



(rad po pozivu)

UPRAVLJANJE TOKOVIMA MATERIJALA IZ ISKORIŠĆENIH AUTOMOBILA - ODREĐIVANJE RANGOVA PRIORITETA

FLOW OF MATERIAL MANAGEMENT FORM SUEDE CARS – DEFINITION OF PRIORITY RANKS

dr Milosav Đorđević¹⁾

Apstrakt: Činjenica da se svetskim putevima kreće više od 600 miliona putničkih automobila uslovlja je da razvijene zemlje usvoje veoma ozbiljan i konkretan koncept u rešavanju problema koji nastaju po isteku životnog veka ovih vozila. Automobil jedan jedan od onih proizvoda koji su veoma doprineli poboljšanju kvaliteta života ljudi - uopšte. Sa druge strane, automobilska industrija je značajan potrošač sirovinskih i energetskih resursa, a takođe i bitan učesnik u degradaciji životne okoline. U SCG nema sistemskog pristupa u rešavanju problema sa iskorišćenim vozilima. Kao rezultat sprovedenih istraživanja, autor je u ovom radu ilustrativno prikazao jedan mogući opšti model upravljanja tokovima materijala nastalih iz iskorišćenih automobila, sa posebnim osvrtom na određivanje rangova prioriteta u optimizaciji procesa i tokova i to sa gledišta generisanja nekorisne materijalne komponente. Na taj način obezbeđeno je upravljanje kako materijalima i delovima koji mogu biti vraćeni u fazu ponovnog korišćenja, tako i otpadom iz automobila koji mora biti trajno uskladišten.

Glavne reči: kvalitet, reciklaža, automobil, materijal, otpad

1. UVOD

U voznom parku Srbije i Crne gore ima oko 1,6 miliona putničkih automobila, prosečne mase oko 1000 kg i prosečne starosti između 15 i 16 godina. Reč je o potencijalnom otpadnom materijalu u količini od oko 1,6 miliona tona.

U ovom radu naznačeni su najvažniji pravci mogućeg iskorišćenja materijalne komponente. Posebno je ukazano na određivanje rangova prioriteta u upravljanju nekorisnim otpadnim materijalom iz ELV (akronim od End of Life Vehicle).

Na osnovu različitih istraživanja [1,2,3], utvrđena je hijerarhija ciljeva u upravljanju otpadom koji čine iskorišćeni automobili (Slika 1):

- **Prevenција** je početak i nalazi se na vrhu hijerarhije. Odgovarajućim dizajnom automobila (konstruktivna rešenja, izbor materijala), kao i projektovanjem adekvatnih tehnoloških procesa stvaraju uslovi za minimiziranje trajnog otpada u fazi korišćenja i po isteku životnog veka vozila.
- **Redukcija** je sledeći cilj po važnosti. On se takođe, obezbeđuje u fazi razvoja automobila i tehnologija, ali i tokom procesa u fazi

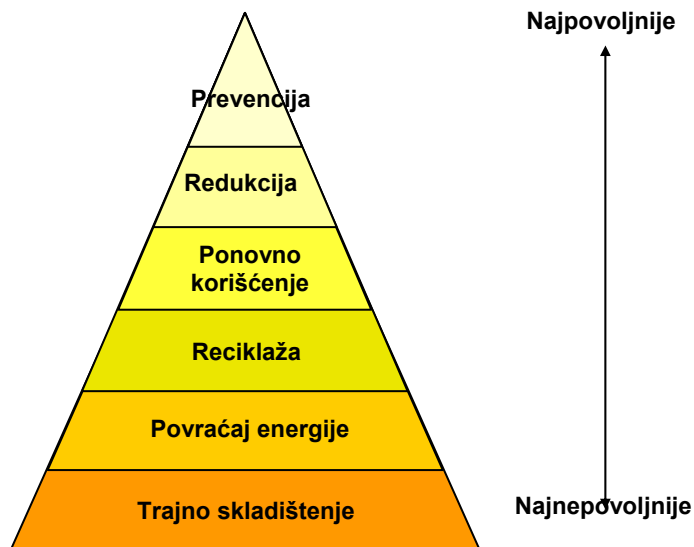
proizvodnje i korišćenja, kroz smanjenje količina materijala, naročito hazardnih.

