali se mogu više puta reciklirati, a da pritom zadrže svoju osobinu u cjelini, stoga se, s obzirom na čuvanje ruda, ono smatra najvažnijom aktivnošću za održivu budućnost metalnih proizvoda.

Reciklaža smanjuje otpad na deponijama i tako smanjuje cijenu odlaganja, kao i potrebu krčenja novih zemljišta za nove deponije. Raspad otpada praćen je proizvodnjom štetnih gasova i procjednih voda na deponijama koje uzrokuju zagađenje vazduha i vode.

Reciklaža doprinosi smanjenju emisije gasova staklene bašte povezane sa eksploatacijom ruda i

proizvodnjom materijala. Osim toga, reciklaža i kompostiranje smanjuju emisiju štetnih gasova staklene bašte koja bi nastala na deponijama prilikom ispuštanja metana CH₄ i ostalih gasova staklene bašte.

Na primjer, u SAD sa povećanjem reciklaža i kompostiranja – sa približno 8 miliona tona (8%) u 1974. godini na više od 53 miliona tona (27%) u 1997. godini – izbjegnuto je ispuštanje više od 3,2 miliona tona godišnje ekvivalentnog ugljenika MMTCE (jedinica za merenje gasova staklene bašte). I pored uvećane emisije gasova staklene bašte povećanim sakupljanjem, separacijom, tretmanom (u slučaju kompostiranja) i prevoza otpada do objekata prerade.

2.2. Zašto vršiti reciklažu motornih vozila na kraju životnog vijeka

Reciklaža iskorištenih motornih vozila (ELV) u visoko razvijenim državama izvanredno je uspješna, naročito nakon sedamdesetih godina XX vijeka – nakon uvođenja šredera u proces reciklaže iskorištenih automobila. Sistemi za reciklažu ELV, danas zadivljuju svojim performansama – obratimo pažnju na dva, ključna, pokazatelja performanse reciklaže. Na prvi – „stopa reciklaže“ koja u razvijenim zemljama svijeta prevazilazi 90% ukupnog broja iskorištenih motornih vozila⁵⁸, i na drugi – „reciklabilnost“ koja, danas, u reciklaži automobila prelazi 75%, i to najviše zahvaljujući procesu oporavka metala iz automobila⁵⁹.

U raznovrsnoj industriji reciklaže mogućnosti razvoja poslovnih aktivnosti i malih preduzeća skoro su neograničene. Reciklaža ELV doprinosi zaštiti životne sredine, društvu i ekonomiji povezanoj sa ponovnim korištenjem ili reciklažom – mnoge održive poslovne mogućnosti postoje, kao i široka podrška javnosti takvom poslu. Reciklažom ELV smanjuje se eksploatacija ruda iz prirodnih sredina i ostvaruje izvor sirovina za proizvodnju novih proizvoda dobijenih od recikliranih materijala. Industrija reciklaže u cjelini veoma je raznovrsna i uključuje širok spektar usluga i

⁵⁸Što čini reciklažu automobila značajno efikasnijom od reciklaže nekih drugih proizvoda ili materijala, koji kad dostižu 50% stope reciklaže smatraju se za veoma uspješnim.

⁵⁹I ovaj performansni nivo prevazilazi reciklažu velikog broja drugih proizvoda ili materijala za pakovanje.

⁵⁷Pavlović, prof. dr Milan; Šubara dr Nadežda. Ekološka logistika, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin 2006.

proizvodnih ekonomskih djelatnosti, od onih prerađivačkih i sakupljačkih, do onih koji obezbjeđuju ponovnu upotrebu polovnih dijelova ili obezbjeđuju nove proizvode od recikliranih materijala. Pored ekonomskih koristi od sistema reciklaže iskorištenih motornih vozila, ne manje važna činjenica u koristi razvoja sistema reciklaže, pa i njegovog razvoja u BiH, jeste doprinos zaštititi životne sredine. Uklanjanje ekološki štetnih dijelova i materija; specijalnih ulja, kočione tečnosti, antifrizi, zračnih jastuka, žive, freona i sličnih zahtijeva poseban tretman i stručnost na mjestima demontaže takvog otpada, a ne, kao do sada u BiH, na neuslovnim auto-otpadima u kojima nema adekvatnog tehnološkog tretmana i potrebne stručnosti u procesu u kojem se opasne materije prije nezakoniti deponuju nego što se upućuju na preradu. BiH na svom putu u Evropsku Uniju moraće uspostaviti sistem reciklaže motornih vozila, kao i donijeti *Zakon o upravljanju otpada i Uputstvo o uslovima koje mora da ispune ovlašteni operateri za reciklažu otpadnih vozila*), i još da se donesu posebni pravilnici, odnosno podzakonski akti, za pojedine vrste otpada. U Njemačkoj centri za demontažu vozila pokrivaju krug čiji je radijus 50 kilometara. U BiH ima oko 1,0 miliona putničkih i lakih dostavnih vozila, a u ovom radu ćemo pokazati neka od rješenja za poboljšanje stanja ispravne reciklaže.

