

**UNIVERZITET U BANJALUCI
OJ-TEHNOLOŠKI FAKULTET
BANJA LUKA
NAUČNO-NASTAVNOM VIJEĆU**

**Predmet: Izvještaj o ocjeni podobnosti teme i kandidata mr Draženka
Bjelić za izradu doktorske teze**

Odlukom Naučno-nastavnog vijeća Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci br. 15/3.501-8b/2 od 15.03.2012. godine, imenovani smo u Komisiju za ocjenu podobnosti teme i kandidata mr Draženka Bjelić za izradu doktorske teze pod nazivom „**Razvoj optimalnog modela upravljanja komunalnim otpadom za Banju Luku primjenom procjene životnog ciklusa**“.

Komisija u sastavu:

1. **dr Anđelka Mihajlov, redovni profesor** Fakulteta tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, uža naučna oblast Zaštita životne sredine (Upravljanje otpadom);
2. **dr Marina Ilić, redovni profesor** Fakulteta za ekologiju i zaštitu životne sredine Univerziteta Union-Nikola Tesla u Beogradu, uža naučna oblast Upravljanje otpadom i održivi razvoj;
3. **dr Ljiljana Vukić, vanredni profesor** Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, uža naučna oblast Ekološko inženjerstvo;
4. **dr Miloš Sorak, redovni profesor** Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, uža naučna oblast Inženjerski menadžment.

pregledala je materijal prijave teme za izradu doktorske teze kandidata mr Draženka Bjelić i podnosi slijedeći

I Z V J E Š T A J

1. BIOGRAFSKI PODACI, NAUČNA I STRUČNA DJELATNOST KANDIDATA

Osnovni biografski podaci

Mr Draženko Bjelić rođen je 02.06.1969.godine u Mrkonjić-Gradu. Diplomirao je na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci 1998.godine sa prosječnom ocjenom 8,46. Postdiplomske studije završio je na Tehnološkom fakultetu Univerziteta u Banjoj Luci sa prosječnom ocjenom 9,88. Magistarski rad pod nazivom "Neutralizaciono taloženje više različitih metala iz galvanskih otpadnih voda uz ispunjavanje ISO standarda za zaštitu okoline" odbranio je 2007.godine.

Mr Draženko Bjelić je od 10.07.1998.god. do 07.04.1999.god. radio kao stručni saradnik na Tehnološkom fakultetu u Banjaluci na Zavodu za hemijsko inženjerstvo. Od 07.04.1999.god. do 30.04.2004.god. kandidat je radio kao asistent na Tehnološkom fakultetu u Banjaluci na Zavodu za hemijsko inženjerstvo i koordinator na DAAD projektu "Upravljanje čvrstim otpadom".

Od 01.05.2004.god. kandidat je zaposlen u JP "DEP-OT" Regionalna deponija u Banjaluci, gdje je obavljao poslove projekt menadžera na projektu Svjetske banke "Upravljanje čvrstim otpadom u BiH", u okviru koga je formirana Regionalna deponija u Ramićima i poslove tehničkog direktora. Od 04.03.2011.god. kandidat obavlja poslove rukovodioca razvoja.

U svom dosadašnjem radu kandidat je radio na izradi većeg broja studija, planova i projekata iz oblasti upravljanja otpadom i zaštiti životne sredine. Autor je većeg broja stručnih i naučnih radova iz oblasti zaštite životne sredine. Takođe, kandidat je više puta boravio u inostranstvu na stručnim seminarima i usavršavanju u oblasti upravljanja čvrstim otpadom i to:

- Radionica u organizaciji Svjetske banke "Upravljanje čvrstim otpadom u zemljama Zapadnog Balkana. Razmjena iskustava", Dublin, Republika Irska, 2009.god.,
- Radionica u organizaciji Svjetske banke "Opštinske investicije i finansijske operacije, tehnička obuka i nabavke", Vašington, SAD, 2006.god.
- Stručno usavršavanje na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Kajzerslauternu u okviru projekta "Upravljanje čvrstim otpadom", Kajzerslautern, Njemačka, 2000.god.

Mr Draženko Bjelić je uspješno završio i dva specijalistička kursa za postdoktorante na Danskom tehničkom univerzitetu, Departman za zaštitu životne sredine i to:

- "Modelovanje procjene životnog ciklusa(LCA) sistema čvrstog otpada-EASEWASTE model", K. Lingbi, Danska, juni 2010.god. i
- "Napredna procjena uticaja na životnu sredinu "Waste-To-Energy" tehnologija", K.Lingbi, Danska, novembar 2011.god.

Mr Draženko Bjelić ima smisla za organizaciju rada, timski rad i izraženu komunikativnost sa saradnicima. Član je Udruženja inženjera i tehničara Srbije, Nacionalane asocijacije za čvrsti otpad Bosne i Hercegovine (BASWA), kao i Međunarodne asocijacije za čvrsti otpad (ISWA). Kandidat govori, čita i piše engleski jezik i poznaje rad na računaru.

Bibliografija

NAPOMENA: Boldirani radovi su objavljeni iz područja koje obuhvata prijavljena tema disertacije i imaju naučnu težinu.

Rad saopšten na naučnom skupu međunarodnog značaja, štampan u cjelini:

Drazenko Bjelic, Goran Vujic, George M. Lajsic, Nebojsa Knezevic, "Modeling of impact from landfilling technologies by means of LCA", The 5th PSU-UNS International Conference on Engineering and Technology (ICET-2011), Phuket, Thailand, May 2-3, 2011

Nebojša Knežević, *Draženko Bjelić*, "Geomehanički istražni radovi na deponiji gudronskog otpada u Bosanskom Brodu", 6.Simpozijum "Reciklažne tehnologije i održivi razvoj", Soko Banja, 18.-21. Septembar 2011.god.

Nebojša Knežević, *Draženko Bjelić*, "Determining the quantity and spatial distribution of acid tar sludge landfill within the Oil refinery Bosanski Brod", 12th Conference with International participation "Waste Management - GzO'11" Slovenj Gradec, Slovenia, August 30-September 1, 2011

Drazenko Bjelic, Goran Vujic, "Environmental Assessment of Ramici Landfill (Banja Luka) by Means of LCA-Modeling (EASEWASTE)", ISWA Beacon Conference 2010, Novi Sad, Serbia, December 8-10, 2010,

Draženko Bjelić, Jovo Mandić, "Neutralizaciono taloženje više različitih metala iz galvanskih otpadnih voda", 28. Stručno-naučni skup sa međunarodnim učešćem Vodovod i kanalizacija '07, Tara, 17- 19. oktobar 2007.god.