- **Ponovno korišćenje**, znači vraćanje delova ELV u fazu eksploatacije, u svom zatečenom stanju ili nakon reparacije, odnosno proizvodnih procesa kojima se omogućava da se deo koristi za istu namenu.
- **Reciklaža** je priprema materijala i njihovo vraćanje u ciklus proizvodnje. Tako pripremljeni materijali koriste se za proizvodnju novih delova za vozila i/ili za izradu nekih drugih proizvoda.
- **Povraćaj energije** se obezbeđuje sagorevanjem materijala koji se ne mogu vratiti na ponovno korišćenje u obliku delova i ne mogu se upotrebiti za novu proizvodnju, a pri tome su pogodni za dobijanje toplotne energije.
- **Skladištenje** nekorisnog otpada je poslednji cilj u hijerarhiji i zbog toga količine materijala koje ni na jedan od navedenih načina nije moguće iskoristiti, moraju biti što manje. Skladištenje mora biti izvršeno saglasno propisima.

Aktivni pristup u rešavanju problema ELV kroz sprovođenje politika i propisa u upravljanju ovom vrstom otpada obezbedio je da su današnji

1) dr Milosav Đorđević, dipl.inž Grupa Zastava Vozila, Kragujevac

automobili proizvedeni u razvijenim zemljama reciklabilni po stopi od oko 75% svoje mase.



Slika 1 - Hijerarhija ciljeva u upravljanju otpadom koji čine ELV [1]

To je respektabilna stopa sakupljanja i reciklabilnosti, naročito u poređenju sa drugim proizvodima (na primer, električni uređaji za domaćinstvo se sakupljaju i recikliraju po prosečnoj stopi od oko 52%) [2]. Prema direktivi EU za ELV, cilj je da se 2015. godine iskoristi najmanje 95% materijala po vozilu i godini. Već od 1.01.2006. sva vozila proizvedena posle 1980. moraće da se iskoriste najmanje 85% [4].

2. MODEL PODSISTEMA ZA TEHNOLOŠKI TRETMAN U SISTEMU ZA RECIKLAŽU ELV

U [5] autor je u sklopu sistema reciklaže iskorišćenih putničkih automobila definisao model podsistema za tehnološki tretman ELV. Na slici 2 prikazana je šema takvog modela, kojim je obuhvaćeno više subjekata: sabirni centri (SC), centri za rasklapanje (CD), centri za reparaciju delova (CR), centri sa šrederskim postrojenjima (S), centri za tretman materijala (TM), centri za mehanički tretman ASR (MTASR) i centri za termički tretman ASR (TTASR). Ovde je ASR akronim od Automotive Shredder Residue (šrederski ostatak). Osnovna ideja je da se definiše dovoljno fleksibilno rešenje tehnološkog podsistema u pogledu mogućnosti optimizacije u upravljanju tokovima materijala, novca i informacija.

Prikazano je da u podsistem dolaze ELV prosečne mase (m_{ELV}), a da iz sistema izlaze delovi za ponovno korišćenje (m_{rd}), materijali koji će biti

iskorišćeni za proizvodnju proizvoda (m_4^{Rm}), materijali za dobijanje energije (m_4^{Pe}) i materijali koji se ni na jedan od navedenih načina ne mogu upotrebiti pa stoga moraju biti trajno uskladišteni kao nekoristan otpad (m_4^{NO}).