2.3. Značaj reciklaže vozila

Svaki proizvod se može reći da ima svoj životni vijek, odnosno životni ciklus (*Life-Cycle*). U toku cijelog životnog ciklusa jednog proizvoda se pojavljuje otpad pa se stoga reciklaža treba razmatrati kroz sve faze životnog vijeka proizvoda. Životni ciklus proizvoda započinje projektovanjem i izradom proizvoda, nastavlja se upotrebom, a završava uklanjanjem dotrajalog proizvoda. S toga posmatranje proizvoda na ovaj način upućuje na sljedeće vrste reciklaže:

- reciklaža prije upotrebe (tokom proizvodnje),
- reciklaža tokom upotrebe i
- reciklaža nakon upotrebe proizvoda.

Reciklaža tokom proizvodnje stvara najmanje poteškoća iz razloga što je olakšano sakupljanje, razvrstavanje (identifikacija), prijevoz i prerada otpada. Najčešće se, ipak, otpad sakuplja kao

sekundarna sirovina i odvozi na preradu u fabrike za proizvodnju materijala.

Reciklaža tokom upotrebe odnosi se na otpad koji nastaje servisiranjem i održavanjem proizvoda (zamijenjeni dotrajali dijelovi). Najpovoljnije rješenje je ponovna upotreba dotrajalih dijelova, u istu ili različitu namjenu, sa ili bez prethodnog regenerisanja, tj. obnavljanja (navarivanjem, mehaničkom obradom, zavarivanjem, lijepljenjem i sl.). U tim slučajevima možemo govoriti o recikliranju dijelova ili sklopova. Međutim moguća je i ponovna upotreba dijelova vozila kao rezervnih dijelova bez ikakve prethodne obnove i regeneriranja. Mogućnosti primjene ovih postupaka umnogome zavise o prikladnosti proizvoda takvom načinu održavanja (pristupačnost i zamjenljivost dijelova, rastavljaljivost sklopova, tehnološkim mogućnostima proizvoda i sl.). Trenutno se još uvijek, otpad nastao tokom upotrebe, većinom prerađuje kao sekundarna sirovina.

Reciklaža nakon upotrebe predstavlja ustvari uklanjanje dotrajalog proizvoda. U ovoj fazi nastaje i najveća količina otpada. Problemi koji se javljaju proizlaze iz disperzije proizvoda na tržištu što otežava prikupljanje, raznovrsnosti tipova i proizvođača istovrsnih proizvoda, kao i neprikladnosti proizvoda za recikliranjem. U posljednjih desetak godina značajan je razvoj postupaka reciklaže i logistike prikupljanja otpada. Od značaja je i opšti razvoj svijesti o neophodnosti očuvanja okoline, koje prati zakonska regulativa. Reciklaža upravo predstavlja ponovnu upotrebu iskorištenih, odnosno odbačenih materijala i proizvoda u istu ili različitu svrhu, sa ili bez prethodne dorade. Može se reći da je to oponašanje kruženja stvari u prirodi.

2.4. Inventar životnog ciklusa elv

Automobil je proizvod visoke složenosti za čiju se proizvodnju koristi više stotina različitih tehnologija i u koji se ugrađuje oko 15.000 dijelova. Dijelovi automobila se proizvode od različitih materijala: čelika, stakla, aluminijuma i drugih minerala. Svake godine u cijelom svijetu oko 18 miliona vozila stiže do kraja svog životnog ciklusa. Ukoliko bi se sva ta vozila odlagala kao otpad, to bi značilo 20 miliona tona (70 miliona m³ po zapremini) novog čvrstog otpada svake godine koji bi opterećivao životnu sredinu.

