

RECIKLIRANJE ULJA IZ MOTORNH VOZILA

Dr Kovač Pavel, redovni profesor, akademik, email: pkovac@uns.ac.rs

Dr Savković Borislav, docent, email: savkovic@uns.ac.rs

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Republika Srbija

Dr Šooš Ljubomir, profesor, lubomir.soos@stuba.sk

Slovak Technical University, Faculty of Mechanical Engineering, Nam Slobody, Slovakia

Nenad Kulundžić MsC, kulundzic@uns.ac.rs

Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Republika Srbija

Sarjanović Dražen, MSc, email: sarjanovicd@gmail.com

Sara-Mont. Doo, Milića Rakić 7, Beograd, Republika Srbija

Sažetak: Pored uobičajenih produkata koji se recikliraju sve više na značaju dobija i recikliranje ulja naročito iz motornih vozila. Na taj način se štede resursi i sprečava veliko zagađenje okoline. U radu je prikazano kako pored uobičajenih produkata od nafte u uljima se nalaze razni aditivi koji su opasni po okolinu. Direktiva EU definiše odstranjivanje, regeneraciju, spaljivanje i recikliranje ulja. Takođe je dat pregled stanja u Srbiji. Kako u Srbiji ne postoji sistem za propisno sakupljanje i postupanje sa otpadnim motornim uljima, skoro celokupna količina prosipa se zagađujući vodene resurse ili se nepropisno spaljuje emitujući u atmosferu štetna jedinjenja. U Srbiji se očekuje doprinos u donošenju pravnih akata koji će ovu oblast značajno definisati. Poznato je da se rabljeno motorno ulje teško uklanja i sadrži toksične hemikalije i teške metale. Lepi se i zadržava na svemu od peska na plaži do perja na pticama.

Ključne reči: recikliranje ulja, propisi EU, stanje u Srbiji.

RECYCLING OF OILS FROM MOTOR VEHICLES

Abstract: In addition to the usual recyclable products, the recycling of oil, especially from motor vehicles, is gaining in importance. This saves resources and prevents large environmental pollution. In addition to the usual oil products in oils, there are various additives that are dangerous to the environment. The EU Directive defines the removal, regeneration, incineration and recycling of oil. It also provides an overview of the situation in Serbia. As there is no system for proper collection and treatment of waste oil in Serbia, almost all of the quantities are purged by polluting water resources, or improperly burns by emitting harmful compounds into the atmosphere. Serbia is expected to contribute to the adoption of legal acts that will significantly define this area. It is known that used motor oil is difficult to remove and contains toxic chemicals and heavy metals. It is beautiful and is kept on everything from sand on the beach to feathers on birds.

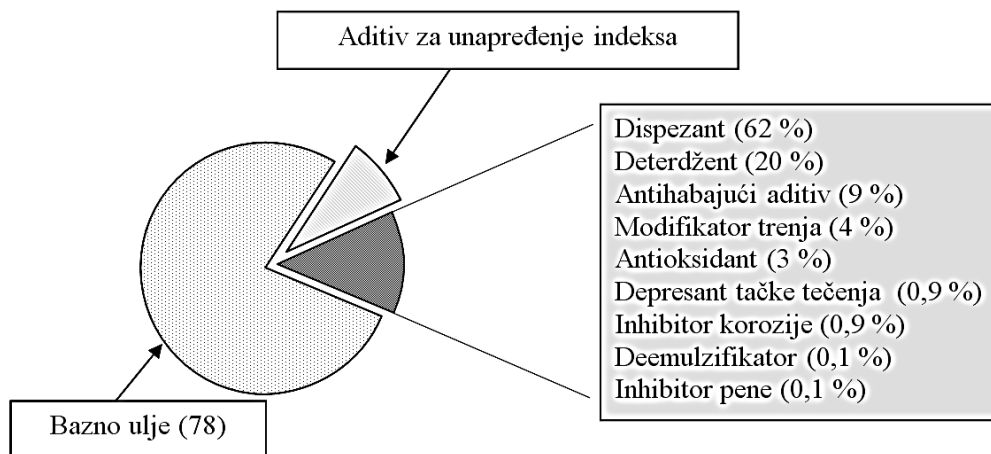
Key words: Oil recycling, EU regulations, situation in Serbia.