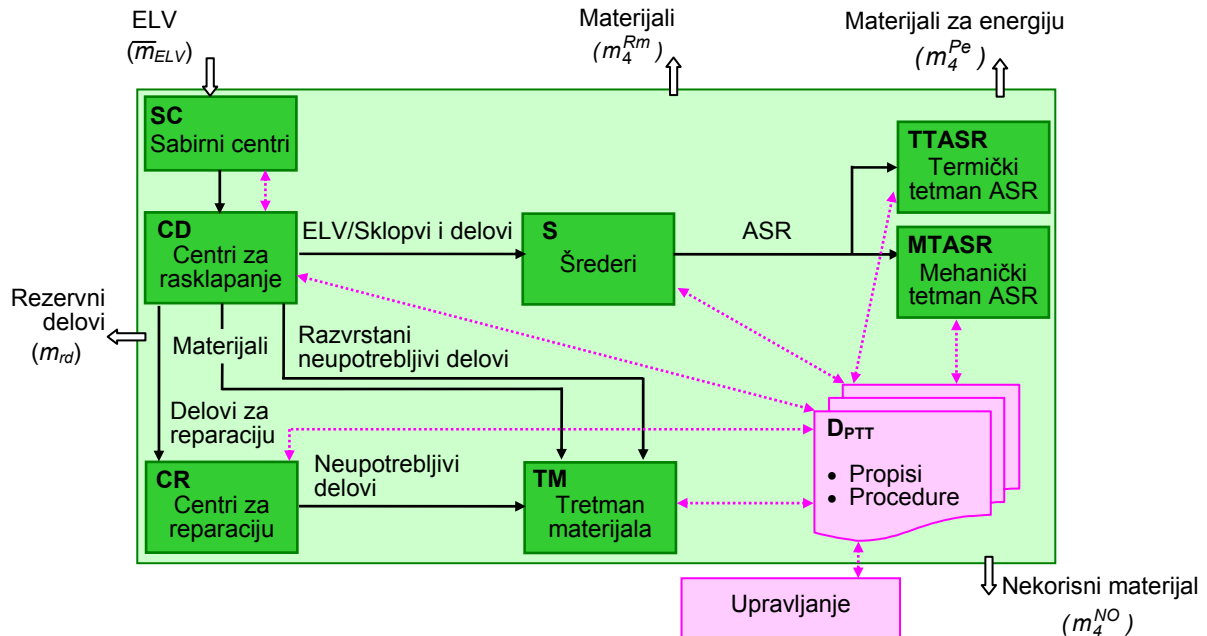
Ukoliko se na ulazu, odnosno izlazu svakog od navedenih centara uspostavi kvantitativno određivanje materijalnih komponenti, po njihovim vrstama, biće sasvim moguće da se uspostavi sistem praćenja tokova materijala. Nadzor, evidencija i optimizacija tih tokova moguća je između svih subjekata, ali i u podsistemu u celini.

Bitnu ulogu u upravljanju tokovima materijala treba da ima državna agencija za reciklažu. Naime, Ukoliko bi se sistem zasnivao samo na tržišnim uslovima, onda je neizbežan konflikt interesa subjekata sistema sa opštim interesima. Proizilazi da se sistemom globalno mora upravljati sa jednog mesta. Ukoliko je za brigu o opštim društvenim ciljevima nadležna vlada države, onda je ona i ovlašćena i dužna da preuzme odgovornost za globalno upravljanje sistemom.

3. UPRAVLJANJE TOKOVIMA MATERIJALA

Da bi se obezbedio proces upravljanja, u posebno formiranoj vladinoj instituciji, ovde nazvanoj "Agencija za reciklažu", mora se uspostaviti posebna baza podataka za ELV. Osnovni poslovi koje Agencija treba da realizuje pripadaju sledećim oblastima:

- Infrastruktura za reciklažu iskorišćenih automobila;
- Finansijski menadžment;
- Licenciranje (izdavanje sertifikata) subjektima za obavljanje delatnosti u vezi sa reciklažom ELV;
- Permanentni nadzor nad poštovanjem propisa od strane subjekata;
- Analize efekata i iznalaženje rešenja za njihovu optimizaciju;
- Promotivno-propagandne aktivnosti u cilju pospešivanja reciklaže ELV.