Za brojne otpatke već je pronađena nova namjena. Predmet interesovanja nisu samo metalni otpaci već i stari papir, koža, tekstil, drvo, rastvarači, stara ulja i drugi fluidi. Kada se eliminišu kadmijum, olovo, hrom, živa i sl. iz iskorištenih motornih vozila, još uvijek 3 do 4 odsto od ukupnih otpadaka ostaje u grupi posebno problematičnih.

Sirovinski gledano, iskorištena motorna vozila su vrlo važni izvori sekundarnih sirovina.

3. ZAKONSKI PROPISI ZA RECIKLIRANJE

Automobil je veoma složen proizvod koji sadrži veliki broj dijelova izrađenih od različitih materijala primjenom različitih tehnologija. U procesu proizvodnje, otpadom u toku eksploatacije, kao i otpadom po isteku životnog vijeka vozila, degradira se životna sredina. Ove činjenice uslovljavaju da se za reciklažu iskorištenih automobila koja su doživjela svoj životni vijek mora uspostaviti odgovarajući sistem, kojim je moguće kvalitetno i sveobuhvatno upravljati. Relevantni zakonski okviri koji se bave ovom problematikom su:

- ELV Direktiva Evropske Unije (2000/53/EC)
- Evropski katalog otpada (European WasteCatalog – EWC).
- Lista opasnih otpada (Hazardous Waste List – HWL) sa svojim bližim dopunama

3.1. Direktiva evropske unije za ELV

Direktiva 2000/53/EEC, koja se odnosi na ELV vozila, proizašla je iz Direktive o otpadu (75/442/EEC) iz 1975. godine i Direktive o opasnom otpadu (91/689/EEC) iz 1991. Godine. Osnovni cilj ove direktive je, prvenstveno, donošenje mjera za prevenciju stvaranja otpada koji potiče od vozila. Imperativ je poboljšanje uticaja na životnu sredinu svih činioca uključenih u životni ciklus vozila, a posebno onih koji učestvuju u problematici ELV vozila.

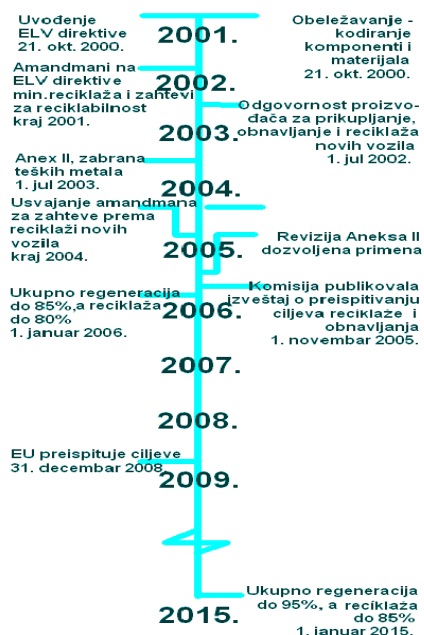
Neposredni ciljevi su: minimiziranje količine otpada koja ide na deponije; izbjegavanje opasnih materija u proizvodnji automobila; povrat materijala, u što je moguće većoj mjeri, u proces proizvodnje vozila, putem reciklaže.

Da bi se ovi ciljevi postigli, neophodno je:

- Da se zabrani upotreba olova, žive, kadmijuma i šesterovalentnog hroma (važi od jula 2003.),
- Da se primjenjuje Pan-Evropski sistem označavanja materijala koji se koriste za izradu automobilske komponente.
- Da proizvođači firmama za odlaganje vozila dostave priručnike o demontaži vozila.
- Da najkasnije do 01.01.2006. godine za sva ELV, ponovno iskorištenje i povrat (uključujući i povrat energije kroz spaljivanje otpada) iznosi 85% prosječne težine po vozilu i godini. Za vozila proizvedena do 01.01.1980. godine granice su: 75% za ponovno iskorištenje i povrat i 70% za ponovno korištenje i reciklažu.
- Da najkasnije do 01.01.2015. godine za sva ELV, ponovno iskorištenje i povrat (uključujući povrat energije kroz spaljivanje otpada) iznosi 95% prosječne težine po vozilu i godini. U istom terminu, donja granica za ponovno korištenje i reciklažu je 85%.
- Da se od 2005. godine proizvode vozila koja će u sebi sadržati materijale i dijelove koji se mogu ponovo iskoristiti i/ili reciklirati u iznosu od najmanje 85%, odnosno ponovo iskoristiti i/ili povratiti minimum 95%.
- Da se za demontažu i recikliranje vozila moraju dobiti posebne dozvole.
- Da se posljednjem vlasniku automobila mora dostaviti certifikat o uništenju vozila nakon njegovog odlaganja.