1. UVOD

Relativno uobičajeno je da ljudi recikliraju papir, staklo, plastiku, metale, itd. Infrastrukture i servisi za ove aktivnosti reciklaže su dostupni i kategorički dobro shvaćeni [1]. Ali recikliranje petrolejskih produkata je manje poznato i nekada zbunjujuće. Regulative propisane od strane EU, o kojima će biti više reči u daljem tekstu, i rad agencija za reciklažu rapidno pobuđuju svest preduzeća u kojima je zastupljena eksploatacija ulja i maziva o prednostima i potrebama reciklaže.

Pažnju, takođe, treba posvetiti i individualcima koji rade na svojim vozilima kod kuće ili u manjim servisima. Ovi individualci stvaraju velike količine iskorišćenih ulja koji bi se mogli reciklirati. Mnogi ljudi kojima nije poznata važnost reciklaže korišćenog ulja, nesvesno škode svojoj okolini prosipanjem iskorišćenog ulja. Takva dela, posebno kada se prosipanje vrši u vodu, mogu da snose katastrofalne posledice. Samo kao primer imamo da samo jedna kap tog ulja može da zagadi jedan kubni metar vode. Recikliranjem, se drži ova neželjena supstanca podalje od reka, jezera, potoka i stajaće vode. Svi mi delimo odgovornost za zaštitu životne sredine i za očuvanje voda kao zdravih prirodnih resursa [2].

Ulja se koriste u raznim tehnološkim, proizvodnim i industrijskim sistemima koji nisu jeftini, kako bi se produžio njihov radni vek a i radni vek ovog fluida potrebno je vršiti njegovu redovnu kontrolu. Kako bi se poboljšale karakteristike ulja i raznih maziva njima se dodaju aditivi različitog porekla i namene, slika 1. Neke od dodatih materija mogu biti toksične tako da treba izbegavati direktan kontakt sa njima tj. treba koristiti odgovarajuće zaštitne mere.



Slika 1. Tipičan sastav ulja za dizel motore (SAE 15W-49, API CE)

Podela ulja:

- industrijska
- kompresorska
- motorna ulja

Industrijska ulja se prave, dodavanjem raznih vrsta aditiva, da izdržavaju znatno veći broj sati rada, veći i do nekoliko stotina puta u odnosu na motorna, a da njihove tribološke karakteristike ostanu nepromenjene tokom cele eksploatacije. Dok se motorna projektuju da daju svoj maksimum za relativno mali broj radnih sati. Po sastavu, motorna ulja su bazna i mogu se podeliti na: sintetička, polusintetička i mineralna. Za bolje rešenje u eksploataciji, pokazala su se sintetička, dok u pogledu na cenu, i dalje su mineralna mnogo jeftinija. Polusintetička ulja su mešavine, odnosno nešto između.

Neki od pokazatelja iskorišćenosti motornih ulja su: bazni broj, TAN-totalni kiselinski broj, prisustvo vode, sadržaj nerastvorivih čestica, totalni bazni broj (TBN), penjenje, sadržaj pepela, temperatura stišnjavanja. Pored ulja, antifriz, boje i lakovi, a često i ambalaža u

kojima su bili upakovani predstavljaju opasni otpad koji ne bi trebalo odlagati u uobičajene posude za smeće ili bacati u kanalizaciju. Opasni otpad nastao u servisu za popravku vozila je opasno odlagati u prirodu.

Korišćeno motorno ulje se može reprocesuirati u gorivo koje može biti korišćeno u pećima za grejanje ili u elektranama za proizvodnju električne struje za domove, škole i poslovne kancelarije. Takođe može da se koristi za industrijske bojlere za održavanje ili sjedinjavanje sa gorivom za marinu. Ono se može re-rafinisati u ulja za podmazivanje koja stiču iste karakteristike API specifikacije kao izvorno motorno ulje.