Slika 2 - Prikaz modela podsistema za tehnološki tretman ELV, [5]

U svom radu, Agencija za reciklažu trebalo bi da se oslanja na nezavisne eksperte, što znači da bi se umesto činovničkog aparata uspostavila mreža kompetentnih stručnjaka. Pod pojmom "Nezavisni ekspert" podrazumeva se osoba koja je po osnovu svojih stručnih kvalifikacija dobila licencu od Agencije za obavljanje svoje delatnosti. Ekspert je nezavisan od Agencije jer nije u radnom odnosu niti kod nje, niti kod bilo kog od subjekata sistema. Agencija takođe može angažovati nezavisne eksperte i nezavisne kompetentne institucije radi analiza podataka i izrade projekata optimizacije sistema. U nastavku su razmatrane mogućnosti praćenja i upravljanja tokovima u sistemu.

Na osnovu definisanih modela centara za tehnološki tretman obezbeđuje se upravljanje tokovima materijala, tako što se iz subjekata tehnološkog podsistema u bazu podataka Agencije za reciklažu upućuju podaci o materijalima i delovima, kako je prikazano na slici 3 [5]. Pošto se i na ulazu i na izlazu subjekata vrši provera preuzetih, odnosno predatih masa materijala, to je poređenjem istih moguće zaključiti da li su materijali dopremljeni na upućeno odredište. Ovo je veoma bitan pokazatelj obzirom da omogućava brzo praćenje poštovanja propisa u upravljanju otpadom.

Agencija preko svog glavnog menadžera za ELV organizuje tim nezavisnih eksperata, koji na osnovu podataka u bazi vrše detaljne analize

tokova materijala i posebno proveravaju ukupne količine uskladištenog nekorisnog otpada i materijala iskorišćenog za dobijanje energije. Naime, zakonskom regulativom treba da bude utvrđena maksimalno dozvoljena masa materijala koja se može trajno skladištiti (na primer Direktiva EU za ELV).

Saglasno navedenoj Direktivi limitirana je masa materijala koja može biti iskorišćena za dobijanje energije i masa materijala za trajno skladištenje. Gledano po subjektima tehnološkog tretmana generišu sledeće ukupne dve vrste materijala:

- Centri za reparaciju: m_R^{NO}
- Šrederi: m_S^{NO}, m_{nde}
- Centri za mehanički tretman ASR: m_{mtASR}^{NO}, m_{ASRe}
- Centri za termički tretman ASR: m_{ttASR}^{NO}, m_{tem}
- Centri za tretman materijala: m_{tm}^{NO}, m_{me}

Prikazane mase predstavljaju zbir svih masa koje nastaju u svim centrima iste delatnosti. Na primer, masa nekorisnog otpada iz svih centara za reparaciju na određenoj teritoriji je:

$$m_R^{NO} = \sum_i^N m_{Ri}^{NO} \quad (1)$$

Prema tome, sledi da mora biti ispunjen uslov:

$$m_R^{NO} + m_S^{NO} + m_{mtASR}^{NO} + m_{ttASR}^{NO} + m_{tm}^{NO} \leq m_{max}^{NO} \quad (2)$$

$$m_{nde} + m_{ASRe} + m_{ttem} + m_{tme} \leq m_{max}^{Pe} \quad (3)$$

Prema Direktivi EU za ELV (2000/53/EC)

dozvoljeni limiti iznose:

a) Za period do 1.01.2006. do 1.01.2015. godine:

- za vozila proizvedena posle 1980.:

$$m_{max}^{NO} \leq 0,15 \cdot \overline{m}_{ELV}$$

$$m_{max}^{Pe} \leq 0,05 \cdot \overline{m}_{ELV}$$

- za vozila proizvedena pre 1980.:

$$m_{max}^{NO} \leq 0,25 \cdot \overline{m}_{ELV}$$

$$m_{max}^{Pe} \leq 0,05 \cdot \overline{m}_{ELV}$$

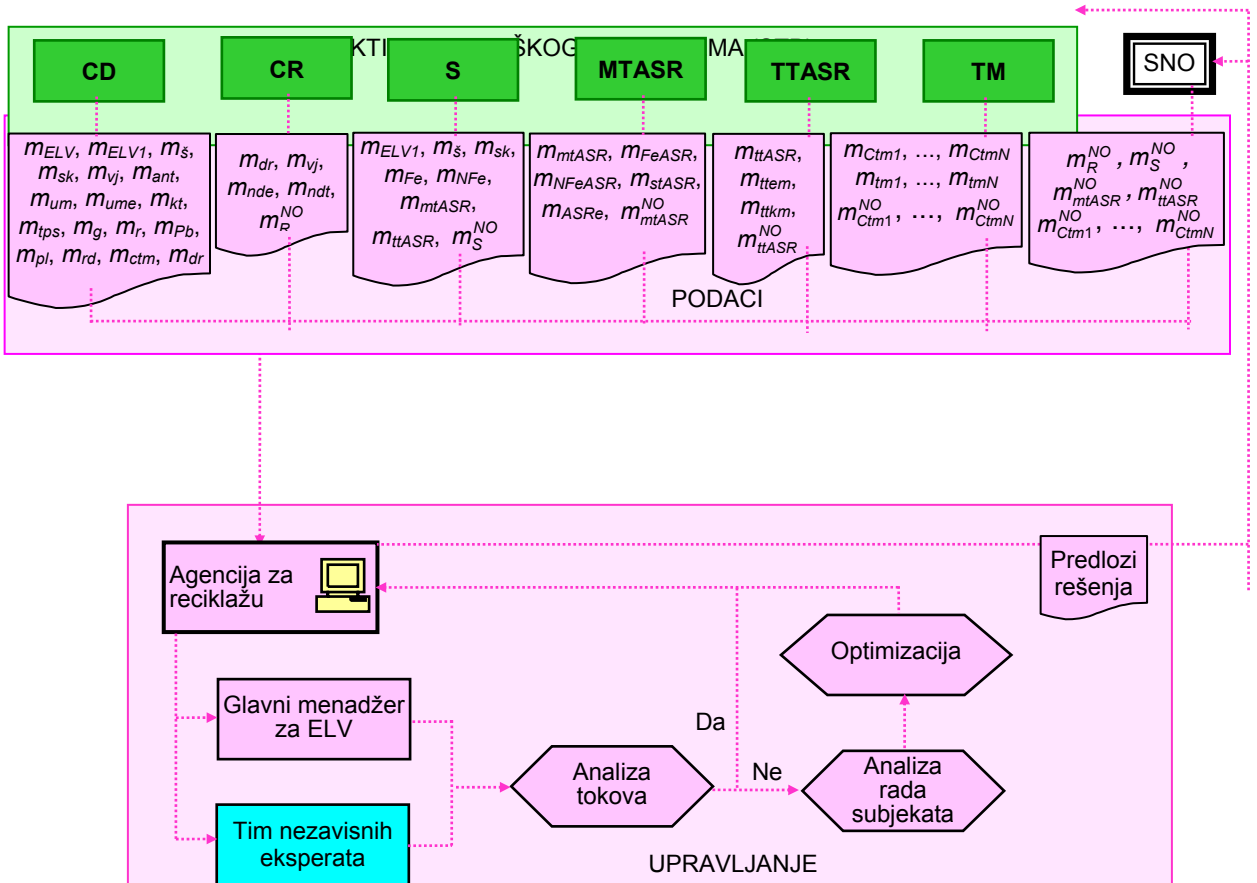
b) Za period od 1.01.2015. godine:

$$m_{max}^{NO} \leq 0,05 \cdot \overline{m}_{ELV}$$

$$m_{max}^{Pe} \leq 0,10 \cdot \overline{m}_{ELV}$$

U slučaju da nije zadovoljen bilo koji od uslova navedenih pod a) i b), potrebno je postupiti po redosledu aktivnosti prikazanih na slici 3. Tim eksperata će izvršiti analizu tokova materijala, a zatim predložiti aktivnosti kojima će se izvršiti njihova optimizacija, tako da se obezbede mase materijala za skladištenje i povraćaj energije u okviru propisanih limita.