Na slici 1.⁶⁰ je prikazan sam tok razvoja evropskih regulativa.

⁶⁰ Reciklaža u automobilske industrije: dr Radivoje Pešić, Saša Babić, Branimir Milosavljević

Slika 14. Razvoj Evropske regulative⁶¹

4. RECIKLAŽA STARIH MOTORNIH VOZILA

4.1. Problematika reciklaže starih motornih vozila

Reciklaža starih motornih vozila u zemljama Zapadne Evrope vrši se od kraja 60-tih godina 20. vijeka i danas predstavlja model za reciklažu

Korisne komponente	Iskorištenja %	
	1997. god.	2000. god.
Čelik	100	100
Nemetalni materijali	85	90
Plastične mase (bez elastomera)	20	80
Gume	70	80
Elastomeri	20	50
Staklo	30	60
Ostale komponente	30	50

⁶¹<http://staklenozvono.rs> 11.08.2011. 10:00

ostalnih otpadnih materijala. Reciklaža starih motornih vozila, u koje spadaju putnički automobili, teretni kamioni, motocikli, vrši se sljedećim postupcima:

- Mehaničkim postupcima:
 - usitnjavanjem u Shredder postrojenjima
 - kompaktiranjem i grubim usitnjavanjem pomoću prese ili hidrauličnih makaza
- Demontažom pojedinih dijelova vozila.

Pri reciklaži starih motornih vozila dolazi do produkcije posebnih otpada (npr. stara ulja, rashladne tečnosti, akumulatori i si.).

U Shredder postrojenjima, koja rade na principu mlina sa čekićima, vrši se usitnjavanje motornih vozila sa i bez prethodne pripreme na veličinu komada od 20 do 25 cm. Usitnjavanje motornih vozila vrši se čekićima koji su vezani za rotor i slobodno rotiraju velikom obodnom brzinom. Materijal ostaje tako dugo u prostoru za usitnjavanje dok usitnjeni dijelovi ne prođu kroz rešetku određenog otvora.

Poslije usitnjavanja magnetični dijelovi se pomoću magnetnih odvajača izdvajaju iz toka materijala, dok se dio lakih frakcija izdvajaju pomoću odgovarajućih zračnih klasifikatora. Nakon izdvajanja magnetičnih dijelova pomoću magnetnih odvajača u ostatku usitnjenog materijala ostaje od 35 do 50 % nemetalnih materijala, npr. tekstil, guma, drvo, plastične mase, staklo i dr. Ove miješane frakcije se odlažu na posebne deponije otpada ili se obrađuju postupkom flotacije u teškoj tekućini, pri čemu se vrši razdvajanje pojedinih materijala ili se koriste kao energetske sekundarne sirovine u posebnim postrojenjima. Iskorištenje korisnih komponenti pri reciklaži starih motornih vozila u 2000. godini u SR Njemačkoj iznosilo oko 75 % (tabela 1).

Kod reciklaže starih motornih vozila po svim postupcima dolazi do produkcije posebnih otpada koje je potrebno odlagati na posebne deponije otpada ili pak termički konačno zbrinuti.

Tabela 9. Iskorištenje korisnih komponenti pri reciklaži starih motornih vozila u SR Njemačkoj

4.2. Postupci reciklaže vozila

Kod planiranja organizacije reciklaže starih motornih vozila moraju se uzeti u obzir sljedeći faktori:

- Dostignuti stepen razvoja tehnike i tehnologije reciklaže starih motornih vozila, posebno u oblasti reciklaže nemagnetičnih metala i njihovo ponovno korištenje.
- Korištenje novih materijala za proizvodnju novih motornih vozila. Mogućnost ponovnog korištenja pojedinih materijala iz postupka reciklaže starih motornih vozila.
- Način zbrinjavanja ostataka otpada koji spadaju u posebne otpade iz postuka reciklaže starih motornih vozila.
- Organizacija skupljanja starih motornih vozila.

Reciklaža starih motornih vozila vrši se postupkom demontaže i mehaničkim postupcima obrade sa djelimičnom demontažom određenih dijelova ili bez demontaže.

4.2.1. Reciklaža starih motornih vozila postupkom demontaže

Cilj demontaže starih motornih vozila je razdvajanje i potpuno skupljanje korisnih materijala i posebnih otpada koji se nalaze u ovim vozilima. Demontaža starih motornih vozila može se vršiti:

- ručnim,
- mehaničkim i
- automatskim postupcima (djelimično).

