

ULOGA PRIPREME U RECIKLAŽI OTPADA I ODRŽIVOM RAZVOJU SRBIJE

THE ROLE OF MINERAL PROCESSING TECHNOLOGY IN RECYCLING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SERBIA

Milan Ž. Trumić, Maja S. Trumić

Tehnički fakultet Bor, VJ 12, 19210 Bor, mtrumic@tf.bor.ac.rs

IZVOD

Suočeni sa ubrzanom degradacijom životne sredine i eksploatacijom prirodnog bogatstva ljudi su u želji da utiču na svoju budućnost odlučili da složno nastupe, tražeći da dalji ekonomski i privredni napredak bude u skladu sa Održivim razvojem. Aktivno učešće svih, a posebno mladih, u stvaranju zdrave i nezagađene životne sredine primaran je cilj. Ulaganje u ekološke edukacije mladih i stvaranje visoko stručnih ekoloških kadrova dovelo bi do stvaranja odlučnog javnog mnjenja koje poštuje, razume i štiti svoju životnu sredinu i prirodna bogatstva.

Da bi se omogućio dalji napredak ljudske populacije neophodno je usvajanje i primenjivanje Održivog razvoja. Osnovna ideja Održivog razvoja je zadovoljavanje potreba sadašnjih generacija, bez uskraćivanja mogućnosti narednim generacijama da zadovolje svoje potrebe. Strategija održivog razvoja u oblasti rudarstva svodi se na permanentno, dugoročno smanjenje potrošnje primarnih rezervi metala, uz istovremeno stalno povećanje proizvodnje metala iz reciklaže, do „konačnog“ cilja da se ona izjednači sa potrošnjom.

Tehnologije za pripremu mineralnih sirovina primenjuju se i u oblasti reciklaže u cilju očuvanja životne sredine i primarnih resursa. U ovom radu prikazano je kako se procesi drobljenja, mlevenja, klasiranja, magnetne separacije, elektro separacije, gravitacijske i flotacijske koncentracije uspešno primenjuju u tehnologijama reciklaže otpada.

Ključne reči: održivi razvoj, priprema mineralnih sirovina, reciklaža otpada

ABSTRACT

Faced with fast degradation of the environment and exploitation of natural resources, people wanted to influence their future and decided to get together and demand for further economic and industrial development to be according to Sustainable development. Active participation of all and especially young people, in creating healthy and unpolluted environment is a primary goal. Investments in environmental education of young people and creating expert environmental human resources would lead to decisive public, who respect, understand and protect the environment and natural resources.

For further progress of human population it is necessary to adopt and implement Sustainable development. The basic idea of Sustainable development is satisfying needs of today's generations, without endangering possibilities of future generations to satisfy theirs. Strategy for sustainable development in the mining industry is reduced to permanent, long-term reduction in consumption of primary metals reserves, with constant increasing the production of metals from recycling. The intent is to equalize the production with consumption.

Traditional mineral processing technologies are finding application in the environmental field for cleanup and recycling processes. This paper presents examples of ways in which crushing and grinding, sizing, magnetic separation, electric separation, gravity and flotation concentration have been effectively used in waste recycling technology.

Key words: sustainable development, mineral processing, waste recycling

UVOD

Prorodni resursi su opšte dobro i zajedničko bogatstvo. Njihovo korišćenje, privredna primena i ekonomsko vrednovanje treba da budu planski usmereni i namenski kontrolisani.

Bez obzira na vrstu, strukturu i pojedinačne količine, oni su osnov za predstojeći privredni i ekonomski razvoj svake zemlje, tako i Srbije. Naravno, postoji i deo prirodnih resursa koji mora ostati izvan ekonomskih i privrednih tokova i koji treba da bude sačuvan za sadašnje i buduće generacije, a to posebno važi za one resurse koji se teško obnavljaju i neobnovljive prirodne resurse.

Pristup prirodnim resursima mora da obuhvati definisanje politike i strategije njihovog održivog korišćenja, kao i definisanje zakonodavno-pravnog okvira za njihovo efikasno sprovođenje.

Prirodnim resursom obično nazivamo sve ono što potiče od Zemlje - zemljište, biljke, životinje, vodu, drvo, naftu, metale i ostalo. Sve što jedemo, koristimo ili kupujemo predstavlja ili prirodni resurs ili je nastalo od njega. Prirodni resursi su svuda oko nas, a zbog sve većih i rastućih potreba, mi ih vrlo brzo trošimo. Mnogi prirodni resursi se iscrpljuju brže nego što mogu biti zamenjeni novim.

Iz tog razloga mora se obratiti pažnja na činjenicu da će se neki od njih u potpunosti iscrpeti ukoliko ne smanjimo potrošnju, što je ozbiljan problem, zato što živi svet na Zemlji zavisi od ovih resursa.

Mineralni resursi spadaju u grupu neobnovljivih resursa. To su iscrpljivi resursi i zbog toga je potrebno njihovo racionalno korišćenje tj. štednja, koje se u savremeno vreme ostvaruje: reciklažom, supstitucijom i uvozom.

Korišćenje mineralnih resursa izaziva veliko zagađenje životne sredine i praćeno je sledećim pojavama:

- velika degradacija zemljišta
- veliko zagađenje vazduha
- veliko zagađenje površinskih i podzemnih voda
- velika količina čvrstog i tečnog otpada
- velika količina otpadnih voda

1. KRATKA ISTORIJA ČISTIJE PROIZVODNJE

Sa razvojem ljudske civilizacije na zemlji i porastom populacije dolazi do povećanja negativnih uticaja čoveka na životnu sredinu. Problemi kao posledica čovekove nepažnje javljaju se još u antičko doba. Tu se spominju problemi erozije uzrokovani preteranom sečom šume, kao i zagađenje vode teškim metalima eksploatisanim u rudnicima. Ipak, svi ovi problemi su bili lokalnog ili regionalnog tipa. Takvo stanje se zadržalo sve do industrijske revolucije. Početak dvadesetog veka je prekretnica kada dolazi do globalizacije ekoloških problema kao i intenzivnije degradacije čovekove okoline. Raniji pristupi ovoj problematici su se sastojali od izbegavanja problema, a mogu se svesti u tri kategorije:

- **Uprljaj i beži** - ovaj pristup je bio tipičan za mesta sa malom naseljenošću, a sastojao se u migracijama stanovništva izazvanih degradacijom okoline (najčešće usled degradacije obradivog zemljišta)
- **Razredi i rasprši** - ovo je bio jedini način upravljanja otpadom u pred-industrijskom dobu bazirano na prirodnom kapacitetu samoprečišćavanja.
- **Koncentriši i zadrži** - jedno vreme je smatrano za dobru metodu upravljanja otpadom na zemlji, npr. za kontrolisano odlaganje toksičnog i nuklearnog otpada. Međutim, usled fizičkog propadanja kontejnera i/ili kontrole, bilo je nemoguće garantovati dugoročno skladištenje bez pojave curenja.

Od 60-tih godina pa naovamo, postalo je jasno da strategija "razredi i rasprši" nije više efikasna u borbi sa tačkastim izvorima zagađenja. Zbog toga su nova tehnologija i poslovanje zasnovani na uvođenju procesa prečišćavanja na kraju proizvodnog procesa ili tzv. "end-of-pipe" tretmana. Iako je do određenog stepena efikasan, ovaj pristup "tretman na kraju procesa" nije "rešenje".

End-of-pipe tretman ima i nusprodukte kao što je otpadni mulj, koji mora biti odložen ili spaljen, što stvara novu dimenziju zagađenja životne sredine koja je i neprihvatljiva.

Tek u poslednjih 10-15 godina, došlo se na ideju da se smanje emisije štetnih materija na izvoru njihovog postanka. Ova strategija prevencije zagađenja i minimizacije otpada je bila neophodna da bi se smanjili ogromni troškovi prečišćavanja, posebno od momenta kada je u pravni sistem uveden princip zagađivač plaća.

Ovaj novi pristup, nazvan «čistija proizvodnja» obećava, jer ujedinjuje ekološku i poslovnu stranu problema.

2. ODRŽIVI RAZVOJ

Opšte prihvaćena definicija održivog razvoja je ona koju je razvila Brundtland-ska komisija:

«Održivi razvoj je razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjih generacija, bez ugrožavanja prava budućih generacija da zadovolje svoje potrebe».

Cilj održivosti je da ostavi budućim generacijama onoliko mogućnosti koliko smo ih imali i mi. Jedno od ključnih pitanja održivosti jeste svesnost da su prirodni i materijalni resursi na našoj planeti ograničeni. Čistija proizvodnja predstavlja cilj koji se savršeno uklapa u napore koji vode održivom razvoju.

Iskustva SAD-a i drugih zemalja pokazuju da su, dugoročno gledano, sprečavanje zagađenja uvođenjem čistije proizvodnje i minimizacija otpada održiviji, isplativiji i ekološki prihvatljiviji nego tradicionalna kontrola zagađenja. Inicijalni naponi na upravljanju industrijskim (urbanim) zagađenjem su bili koncentrisani na tretman na kraju procesa koji, u većini slučajeva nije samo skup već je i neodrživ.

Strategija održivog razvoja u oblasti eksploatacije metalnih mineralnih sirovina svodi se na permanentno, dugoročno smanjenje potrošnje primarnih rezervi metala, uz

istovremeno stalno povećanje proizvodnje metala iz reciklaže, do „konačnog“ cilja da se ona izjednači sa potrošnjom.