Ukoliko se na teritoriji koja je u nadležnosti Agencije za reciklažu nalazi veći broj subjekata koji vrše tehnološki tretman, analize i optimizacije zahtevaju više vremena, pa je u tom slučaju potrebno uraditi plan realizacije po rangovima prioriteta. Na izbor centara koji će biti prioritarno analizirani i optimizirani utiče njihov uticaj, odnosno učešće u prekoračenju limita." To znači da za sve centre treba utvrditi učešće mase nekorisnog otpada koji su generisali u ukupnoj masi prekoračenja (m_p^{NO} , m_p^{Pe}).



Slika 3 - Šema upravljanja tokovima materijala, [5]

Prethodno se mora utvrditi vrednost prekoračenja limita:

$$m_p^{NO} = m_4^{NO} - m_{max}^{NO} \quad (4)$$

$$m_p^{Pe} = m_4^{Pe} - m_{max}^{Pe} \quad (5)$$

Zatim treba odrediti koeficijente učešća za svaki centar:

$$K_{p_i}^{NO} = \frac{m_p^{NO}}{m_i^{NO}} \quad (6)$$

$$K_{p_i}^{Pe} = \frac{m_p^{Pe}}{m_i^{Pe}} \quad (7)$$

pri čemu "i" ima različite maksimalne vrednosti, zavisno od ukupnog broja centara, odnosno:

- Centri za reparaciju: $i = 1 \text{ do } N^R$
- Šrederski centri: $i = 1 \text{ do } N^S$
- Centri za tretman materijala: $i = 1 \text{ do } N^{TM}$
- Centri za mehanički tretman ASR: $i = 1 \text{ do } N^{MTASR}$
- Centri za termički tretman ASR: $i = 1 \text{ do } N^{TTASR}$

Generisanje velike količine nekorisnog otpada odnosno otpada za povraćaj energije od strane nekog centra može značiti da se radi o subjektu sa velikim realizovanim obimom tretmana. Ovaj pokazatelj ne govori sa dovoljnom sigurnošću da je centar loše koncipiran i organizovan. Zbog toga je važno da se za svaki od subjekata utvrdi odnos između mase nastalog nekorisnog otpada i mase primljenih materijala, odnosno mase primljenih materijala za dobijanje energije:

$$O_i^{NO} = \frac{m_i^{NO}}{m_{pm_i}} \quad (8)$$

Tabela 1 - Provera i predlog mera

<i>Vrsta provere</i>	<i>Ocena i predlog mera</i>						
Centar raspolaže svom potrebnom opremom koja je ispravna	+	-	+	+	-	+	-
Zaposleni su obučeni za poslove koje rade	+	+	-	+	-	-	+
Postupanje sa materijalima je u skladu sa propisima i procedurama	+	+	+	-	-	-	-
Mera	O _{PT}	N _{ON}	N _{ON}	P _{ZR}	P _{ZR}	P _{ZR}	P _{ZR}

Kako je prikazano, optimizacija tehnološkog koncepta (O_{PT}) ima smisla samo ukoliko centar ima pozitivnu ocenu po svim vrstama provere. U slučaju da deo opreme nije u funkciji, treba dati nalog da se ista nabavi ili popravi (nalog za otklanjanje neispravnosti/nepravilnosti - N_{ON}). Neobučenosť radnika takođe predstavlja nepravilnost u radu pa će biti izdat nalog za njihovu edukaciju (N_{ON}). U svim drugim slučajevima privremeno će biti zabranjen rad centra (P_{ZR}).

4. ZAKLJUČCI

- U upravljanju otpadom koji čine iskorišćeni automobili ciljevi su određeni prema sledećoj hijerarhiji (najpovoljnije ka najnepovoljnijem): prevencija, redukcija, ponovno korišćenje, reciklaža, povraćaj energije i trajno skladištenje.
- Tehnološki podsistem sistema za reciklažu ELV čine: sabirni centri, centri za rasklapanje, centri za reparaciju delova, centri sa šrederskim postrojenjima, centri za tretman materijala, centri za mehanički tretman ASR i centri za termički tretman ASR. Između centara u podsistemu postoje