Ivica Budiša, *Draženko Bjelić*, "Izrada projekta sanacije i proširenja odlagališta komunalnog otpada "Ramići" u Banjoj Luci, u skladu sa direktivom EU CD 1999/31", IX međunarodni Simpozij Gospodaranje otpadom, Zagreb, 15-18. novembar 2006.

Draženko Bjelić, Jovo Mandić, Đurađ Davidović, Vesna Samac, Slobodan Bunić, "Kategorizacija banjalučke deponije Ramići na osnovu terenskih rekognosciranja", Međunarodna konferencija opasne vode, komunalni čvrsti otpad i opasni otpad, Tara, 28-31. maja 2002.god.

Draženko Bjelić, Jovo Mandić, Đurađ Davidović, Vesna Samac, Slobodan Bunić, "Prilog izradi programskih elemenata za istražne radove na banjalučkoj deponiji", Međunarodna konferencija opasne vode, komunalni čvrsti otpad i opasni otpad, Tara, 28-31. maja 2002.god.

Jovo Mandić, Đurađ Davidović, *Draženko Bjelić*, Lena Mandić, "Zaštita željeza od korozije u kiselim rastvorima pomoću inhibitora", 17. jugoslovenski Simpozijum o koroziji i zaštiti materijala sa međunarodnim učešćem, Beograd, 15-17. novembra 2000.god.

Slobodan Bunić, Stojan Baltić, Rade Katana, Đurađ Davidović, *Draženko Bjelić*, "Štapni uzemljivač dobijen eksplozionim spajanjem", 17. jugoslovenski Simpozijum o koroziji i zaštiti materijala sa međunarodnim učešćem, Beograd, 15-17. novembra 2000.god.

Rad saopšten na naučnom skupu međunarodnog značaja, štampan u izvodu:

Brankica Gegić, *Draženko Bjelić*, Dragana Nešković-Markić, Željka Šobot-Pešić, "Morfološki sastav i karakteristike miješanog komunalnog otpada na deponiji Ramići", II međunarodni kongres Inženjerstvo, Ekologija i materijali u procesnoj industriji, Jahorina, 9.-11. Marta 2011.god.

Milena Marković, Slobodan Bunić, Slavko Kuzmanović, *Draženko Bjelić*, "Recikliranje i uticaj toner praha na čovjekovo zdravlje i životnu sredinu", XIII YUCORR međunarodna konferencija "Razmjena iskustava na području korozije, zaštite materijala i životne sredine", Tara, 05.-08. April 2011.god.

Draženko Bjelić, Brankica Gegić, Dragana Nešković-Markić, Željka Šobot-Pešić, "Okolišna procjena sistema i tehnologija čvrstog otpada pomoću EASEWASTE modela", XI Međunarodni simpozij gospodarenje otpadom, Zagreb, Novembar 25-26, 2010.god.

Draženko Bjelić, Brankica Gegić, Dragana Nešković-Markić, Željka Šobot-Pešić, "Smanjenje troškova i transporta komunalnog otpada izgradnjom pretovarne stanice na primjeru opštine Gradiška", XII YUCORR međunarodna konferencija "Saradnja istraživača različitih struka na području korozije, zaštite materijala i životne sredine", Tara, 18. -21.maj 2010.god.

Željka Šobot-Pešić, Dragana Nešković-Markić, *Draženko Bjelić*, Brankica Gegić, "Uticaj procesa sagorijevanja dizel goriva na deponiji "Ramići" na produkciju sumpor-dioksida", XII YUCORR međunarodna konferencija "Saradnja istraživača različitih struka na području korozije, zaštite materijala i životne sredine", Tara, 18. -21.maj 2010.god.

Dragana Nešković-Markić, Željka Šobot-Pešić, *Draženko Bjelić*, Brankica Gegić, "Određivanje starosti procjednih voda sa deponije Ramići mjerenjem pH vrijednosti, BPK5, HPK i koncentracije teških metala", XII YUCORR međunarodna konferencija "Saradnja istraživača različitih struka na području korozije, zaštite materijala i životne sredine", Tara, 18. -21.maj 2010.god.

Draženko Bjelić, Dragana Nešković-Markić, Željka Šobot-Pešić, Brankica Gegić, "Uticaj I faze sanacije na koncentraciju ukupnih lebdećih čestica na deponiji Ramići", I Međunarodni kongres Inženjerstvo, materijali i menadžment u procesnoj industriji, Jahorina, 14-16. oktobra 2009.god.

Rad saopšten na naučnom skupu nacionalnog značaja, štampan u izvodu:

Željka Šobot-Pešić, Brankica Gegić, Dragana Nešković-Markić, *Draženko Bjelić*, "Metode degasifikacije deponija i mogućnosti iskorištenja deponijskog gasa", IX Simpozijum hemičara i tehnologa Republike Srpske, Banja Luka, 12.-13. novembra, 2010.god.

Rad u naučnom časopisu nacionalnog značaja:

Jovo Mandić, Draženko Bjelić, "Mogućnost regeneracije rastvora za nagrizanje bakra kod izrade štampanih ploča", Glasnik hemičara i tehnologa Republike Srpske, 44(2003) 295-301

Jovo Mandić, Draženko Bjelić, "Uklanjanje kadmijuma iz galvanskih otpadnih voda", Glasnik hemičara i tehnologa Republike Srpske, 45(2003) 127-134

Jovo Mandić, Milorad Maksimović, Draženko Bjelić, "Regeneracija sumporne kiseline iz otpadnih voda", Zbornik prirodno-matematičkih nauka, Banja Luka, 2003.god.

Murisa Cerić, Jovo Mandić, Draženko Bjelić, "Tendencije razvoja alkalnih i kiselih elektrolita za galvansko taloženje cink prevlaka", Zaštita materijala 44(2003) broj 4

Jovo Mandić, Đurađ Davidović, Draženko Bjelić, "Izrada talasovodnih cijevi metodom galvano oblikovanja", Zaštita materijala 43(2002) broj 3

J. Mandić, Đ. Davidović, D. Bjelić, M. Maksimović, "Izdvajanje olova iz galvanskih otpadnih voda i koncentrata", Glasnik hemičara i tehnologa Republike Srpske, 43(2002) 127-131

2. ZNAČAJ I NAUČNI DOPRINOS ISTRAŽIVANJA

2.1.Značaj istraživanja

Upravljanje komunalnim otpadom i uticaji koji su posljedica istog na životnu sredinu, postali su predmet rastuće pažnje u industrijski razvijenim zemljama. Generalna skupština Ujedinjenih Nacija je istakla ekološki zdravo upavljenje otpadom kao najvažniju činjenicu u održavanju kvaliteta ekološki zdrave životne sredine na Zemlji i u postizanju ekološki zdravog i održivog razvoja.