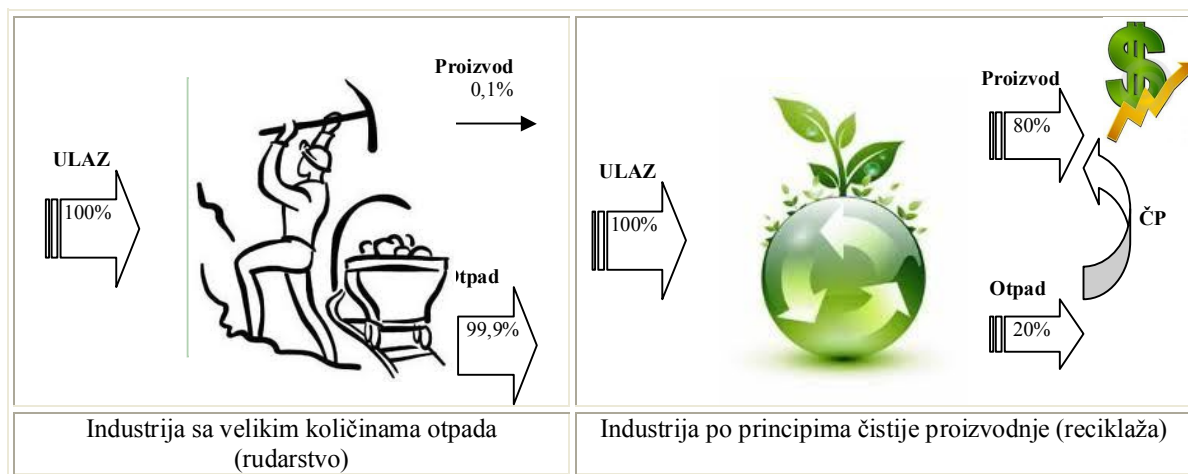
3. KONCEPT I DEFINICIJA ČISTIJE PROIZVODNJE

Koncept čistije proizvodnje se zasniva na novim metodama koje treba da su čistije, da koriste mnogo manje energije i da ne proizvode štetne nus-proizvode. Cilj ovog pristupa je da zadovolji ljudske potrebe bez ugrožavanja života ljudi ili celovitosti eko sistema od kojeg zavisimo. Čistija proizvodnja je preventivni pristup. Glavni cilj čistije proizvodnje je da se fokusira na prevenciju ili smanjenje nastanka otpada i neefikasne upotrebe energije i resursa. (Naprimera u Boru se za proizvodnju jedne tone katodnog bakra generiše 1000 tona opasnog otpada). Da bi se ovo postiglo, potrebno je usvojiti nove tehnologije i tehnike, zajedno sa novim vrednostima i načinima zadovoljavanja potreba čovečanstva. Pored toga, ovaj novi pristup treba biti primenjen na proizvodni proces, potrošnju i odlaganje robe i usluga, da bi se dobio isti ili veći proizvodni učinak sa mnogo manje količine utrošene energije i resursa.

UNEP je čistiju proizvodnju definisao kao: Čistija proizvodnja je konceptualni i proceduralni pristup proizvodnji koji zahteva da sve faze životnog ciklusa proizvoda trebaju biti obrađene sa ciljem prevencije ili minimizacije kratkoročnih i dugoročnih rizika po ljude i okolinu.

U suštini, čistija proizvodnja se može predstaviti kao:

- smanjenje količine proizvedenog otpada, ili izbegavanje proizvodnje istog,
- efikasnija upotreba energije i resursa,
- proizvodnja ekološki prihvatljivih proizvoda i pružanja usluga,
- postizanje manje količine proizvedenog otpada, nižih cena i većeg profita.



4. UPRAVLJANJE ČVRSTIM OTPADOM

U sledećoj tabeli dat je spisak značajnih datuma i događaja u istoriji reciklaže i upravljanja otpadom u svetu.

10,000 BC	Otpad postaje problem kako ljudi počinju po prvi put da formiraju stalna naselja.
400 BC	Prvi opštinski otpad je napravljen u antičkoj Atini.
105 AD	Prvi list papira je napravljen u Kini
200	Prvo organizovano sakupljanje đubreta su organizovali Rimljani. Timovi od dva čoveka su išla ulicama, sakupljala đubre i ubacivali ga u kolica.
1388	Engleski Parlament zabranjuje bacanje otpada u jarke i plovne kanale.
1551	Prvo zabeleženo pakovanje: Nemački proizvođač papira Andreas počinje da pakuje svoj papir u omote na kojima se nalazi njegovo ime i adresa.
1690	Rittenhouse porodica osniva prvu fabriku za reciklažu papira na obali Wissahickon Zaliva blizu Filadelfije.
1776	Prva reciklaža metala u Americi odigrala se kada su patriote u New York-u istopile statuu Kralja Džordža III i napravili municiju.
1810	Patentirana je limena konzerva u Londonu
1869	Prva komercijalna plastika, zvana celuloza, je razvijena od strane malog privrednika koji je pravio zubne pločice. On je odgovorio na oglas koji je dao snabdevač opreme za bilijar nudeći nagradu onome ko napravi materijal koji će biti odgovarajuća zamena za slonovu kost u pravljenju kugli za bilijar.
1874	Organizovano spaljivanje sakupljenog đubreta počinje u Nottingham, Engleska.
1885	Prvo postrojenje u Americi za spaljivanje đubreta sagrađeno je na Governors Ostrvu u luci New York.
1897	Prvi reciklažni centar je osnovan u New York-u.
1904	Započinje masovna reciklaža aluminijuma u Čikagu i Klivlendu.
1912	Celofan (providna plastika) je izmislio Švajcarski hemičar Doktor Jacques Brandenberger, koji ohrabruje korišćenje plastične ambalaže.
1935	Prvu konzervu za pivo proizvodi Kreuger's Cream Ale u Ričmondu. Narednih šest meseci, prodaja kompanije se uvećava za 550% jer se mušterijama dopala udobnost.
1943	Aerosol konzervu su izmislila dva istraživača na Poljoprivrednom Odeljenju u Americi.
1944	Stiropor je izmislila kompanija Dow Chemical Co.
1948	Deponija otpada Fresh Kills je otvorena na Staten Island, New York. Kasnije postaje najveća svetska gradska deponija otpada. Fresh Kills i Veliki Kineski zid su jedini objekti napravljeni ljudskom rukom koji se vide iz svemira.
1965	Federalna vlada SAD-a shvata da je đubre postalo veliki problem i propisuje Akt o rukovođenju čvrstim otpadom. Ovo je poziv za naciju da pronade bolje načine upravljanja otpadom.
1970	Aprila 22, Na dan Planete Zemlje predstavljen je koncept reciklaže, javnosti.
1971	Oregon je prva država koja koristi odbačene boce -5¢ po boci pića.
1972	Prvi otkupni centar za reciklirane stvari je otvoren u državi Vašington. Prihvataju boce od piva, aluminijumske konzerve i novine.
1974	Prva široka upotreba uličnih kontejnera za sakupljanje novina dogodila se u Univerzitetkom

	gradu u Missouriju, SAD
1976	Stupa na snagu Akt o očuvanju i obnavljanju resursa, u kome se zahteva da svi otpadi budu zamenjeni "sanitarnim otpadima". Primena ovog akta je uvećala cenu upravljanja otpadom, i učinila da opcija očuvanja resursa kao što je recikliranje postanu mnogo privlačnije.
1986	Grad San Francisco ispunjava svoj cilj o reciklaži 25% svog komercijalnog i komunalnog otpada.
1986	Rhode Island postaje prva država koja sprovodi zakon o obavezi recikliranja aluminijumskih i čeličnih konzervi, stakla, novina i plastike.
1988	Institut Plastičnih Boca razvija kodni sistem identifikacije plastičnih materijala namenjen proizvođačima plastike.
1990	McDonald's najavljuje da planira da prestane sa korišćenjem pakovanja od stiropora zbog protesta potrošača.
1990	4 Decembra, Coca-Cola i Pepsi objavljuju da će koristiti recikliranu PET bocu napravljenu od oko 25% reciklirane plastične mase.

Još šezdesetih godina XX veka upravljanje čvrstim otpadom (UČO) postalo je predmet pojačanog interesovanja u čitavom svetu. Do tog vremena industrijalizovane zemlje su svoj čvrsti otpad odlagale na deponijama sa nasipanjem ili su ga sagorevale, iako je bilo i izvesnog recikliranja. Ni sagorevanje ni odlaganje na deponije, međutim, onako kako se sprovodilo, nije predstavljalo praksu koja bi se smatrala pozitivnom za životnu sredinu. Uređaji za sagorevanje ili spaljivanje obično nisu bili snabdeveni sredstvima za kontrolu aerorozagađenja, dok se za najveći deo deponija moglo reći da su obična smetlišta.

Manje industrijalizovane zemlje oslobađale su se svog čvrstog otpada spaljivanjem na otvorenom prostoru ili bacanjem na smetlišta; međutim, u mnogim takvim zemljama postojao je, iako neformalan, značajan sistem recikliranja u kome su privatni pojedinci, sortirajući odloženi otpad, dolazili do metala, stakla, tekstila i drugih materijala.

Sa povećanjem brige za životnu sredinu u sedamdesetim godinama, planeri u oblasti upravljanja čvrstim otpadom počeli su da traže pogodnije i prihvatljivije metode UČO. Došlo je do zatvaranja mnogih uređaja za sagorevanje otpada, pa su sve veće količine otpada bile odlagane na deponije. Zato je došlo i do usavršavanja tehnike nasipanja zemlje na deponijama, u cilju sprečavanja mogućeg zagađenja voda i stvaranja drugih problema u životnoj sredini. Takođe su u industrijskim oblastima počela da se grade postrojenja za pretvaranje otpada u energiju putem sagorevanja, koja su bila snabdevena uređajima za kontrolu aerorozagađenja. To je naročito bio slučaj u oblastima u kojima je energija skupa ili oskudna.