$$O_i^{Pe} = \frac{m_i^{Pe}}{m_{pm_i}} \quad (9)$$

Sada se mogu utvrditi rangovi prioriteta za sve vrste centara. Na primer, za centar za reparaciju rangovi će se utvrditi na sledeći način :

$$R_i^{NO} = K_{p_i}^{NO} \cdot O_i^{NO} \quad (10)$$

$$R_i^{Pe} = K_{p_i}^{Pe} \cdot O_i^{Pe} \quad (11)$$

Rangove prioriteta treba poredati po rastućoj vrednosti indeksa (od najmanjeg ka najvećem, odnosno:

$$R_1^{NO} = (R_i^{NO})_{max}, R_{max}^{NO} = (R_i^{NO})_{min} \quad (12)$$

$$R_1^{Pe} = (R_i^{Pe})_{max}, R_{max}^{Pe} = (R_i^{Pe})_{min} \quad (13)$$

Rang prvog (najvećeg) prioriteta je R₁, zatim R₂, itd. Tim eksperata će na osnovu utvrđenih prioriteta izvršiti analizu rada odabranih centara polazeći od prvog ranga pa nadalje. Saglasno nalazima prilikom uvida, predložiće odnosno doneti odgovarajuće mere, kako je prikazano u tabeli 1.

tokovi materijala, energije, novca i informacija, tako da se može uspostaviti upravljački sistem i može se vršiti optimizacija tokova i procesa.

- Da bi se obezbedio proces upravljanja, u posebno formiranoj vladinoj instituciji ("Agenciji za reciklažu"), mora se uspostaviti baza podataka za ELV. U svom radu, Agencija za reciklažu trebalo bi da se oslanja na nezavisne eksperte, što znači da bi se umesto činovničkog aparata uspostavila mreža kompetentnih stručnjaka.
- Pošto se i na ulazu i na izlazu subjekata vrši provera preuzetih, odnosno predatih masa materijala, to je poređenjem istih moguće zaključiti da li su materijali dopremljeni na upućeno odredište. Ovo je veoma bitan pokazatelj obzirom da omogućava brzo praćenje poštovanja propisa u upravljanju otpadom. Agencija preko svog glavnog menadžera za ELV organizuje tim nezavisnih eksperata, koji na osnovu podataka u bazi vrše detaljne analize tokova materijala i posebno proveravaju ukupne količine uskladištenog nekorisnog otpada i materijala iskorišćenog za dobijanje energije.

- Ukoliko se na teritoriji koja je u nadležnosti Agencije za reciklažu nalazi veći broj subjekata koji vrše tehnološki tretman, analize i optimizacije zahtevaju više vremena, pa je u tom slučaju potrebno uraditi plan realizacije po rangovima prioriteta. Za određivanje rangova prioriteta treba prvo utvrditi prekoračenje limita od strane pojedinih centara, a zatim odnos između mase nastalog nekorisnog otpada i mase primljenih materijala, odnosno mase primljenih materijala za dobijanje energije. Tim eksperata će na osnovu utvrđenih prioriteta izvršiti analizu rada odabranih centara polazeći od prvog ranga pa nadalje. Saglasno nalazima prilikom uvida, predložiće odnosno doneti odgovarajuće mere

LITERATURA

- [1] Kim N., Exploring Determinant Factors for Effective End-of-Life Vehicle Policy, Thesis for the fulfilment Management and Policy, The International Institute for Industrial Environmental Economics, IIIIE Reports 2002:7, Lund, 2002.
- [2] Five Winds International, Product Stewardship Opportunities within the Automotive Industry, www.moea.state.mn.us/publications/autoPSreport.pdf, Avgust 2003.
- [3] Van Hoek R. I., Case studies of greening the automotive supply chain through technology and operations, Int. J. Environmental Technology and Management, Vol. 1, No. 1/2, 2001.
- [4] Official Journal of the European Communities L 269 v.43, p.34-43, Directive 2000/53/EC of the European Parliament and of Council, 21.10.2000.
- [5] Đorđević M., Sistem za reciklažu iskorišćenih putničkih automobila, doktorska disertacija, Kragujevac, jul 2005.