Koncept procjene životnog ciklusa (LCA - Life Cycle Assessment) se može uspješno primijeniti i na sistem upravljanja komunalnim otpadom u svrhu identifikacije opterećenja životne sredine i procjene uticaja na životnu sredinu.

U toku protekle dekade, LCA je našla primjenu u upravljanju otpadom omogućivši nove uvide u ekološke aspekte upravljanja otpadom. Proizvod LCA obično se fokusira na proizvodnju i fazu korištenja, dok se otpad često tretira kao izlazni rezultat produktivnog sistema, za koji se dalji ekološki uticaji ne uzimaju u obzir.

Životni ciklus otpada je faza životnog ciklusa proizvoda koja počinje kada se proizvod baci u smeće, a završava se kada se otpadni materijal razgradi, reciklira u nove proizvode ili trajno deponuje kao konačan otpad.

Kandidat će u svom istraživanju pratiti uticaj različitih tehnologija za tretman otpada na životnu sredinu kroz različite kategorije uticaja i to:

- globalno zagrijavanje,
- formiranje fotohemijskog ozona,
- trošenje ozona,
- kiselost,

- obogaćivanje nutrientima,
- eko-toksičnost u zemljištu,
- eko-toksičnost u vodi,
- toksikacija ljudi putem zemljišta,
- toksikacija ljudi putem vode i
- toksikacija ljudi putem vazduha

Dobijene rezultate kandidat treba uporediti sa postojećim nacionalnim i međunarodnim propisima, kada je to moguće, ili sa eksperimentalnim podacima dostupnim u radovima autora koji se bave sličnom problematikom. Za očekivati je da će dobijeni rezultati pokazati da postoje značajne razlike u uticaju različitih tehnologija u tretmanu komunalnog otpada na životnu sredinu.

2.2. Pregled istraživanja

Još osamdesetih godina prošlog vijeka ekološka analiza proizvoda postala je važna tema pošto su potrošači zahtijevali informacije o ekološkim posljedicama nastalim potrošnjom. Primjena perspektive životnog ciklusa u ekološkoj analizi proizvoda i procesa izrodila je novu disciplinu, procjenu životnog ciklusa (LCA).

Sprovođenje detaljnog ispitivanja životnog ciklusa proizvoda i usluga jeste relativno novi koncept, tj. upravljački instrument koji je nastao kao odgovor na povećanu svijest o zaštiti životne sredine. Životni ciklus proizvoda predstavljaju uzastopne i međusobno povezane faze sistema proizvoda, od nabavke sirovina do konačnog odlaganja. Procjena životnog ciklusa se može definisati kao metoda koja proučava aspekte životne sredine i potencijalni uticaj nekog proizvoda i usluga ili sistema na životnu sredinu, od ekstrakcije sirovina, kroz proizvodnju, korištenje i odlaganje [1].

Ovaj pristup, koji se također naziva i „od koljevke do groba“, našao je široku primjenu u industriji u cilju smanjenja opterećenja na životnu sredinu izazvanih proizvodnjom, korištenjem i odlaganjem proizvoda.

Uzimanje u obzir perspektive životnog ciklusa znači da su sistemi koji se izučavaju tipično veoma kompleksni i da LCA može pružiti razumljiv i prihvatljiv rezultat. Tokom osamdesetih godina prošlog vijeka, kada je LCA bila još u povojima, obavljen je veliki broj komparativnih studija koje su sprovedene u različitim evropskim zemljama i to za alternativne sisteme pakiranja mlijeka koje se raznosi po domaćinstvima. Iako se studija bavila poređenjem više ili manje istih tehnologija pakovanja i pokušala je dati odgovor na isto pitanje (povratne staklene boce ili boce od polikarbonata naspred mlijeka u tetrapaku), došlo se do različitih zaključaka vezanih za odgovor na pitanje koji od sistema pakovanja ima najmanji uticaj na životnu sredinu. Razlog za to leži u složenosti sistema. U nekim slučajevima, ekološki uticaji proistekli iz proizvodnje struje koja se koristi u proizvodnji pakiranja su uzeti u obzir, a u drugima nisu. Za neke tehnologije, bili su dostupni svježiji podatci, dok su za druge bili stari i po deset godina [2].

Upravljanje komunalnim otpadom i uticaji koji su posljedica istog na životnu sredinu, postali su predmet rastuće pažnje u industrijski razvijenim zemljama. Generalna skupština Ujedinjenih Nacija je istakla ekološki zdravo upavljenje otpadom kao najvažniju činjenicu u održavanju kvaliteta ekološki zdrave životne sredine na Zemlji i u postizanju ekološki zdravog i održivog razvoja [3].

Koncept LCA se može uspješno primijeniti i na sistem upravljanja komunalnim otpadom u svrhu identifikacije opterećenja životne sredine i procjene uticaja na životnu sredinu [4].

U toku protekle dekade, LCA je našla primjenu u upravljanju otpadom omogućivši nove uvide u ekološke aspekte upravljanja otpadom. Proizvod LCA obično se fokusira na proizvodnju i fazu korištenja, dok se otpad često tretira kao izlazni rezultat produktivnog sistema, za koji se dalji ekološki uticaji ne uzimaju u obzir.

Životni ciklus otpada je faza životnog ciklusa proizvoda koja počinje kada se proizvod baci u smeće, a završava se kada se otpadni materijal razgradi, reciklira u nove proizvode ili trajno deponuje kao konačan otpad [5].

Od devedesetih godina prošlog vijeka u Evropskoj uniji upravljanje čvrstim otpadom vođeno je hijerarhijom koja je predlagala da minimizaciji otpada, i čistijim tehnologijama treba dati veći prioritet i prednost nad reciklažom, insineracijom i deponovanju [6].

Hijerarhija otpada je dio evropske Direktive o upravljanju otpadom 91/156/EEC, čija je svrha zaštita okoliša i obezbjeđivanje održivog razvoja. Ova direktiva je dopunjena sa direktivama 2006/12/EC i 2008/98/EC [7,8]. Direktiva 2008/98/EC postavlja osnovne principe upravljanja otpadom: ona zahtijeva da se upravlja otpadom bez ugrožavanja ljudskog zdravlja i životne sredine, a posebno bez rizika za vodu, vazduh, zemljište, biljke ili životinje, da se ne uzrokuje štetnost po sela ili specijalna područja.

Zakonodavstvo o otpadu i politika država članica Evropske unije primjenjivaće se kao prioritet u cilju poštovanja sljedeće hijerarhije upravljanja otpadom: sprečavanje nastanka otpada, zatim, ponovna upotrebi materijala, reciklaža, povrat energije kroz insineraciju otpada i na kraju deponovanje [8].