2. PROPISI EU

U direktivi EU o odstranjivanju otpadnih ulja (75/439 i popravka 87/101 i 91/692) navedene su neke odluke i zahtevi [3]. Njihov siže je sledeći:

1. Definicija otpadnih ulja: Otpadno ulje je svako mineralno mazivo ili industrijsko ulje, koje nije više primereno za upotrebu za koju je bilo namenjeno, pogotovu korištena motorna ulja, ulja za zupčaste prenosnike, kao i mineralna, mašinska, turbinska i hidraulična ulja. Ubrajaju se i ostaci ulja iz rezervoara i emulzije vode i ulja.
2. Otpadna ulja potrebno je sakupljati i odstranjivati na načine koji nisu štetni ili opasni za čoveka, vode, vazduh ili tlo.
3. Prilikom odstranjivanja otpadnih ulja ponovna upotreba ima (regeneracija ili spaljivanje) prednost u odnosu na uništavanje.
4. Zabranjeno je :
5. ispuštanje otpadnih ulja u kanalizaciju i vode,
6. skladištenje otpadnog ulja i ostataka od regeneracije otpadnih ulja, što bi moglo imati negativne uticaje na tlo.
7. upravljanje otpadnim uljima koja zagađuju vazduh.
8. Formiraju se registrovana preduzeća za sakupljanje i odstranjivanje otpadnih ulja po određenim geografskim područjima i adekvatna skladišta i sakupljališta otpadnog ulja.
9. Preduzeća koja sakupljaju i odstranjuju otpadna ulja moraju imati za obavljanje te delatnosti dozvolu. Preduzeće može dobiti dozvolu za upotrebu otpadnog ulja kao goriva onda kada je uspostavilo sve mere za zaštitu zdravlja i okoline.
10. Prilikom rerafinacije otpadnih ulja ne sme dolaziti do zagađivanja prirode. Bazna ulja koja nastaju nakon rerafinacije otpadnih ulja nesmeju imati toksična svojstva, sadržaj PCB/PCT (policiklični bifenili/policiklični tetrafenili) se određuje.
11. Pri upotrebi otpadnih ulja kao gorivo ne sme dolaziti do zagađivanja vazduha, pre svega emisijama. Otpadno ulje može se upotrebiti kao gorivo u sistemima sa uređajem za loženje, koga snaga mora biti veća od 3 MW. Pri tom ne smeju nastajati opasni produkti sa sadržajem PCB/PCT veću od 50 ppm.
12. Uzročnik mora predati otpadno ulje skupljaču.
13. Prilikom skladištenja i skupljanja otpadna se ulja ne smeju mešati sa uljima koja sadrže više od 50 ppm PCB/PCT i drugim opasnim otpacima.
14. Uzročnik, sakupljač ili odstranjivač više od 500 litara otpadnog ulja godišnje mora voditi evidenciju otpadaka o količini, kvalitetu, izvoru, skladištenju, predaji ili preuzimanju otpadnih ulja.
15. Sakupljači, odstranjivači i prerađivači moraju ministarstvo izveštavati o količini sakupljenih, odstranjenih ili prerađenih otpadnih ulja.

16. Funkcionisanje preduzeća koja sakupljaju i odstranjuju otpadna ulja proverava nadležno ministarstvo.
17. Preduzeća za sakupljanje i odstranjivanje otpadnih ulja mogu primati državne subvencije.
18. Zaključci o upravljanju otpadnim uljima se zaključuju na osnovu izveštaja o količini sakupljenih, odstranjenih ili prerađenih otpadnih ulja, koje prima ministarstvo.
19. Mogu se odrediti i strože mere zaštite okoline, nego što su navedeni u evropskoj direktivi. Može se npr. zabraniti upotreba otpadnog ulja za spaljivanje.
20. Svaka članica EU izveštava komisiju o tehničkim saznanjima, iskustvima i rezultatima koje je odobrila direktiva. Komisija pregleda izveštaje i posreduje ih drugima članicama.
21. Države članice EU pripremaju svake 3 godine izveštaj o odstranjivanju otpadnih ulja i posreduju ga Komisiji EU.
22. Države članice EU posreduju Komisiji EU bitnije državne zakone sa jednakom tematikom, kao što je uređuje ta Direktiva.
23. Ta direktiva važeća je za članice EU.