Poslednjih godina razvoj na tom planu nije bio tako intenzivan, pa se veća pažnja počela posvećivati smanjenju broja izvora otpada (tj. sprečavanju njegovog nastanka) i recikliranju. Deponije postaju sve manje smetlišta, pa su umesto toga pažljivo projektovane, upravljane i nadgledane kako bi se sprečilo zagađivanje.

Danas je čvrsti komunalni otpad mnogo složeniji i skuplji za rukovanje nego ikada ranije, pa je stoga značaj planiranja u ovoj oblasti, kao i važnost obuke kadrova mnogo veći.

4.1. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA U UPRAVLJANJU OTPADOM U SRBIJI

4.1.1. Komunalni otpad

U lokalnim samoupravama Republike Srbije ne postoje pouzdani i potpuni podaci o količini generisanja komunalnog otpada. Količine komunalnog otpada na godišnjem nivou su proračunate na osnovu merenja otpada u referentnim lokalnim samoupravama. U proseku, stanovnik Republike Srbije generiše 0,87 kg komunalnog otpada/dan (318 kg/godišnje). Ako se usvoji broj stanovnika prema popisu iz 2002. godine koji iznosi 7.443.183 dolazi se do podatka da se u Srbiji generiše oko 2.374.374 tona otpada godišnje.

Prema morfološkom sastavu otpada, organski otpad (baštenski otpad i ostali biorazgradivi otpad) zauzima gotovo 50% u masi komunalnog otpada, pri čemu je ostali biorazgradivi otpad sa 37,62% oko tri puta zastupljeniji od baštenskog otpada. Ukupni otpad od plastike čini ukupno 12,73%, dok ukupna količina kartona iznosi 8,23%, zatim slede staklo (5,44%), papir (5,34%), tekstil (5,25%), pelene za jednokratnu upotrebu (3,65%) i metal (1,38%).

U Republici Srbiji ne postoji sistemski organizovano odvojeno sakupljanje, sortiranje i reciklaža otpada. Postojeći stepen reciklaže, odnosno iskorišćenja otpada je nedovoljan. Mada je primarna reciklaža u Srbiji propisana zakonom i predviđa odvajanje papira, stakla i metala u posebno označene kontejnere, reciklaža ne funkcioniše u praksi. Izuzetak čini jedno postrojenje za separaciju reciklabilnog otpada, centri za odvojeno sakupljanje otpada na drugoj lokaciji i dr.

4.1.2. Opasan otpad

Opasan otpad jeste svaki otpad koji po svom poreklu, sastavu ili koncentraciji opasnih materija može da prouzrokuje opasnost po životnu sredinu i zdravlje ljudi i ima najmanje jednu od opasnih karakteristika utvrđenih posebnim propisima, uključujući i ambalažu u koju je opasan otpad bio ili jeste upakovan.

Ne postoje pouzdani podaci o količini opasnog otpada koji stvara industrija. Iako postoji zakonska obaveza dostavljanja podataka o otpadu, još uvek ne postoji odziv svih zagađivača. Zbog smanjene aktivnosti industrije, pretpostavlja se da nastajanje industrijskog opasnog otpada stagnira. Postoje, međutim, i zaostale količine nasledene zbog nedostatka brige o otpadu u prethodnom periodu. Neproporcionalno je visok stepen nastajanja industrijskog otpada po jedinici proizvoda, neracionalno je korišćenje sirovina i niska je energetska efikasnost industrije. Iz zvaničnih podataka proizilazi da je 2007. godine proizvedeno 31.244 t opasnog otpada, a 2008. godine 54.022 t.

U Republici Srbiji ne postoji ni jedna lokacija za odlaganje opasnog otpada. Generalno, ne postoje ni ovlašćena postrojenja, odnosno operateri koji poseduju dozvolu od nadležnog organa, za termički i fizičko – hemijski tretman opasnog otpada. U takvim okolnostima, proizvođači opasnog otpada vrše privremeno skladištenje opasnog otpada na sopstvenim lokacijama u privremenim skladištima, iako u nekima od njih otpad stoji i više od 20 godina. Uvoz opasnog otpada je zabranjen. Najčešće se izvoze PCB, farmaceutski

otpad, otpad od boja i lakova, ulja i uljne emulzije, otpad iz hemijske industrije, šljaka, kao i specifične vrste opasnog otpada, karakteristične za pojedine tehnološke procese.

4.1.3. Neopasan otpad

Podaci o količinama neopasnog otpada su, takođe, nedovoljno precizni. Količina otpada koju proizvode privredni subjekti koji podležu plaćanju naknade za proizvedeni i odloženi neopasni industrijski otpad (podaci Fonda) je 2007. godine iznosila 598.160 t neopasnog industrijskog otpada. Na osnovu ostalih podataka, procenjuje se da je realna količina do 700.000 t/god.

Po grupama delatnosti, najveće količine otpada su iz prerađivačke industrije, znatne su količine otpada iz poljoprivrede, eksploatacije mineralnih sirovina i iz građevinarstva. Radi ponovne upotrebe i reciklaže, neopasni otpad se uvozi, a u zavisnosti od tražnje na tržištu i izvozi.

Najčešće su se izvozili otpadni metali, a posebno otpad od gvožđa i čelika. I kod otpada od aluminijuma i bakra i legura bakra prisutan je uočeni trend. Uvoz otpada i ostataka je uglavnom ravnomerno raspodeljen po svim vrstama. Prekogrančno kretanje otpada i ostataka od papira i kartona (uvoz – izvoz) je uravnoteženo, a zabrinjava povećani udeo uvoza u odnosu na izvoz otpada i ostataka od plastike, kao i celih otpadnih guma.

4.2. POSEBNE VRSTE OTPADA ZA ČIJU PRERADU SE KORISTE UREĐAJI I TEHNOLOGIJE PMS-A

4.2.1. Ambalažni otpad

Ambalažni otpad jeste svaka ambalaža ili ambalažni materijal koji ne može da se iskoristi u prvobitne svrhe, izuzev ostataka nastalih u procesu proizvodnje. Količina ambalažnog otpada u Republici Srbiji se ne meri i evidencija se ne vrši na sistematski način. Takođe nedostaje sistem upravljanja ambalažnim otpadom, čija količina se stalno povećava zbog rasta udela nepovratne ambalaže, posebno PET ambalaže i limenki.

Procenjene količine ambalažnog otpada

Vrsta otpada i količina,	t/god.
• Staklena ambalaža:	90.000
• Plastična ambalaža:	88.000
• Papir/karton:	115.000
• Kompozitna ambalaža:	17.300
• Aluminijumska ambalaža:	5.200
• Ambalaža od gvožđa:	19.000
UKUPNO:	334.500

Sakupljanje ambalažnog otpada se odvija kroz delatnost pre svega određenog broja privatnih privrednih subjekata. Pojedina javna komunalna preduzeća (Beograd, Novi Sad,

Sombor, Kruševac, Smederevo i dr.) su registrovana za delatnost reciklaže, između ostalog i ambalažnog otpada, pretežno plastike, papira i metala.

Postupci, uređaji i tehnologije za preradu pojedinih vrsta ambalažnog otpada su isti ili slični postupcima, uređajima i tehnologijama za preradu primarnih mineralnih sirovina. U nastavku je dat pregled postupaka:

- Usitnjavanje sirovina: čeljusne i udarne drobilice (staklo), valjkaste drobilice sa sekačima (plastika i aluminijum)
- Klasiranje sirovina: vibrosita (staklo, papir, aluminijum, gvožđe), hidrocikloni (papir)
- Optička separacija: (staklo, plastika, mešan otpad)
- Gravitacijska koncentracija: (plastika)
- Flotacijska koncentracija: (plastika, papir)
- Magnetna separacija: (papir, staklo, plastika, gvožđe)

4.2.2. Istrošene baterije i akumulatori

Istrošene baterije ili akumulatori koji se ne mogu ponovo koristiti predstavljaju otpad, i namenjeni su tretmanu odnosno recikliranju, klasifikuju se kao opasan otpad. U Republici Srbiji se godišnje prikupi oko 27.000 t otpadnih olovnih akumulatora i kompletna količina se reciklira. Precizni podaci o količinama generisanih otpadnih baterija ne postoje. Istrošene baterije pretežno završavaju na deponijama komunalnog otpada. Ne postoji organizovani sistem upravljanja istrošenim baterijama. Na pojedinim lokacijama prisutna je kontaminacija zemljišta kiselinom i otpadnom plastikom, koja potiče od nelegalne dekompozicije otpadnih olovnih akumulatora. Postoji postrojenje koje vrši organizovano sakupljanje i preuzimanje otpadnih olovnih akumulatora i davanja usluga trećim licima.

Nakon preuzimanja, vrši se njihova potpuna reciklaža. Ukupni instalisani kapaciteti su 25.000 t/god. U postupku verifikacije neophodne dokumentacije je još jedno postrojenje čiji će kapacitet takođe biti oko 25.000 t/god.

Kao i procesi proizvodnje, procesi reciklaže baterija razlikuju se od vrste do vrste, najčešće po metalima koji se valorizuju iz otpadnih baterija. Uglavnom su to procesi sakupljanja i usitnjavanja, praćeni metalurškim i hemijskim procesima. U zavisnosti od vrste baterije koja se reciklira, kao krajni produkti procesa reciklaže mogu se dobiti metali poput kadmijuma, olova, žive, nikla i litijuma, zatim razni elektroliti, sumporna kiselina i plastika. Od postupaka PMS-a najzastupljeniji su usitnjavanje u čeljusnim i udarnim drobilicama i klasiranje prosejavanjem na vibrositima.