Strategijom o prevenciji i reciklaži otpada iz 2005.godine predviđeno je LCA postane veoma važno oruđe kojim će se podržavati donošenje odluka u svim aspektima upravljanja otpadom [9]. Konačno, korištenje procjene životnog ciklusa u upravljanju otpadom je potpomognuto u Direktivi o otpadu 2008/98/EC, navodeći da odstupanje od hijerarhije otpada, koja je inače vodeći princip u upravljanju u EU, može biti moguće kad je to opravdano sa procjenom životnog ciklusa [8].

Prema standardima ISO 14040 i ISO 14044, LCA se provodi kroz slijedeće četiri faze [10,11]:

- **Definicija cilja i obima:** definisanje parametara studije,
- **Analiza inventara:** pripremanje inventara za ulaz i izlaz svih procesa koji formiraju dio životnog ciklusa proizvoda,
- **Procjena uticaja:** korištenje rezultata analize inventara da bi se pripremili ekološki uticaji i profili potrošnje resursa za sistem proizvoda,
- **Interpretacija:** analiziranje profila uticaja i potrošnje resursa u skladu sa definisanim ciljem i obimom studije, uključujući i analizu senzitiviteta ključnih elemenata procjene.

Definicija cilja je opisana kao svrha studije i proces donošenja odluka kojima ekološke odluke daju podršku. S obzirom na kompleksnost LCA, veoma je važno tačno definisati vrstu pitanja koje se mogu postaviti u LCA metodi i samim tim i vrstu pitanja na koja LCA ne može dati odgovor.

Definicija cilja također treba da navede mogući obim odluka koje će se donijeti na osnovu studije, jer će one imati značaj za definiranje obima. To je naročito važno kada se studija bavi potencijalnim promjenama na društvenom nivou, kao što su promjene u sistemima upravljanja otpadom koje mogu u mnogome uticati na druge aktivnosti u društvu. Za definiciju obima, ove promjene bi trebalo identificirati ukoliko je to moguće, i uključiti u sistem koji se proučava. LCA se većinom koristi za uporijeđivanje, ne za apsolutne rezultate. Definicija cilja bi stoga često sugerirala komparativne procjene dva ili više alternativna sistema ili relativna doprinosa pod-sistema.

Definicija obima LCA studije mora da se bavi ovim pitanjima:

- Objekt (predmet) studije – funkcionalna jedinica
- Ograničenja sistema i promjene preko ograničenja
- Kriterije procjene koji će se primjeniti
- Vremenska skala studije
- Tehnologije koje predstavljaju različite procese
- Doznačavanje za procese koji također ulaze u druge sisteme.

U prvom koraku definicije obima, proizvod ili sistem je definisan funkcijom koju pruža korisniku. Cilj LCA je stoga inicijalno definiran funkcijom ili uslugom koju pruža. Kako bi se obezbijedilo ravnopravno poređenje, veoma je važno da sistemi koji se porede pružaju istu funkciju korisniku. Funkcionalna jedinica se koristi kao osnova za kasnije sakupljanje ulaznih i izlaznih podataka u analizi inventara.

Za procjenu životnog ciklusa sistema otpada, funkcionalna jedinica studije mogla bi obuhvatiti:

- Količinu otpada kojim se upravlja
- Sastav otpada
- Trajanje usluga upravljanja otpadom
- Kvalitet upravljanja otpadom (pravni limiti emisije, zahtjevi za taložne proizvode)

Sakupljanje inventornih podataka veže izlaze i ulaze različitih procesa za funkcionalnu jedinicu studije. Ovo istraživanje za funkcionalnom specificiranošću je fundamentalna karakteristika uticaja životnog ciklusa i rezultujuća procjena uticaja, kako bi se procijenili uticaji na životnu sredinu pruženih usluga specificiranih funkcionalnom jedinicom.

Cilj procjene uticaja je interpretacija emisija u njihove potencijalne uticaje na područjima zaštite primjenom najboljeg dostupnog znanja o relacijama između emisija i njihovih efekata na životnu sredinu. Danas je sveopšte prihvaćeno da ta zaštićena područja procjene životnog ciklusa budu: ljudsko zdravlje, prirodna sredina, prirodni rezursi i životna sredina koju su stvorili ljudi.

U fazi interpretacije procjene životnog ciklusa, rezultati se interpretiraju imajući u vidu definisani cilj i ograničenja definisana obimom studije. Rezultat interpretacije može da se preporuči donosiocima odluka koji će ih u svakom slučaju vrijednovati naspram drugih kriterija donošenja odluka. Interpretacija također može obezbijediti ulaz za dalju iteraciju, pregled i moguću reviziju obima studije, sakupljanje podataka za inventar i /ili procjenu uticaja.

U principu, LCA uzima u obzir sve uticaje na ovim „područjima zaštite“ bilo da su izazvani proizvodom ili sistemom. Tu se mogu uvrstiti kategorije uticaja koje idu od promjene klime radi emisije gasova sa efektom staklene bašte, do uticaja na ljudsko zdravlje povezanih sa ispuštanjem toksičnih supstanci, te do ekoloških uticaja izazvanih fizičkim promjenama zemljišta. LCA stoga primjenjuje holistički pristup u odnosu na sistem koji proučava i u odnosu na uticaje obuhvaćene u okviru parametara koji se procjenjuju. Holistički pristup je važna snaga LCA kada se koristi kao podrška donošenju odluka vezanih za razvoj sistema upravljanja otpadom.

U zadnjih petnaest godina razvijeno je nekoliko modela sa specijalnom namjenom u procesu procjene posljedica na životnu sredinu izazvanih sistemima upravljanja otpadom koji koriste princip o životnog ciklusa.

Model IWM koji je dopunjen 2001 primjenjuje životni ciklus razmišljanja na postupanje sa komunalnim čvrstim otpadom, ali ni jedan model nije uvrstio procjenu uticaja na životni ciklus [12,13].

Švedski model ORWARE (istrživanje organskog otpada) je posebno usmjeren ka procjeni različitih strategija organskog otpada kako iz domaćinstva tako i iz industrije [14].

Agencija za zaštitu životne sredine SAD-a je razvila alat za podršku donošenju odluka pri upravljanju čvrstim otpadom (ISWM DST –Integrated Solid Waste Management Decision-Support-Tool). Glavni cilj je optimizacija sistema otpada u odnosu na jednu od ukupno datih funkcija. ISWM DST ne obuhvata proračune na procjenu uticaja na životni ciklus (eng. LCIA) ali je zato više fokusiran na elemente optimizacije [15, 16].