3. PROCESI RECIKLIRANJA ULJA

U daljem tekstu, će se posveti pažnju sledećim postupcima recikliranja ulja:

- Regeneracija
 - ✓ Rerafinacija
 - ✓ Rekondicioniranje
- Spaljivanje
- Izvoz

Konvertovanje otpadnih ulja za podmazivanje u komercijalno upotrebljive proizvode ostvaruje se danas mnogobrojnim procesima, od kojih su najznačajniji prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Postupci recikliranja otpadnog ulja za podmazivanje

Vrsta otpadnog ulja	Postupak	Proizvodi
Industrijska ulja malo kontaminirana	Prečišćavanje radi ponovne upotrebe kao maziva - regeneracija	Hidraulička ulja, reduktorska ulja, prava ulja za obradu; Ulja za kalupe, maziva za protočno podmazivanje
Motorna i druga ulja	Rerafinacija	Bazna ulja
Sve vrste otpadnog ulja	Termički kreking	Gasno ulje (dizel gorivo, lako ulje za loženje)
Mešoviti otpad	Gasifikacija	Sintetički gas
Sve vrste otpadnih ulja, posebno jako kontaminiranih i degradiranih	Oštrije reprocesiranje	Goriva za brodske motore; goriva za toplane
	Srednje reprocesiranje	Goriva za cementare, asfaltne baze, velike brodske motore
	Direktno sagorevanje u postrojenjima za spaljivanje otpadnih ulja	

Regeneracija se zasniva na činjenici da se mineralna ulja za podmazivanje nikada ne degradiraju potpuno. Zbog toga se korišćena ulja, koja nisu jako kontaminirana i hemijski degradirana, mogu prečišćavanjem osposobiti za ponovnu upotrebu. Prečišćavanje mogu

realizovati sami korisnici ulja ili se taj posao prepušta specijalizovanim organizacijama. Ovaj postupak se preporučuje svuda gde za to postoji tehničko i ekonomsko opravdanje. Postupak rerafinacija zahteva relativno složenu tehnologiju da bi se dobila kvalitetna bazna ulja.

Rerafinacija se posebno stimuliše kod otpadnih motornih ulja, jer su ona dominantna po količini sakupljenih otpadnih ulja i takvog nivoa degradacije da se drugi postupak ne može koristiti u cilju ponovnog dobijanja maziva. Veliki deo sakupljenih otpadnih ulja se danas sagori radi dobijanja toplotne energije. Pri tome postoje različite mogućnosti korišćenja otpadnih ulja kao goriva. Jedna od novijih je termički kreking pomoću koga se kao glavni proizvod dobija dizel gorivo. Otpadna ulja kao goriva mogu da se koriste za pogon većih brodskih motora, u toplanama, cementarama i asfaltnim bazama. Za te namene se otpadna ulja moraju reprocessirati radi uklanjanja vode, drugih isparljivih i čvrstih materija, ali i izvršiti provera prisustva toksičnih komponenti. Kod otpadnih ulja koja sadrže kancerogene i toksične komponente vrši se sagorevanje u specijalnih postrojenjima za tu namenu ili se vrši odlaganje u strogo kontrolisanim uslovima.

Rekondicioniranje je sastavljeno iz više postupaka, kao što su: mehaničke separacije, sejanje, taloženje, filtracija, apsorpcija, adsorpcija, sep. magnetne sep. i vakuumske dehidracije [3].