Osnovne prednosti postupka demontaže starih motornih vozila su:

- Potpuno skupljanje posebnih otpada i smanjenje njihovog negativnog uticaja na okoliš.
- Razdvojeno skupljanje olovnih akumulatora i ostatka pogonskih i drugih tečnosti, čime se omogućava ponovno korištenje korisnih materijala (olovo, stara ulja i si.).

- Ukupna količina otpada na sadašnjem nivou razvoja automobilske industrije i sistema reciklaže iznosi u starim motornim vozilima oko 25 do 30 mas. %, od čega su oko 3 % posebni otpadi.
- Pojedini dijelovi karoserije vozila, gume, felge i dr. mogu se ponovno koristiti na drugim vozilima poslije ispitivanja i eventualne opravke. Funkcionalni uređaji, npr. dinamo mašina, alnaser, motor, mjenjač i dr. mogu se poslije kontrole i eventualne opravke ponovno koristiti. Korisni dijelovi iz karoserije, motora, električne instalacije, unutrašnje opreme mogu se sortirati i dalje koristiti,
- Čelični materijali iz karoserije vozila mogu se koristiti kao čelični otpad u čeličanama poslije presovanja ili usitnjavanja.

Usitnjavanje sortiranog čeličnog otpada iz motornih vozila poslije određenog stepena demontaže vrši se u Shredder postrojenju uz manju potrošnju energije u odnosu na usitnjavanje cjelokupnog vozila bez prethodne pripreme (tabela 2).

Tabela 10. Utrošak energije usitnjavanje vozila

Vrsta otpada	Potrošnja energije za	
	usitnjavanje, kWh/t	obradu kWh/t
Karoserija sa motorom, gumama i tapacirungom	25-28	10-13
Karoserija bez motora ,guma i tapacirunga	20-23	8-10
Karoserija ravno presovana bez motora, guma i tapacirunga	15-18	6-8

Potrošnja energije za usitnjavanje i narednu obradu se smanjuje kod demontaže motora, guma i tapacirunga, pri čemu se istovremeno povećava kvalitet čeličnog otpada. Demontaža starih motornih

vozila u Bosni i Hercegovini nije vršena na industrijski način, nego se još i danas vrši ručno sa korištenjem mehanizovanih uređaja i postrojenja (aparati za sječenje, dizalice i si.). U razvijenim zemljama Zapadne Evrope demontaža starih motornih vozila vrši se i u postrojenjima sa visokim stepenom automatizovanosti. Po procjenama Instituta Lepkojus iz Berlina prosječno vrijeme za demontažu jednog starog putničkog automobila iznosi oko 2 sata sa prosječnim troškovima od oko 150 KM.

4.2.2. Vrste demontaže starih motornih vozila

Demontaža starih motornih vozila može se organizovati na dva načina:

- bez ograničenja na tip i model ili
- sa ograničenjem za pojedine tipove i modele starih motornih vozila.

Tabela 11. Koraci demontaže starih putničkih automobila po konceptu firme

Odjeljenje	Obim demontaže
1	Točkovi, akumulator
2	Benzin (diesel), ulje iz sistema za kočenje, rashladna tečnost, tečnost za pranje prozora, rezervoari
3	Prtljažnik, hauba motora, hladnjak, motor, mjenjač, amortizeri, prednje osovine
4	Vrata, prozorska stakla,
5	Branici, uređaji za klima uređaje, reflektori, pokazivači pravca, uređaj za pranje prozora
6	Krov, plastične mase, armature, upravljački mehanizam, sjedšta, unutrašnji tapacirung
7	Zadnje osovine, električni kablovi, uređaji za kočenje, sistem za izduvne plinove
8	Presovanje ostatka karoserije

GAT iz SR Njemačke

Kod demontaže sa ograničenjem na tip i model starih motornih vozila moguća je primjena određenog stepena automatizacije, što poboljšava etektivnost i bolju demontažnost ovih vozila.

Demontaža starih motornih vozila može se izvoditi na dva načina:

- demontažom na pokretnoj traci i
- pojedinačnom demontažom.

Demontaža starih motornih vozila na pokretnoj traci moguća je samo u postrojenjima koja su izgrađena na pojedine tipove i modele ovih vozila.

Za pojedine modele starih motornih vozila moguće je primijeniti specifične postupke demontaže uz korištenje određenih polu- ili automatiziranih traka.