4.2.3. Otpadne gume

Otpadne gume jesu gume od motornih vozila (automobila, autobusa, kamiona, motorcikala i dr.), poljoprivrednih i građevinskih mašina, prikolica, vučnih mašina i sl. nakon završetka životnog ciklusa, odnosno gume koje vlasnik odbacuje zbog oštećenja, istrošenosti ili drugih razloga.

Tržište u Republici Srbiji obuhvata oko 1,4 miliona komada novih guma godišnje, na osnovu toga se procenjuje da nastaje oko 18 000 t otpadnih guma. Jedan deo navedene

količine potiče iz domaće proizvodnje, a drugi iz uvoza. Procenjuje se da postojeće količine otpadnih guma u Republici Srbiji iznose oko 50.000 t, uzimajući u obzir samo deponije veće od 500 t. U narednoj godini očekuje se povećanje na oko 26.000 t otpadnih guma zbog usvajanja novog Zakona o bezbednosti saobraćaja. Procenjuje se da će se do 2014. godine rešiti problem postojećih količina otpadnih guma. Organizovanim legalnim sakupljanjem i konačnim zbrinjavanjem u energetske svrhe (koinsineracija), bave se cementare, koje imaju dozvolu za korišćenje maksimalno 15.000 t godišnje. Prisutno je i organizovano sakupljanje i izvoz gumene piljevine koja nastaje u procesu protektiranja istrošenih guma. U Republici Srbiji postoje instalisani kapaciteti za reciklažu otpadnih guma različitih dimenzija koji su trenutno na nivou od oko 18000 t godišnje. U skladu sa propisanom hijerarhijom upravljanja otpadnim gumama propisan je odnos od 70:30 % u 2010. godini, odnosno 80:20% od 2011 godine, a koji se odnosi na davanje prednosti reciklaže u odnosu na upotrebu istih u energetske svrhe. Za poslednjih 15 godina skoro 3 puta manje gume se deponuje a stepen reciklaže se povećao za čak 4 puta.

Reciklažom otpadne gume dobija se 60 % gumenog granulata, 35 % čelične žice i 5 % platna bez štetnog uticaja na životnu sredinu.

Najčešće se koriste sledeći postupci recikliranja gumenog otpada:

1. Reciklaža ambijentalnim postupkom

Kod „ambijentalnog“ postupka usitnjavanje se vrši na sobnim temperaturama pa otuda i naziv „ambijentalno“. Prva faza usitnjavanja se odvija u šrederima ili sekačima a u drugoj fazi u sekundarnim granulatorima i brzim rotacionim mlinovima u nekoliko stadijuma radi dobijanja finijih granulata koji se više traže na tržištu. U toku procesa usitnjavanja dolazi do oslobađanja čelika i tekstila. Izdvajanje čelika se postiže uglavnom upotrebom trakastog magneta, a izdvajanje tekstila upotrebom vibracionih sita i vazdušnih klasifikatora. Separacija čistog gumenog granulata na tržišne klase krupnoće postiže se korišćenjem vibrosita.

2. Reciklaža kriogenim postupkom

Kod „kriogenog“ postupka, otpadna guma se hladi ispod tzv. „temperature tranzicije stakla“ pa se zato proces naziva „kriogenim“. Na ovoj temperaturi, guma postaje krta pa se lakše usitnjava. Prvu fazu i u kriogenom postupku predstavlja usitnjavanje u sekačima, nakon toga gumeni otpad ide u u tunel za hlađenje u tečnom azotu do -120°C a zatim u čekičar drobilicu sa velikim brojem obrtaja. Materijal posle usitnjavanja u čekičaru ide na sekundarno mlevenje za proizvodnju finog granulata. Prednost ove vrste usitnjavanja je manja potrošnja energije, manji uređaji za usitnjavanje i lakše odvajanje čelika i vlakana od gume što za posledicu daje čistiji finalni proizvod. Prednost kriogenog postupka je i taj što manje zagađuje okolinu. Nedostaci su dodatni troškovi za pripremu i manipulaciju tečnim azotom i nemogućnost dobijanja krupnijih gumenih granulata.

Gumeni granulati su u obliku niti i granula različitog granulometrijskog sastava i ima veoma široku primenu u putnoj privredi, poljoprivredi, građevinarstvu, industriji. Mogu se primeniti kao aditivi za asfalt, za oblaganje sportskih terena i površina za igru u parkovima, kao baza za puteve u vlažnim i kontaminiranim oblastima, kao frikcionni materijal za kočione sisteme, za proizvodnju palete proizvoda od gume za domaćinstva, kao sirovina za proizvodnju novih guma itd. Čelik i tekstil se takođe recikliraju u različite proizvode.

4.2.4. Otpadna vozila

Otpadna vozila su vozila koja se zbog oštećenja, dotrajalosti ili nekog drugog uzroka odbacuju. Otpadno vozilo se smatra opasnim otpadom, jer sadrži materijale kao što su antifriz, tečnosti za kočnice i ulja koja spadaju u opasan otpad. Tek nakon rastavljanja i odvajanja opasnih delova i tečnosti vozilo postaje neopasan otpad i kao takav se šalje na preradu.

Ne postoje egzaktni podaci o količinama otpadnih vozila koja se generišu tokom jedne godine. U Republici Srbiji postoji preko milion vozila čija je prosečna starost veća od 10 godina. Sakupljanje i zbrinjavanje otpadnih vozila u najvećoj meri zavisi od ponude i potražnje. Pre postupka reciklaže otpadnih vozila ne izdvajaju se opasne materije i komponente.

Delovi koji imaju upotrebnu vrednost se izdvajaju u neznatnoj meri, shodno izraženoj starosti i istrošenosti otpadnih vozila. Registrovana postrojenja za reciklažu otpadnih vozila, ne postoje, ali taj posao se sada vrši u nekoliko postrojenja za reciklažu metalnog otpada koja su dobila ovlašćenje od naležnog organa.

U postrojenjima za reciklažu automobila u svetu moguće je reciklirati oko 80 % mase automobila. Proces recikliranja automobila je složen zbog velikog broja različitih materijala koji ulaze u sastav automobila.

Automobil srednje klase se u proseku sastoji od: metala 76 %, plastike 8 %, gume 4 %, fluida 6 %, stakla 3% i ostalih materijala 3%.

Trenutno se primenjuju dve tehnologije reciklaže automobila, koje se razlikuju u samom načinu sortiranja materijala koji sačinjavaju automobil. Prva tehnologija se zasniva na optičkoj (manuelnoj) separaciji, dok druga tehnologija koristi kombinaciju više metoda (usitnjavanja, gravitacijske i specijalne metode separacije).

1. Metoda optičke separacije

Ova tehnologija se zasniva na tome da se optičkom metodom, tj. manuelno odvajaju sastavni delovi automobila (guma, staklo, plastika itd), a metalni delovi ostaju na kraju. Zatim metalni delovi odlaze u presu radi smanjenja zapremine i lakšeg daljeg transporta. Svi dobijeni delovi predstavljaju gotove proizvode metode optičke (manuelne) separacije, i kao takvi odlaze na dalju preradu. U ovoj tehnologiji nisu zastupljeni procesi PMS-a već je dominantan manuelni rad što poskupljuje i usporava sam postupak reciklaže.

2. Kombinovana metoda separacije

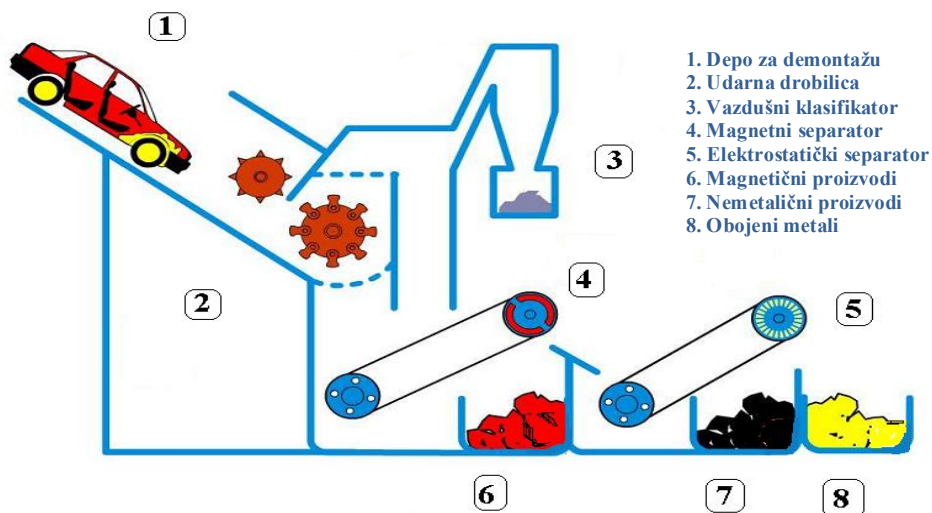
Kod kombinovane metode separacije automobil se ceo usitnjava u specijalnim udarnim drobilicama, a zatim se dobijeni proizvod usitnjavanja i dalje tretira nekom od metoda separacije koje se primenjuju i kod tretmana primarnih sirovina a izučavaju se u PMS-u (fizičke i specijalne metode koncentracije).

Dobijeni proizvodi predstavljaju gotove proizvode kombinovane metoda separacije, i kao takvi odlaze na dalju preradu.