- Mehaničke separacije razdvajaju nečistoće koje su natopljene u ulju, kao što su blato, razna vlakna, metalni delići i voda.
- Sejanje kroz sita (screening) je spuštanje ulja kroz metalna sita za odstranjivanje grubih nečistoća. Taloženje (settling) gravitaciono odvaja deliće veće specifične težine (metalni delići, voda, blato). Proces je dugotrajan.
- Filtracija čisti najfinije plivajuće nečistoće, koje nije moguće odstraniti prethodnim postupcima (papir, tekstil, metalni delići, keramika). Uglavnom imamo dve filtracije: vazдушnu (pod visokim pritiskom) i dubinsku za adsorbne i apsorbnne medije.
- Apsorpcija odstranjuje iz ulja netopljive okside. Adsorpcija je komplikovaniji proces (upotrebljava se za odstranjivanje aktivnih komponenti, boja i mirisa).
- Centrifugalna separacija je efikasnija od mehaničke sep. Upotrebljava se za čišćenja ulja i odvajanja pojedinih tečnosti. Vrlo je brza i efikasna.
- Magnetna separacija se upotrebljava za odvajanje metalnih delića iz korištenih ulja, naročito obradivih.
- Vakuumska dehidracija je postupak, gde se destilacijom pod vakuumom odstranjuju nečistoće, kao što su npr. neizgorelo gorivo, sredstva za rastvaranje i sl. Vakuum sprečava oksidaciju ulja. Taj postupak odstranjuje i ostatke lakih kiselinskih molekula. Koriste se razne kombinacije nabrojanih postupaka vrlo složenu i raznoliku opremu (parni filteri, vakuumski ultrafilteri, radiotalasne vakuumske centrifuge itd.)



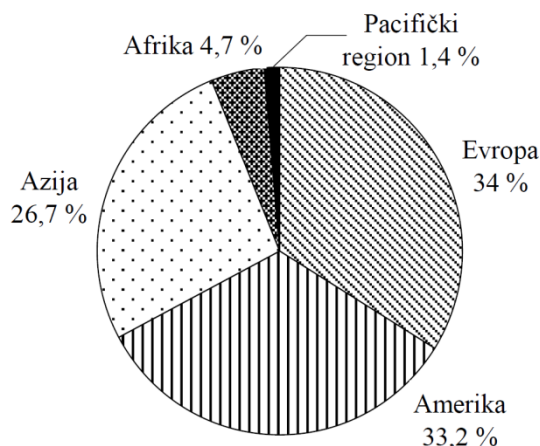
Slika 2. Izgled pogona za ponovnu preradu ulja [2]

Spaljivanje i suspaljivanje otpadnih, neprerađenih motornih ulja u neodgovarajućim ložištima prouzrokuje mnogo štete po okolinu. Sa emisijama idu u vazduh teški metali, otrovni gasovi (Sox, NOx, HCI) i otrovni ostaci sagorevanja. U električnim napravama (npr. transformatorima) nastaju vrlo otrovni PCB i PCT, koji su u hladnim uljima vrlo postojani. Pri rerafinaciji nemoguće ih je odstraniti. Njihova upotreba je po Bazelskoj konvenciji vrlo ograničena.

Izvoz bi bio krajnja mogućnost u slučaju da u matičnoj državi nema mogućnosti za spaljivanje, ne regeneracije. I to se može delimično regulisati taksama, što može vrlo uticati na potraživanje u matičnoj državi (spaljivanje) [3]. U Evropi se naglo povećava potraživanje za korišćenim uljima, pre svega kao energent za spaljivanje. Mnoge države ga i izvoze. Tako se povećavaju mogućnosti za izvoz, ali time ne bi pripomogli našoj privredi, jer tečne energente uvozimo. Sa druge strane bi taj isti energetske potencijal izvozili kao posledica slabe organizovanosti.

4. STANJE POTROŠNJE MAZIVA U SVETU

Zahtevi za mazivima se zadnjih deset godina kreću u granicama od 37 do 38 miliona tona godišnje. Raspodela potrošnje maziva po industrijskim regionima pokazuje da se po trećina ukupne količine maziva troši u Evropi, Americi i Aziji, slika 3.