4.2.3. Pojedinačna demontaža starih motornih vozila

Pojedinačna demontaža starih motornih vozila objašnjena je u tački 5.2.4..Na slici 2 data je linija za pojedinačnu demontažu starih putničkih automobila. Demontirani dijelovi starog putničkog automobila se skupljaju i transportuju u posebna odjeljenja u kojima se vrši njihovo rastavljanje u pojedine grupe materijala. Korisne komponente i otpadi se skupljaju u odgovarajuće kontejnere ili kante u kojima se dalje transportuju do konačne destinacije. Karoserija vozila oslobođena od svih dijelova se, pomoću odgovarajućeg transportnog sredstava odvozi do prese ili do Shredder postrojenja, zavisno od toga da li se ista paketira pomoću prese ili usitnjava pomoću Shredder postrojenja.

Slika 2. Linija za pojedinačnu demontažu vozila ⁶²



⁶² <http://www.sirovina.hr/Proizvodi/Linija-za-demontazu-vozila/tabid/2856/AlbumID/6265-175/Default.aspx>

4.2.4. Demontaža na pokretnoj traci

Postupci demontaže starih motornih vozila i logistika na pokretnoj traci su slični postupcima kod pojedinačne demontaže. Postrojenja za demontažu starih vozila na pokretnoj traci su opremljena sa polu ili djelimično automatiziranim uređajima. Ove postupke demontaže starih motornih vozila na pokretnoj traci razvilo je nekoliko firmi u Zapadnoj Evropi, od kojih su najpoznatije firme AMB, CRS, Noell, Schenk, Sket i GAT iz SR Njemačke. Kao primjer za poluautomatsko postrojenje za demontažu starih putničkih automobila daje se opis koncepta firme GAT koji je realizovan u saradnji sa firmom Aumund Forderbau u Leipzgu iz SR Njemačke (slika 3). Koncept se sastoji iz osam odjeljenja ili koraka obrade (tabela3).⁶³ Transport karoserije uprocesu demontaže vrši se lančanim transporterom.



Slika 15. Pokretna linija za demontažu vozila⁶⁴

Tabela 12. Koraci demontaže starih putničkih automobila po konceptu firme GAT iz SR Njemačke

U odjeljenju 1 vrši se demontaža guma i rezervne gume. U odjeljenju 2 vrši se skupljanje svih pogonskih i drugih tečnosti pomoću specijalnih usisnih aparata. Ove tečnosti se skupljaju u odvojene posude. Nakon ovih radnji vrši se odvajanje svih rezervoara. U odjeljenju 3 vrši se demontaža prtljavnika, haube motora i hladnjaka. Nakon toga vrši se demontaža motora te prednjih amortizera i osovina. Procesi demontaže u odjeljenjima 1 do 3 se vrše u dvije linije. Iz

odjeljenja 3 karoserija putničkog automobila se poprečno transportuje u jednu liniju. U odjeljenju 4 skidaju se stakla pomoću specijalnih manipulatora. Nakon ovih radnji skidaju se vrata i stakleni krov sa automobila koji ga imaju. U odjeljenju 5 skidaju se branici, uređaji za osvetljenje i uređaji za pranje prednjeg i zadnjeg stakla. U odjeljenju 6 se pomoću hidrauličnih makaza odsijeca krov automobila. Unutrašnji tapacirung i ostala unutrašnja oprema se skidaju i razdvojeno odlažu u kontejner. U odjeljenju 7 se vrši demontaža dijelova donjeg postroja automobila. U odjeljenju 8 ostatak karoserije se presuje i potom pomoću lančanog transportera transportuje na skladište.

Kapacitet opisanog postrojenja iznosi od 50 do 80 putničkih automobila na smjenu. Osnovna prednost demontaže starih putničkih automobila po postupku na pokretnoj traci je visoki kapacitet.