Na slici 1. dat je šematski prikaz dela postrojenja kombinovane metode separacije automobila.

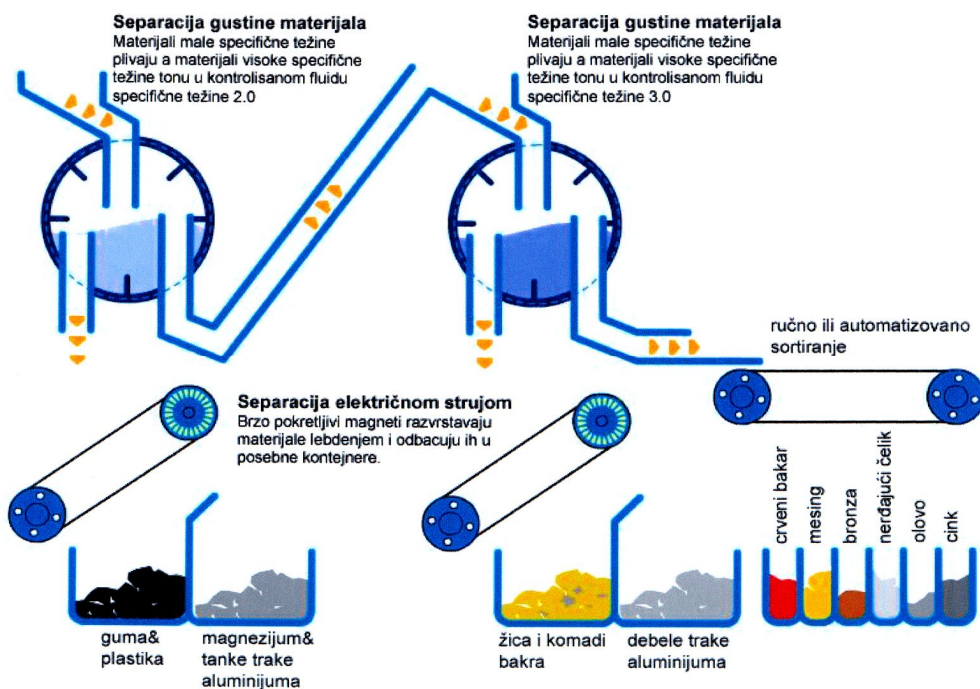
Automobil se doprema do mesta (1) gde se vrši ispuštanje svih fluida, i demontaža akumulatora i guma pre drobljenja. Proces se nastavlja u udarnoj drobilici (2), gde se vrši drobljenje celog automobila. Postrojenje za drobljenje poseduje i sistem za otprašivanje (vazdušni klasifikator) (3) gde se pored prašine izdvajaju vlakna tekstila i plastike.

Izdobljeni materijal dalje odlazi u prvi stepen separacije na magnetni separator (4), gde se izdvajaju magnetični proizvodi (6). Ostatak odlazi na drugi stepen separacije na elektrostatički separator (5), gde se vrši odvajanje nemetala (7) od ostatka obojenih metala (8).



Slika 1. Šema kombinovane metode separacije automobila

Dalje razvrstavanje nemetala i obojenih metala u jednorodne materijale postiže se kombinacijom gravitacijskih i specijalnih metoda separacije (elektrostatička, optička, itd). Šematski prikaz dat je na slici 2.



Slika 2. Separacija materijala.

4.2.5. Otpad od električne i elektronske opreme

Proizvodi kojima je za rad potrebna električna energija ili elektromagnetno polje, kao i oprema za proizvodnju, prenos i merenje struje ili jačine elektromagnetnog polja čine električnu i elektronsku opremu i uređaje.

Otpad od električne i elektronske opreme uključuje opremu i uređaje koje vlasnik želi da odbaci, kao i sklopove i sastavne delove koji nastaju u industriji.

Otpad od električnih i elektronskih proizvoda čine otpadni aparati iz domaćinstva (televizori, radioaparati, frižideri, zamrzivači, računari, telefoni, kasetofoni itd.). Većina ovog otpada spada u opasan otpad zbog komponenti koje sadrži. Ne postoje egzaktni podaci o količinama otpada od električnih i elektronskih proizvoda koji se generiše tokom jedne godine. Procenjuje se da nastaje količina od 30.000 t/god., dok se oko 40.000 t zaostalog otpada nalazi na smetlištima, raznim skladištima ili divljim deponijama. Količina novih elektronskih i električnih proizvoda koji se godišnje uvezu i stavljaju na tržište u Republici Srbiji je 85.600 t. U Republici Srbiji je zabranjen uvoz polovnih kompjutera, odnosno električne i elektronske opreme, osim za sopstvene potrebe. Sakupljanje i zbrinjavanje otpada od električnih i elektronskih proizvoda je zastupljeno samo u većim urbanim sredinama.

Najzastupljenije je sakupljanje otpadne računarske opreme. U Republici Srbiji postoje tri operatera koja vrše organizovano sakupljanje i reciklažu.

Reciklaža se vrši manuelnim rastavljanjem i odvajanjem zasebnih vrsta otpada, ili mašinski, sa manuelnom selekcijom. Ne postoje operateri koji vrše prethodno izdvajanje rashladnih fluida iz otpada od električnih i elektronskih proizvoda iz domaćinstva (frižideri, zamrzivači, klima uređaji). Nedostaje sistem upravljanja otpadom od električne i elektronske opreme. U Republici Srbiji se reciklira samo nekoliko procenata elektronskog otpada godišnje. Deo prikupljene otpadne računarske opreme se reparira i ponovo stavlja na tržište. U svetu ovaj otpad raste po stopi od 5 % godišnje što ga čini najbrže rastućim otpadom na planeti.

Elektrootpad se može podeliti na:

1. Investicijsku opremu (vodovi i kablovi, telekomunikacijska tehnika, kopir aparati, elektromotorni pogoni, uređaji merne, upravnjačke i regulacione tehnike, medicinska tehnika).
2. Uređaje široke potrošnje, koji se mogu dalje podeliti na:
 - 2.1. Belu tehniku (zamrzivači, frižideri, mašine za pranje veša i sudova, šporeti)
 - 2.2. Smeđu tehniku (radio aparati, audio i video uređaji, televizori, telefoni i telefaks uređaji i dr.)
 - 2.3. Male uređaje (fen za kosu, kafe aparati, grejalice, mlin za kafu, sokovnik, usisivači, ventilatori, mikseri, tosteri, kuhinjski bojleri i dr.)
 - 2.4. Ostalo (satovi, igračke, lampe, električni alati i dr.)

Gruba je procena da u elektrootpadu ima oko 10 % ispravnih delova, 5 % je moguće obnoviti i ponovo upotrebiti, a ostalih 85 % se mora rastaviti i razvrstati, te materijalno iskoristiti. Smatra se da nije opravdano dalje korišćenje ispravnih delova i sklopova odbačenih uređaja koji su stariji od tri godine.

Reciklaža velikih uređaja je olakšana zbog manje raznovrsnosti materijala i lakšeg izdvajanja (stepen iskorišćenja je i do 85 %). Kod malih uređaja (televizori, radio prijemnici, Hi-Fi uređaji, video i sl.) preradu otežavaju velika raznovrsnost materijala, način izrade i proizvođač. U elektroproizvodima se koristi oko 1000 raznovrsnih materijala. Brojem i količinom prednjače metali i plastika, a koriste se još staklo, guma, kompoziti, papir, karton, keramika, ulja i dr.

Metali učestvuju maseno od 50 % (kod uređaja široke potrošnje), do 74 % (kod investicione opreme), a plastika od 20 % kod investicione opreme do 24 % kod uređaja široke potrošnje. Od metala najviše su zastupljeni gvožđe i čelik, zatim bakar i aluminijum, a sa manjim sadržajima se javljaju još antimon, arsen, cink, germanijum, kadmijum, kobalt, paladijum, platina, silicijum, srebro, selen, telur, zlato, živa, kalaj i dr.

Tehnologija za preradu velikih uređaja je skoro identična kombinovanoj metodi separacije automobila i često se u praksi ta postrojenja koriste i za preradu velikih kućnih aparata.

Za preradu elektronskog sitnog otpada pre svega štampanih ploča (IC) i kablova postoji čitav niz različitih tehnoloških postupaka, ali ono što je za stručnjake PMS-a interesanto i važno, većina njih bazira se na postupcima i tehnologijama pripreme mineralnih sirovina.

IC ploča sadrži visoku koncentraciju bakra, i ista se može poslati direktno u postrojenje za topljenje bez prethodnog tretmana. Međutim, procesom topljenja se ne mogu dobiti ostali korisni metali koji predstavljaju gubitak u ovom procesu i zagađuju životnu sredinu.