Tradicionalno LCA oruđe za industrijske proizvode, UMBERTO, je razvilo modul koji se specijalno fokusira na upravljanje čvrstim otpadom. Pokazalo se da taj element modul ima veoma nisku stopu osjetljivosti na ulaznu vrstu otpada koji je odabran u modelu [17].

Wisard oruđe je razvio Ecobilan (sada PriceWaterHouse Coopers) za Agenciju za zaštitu životne sredine Velike Britanije i predstavlja jedan od najsloženijih modela, dajući korisniku mogućnost biranja višestrukog broja metoda tretiranja i tehnologija. Kritikovana je upotrebljivost modela, nedostatak transparentnosti i nedostatak smjernica potrebnih za tumačenje rezultata [18].

EASEWASTE(eng. *EASEWASTE-Environmental Assessment of Solid Waste Systems and Technologies*) model označava procjenu utjecaja sistema i tehnologija za upravljanje čvrstim otpadom na životnu sredinu, te je LCA-model (model za procjenu životnog ciklusa) za upravljanje otpadom. Model je razvijen na danskom tehničkom univerzitetu.

Sistemske granice modela definirane su sistemom upravljanja otpadom iz tačke izvora otpada, tačke separacije do konačnog odlaganja ostataka otpada, koji su postali inertni, tako da ne doprinose daljem utjecaju na životnu sredinu [19].

Procjena podrazumjeva brojne kategorije uticaja (tabela 1) koje pokrivaju potencijalne uticaje na nekoliko djelova životne sredine (vazduh, površinske vode i podzemne vode,) i takođe potencijalne rizike za ljude [20].

Kategorije uticaja na životnu sredinu podjeljene su u 3 grupe:

1. standardni uticaji na životnu sredinu,
2. toksički-orijentisani uticaji, i
3. uticaji na resurse podzemne vode.

Standardne uticji na životnu sredinu uključuju:

- globalno zagrijavanje,

- formiranje fotohemijskog ozona,
- trošenje ozona,
- kiselost, i
- obogaćivanje nutrientima

Toksički-orientisane kategorije uključuju:

- eko-toksičnost u zemljištu,
- eko-toksičnost u vodi,
- toksikacija ljudi putem zemljišta,
- toksikacija ljudi putem vode i
- toksikacija ljudi putem vazduha

Potencijalni uticaj na resurse podzemne vode je predstavljen sa (SGR) i izračunat na osnovu količine podzemne vode koja može biti zagađena od procijedne vode.

Tabela 1: Kategorije potencijalnog uticaja

Kategorija potencijalnog uticaja	Oznaka	Jedinica
globalno zagrijavanje	GW	CO ₂ -ekv. osoba ⁻¹ godina ⁻¹
formiranje fotohemijskog ozona	POF	C ₂ H ₄ - ekv. osoba ⁻¹ godina ⁻¹
trošenje ozona	OD	CFC-11- ekv. osoba ⁻¹ godina ⁻¹
kiselost	AC	SO ₂ - ekv. osoba ⁻¹ godina ⁻¹
obogaćivanje nutrientima	NE	NO ₃ - ekv. osoba ⁻¹ godina ⁻¹
eko-toksičnost u zemljištu	ETs	m ³ tla osoba ⁻¹ godina ⁻¹
eko-toksičnost u vodi	ETw	m ³ vode osoba ⁻¹ godina ⁻¹
toksikacija ljudi putem zemljišta	HTs	m ³ tla osoba ⁻¹ godina ⁻¹
toksikacija ljudi putem vazduha	HTa	m ³ vazduha osoba ⁻¹ godina ⁻¹
toksikacija ljudi putem vode	HTw	m ³ vode osoba ⁻¹ godina ⁻¹
uništeni resursi podzemne vode	SGR	m ³ podzemne vode osoba ⁻¹ godina ⁻¹

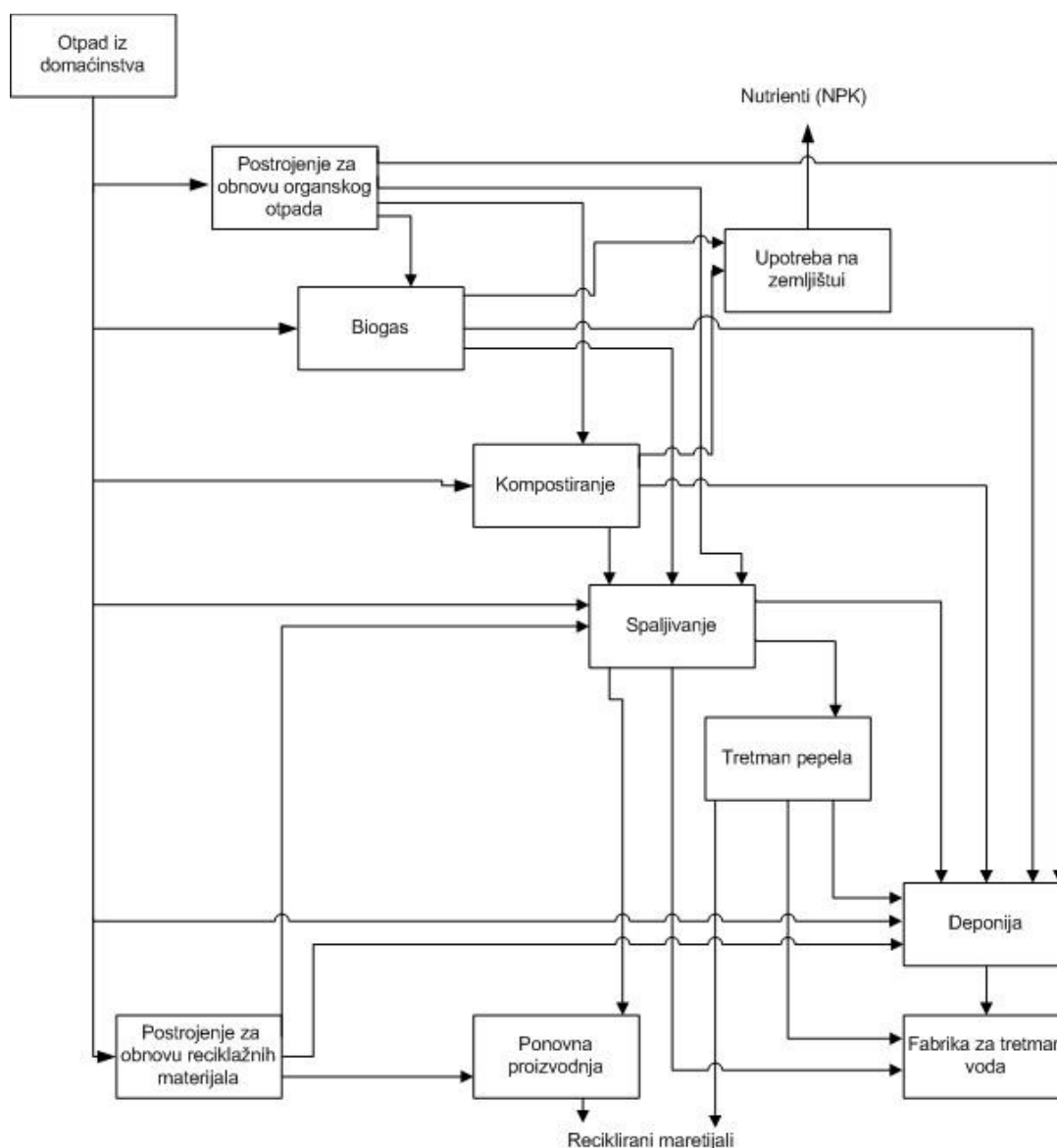
Model je podjeljen u tri glavna dijela za korisnički input: „proizvodnja otpada“, „sakupljanje otpada“ i „tretman otpada, iskorištavanje i odlaganje“. U dijelu koji se bavi proizvodnjom otpada definišu se količine i sastav otpada. Otpad se definiše pomoću frakcija materijala, a hemijska i fizička svojstva se mogu mijenjati. Sistem sakupljanja je prvobitno definisan određivanjem izvora separacije frakcija i efikasnosti, potom je definisan potrošnjom goriva za sakupljanje otpada. Treći dio „tretman otpada, iskorištavanje i odlaganje“ je najveći korisnički input koji se treba sprovesti. U ovom dijelu se odabiru sve rute sakupljanja, od sakupljanja frakcija otpada do metoda tretiranja. U svakoj metodi se baza potadaka sastoji od niza različitih tehnologija od kojih se jedna bira za određeni scenario.