4.2.5. Reciklaža starih motornih vozila postupkom usitnjavanja

Reciklaža starih motornih vozila postupkom usitnjavanja razvijena je i nalazi se u eksploataciji u SAD od firme Newell, American Pulverizer i Hammerrmills, a u Evropi od firmi Lizenznehmern -Lindemann; Becker; Thyssen - Hentschel i PHB - Weserhutte. Na slici 4. data je principijelna tehnološka šema Shredder postrojenja za reciklažu starih putničkih automobila postupkom usitnjavanja sa naknadnim sortiranjem. Reciklaža starih putničkih automobila usitnjavanjem sastoji se iz kombinacije usitnjavanja, prosijavanja i sortiranja. Poslije usitnjavanja kompletnog automobila slijedi razdvajanje materijala u tri toka:

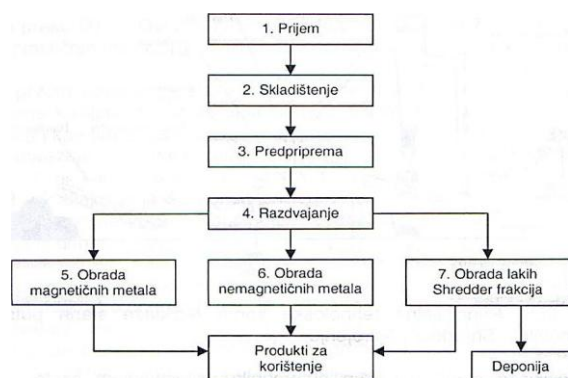
- željezni otpad,
- mješavinu željeznog i otpada od nemagnetičnih metala sa nemetalnim otpadom i lakih Shredder frakcija.

Na slici 5. dat je podsistem reciklaže starih putničkih automobila 1.reda, na kojoj su predstavljeni opšti koraci postupka reciklaže. Podsistemom 2.reda definišu se specifični koraci postupka reciklaže. U podsistemu 1.reda (prijem) vrši se vaganje automobila, a u podsistemu 2.reda vrši se privremeno skladištenje, dok se u podsistemu 3.reda vrši predpriprema za naredne korake obrade. Podsistemi 1.do 3.reda izvode se

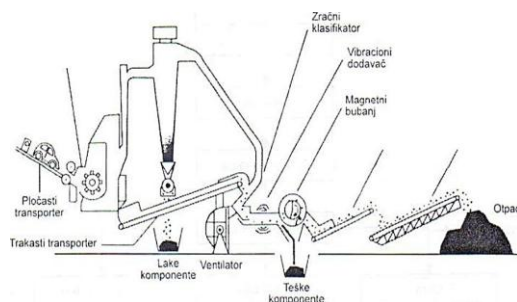
⁶³ Prof.dr. Jovan Sredojević „Reciklaža otpada“, Zenica, 2006 god.

⁶⁴ <http://www.vijesti.me/vijesti/jugo-prvi-reciklirani-automobil-deponiji-livade-clanak-12816>

jedan za drugim na centralnom skladišnom prostoru. U prijemnoj zoni vrši se kontrola automobila i odstranjivanje stetnih materijala koji mogu oštetiti pogon Shredder postrojenja, kao i odstranjivanje starog ulja, akumulatora i guma automobila. Mjere za zaštitu tla su iste kao i za međudeponije za posebne otpade.



Slika 16. Postupci reciklaže starih putničkih



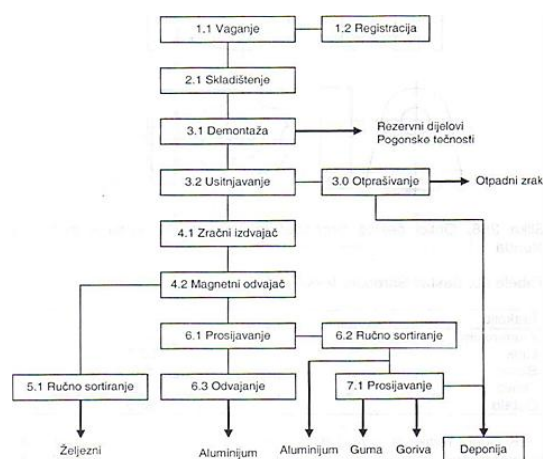
automobila u podsistemu 1.reda

Oblikovanje i organizacija podsistema 3.reda ima posebni značaj. Obim demontaže zavisi u prvom redu od troškova ovih radova.

Slika 18. Principijelna tehnološka šema reciklaže starih putničkih automobila u Shredder postrojenju

Troškovi zbrinjavanja zbog visokih zahtjeva za zaštitu okoliša u stalnom su porastu, pošto ovi otpadi spadaju u grupu posebnih otpada. Najvažniji agregat postrojenja za reciklažu je Shredder mašina,

koja je u suštini mlin čekićar sa horizontalnim rotorom i odgovarajućom rešetkom, koja može imati otvor na donjoj ili gornjoj strani ili pak kombinovano. Selektivnim usitnjavanjem karoserija putničkog automobila cijepa se u sitne dijelove. U sklopu Shredder postrojenja ugrađen je uređaj za oprašivanje kojim se vrši usisavanje sitnih čestica prašine, plastičnih masa i laka. Otpadni zrak iz Shredder postrojenja se odvodi u dvostepeno postrojenje koje se sastoji iz ciklona i uređaja za mokro pranje. Kapacitet Shredder postrojenja iznosi od 4 do 8 t/sat kod manjih postrojenja i od 50 do 80 t/sat kod velikih postrojenja. Instalirana snaga za glavni agregat, Shredder mašinu iznosi od 368 do 2.942 kW.