Velika raznovrsnosti materijala koji se koriste pri proizvodnji elektronskih uređaja direktno utiče na složenost tehnologija mehaničke reciklaže ovih proizvoda. Sama tehnologija mehaničke reciklaže se može podeliti u dve celine a to su:

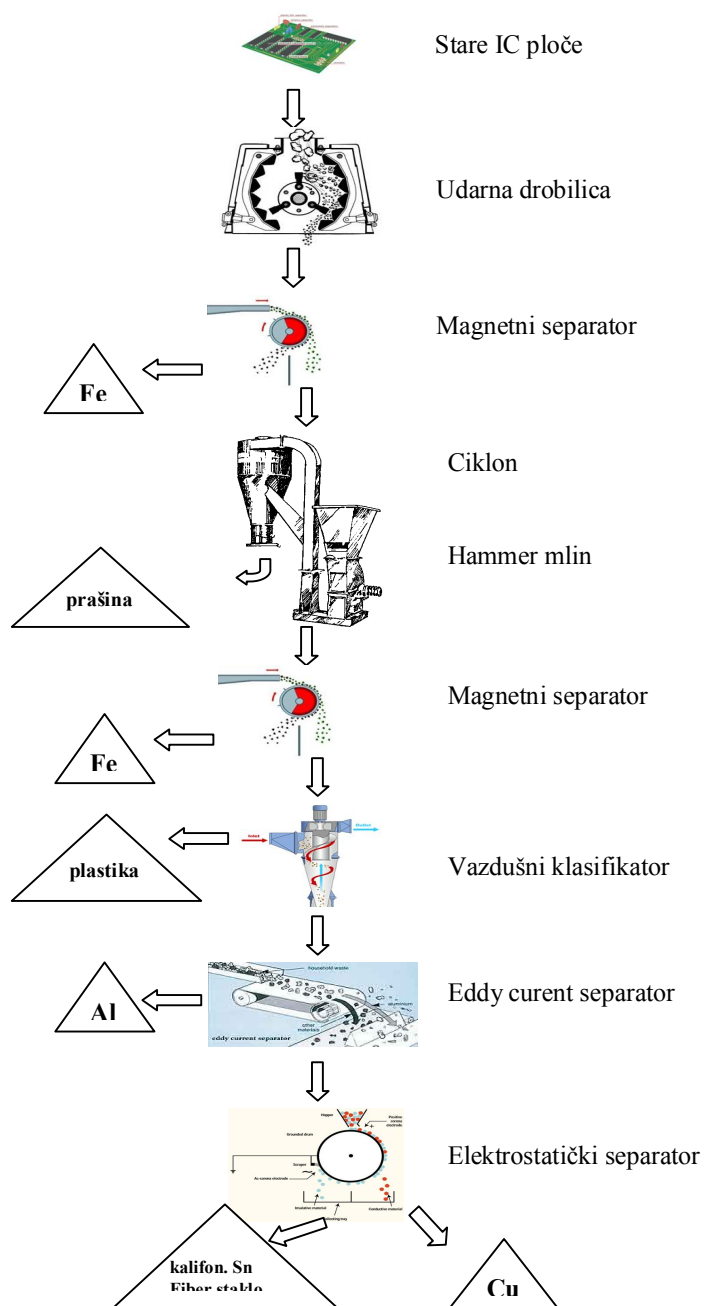
- Usitnjavanje i
- Razdvajanje sastavnih materijala.

Prvi korak kod recikliranja elektrootpada je usitnjavanje. Usitnjavanje se uglavnom izvodi u više stadijuma. Uređaji koji se koriste za usitnjavanje se baziraju na sečenju i drobljenju sirovine i to su univerzalni sekači (granulatori) i udarne drobilice raznih konstrukcija (hamer mlinovi). Transport sirovine između stadijuma usitnjavanja izvodi se pneumatskim cevovodima, a svaki uređaj za usitnjavanje poseduje sistem za otprašivanje što je od izuzetne važnosti zbog štetnosti prašine. Da bi tehnologija reciklaže bila uspešna proces usitnjavanja mora da obezbedi najveću moguću oslobođenost materijala.

Razdvajanje sastavnih materijala elektronskih uređaja je veoma složen i komplikovan industrijski proces. Veliki broj raznovrsnih materijala i elemenata koji se koriste u izradi elektronskih uređaja zahtevaju često kombinovanje različitih metoda separacije.

Najčešće metode separacije u procesu reciklaže elektronskih uređaja su:

- magnetska koncentracija
- električna koncentracija
- gravitacijska koncentracija
- flotacijska koncentracija



Slika 3. Tehnološka šema procesa fizičke separacije starih IC ploča

Magnetska koncentracija je često prvi stepen u procesu separacije elektronskih uređaja. Magnetskom koncentracijom se uspešno može izdvojiti gvožđe, a koristi se i za regeneraciju magnetskih suspenzija pri koncentraciji u teškim sredinama.

Električna koncentracija se zasniva na određenim električnim pojavama koje se javljaju kod sastavnih materijala i elemenata elektronskih uređaja. Pri električnoj

koncentraciji ispoljavaju se različita svojstva pojedinih materijala i elemenata u pogledu elektroprovodljivosti, dielektrične propustljivosti, mogućnosti naelektrisanja trenjem i kontaktom. Na čestice koje se razdvajaju ovom metodom koncentracije deluju električne i mehaničke sile.

Gravitacijska koncentracija koristi kombinovane efekte mase, zapremine, gustine i oblika čestice da bi se dobila različite trajektorije putanje u statičkoj ili dinamičkoj sredini. Moguće je primeniti najrazličitije konstrukcije uređaja za gravitacijsku koncentraciju.

Flotacijska koncentracija se zasniva na različitim fizičko hemijskim osobinama površina čestica i njihovoj sposobnosti kvašenja, odnosno nekvašenja vodom. U reciklažnim procesima koncentracije elektronskih uređaja koriste se flotacijske ćelije malih kapaciteta i dimenzija.

Metode PMS-a koje se primenjuju u procesima reciklaže IC ploča, prikazane na tehnološkoj šemi slika 3. postižu veće iskorišćenje prisutnih metala, a shodno tome da nema vode ili hemijskih dodataka u kombinaciji sa ovim postupkom, ne postoji problem otpadnih voda, što ovaj proces čini ekonomski povoljnijim a za životnu sredinu prihvatljivijim od metalurških procesa.

4.2.6. Građevinski otpad i otpad od rušenja

Građevinski otpadni material (GOM) uključuje otpad koji nastaje prilikom gradnje građevina, rekonstrukcije, održavanja ili rušenja postojećih građevina, kao i otpad nastao od iskopanog materijala, koji se ne može bez prethodne obrade koristiti. U proseku sadrži: zemlju od iskopa 75%, otpad od rušenja i građenja (otpad od keramike, betona, gvožđa, čelika, plastike i dr.) 15-25%, kao i otpadni asfalt i beton 5-10%.

Procenjuje se da u Republici Srbiji godišnje nastaje oko 1 milion t građevinskog otpada i otpada od rušenja. Građevinski otpad u Republici Srbiji završava na deponijama komunalnog otpada, a koristi se i kao inertan materijal za prekrivanje otpada na deponiji. Reciklaža građevinskog otpada ne postoji (u malim količinama se reciklira asfalt), iako se ponovo može upotrebiti oko 80% građevinskog otpada.

Proces recikliranja GOM-a obuhvata: rušenje starih ili oštećenih objekata (usled uređenja gradova i naselja, ratnih razaranja, zemljotresa, poplava itd.), usitnjavanje materijala koji je nastao rušenjem i ponovnu proizvodnju standardnih građevinskih agregata.

U procesu usitnjavanja koriste se uređaji sposobni da izdrobe armirani beton, oslobode armaturu i tako omogućе njeno izdvajanje i upućivanje na topljenje. Ovde je armatura najvrednija komponenta, pa se treba obratiti posebna pažnja pri tretmanu iste. Građevinska opeka (beton, cigla, keramika, blokovi, crep) i staklo predstavljaju sirovine koje su pogodne za proizvodnju agregata različitih raspona krupnoće i ne zahtevaju složenu opremu za njihovu preradu.

Od uređaja, koji se koriste za usitnjavanje i klasiranje GOM-a, u upotrebi su:

- Čeljusne, udarne, konusne i kljunaste drobilice (jednovaljkaste i dvovaljkaste) za razbijanje armiranog betona i izdvajanje armature,
- Magnetni separatori (sa stalnim magnetima i elektromagnetima) za razdvajanje metala i betona,

- Rotacioni "EDDY" separator (najčešće se koristi za klasiranje metalnih folija raznih dimenzija)
- Vibraciona sita (jednoetažna i višetažna) koji su dosta u upotrebi kod mokrog pranja GOM-a, ali i kod odvodnjavanja gotovih proizvoda,
- Pomoćni uređaji (transporteri, dodavaci, prihvatni bunker i dr.),
- Uređaji za pranje i odvodnjavanje materijala.

4.2.7. Otpad od eksploatacije i prerade mineralnih sirovina i otpad od energetike

Intenzivna dugogodišnja eksploatacija mineralnih sirovina u rudarskim basenima u Republici Srbiji, pored iscrpljivanja neobnovljivih prirodnih resursa i zagađenja vode i vazduha dovela je do značajnog razaranja i degradacije zemljišta i generisanja ogromnih količina čvrstog otpada. Ova pojava je naročito izražena u Kolubarskom i Kostolačkom basenu gde se vrši eksploatacija lignita koji leži ispod najkvalitetnijih zemljišta, kao i u Rudarsko-topioničarskom basenu Bor gde se eksploatiše i prerađuje ruda bakra. Površinskim kopovima i odlagalištima jalovine u velikim rudarskim basenima degradirano je oko 40.000 ha zemljišta. Od toga prirodnom i veštačkom rekultivacijom (do sada samo ozelenjavanjem) obuhvaćeno je manje od 20% površina.

Tehnologije za preradu tehnogenih otpadnih sirovina, pre svega flotacijskih jalovišta, odlagališta raskrivke površinskog kopa, metalurške šljake, piritnih izgoretina i sl. su skoro u potpunosti tehnologije PMS-a tako da se u ovom delu neće opširnije opisivati.

5. OBRAZOVANJE KADROVA IZ OBLASTI RECIKLAŽE I ODRŽIVOG RAZVOJA

Razvoj ljudskih resursa za odgovarajuće i održivo upravljanje otpadom se može podeliti u tri glavne oblasti:

- profesionalna obuka kadrova (uključujući i obuku proizvođača otpada);
- obrazovanje;
- razvijanje javne svesti.