Model korisniku pruža mogućnost definisanja različitih sistema otpada za tri vrste izvora nastanka: domaćinstvo sa jednom porodicom, domaćinstvo sa više porodica i male komercijalne poslovne jedinice [21]. Podjela izvora je moguća jer su veoma često sastav

otpada i sistemi sakupljanja drugačiji za različita rezidencijalna područja i nastambene tipove, te je stoga moguće modelovati sastav otpada, potrošnju goriva i rute tretmana za svaki izvor otpada posebno.

Modelovanje potencijalnih uticaja na životnu sredinu, nastalih tretamanom otpada može se posmatrati kao grana ili hijerarhijski sistem, u kome jedan od tretmana može imati ostatak koji se mora uputiti na sljedeći tretman. Dakle, postoji više izbora koji se mogu napraviti, a koji se tiču sprovođenja procjene, jer se može pojaviti veoma puno ostataka. Hijerarhijska struktura daje korisniku mogućnost da izabere različite tehnologije za metodu tretiranja za različite vrste otpada i ostataka.

Na slici 1. prikazane su mogući pravci u EASEWASTE za obradu, povrat i zbrinjavanje čvrstog komunalnog otpada. Uključeni procesi su prikupljanje otpada i prijevoz, obrada, povrat i zbrinjavanje, kao i vanjska energija i materijal koji se koristi u sistemu ili nastaje povratom energije i materijala unutar sistema.



Slika 1. Mogući tokovi i tretmani otpada u EASEWASTE modelu

EASEWASTE model ima module za iskorištavanje organskog materijala, proizvodnju biogasa, kompostiranje, spaljivanje, tretman pepela, obnovu reciklažnih materijala, ponovnu proizvodnju, upotrebu na zemljištu proizvedenog komposta ili razloženog organskog otpada iz aerobnog razlaganja, tj. proizvodnje biogasa i modul za odlaganje na deponiju.

Procjena uticaja na životnu sredinu se može računati za pojedine module ili na cjelokupni sistem upravljanja otpadom. Takođe, model se može koristiti i za poređenje uticaja različitih tehnologija na životnu sredinu.

EASEWASTE je korišten u mnogim studijskim istraživanjima i nekoliko istraživačkih projekata, kao podrška razvoja optimalnog modela upravljanja otpadom ili ocjena postojećeg sistema.

U opštini Aarhus u Danskoj implementirana je 2001.god. nova strategija upravljanja otpadom koja je podrazumjevala izdvajanje organskog otpada iz domaćinstva na izvoru i njegovo upućivanje na aerobnu digestiju, a preostali otpad je upućen, nakon izdvajanja stakla i papira, na insineraciju. Rezultati procjene životnog ciklusa za sistem upravljanja otpada u opštini Aarhus, pokazuju da ne postoje bitne razlike između potencijalnih ekoloških uticaja, niti u potrošnji resursa, bilo da je organski otpad iz domaćinstva izdvojen na izvoru anaerobno razgrađen, ili je spaljen u insineratoru. Rezultati procjene životnog ciklusa pomoću EASEWASTE modela, pokazuju da odabiranje strategija tretmana otpada, koje su u korespondenciji sa hijerarhijom otpada, ne vodi neminovno ka poboljšanjima u životnoj sredini. Studijski slučaj pokazuje da hijerarhija otpada, koja bi predložila aerobnu digestiju prije nego insineraciju, ne bi bila validna u smislu perspektive životnog ciklusa. Hijerarhija otpada je vjerovatno više zasnovana na "zelenoj vjeri" i uvjerenjima dok su rezultati EASEWASTE u ovom slučaju zasnovani na tehničkim i ekološkim pristupima. Opština je u proljeće 2004. godine odlučila da zatvori postrojenje za optičko sortiranje i da preusmjeri sav organski otpad iz domaćinstva na insineraciju, jer troškovi sistema nisu kompenzovali dobit [22].

Rezultati studije i LCA procjene stare deponije Amasuo u Finskoj, pomoću EASEWASTE, pokazuju da upravljanje deponijskim gasom (spaljivanje i dobijanje toplote za grijanje grada) značajno smanjuje uticaj na globalno zagrijavanje (oko četiri puta). I ostali negativni uticaji na životnu sredinu su smanjeni, ali u manjem obimu [23].

U Studiji o upravljanju otpadom za region Alytus u Litvaniji, primijenjeno je LCA modelovanje upravljanja otpadom, gdje su se pored trenutnog sistema upravljanja otpadom, koji se zasnivao na deponovanju otpada uz iskorištenje deponijskog gasa, poredile i mogućnosti reciklaže i aerobne digestije i reciklaže uz spaljivanje preostalog otpada. Rezultati pokazuju da koncept sa deponovanjem otpada ima najveći negativni uticaj na životnu sredinu. Takođe, dokazano je da reciklaža uz spaljivanje preostalog otpada uz iskorištavanje toplote i električne energije, bolja opcija od reciklaže i anaerobne digestije [24].