Slika 17. Postupci reciklaže starih putničkih automobila u podsistemu 2. reda⁶⁵

U koraku razdvajanja (podsistem 4 reda: razdvajanje) vrši se izdvajanje lakih frakcija najčešće u cik-cak zračnom klasifikatoru, a u sljedećem koraku pomoću magnetnog odvajaa vrše se izdvajanje željezovitih (magnetičnih) komponenti. Za konfekcioniranje željezovitih frakcija (podsistem 5. reda) iz njih se vrši ručno izdvajanje materijala i dijelova koji nisu poželjni u postupku topljenja, npr. mali motori, kao i izdvajanje dijelova plastičnih masa, hladnjaka koji se izdvajaju prosijevanjem. Neželjezovite (nemagnetične) frakcije spadaju u tzv. Shredder teške frakcije, čiji sastav je dat u tabeli 4.

⁶⁵Prof.dr. Jovan Sredojević „Reciklaža otpada“, Zenica, 2006 god.

Frakcije	Sadržaj %
Aluminijum	41,2
Cink	28,7
Bakar	5,0
Olovo	1,8
Ostalo	23,3

Tabela 13. Sastav Shredder teških frakcija

Koncept reciklaze u podsystemu 6.reda zasniva se na ekonomskim parametrima izdvajanja neželjezovitih metala (nemagnetičnih) komponenti. Teške frakcije iz Shredder postrojenja se upućuju na prosijavanje na vibraciono sito, a iz nadrešetnih frakcija vrsi se ručno izdvajanje aluminijuma.

5. ZAKLJUČAK

Motorna vozila na kraju životnog ciklusa su veliki zagađivači životne sredine. U ništa manjoj mjeri su to i njihove komponente i radni fluidi koji imaju znatno manji životni vijek od motornog vozila. Situacija je daleko kompleksnija i teža ako se uticaj motornih vozila na životnu sredinu čitavog životnog ciklusa, od proizvodnje sirovina i energenata pa preko proizvodnje i upotrebe do kraja životnog ciklusa i reciklaže odbačenih vozila. S druge strane, motorna vozila su dovela i do naglog uspona savremene civilizacije, jer su omogućila neometan transport roba i ljudi na velike udaljenosti i višestruko unapredila kvalitet života savremenog čovjeka. U cilju eliminisanja negativnih uticaja motornih vozila, prije svega, na životnu sredinu predložena su rješenja reciklaže motornih vozila na kraju životnog ciklusa. Rješenje podrazumijeva reciklažu svih otpada koji nastaju duž cjelokupnog životnog ciklusa motornog vozila. Primjena tog rješenja višestruko unapređuje mnoge indikatore

životne sredine, nauke i tehnologije, ekonomije, a time i do unapređenja kvaliteta života ljudi. Takođe, stvara realne uslove i za visok kvalitet života budućih generacija i to kroz očuvanje prirodnih resursa i unapređenje životne sredine na regionalnom i globalnom nivou.

LITERATURA

1. Prof.dr. Jovan Sredojević „Reciklaža otpada“, Zenica, 2006 god.
2. Pavlović, prof. dr Milan; Šubara dr Nadežda. Ekološka logistika, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin 2006.
3. Economic study on the management of End-of-Life vehicles, Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie, Francuska, 2007.
4. Kozić, Ana; Sudarević, Dragana. Pristup recikliranju motornih vozila. Asocijacija za kvalitet i standardizaciju Srbije. Festival kvaliteta 2005, 32. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, 19-21. maj 2005.
5. Sređić, mr Nedeljko. Upravljanje proizvodima na kraju životnog vijeka – istraživanje pogodnosti za demontažu i reciklažu, doktorska disertacija. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2005.
6. Reciklaža u automobilskoj industriji: dr Radivoje Pešić, Saša Babić, Branimir Milosavljević
7. www.reciklazavozila.rs
8. www.triz-journal.com