Cilj obuke kadrova i razvijanja javne svesti je stvaranje preporuka za akcije koje će:

- povećati nivo svesti najšireg stanovništva o problemima životne sredine, a posebno kod dece i mladih ljudi, čime se stvara podloga za buduće akcije i održivo upravljanje otpadom;
- osigurati adekvatnu tehničku i profesionalnu kompetentnost na svim nivoima u institucijama i organizacijama, zaposlenih u državnim organima na svim nivoima u skladu sa nadležnostima, uključujući i kompanije iz privatnog sektora, sa odgovornošću za upravljanje otpadom i sprovođenje zakona na svim nivoima.

Ključno poboljšanje upravljanja otpadom je potreba za razvijanjem sposobnosti profesionalaca koji rade u industriji i uvođenja tehnika i tehnologija u obrazovanje budućih

profesionalaca u oblasti otpada. Javna svest o otpadu i životnoj sredini se mora razvijati, kroz medije, kroz obrazovanje u školama i kroz razne kampanje.

Profesionalna obuka biće primarni cilj u kratkoročnom periodu radi osiguranja da i osoblje koje radi u oblasti upravljanja otpadom bude tehnički kompetentno za svoj položaj. Ovo će uključiti zahteve za obuku kadrova koji se nalaze u svim kompanijama koje se bave otpadom i kadrova koji su odgovorni za upravljanje otpadom u ministarstvima ili lokalnoj samoupravi. Stručna lica iz oblasti upravljanja otpadom moraju pomoći uspostavljanju obrazovanja, razvoju politike i nastavnog programa.

5.1. RAZVOJ NASTAVNOG PROGRAMA RECIKLAŽE NA UNIVERZITETIMA U SVETU I KOD NAS

Poslednjih 15 godina na univerzitetima u svetu je prava ekspanzija smerova vezanih za oblast zaštite životne sredine i održivog razvoja. Na fakultetima društvenih i prirodnih nauka ekologija se izučava duži niz godina dok se na tehničkim fakultetima pojavljuje kasnije zbog uočene neophodnosti za inženjerskim rešavanjem nagomilanih ekoloških problema.

U narednoj tabeli dat je pregled nekoliko fakulteta tehničkih nauka koji imaju smerove koji u svom programu imaju tematiku upravljanja otpadom. Analizom nastavnih programa može se uočiti da se specijalizovan program reciklaže nalaze na fakultetima koji su se u svojoj prošlosti bavili ili se i dalje bave pripremom mineralnih sirovina. U Srbiji postoji veliki broj studijskih programa koji se bave uopšteno zaštitom životne sredine ali samo dva opširnije izučavaju upravljanje čvrstim otpadom. Jedan je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, a drugi na Tehničkom fakultetu u Boru.

Modul Reciklažne tehnologije i održivi razvoj na Studijskom programu Rudarsko inženjerstvo na Tehničkom fakultetu u Boru je nastao na osnovama PMS-a sa usklađenim nastavnim programom po ugledu na studijske programe univerziteta u EU i SAD-a.

Grad-Država	Naziv smera	Matični fakultet
Aachen-Nemačka	Upravljanje vodama i otpadom	Građevinski fakultet
Leoben-Austrija	Tehnologije odlaganja otpada i reciklaže	Univerzitet u Leobenu
Ostrava-Češka Republika	Osnovne 1. Zaštita životne sredine 2. Upravljanje otpadom i biotehnologije 3. Tehnologije i upravljanje vodama 4. Upravljanje životnom sredinom Magistarske 1. Inženjerstvo ZŽS 2. Tretman i odstranjivanje otpada 3. Tehnologije i upravljanje vodama Doktorske 1. PMS 2. ZŽS u industriji	Rudarsko-geološki fakultet
Atina-Grčka	Magistarske 1. ZŽS i razvoj (6 obavezna i 2-4 izborna od 29 predmeta)	Nacionalni tehnički fakultet
Arizona-SAD	Opasni materijali i upravljanje otpadom	Državni univerzitet

Cornwall-UK	Nauke i tehnologije za ZŽS	
Michigan-SAD	Reciklažne tehnologije (Industrijski i čvrst otpad)	Tehnološki univerzitet
PennState-SAD	Inženjer sistema zaštite životne sredine	Fakultet za energiju i inženjerstvo minerala
Wollongong-Australija	Inženjerstvo rudarstva i ZŽS	Univerzitet u Wollongongu
Košice-Slovačka Republika	Mineralurgija i ekološke tehnologije Specijalizacije 1. Ekoloske tehnologije za čvrste otpade 2. Tehnologija pripreme mineralnih sirovina 3. Tretman vode i otpadnih voda	Fakultet za rudarstvo, upravljanje, ekologiju i tehnologije u sklopu Tehničkog Univerziteta
Novi Sad-Srbija	Inženjerstvo ZŽS (osnovne + magistarske)	Fakultet tehničkih nauka
Beograd-Srbija	Inženjerstvo ZŽS	Tehnološko-metalurški
Bor-Srbija	Inženjerstvo ZŽS	Tehnički fakultet Bor
Bor-Srbija	Reciklažne tehnologije i održivi razvoj (osnovne)	Tehnički fakultet Bor
Bor-Srbija	Reciklažne tehnologije i održivi razvoj (master)	Tehnički fakultet Bor
Beograd-Srbija	Tehnologija zaštite životne sredine (master)	Rudarsko-geološki fakultet
Beograd-Srbija	Centar za zaštitu životne sredine	Rudarsko-geološki fakultet

6. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Portošnja metala i energije u Svetu ima zabrinjavajući tempo rasta. Rezerve se brzo troše. Metalni otpad predstavlja vrlo značajan sekundarni resurs, čijim se sakupljanjem i vraćanjem u proces ponovne prerade značajno smanjuje potrošnja primarnih sirovina, produžuje vek trajanja njihovih rezervi i smanjuje zagađenje životne sredine. Ponovno korišćenje metala iz otpada, kao i uopšte ponovno korišćenje drugih materijala (RECIKLAŽA) predstavlja budućnost koja se može ostvariti jedino integralnim pristupom problemu i koja u svojoj osnovi teži ka održivom razvoju. Jasan primer koji dokazuje prethodne konstatacije dat je u sledećim tabelama:

Ušteda energije korišćenjem recikliranih materijala

Materijali	(%)
Bakar	85
Olovo	65
Cink	60
Aluminijum	95
Gvožđe i čelik	74
Magnezijum	98
Titanijum	58
Papir	64
Plastika	80

Kako se da primetiti iz navedene tabele, metalni otpad je jako bogata sirovina u poređenju sa rudom, čak šta više transport i manipulacija su znatno jeftiniji. Investicioni troškovi za izgradnju postrojenja za preradu otpada i proizvodnju metala su samo 16 do 20% od troškova potrebnih za izgradnju postrojenja za preradu primarne sirovine – rude.

Osim toga proizvodne tehnologije bazirane na preradi sekundarnog metala su mnogo jednostavnije i za životnu sredinu prihvatljivije što se na primeru gvožđa i čelika jasno uočava u sledećoj tabeli.

Povoljnosti korišćenja gvožđa i čelika iz otpadnih sirovina

Povoljnosti	(%)
Ušteda energije	74
Ušteda materijala dobijenih iz rude	90
Smanjenje zagađivanja vazduha	86
Smanjenje potrošnje vode	40
Smanjenje zagađivanja voda	76
Smanjenje rudarskog otpada (jalovine)	97

7. LITERATURA

1. Milan Trumić, G. Trumić, Lj. Obradović, Reciklaža guma, *XVIII Jug. simp. o PMS*, Banja Vrujci, (2002), 226-229.
2. Lj. Obradović, Z. Stevanović, Milan Trumić, Z. Stanojević-Šimšić, New Technology of Tail Depositing from Bor Flotation, *35th International October Conference on Mining and Metallurgy*, Bor Lake, Serbia, (2003), 215-220.
3. Milan Trumić, Goran Trumić, Biserka Trumić, Dragan Stojanović, Reciklaža štampanih ploča, *Inovacije i razvoj*, 1-2, (2005) pp. 3-17.
4. Maja Đorđević, Milan Trumić, Goran Trumić, Uticaj vrste reagenasa na kvalitet recikliranog novinskog papira, *Inovacije i razvoj*, 1-2, (2006) pp. 22-42.
5. Milan Trumić, Maja Trumić, Tretman povratnih voda iz fabrike kartona UMKA postupkom flotacijske koncentracije, *Inovacije i razvoj*, 1-2, (2007) pp. 3-8.
6. Milan Trumić, Maja Trumić, Zoran Marković, Separation of ink particles from waste newspaper by deinking flotation, *Journal of Mining and Metallurgy*, 43A(2007) pp. 33-41.
7. Milan Trumić, Dejan Stojanović, Goran Trumić, Possibilities of obtaining copper from cables through gravity concentration, *37th International October Conference on Mining and Metallurgy*, Bor Lake, Bor, 3-6 October, Serbia, (2005), pp. 322-329.
8. Maja Đorđević, Milan Trumić, Deinking of newspaper by flotation, *XII International Symposium in the field of pulp, paper, packaging and graphics*, Zlatibor, June 20th-23rd, Serbia, (2006), pp. 149-153.