EASEWASTE model je korišten da odredi performanse insineratora u opštini Aarhus u Danskoj, prije i poslije njegovog unapređenja, nakon poboljšanja, u smislu čišćenja dimnih gasova i povrata energije. Model je pokazao svoju korisnost u identifikovanju različitih procesa i materijala koji su doprinijeli opterećenju životne sredine, kao i njenoj zaštiti [25].

2.3. Radna hipoteza sa ciljem istraživanja

U prijavljenoj doktorskoj tezi, kandidat je postavio nekoliko polaznih hipoteza:

- Sadašnji sistem tretmana otpada ne zadovoljava ni minimalne uslove u pogledu negativnog uticaja na životnu sredinu;
- Poznavanje sastava i karakteristika otpada je veoma važno u cilju validnosti procjene;
- Pomoću LCA modelovanja moguće je predložiti poboljšanja u sadašnjem načinu tretmana otpada u cilju smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu;
- Pomoću EASEWASTE modela moguće je izvršiti poređenje više tehnologija upravljanja otpadom u cilju razvoja optimalnog modela upravljanja otpadom;
- Procjena životnog ciklusa otpada mora se prilagoditi lokalnim uslovima i performansama svakog analiziranog sistema upravljanja otpadom;
- Ako se otpadom upravlja odgovorno i na odgovarajući način, otpad se može koristiti kao vrijedan resurs, tj., zamjena za fosilne izvore energije, uz znatno smanjenje lokalnih i globalnih negativnih uticaja na životnu sredinu.

U okviru doktorske disertacije biće pomoću LCA procijenjen uticaj na životnu sredinu trenutnog sistema zbrinjavanja otpada, kao i modelovani uticaji novih sistema za tretman otpada, kao što su: deponovanje sa sakupljanjem i iskorištavanjem gasa, sortiranje otpada u postrojenju za obnovu materijala (MRF) i njihova reciklaža, biotretman i spaljivanje otpada (insineracija) uz iskorištavanje toplote i električne energije.

Kao osnovni cilji ove teze kandidat navodi istraživanje i primjenu LCA u cilju određivanja koje emisije imaju najveći uticaj na životnu sredinu i koje bi se trebale smanjiti, te na osnovu toga predložiti optimalni sistem upravljanja komunalnim otpadom.

Rezultati istraživanja će omogućiti identifikaciju prednosti i nedostataka po životnu sredinu, koji bi proizašli iz implementacije procijenjenih tehnologija. Takođe, dobijeni rezultati će moći poslužiti kao podrška donosiocima odluka, a koje se tiču sistema upravljanja otpadom, prilikom izrade strategija i planova na republičkom ili lokalnom nivou.

2.4. Materijal i metode rada

Kao materijal biće korišten otpad koji se dovozi na deponiju u Ramićima. Uzorci otpada biće uzimani u dvije odvojene kampanje od po pet dana uzastopno.

Da bi se uopšte razmatrala mogućnost obrade otpada i njegovog materijalnog iskorištenja u vidu izdvojenih korisnih komponenti ili energetskog iskorištenja otpada za dobijanje toplotne i električne energije, neophodno je imati podatke o morfološkom sastavu otpada, osnovnim karakteristikama otpada, elementarnoj i tehničkoj analizi pojedinih komponenti iz otpada.

U okviru analize morfološkog sastava otpada biće izdvojene sljedeće frakcije: papir i karton, metal, limenke, plastika, guma, folija, PET ambalaža, organski otpad, drvo, tekstil, staklo, građevinski otpad, animalni otpad, elektronski otpad, opasni otpad i ostalo.

Nakon analize morfološkog sastava biće izvršena elementarna i tehnička analiza otpada i izdvojenih frakcija, u skladu sa sljedećim standardima:

- ASTM E 829 – Priprema radnog uzorka;
- ASTM E 790 – Određivanje sadržaja vlage;
- ASTM E 897 – Određivanje isparljivih materija;
- ASTM E 830 – Određivanje sadržaja pepela;
- ASTM E 777 – Određivanje ukupnog ugljenika i vodonika;;
- ASTM E 778 – Određivanje ukupnog sadržaja azota – Kjeldahl metoda;
- ASTM E 885 – Analiza sadržaja metala putem atomske apsorpcione spektrometrije (AAS);
- ASTM D 240 – Određivanje toplotne moći.

Dobijeni rezultati o morfološkom sastavu otpada, elementarnoj i tehničkoj analizi otpada biće korišteni kao ulazni podaci u EASEWASTE modelu u cilju provođenja procjene životnog ciklusa i razvoja optimalnog sistema upravljanja otpadom.

2.5. Naučni doprinos istraživanja

U okviru ove doktorske teze kandidat treba dati naučni doprinos istraživanju i primjeni procjene životnog ciklusa (LCA) za različite tehnologije u upravljanju otpadom u cilju određivanja koje emisije imaju najveći uticaj na životnu sredinu i koje bi se trebale smanjiti u cilju smanjenja negativnog uticaja na životnu sredinu.

Očekuje se da će rezultati istraživanja doprinijeti boljem poznavanju u upravljanju otpadom i uticaju različitih tehnologija za tretman otpada na životnu sredinu i da će omogućiti razvoj optimalnog modela u upravljanju otpadom.

Rezultati istraživanja će omogućiti identifikaciju prednosti i nedostataka po životnu sredinu, koji bi proizašli iz implementacije procijenjenih tehnologija. Takođe, dobijeni rezultati će moći poslužiti kao podrška donosiocima odluka, a koje se tiču sistema upravljanja otpadom, prilikom izrade strategija i planova na republičkom ili lokalnom nivou.

EASEWASTE model je korišten u mnogim studijskim istraživanjima i nekoliko istraživačkih projekata, kao podrška razvoja optimalnog modela upravljanja otpadom ili ocjena postojećeg sistema i pokazao se kao vema korisno oruđe, te je za očekivati da će se i u istraživanjima u okviru ove doktorske teze dokazati da LCA metodologija i EASEWASTE model mogu biti od velike pomoći za istraživanje i optimalizaciju sistema upravljanja otpadom, a naročito u zemljama koje nemaju razvijene tehnologije za upravljanje komunalnim otpadom.