Slika 3. Potrošnja maziva u svetu po industrijskim regionima [4]

5. STANJE U SRBIJI

Izveštaje o uljima koja su plasirana na tržište Republike Srbije, Agenciji kroz informacioni sistem Nacionalnog registra izvora zagađivanja, poslalo je 672 obveznika naknade za upravljanje posebnim tokovima otpada u 2017 godini, odnosno 606 za 2016 godinu. Podaci o vrsti i količini proizvoda koji spadaju u ovu kategoriju koji su stavljeni na tržište Republike Srbije prikazani su u Tabeli 2.

Tabela 2. Količina ulja stavljena na tržište

	Ukupna količina (izraženo u litrima)	Ukupna količina (izraženo u tonama)
Ulja (sva mineralna i sintetička ulja i maziva) u 2017. godini	20686384,4	17265,7
Ulja (sva mineralna i sintetička ulja i maziva) u 2016. godini	19121640,8	16446,9

Sa gledišta familija maziva ne postoje podaci o potrošnji, ali se može zaključiti da ona prati odnose koji važe za Evropu. U odnosu na vrstu baznog ulja mineralna maziva su pretežno zastupljena sa preko 95%, manji je udeo sintetičkih maziva nego u svetu, dok su maziva na bazi biljnih ulja kao ekološka maziva sasvim neznatno zastupljena u potrošnji. U Srbiji ne postoji proizvodnja baznih ulja, a proizvodnja aditiva je sporadična [4].

5.1 Sakupljeni i ponovo iskorišćeni otpad

Otpadnim uljima se smatraju sva mineralna ili sintetička ulja ili maziva, koja su neupotrebljiva za svrhu za koju su prvobitno bila namenjena, kao što su hidraulična ulja, motorna, turbinska ulja ili druga maziva, brodska ulja, ulja ili tečnosti za izolaciju ili prenos toplote, ostala mineralna ili sintetička ulja, kao i uljni ostaci iz rezervoara, mešavine ulje-voda i emulzije. Otpadno jestivo ulje je ulje koje nastaje obavljanjem ugostiteljske i turističke delatnosti, u industriji, trgovini i drugim sličnim delatnostima. Prema Katalogu otpada, otpadna ulja se nalaze u više grupa, ali su najvećim delom obuhvaćena indeksnim brojevima 12 00 00 i 13 00 00.

Na osnovu Godišnjeg izveštaja o otpadu operatera postrojenja za ponovno iskorišćenje otpada dobijen je podatak da je u 2017. godini prerađeno 5967 t otpadnog ulja, dok je u 2016. godini prerađeno 4343 t. Prema izveštajima izvoznika ove vrste otpada izvezeno je 41 t u 2017. godini, odnosno 116 t otpadnog ulja za 2016 godinu.

Na osnovu Izveštaj o stanju životne sredine u Republici Srbiji za 2017. godinu u tabeli 3 prikazane su količine posebnih tokova otpada za šest vrsta za koje se prati količina proizvoda stavljenih na tržište. U odnosu na prethodnu godinu povećane su količine ukupnog tretiranog otpada za ove vrste otpada, smanjene su količine odloženog otpada koji sadrži azbest i količine otpadnih baterija i akumulatora, otpadnog ulja i EE otpada koje su izvezene, a povećana je količina uvoza otpadnih olovniha baterija

Tabela 3. Podaci o količinama posebnih tokova otpada u 2017. godini

Vrsta otpada	Odložen otpad (t)	Tretiran otpad (t)	Izvezen otpad (t)	Uvezen otpad (t)
Otpad od električne i elektronske opreme	/	33210	2827	/
Otpadni azbest	495	/	/	/
Otpadna ulja	/	5967	41	/
Otpadne gume	/	47955		246
Otpadne baterije i akumulatori	/	13093	5005	1081
Vozila	/	1458	/	/