9. Milan Trumić, Snežana Bajić, Recycling paper using deinking flotation process, *XII International Symposium in the field of pulp, paper, packaging and graphics*, Zlatibor, June 20th-23rd, Serbia, (2006), pp. 21-25.
10. Maja Đorđević, Milan Trumić, Goran Trumić, pH influence on mass recovery of recycled newspaper, *Recyklace Odpadů X*, VŠB-TU Ostrava, 3. November, Czech Republic, (2006), pp. 155-160.
11. Milan Trumić, Maja Đorđević, Goran Trumić, Influence of the temperature of liquid phase on final recycled newspaper properties, *20th International Serbian Symposium on Mineral Processing*, Soko Banja, 1-4 November, Serbia, (2006), pp. 242-248.
12. Maja S. Trumić, Milan Ž. Trumić, Grozdanka Bogdanović, Zoran S. Marković, Goran Trumić, Deinking of recycled pulps using flotation and magnetic process, *12th Conference on Environment and Mineral Processing*, VŠB-TU Ostrava, 5-7 June, Czech Republic, (2008), pp. 169-172.
13. Grozdanka Bogdanović, Zoran S. Marković, Milan Ž. Trumić, Maja S. Trumić, Mining solid waste and waste waters management in mining basin Bor, *12th Conference on Environment and Mineral Processing*, VŠB-TU Ostrava, 5-7 June, Czech Republic, (2008), pp. 347-352.
14. Maja S. Trumić, Milan Ž. Trumić, Flotation and magnetic deinking of office waste paper (OWP), *40th International October Conference on Mining and Metallurgy*, Sokobanja, 5-8 October, Serbia, (2008), pp. 230-236.
15. Milan Ž. Trumić, Ninoslav Pavlović, Goran Trumić, Influence of smelting slag grindability on maximum diameter of ball in charge by Bond, *40th International October Conference on Mining and Metallurgy*, Sokobanja, 5-8 October, Serbia, (2008), pp. 185-188.
16. Danijela Urošević, Zoran Stevanović, Milan Trumić, Dejan Šaponjić, Reciklaža automobila, XII Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2004, Borsko Jezero, 30. maja - 02. juna, Srbija, (2004), pp. 181-184.
17. Dragan Randelović, Milan Trumić, Toplica Marjanović, BOLJE ODRŽIVE REKE: Kampanja za primenu novih tehnologija u rudnicima dunavskog sliva koje smanjuju zagađenje teškim metalima i obezbeđuju održivu proizvodnju, XII Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2004, Borsko Jezero, 30. maja - 02. juna, Srbija, (2004), pp. 591-594.
18. Robert Jogić, Milan Trumić, Reciklaža akumulatora, XII Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2004, Borsko Jezero, 30. maja - 02. juna, Srbija, (2004), pp. 616-619.
19. Goran Stanković, Milan Trumić, Recikliranje građevinskog otpadnog materijala, XII Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2004, Borsko Jezero, 30. maja - 02. juna, Srbija, (2004), pp. 634-637.
20. Dejan Stojanović, Dragan Stojanović, Milan Trumić, Tehnologije reciklaže automobila, XII Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2004, Borsko Jezero, 30. maja - 02. juna, Srbija, (2004), pp. 638-641.

21. Milan Trumić, Nadežda Čalić, Ljubiša Andrić, Miroslav Ignjatović, Reciklažne tehnologije i održivi razvoj, XIX Simpozijum o pripremi mineralnih sirovina, Topola, Oplenac, Srbija, (2004), pp. 257-265.
22. Ljubiša Obradović, Milan Trumić, Zoran Stevanović, Tehničko tehnološka analiza postojećeg stanja na flotacijskom jalovištu RTH flotacije u Boru, XIX Simpozijum o pripremi mineralnih sirovina, Topola, Oplenac, Srbija, (2004), pp. 343-348.
23. Rodoljub Stanojlović, Zoran Marković, Milan Trumić, Održivi razvoj i reciklažne tehnologije – faktor opstanka života na planeti, *XIII Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2005*, Borsko Jezero, 01-04. juna, Srbija, (2005), pp. 3-14.
24. Maja Đorđević, Milan Trumić, Goran Trumić, Reciklaža automobilskih guma primenom fizičkih postupaka, *XIII Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2005*, Borsko Jezero, 01-04. juna, Srbija, (2005), pp. 195-198.
25. Milan Trumić, Dragan Stojanović, Goran Trumić, Reciklaža štampanih ploča postupcima magnetne i gravitacijske koncentracije, *XIII Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2005*, Borsko Jezero, 01-04. juna, Srbija, (2005), pp. 199-202.
26. Milan Trumić, Dejan Stojanović, Goran Trumić, Reciklaža kablova postupcima gravitacijske koncentracije, *XIII Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2005*, Borsko Jezero, 01-04. juna, Srbija, (2005), pp. 203-206.
27. Sanja Bugarinović, Milan Trumić, Goran Trumić, Reciklaža plastike postupcima flotacijske koncentracije, *XIII Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2005*, Borsko Jezero, 01-04. juna, Srbija, (2005), pp. 207-209.
28. Slaviša Petrikić, Milan Trumić, Goran Trumić, Reciklaža konzervi iz otpada, *XIII Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2005*, Borsko Jezero, 01-04. juna, Srbija, (2005), pp. 210-213.
29. Maja Đorđević, Milan Trumić, Goran Trumić, Reciklaža novinskog papira deinking sistemom, *XIV Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2006*, Sokobanja, 04-07. juna, Srbija, (2006), pp. 130-134.
30. Milan Trumić, Snežana Bajić, Reciklaža papira primenom flotacijskih metoda koncentracije, *XIV Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2006*, Sokobanja, 04-07. juna, Srbija, (2006), pp. 135-140.
31. Sanja Bugarinović, Milan Trumić, Goran Trumić, Flotacijska separacija PVC iz PVC/PET plastične mešavine, *XIV Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2006*, Sokobanja, 04-07. juna, Srbija, (2006), pp. 141-145.
32. Ninoslav Pavlović, Milan Trumić, Ispitivanje sastava komunalnog čvrstog otpada u ruralnoj sredini, *XIV Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2006*, Sokobanja, 04-07. juna, Srbija, (2006), pp. 335-339.
33. Marina Ilić, Milan Trumić, PREDAVANJE PO POZIVU, Upravljanje komunalnim otpadom u Srbiji - stanje i perspektive, *XIV Naučno-stručni skup o prirodnim*

- vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2006*, Sokobanja, 04-07. juna, Srbija, (2006), pp. 585-596.
34. Milan Trumić, Radule Tošović, Nacionalna strategija održivog korišćenja prirodnih resursa i priprema mineralnih sirovina, *VII Kolokvijum o pripremi mineralnih sirovina*, Beograd, 1. decembar (2006), Srbija, pp. 58-69.
 35. Milan Trumić, Maja Đorđević, Goran Trumić, Uticaj petroleja kao reagensa na kvalitet recikliranog novinskog papira deinking flotacijom, *I Simpozijum o reciklažnim tehnologijama i održivom razvoju*, Soko Banja, 01-04. Novembra, Srbija, (2006), pp. 236-241.
 36. Sanja Bugarinović, Milan Trumić, Reciklaža PVC i Pet plastike postupkom flotacije, *I Simpozijum o reciklažnim tehnologijama i održivom razvoju*, Soko Banja, 01-04. Novembra, Srbija, (2006), pp. 251-256.
 37. Robert Jorgić, Živko Sekulić, Milan Trumić, Zoran S. Marković, Usitnjavanje metalnog otpadnog materijala u šrederima tipa čekićar, *I Simpozijum o reciklažnim tehnologijama i održivom razvoju*, Soko Banja, 01-04. Novembra, Srbija, (2006), pp. 404-408.
 38. Robert Jorgić, Ljubiša Andrić, Milan Trumić, Zoran S. Marković, Uticajni parametri na kvalitet usitnjavanja metalnog otpada u šrederima, *I Simpozijum o reciklažnim tehnologijama i održivom razvoju*, Soko Banja, 01-04. Novembra, Srbija, (2006), pp. 409-414.
 39. Rodoljub Stanojlović, Zoran Marković, Milan Trumić, Jovica Sokolović, Zoran Štirbanović, Industrijski otpad RTB-a Bor, zagađivač životne sredine ili značajan sirovinski resurs, *Prva regionalna naučno-stručna konferencija o upravljanju industrijskim otpadom*, Kopaonik, 22-25. Oktobra, Srbija, (2007), pp. 1-5.
 40. Sanja Bugarinović, Milan Trumić, Uticaj temperature i koncentracije rastvora NaOH na flotabilnost plastike, *XV Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2007*, Sokobanja, 27-30. maja, Srbija, (2007), pp. 538-542.
 41. Maja S. Trumić, Milan Trumić, Danijela Ošap, Tretman otpadnog mulja iz fabrike kartona UMKA postupkom flotacijske koncentracije, *XV Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2007*, Sokobanja, 27-30. maja, Srbija, (2007), pp. 557-561.
 42. Sanja Bugarinović, Milan Trumić, Uporedna analiza i pregled tehnologija reciklaže štampanih ploča, *XVI Naučno-stručni skup o prirodnim vrednostima i zaštiti životne sredine, EKOIST 2008*, Sokobanja, 01-04. jun, Srbija, (2008), pp. 465-468.
 43. Strategija upravljanja otpadom za period 2010-2019. Godine, Vlada Republike Srbije, Beograd, 2010.
 44. Milan Ž. Trumić, Grozdanka Bogdanović, Maja S. Trumić, Sanja J. Bugarinović, Industrial waste and its environmental impact – Case study of Bor, *ISWA Beacon 2010: Public-private partnership and hazardous waste in developing countries in SEE, Middle East and Mediterranean Region*, Novi Sad, 08th-10th December, Serbia (2010), pp. 117-122.