2.6. Citirana literatura

1. Hristina D. Stevanović-Čarapina, Jasna M. Stepanov, Dunja C. Savić, Anđelka N. Mihajlov, Emisija toksičnih komponenti kao faktor izbora najbolje opcije za upravljanje otpadom primenom koncepta ocenjivanja životnog ciklusa; Emission of toxic components as a factor of the best practice options for waste management–application of life cycle assessment (DOI: 10.2298/ HEMIND101006072S, Hemijska industrija, 65(2),2011, s.(205-211).
2. T. H. Christensen, Solid Waste Technology & Management, WILEY, 2010.
3. Agenda 21 (1992) The Earth Summit and Agenda 21. The United Nations Conference on Environment and Development (UNCED). Rio de Janeiro, June 1992.

4. Stevanović -Čarapina.H., Mihajlov, A., Stepanov,A.,:Uspostavljanje održivog sistema upravljanja otpadom primena koncepta LCA (life cycle analysis), Medjunarodni 5. SIMPOZIJUM "RECIKLAŽNE TEHNOLOGIJE I ODRŽIVI RAZVOJ", Soko Banja, 12 - 15 septembar 2010. godine.
5. Anders Damgaard: Implementation of life cycle assessment models in solid waste management, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, PhD Thesis, June 2010.
6. Council of European Communities (1991): Council Directive 91/156/EEC of 18 March 1991 amending Directive 75/442/EEC on waste.
7. Commission of the European Communities. Directive 2006/12/EC of the European Parliament and of the Council of the 5 April 2006 on waste.
8. Commission of the European Communities. Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on waste and repealing certain Directives. L 312/3 2008.
9. Commission of the European Communities (2005): *Taking sustainable use of resources forward: A Thematic Strategy on the prevention and recycling of waste*. COM(2005) 666 final. Commission of the European Communities, Brussels, Belgium.
10. ISO (2006a): Environmental management – life cycle assessment – principles and framework. ISO 14040. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
11. ISO (2006b): Environmental management – life cycle assessment-requirements and guidelines (ISO 14044:2006). European standard EN ISO14044. The International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
12. White, P., M. Francke and P. Hindle (1995). Integrated solid waste management - A lifecycle inventory. Chapman & Hall, London.
13. McDougall, F. R., P. White, M. Francke and P. Hindle (2001). Integrated solid waste management - A lifecycle inventory 2. Procter & Gamble, Blackwell Science Ltd., London, UK.
14. Björklund, A. (2000). Environmental systems analysis of waste management - Experiences from applications of the ORWARE model. PhD thesis, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden.
15. Harrison, K. W., R. D. Dumas, E. Solano, M. A. Barlaz, E. D. Brill and S. R. Ranjithan (2001). Decision support tool for life-cycle-based solid waste management. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 15, (1), p.44:58.
16. Weitz, K., M. Barlaz, E. D. Brill, S. Thornloe and R. Ham (1999). Life cycle management of municipal solid waste. *Int. Journal of LCA*, 4, (4), p.195:201.
17. Winkler, J. (2003). Comparative evaluation of life cycle assessment models for solid waste management. PHd thesis, Technische Universitet Dresden, Germany.
18. Environment Agency (2000). Review of the Environment Agency's LCA Software Tool "WISARD", Environment Agency, Bristol, United Kingdom.
19. Janus T. Kirkeby: Modelling of Life cycle assessment of Solid Waste Management Systems and Technologies, Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, PhD Thesis, March 2005.
20. Thomas H. Christensen,...(2007) Experience with the use of LCA-modelling (EASEWASTE) in waste management, *Waste Management&Research*, 25, 257-262.
21. Gurbakhash S. Bhandar & Thomas H. Christensen & Michael Z. Hauschild (2010). EASEWASTE—life cycle modeling capabilities for wastemanagement technologies, *Int J Life Cycle Assess* 15:403–416.
22. Kirkeby, J.T., Bhandar, G.S., Birgisdóttir, H., Hansen, T.L., & Christensen, T.H. (2006) Evaluation of environmental impacts from municipal solid waste management in the

- municipality of Aarhus, Denmark (EASEWASTE), *Waste Management & Research*, 24, 16–26.
23. A. Niskanen, S. Manfredi, T. H. Christensen & R. Anderson (2009): Environmental assessment of Ämmässuo Landfill (Finland) by means of LCA-modelling (EASEWASTE). *Waste management & Research*, 27: 542–550.
 24. J. Miliute, J.K. Staniškis (2010): Application of life-cycle assessment in optimisation of municipal waste management systems: the case of Lithuania. *Waste management & Research*, 28: 298–308.
 25. C. Riber, G. S. Bhandar & T. H. Christensen (2008): Environmental assessment of waste incineration in a life-cycle-perspective (EASEWASTE). *Waste management & Research*, 26: 96 – 103.

3. OCJENA I PRIJEDLOG

Na osnovu uvida u rad kandidata, priloženu dokumentaciju, biografiju i spisak objavljenih radova, zaključujemo da kandidat, mr Draženko Bjelić, ispunjava sve formalne uslove za odobrenje teme za izradu doktorske disertacije u skladu sa važećim propisima, a posebno sa članom 58, Zakona o Univerzitetu i Statutom Univerziteta u Banjoj Luci.

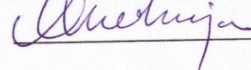
Predložena istraživanja su naučno i praktično opravdana, a rezultati koji se očekuju doprinijeće boljem poznavanju u upravljanju otpadom i uticaju različitih tehnologija za tretman otpada na životnu sredinu. Navedene metode istraživanja predstavljaju zadovoljavajuće i pouzdane tehnike istraživanja pomoću kojih je moguće dobiti dovoljno pouzdane rezultate.

Komisija smatra da postoje realni uslovi da kandidat u svom istraživanju može uspješno da realizuje sve postavljene zahtjeve u vezi sa izradom doktorske teze i da dobije značajne originalne rezultate.

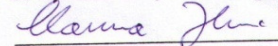
Na osnovu podataka navedenih u ovom Izvještaju, članovi Komisije smatraju da kandidat ispunjava uslove za izradu doktorske teze i predlažu Naučno-nastavnom vijeću Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci da prihvati tezu pod naslovom „**Razvoj optimalnog modela upravljanja komunalnim otpadom za Banju Luku primjenom procjene životnog ciklusa**“ za izradu doktorske disertacije kandidata mr Draženka Bjelić.

U Banjoj Luci, 31.05.2012.god

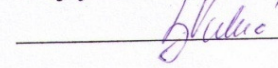
dr Anđelka Mihajlov, redovni profesor



dr Marina Ilić, redovni profesor



dr Ljiljana Vukić, vanredni profesor



dr Miloš Sorak, redovni profesor