Na osnovu Tabele 4 u kojoj je dat prikaz količina otpada koje su tretirane različitim postupcima u skladu sa R listom može se videti da je postupcima R1 – R13 tretirano približno 90 hiljada t opasnog otpada i 1,67 miliona tona neopasnog otpada. Postupcima R12 i R13 koje podrazumevaju pripremu za tretman i skladištenje pre tretmana je tretirano oko 257459 t, nakon čega je ta količina predana drugim operaterima ponovo na tretman. Najviše otpada je tretirano postupkom R4 odnosno reciklažom metala s obzirom da su otpadno gvožđe i ostali metali vrste otpada koje su najviše zastupljene u otpadu koji je podvrgnut ponovnom iskorišćenju, a značajne su i količine otpada koji je tretiran postupkom R5 odnosno reciklažom i prerađom drugih neorganskih materijala.

Tabela 4. Količine ponovno iskorišćenih količina otpada prema R oznakama

Oznaka načina tretmana	Količina prerađenog otpada (t)	
	Opasnog	Neopasnog
R1- Korišćenje otpada prvenstveno kao goriva ili drugog sredstva za proizvodnju energije	8.166	114.786
R2- Regeneracija/prerada rastvarača	137	546
R3- Recikliranje/prerada organskih materija koji se ne koriste kao rastvarači	2.788	262.798
R4- Recikliranje/prerada metala i jedinjenja metala	41.666	672.351
R5- Recikliranje/prerada drugih neorganskih materijala	448	350.004
R6- Regeneracija kiselina ili baza	/	/
R7- Obnavljanje komponenata koje se koriste za smanjenje zagađenja	16.452	1.535
R8- Obnavljanje komponenata katalizatora	/	/
R9- Re-rafinacija ili drugi način ponovnog iskorišćenja otpadnog ulja	3.670	64
R10- Izlaganje otpada procesima u zemljištu koji imaju korist za poljoprivredu ili ekološki napredak	389	499

R11- Korišćenje otpada dobijenog bilo kojom operacijom od R1 do R10	872	2.150
R12- Promene radi podvrgavanja otpada bilo kojoj od operacija od R1 do R11	13.349	61.856
R13- Skladištenje otpada namenjenih za bilo koju operaciju od R1 do R12	915	181.339
Ukupno	88.852	1.674.928

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu iznesenog mogu se izvući sledeći zaključci:

- U propisima EU su jasno definisani zakoni i obaveze oko recikliranja korišćenih ulja kao i načini recikliranja i odstranjivanja.
- U Srbiji se donose propisi u koji će regulisati ili su donekle regulisali ovu oblast u cilju smanjenja šteta koje ne recikliranje ulja donosi životnoj sredini. Postoji nekoliko pozitivnih primera u ovoj oblasti koji ohrabruju.

Uvođenje reda u ovoj oblasti ne samo da će zaustaviti dalje zagađivanje životne sredine sa katastrofalnim posledicama, nego će značajno doprineti razvoju biznisa u ovoj oblasti. Sakupljanje, transport i postupci propisnog korišćenja otpadnog motornog ulja ostvariće se i značajan ekonomski benefit kroz supstituciju osnovnih sirovina.

7. LITERATURA

- [1] Kovac, P., Palkova, Z. 2017. Proizvodno mašinstvo i obnovljivi izvori energije, FTN Izdavštvo, Novi Sad, 122.
- [2] Simic, S., Golubovic, D., Savkovic, B., Kovac, P., Jesic, D. 2016. Monitoring of wood briquettes combustion parameters depending on share waste materials obtained from refining process of base oils and paraffin, Oxidation Communications Vol.39, No. 4, 3291-3304.
- [3] <http://www.otpadnaulja.unecopn.org>
- [4] Rac, A., Vencl, A., Savić, LJ. 2007. Stanje tržišta maziva u svetu - pogled na tržište Srbije, 10th International Conference on Tribology SERBIATRIB'07, 193-196.