Metode imputacije nedostajućih vrijednosti na primjeru slijeganja biootpada

Čoklec, Jura

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:122:112588

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

Repository / Repozitorij:

University North Digital Repository

Sveučilište
Sjever

7

Metode imputacije nedostajućih vrijednosti na primjeru slijeganja biootpada

Jura Čoklec, 3401/601

Varaždin, rujan 2017. Godine

Sveučilište Sjever

Zaštita okoliša

Metode imputacije nedostajućih vrijednosti na primjeru slijeganja biootpada

Student

Jura Čoklec**,** 3401/601

Mentorica

dr. sc. Lovorka Gotal Dmitrović, pred

Varaždin, rujan 2017. Godine

Sveučilište Sjever
Sveučilišni centar Varaždin
104. brigade 3, HR-42000 Varaždin

1. DEFINIRANJE TEME ZAVRŠNOG RADA I POVJERENSTVA

Pristupnik: Jura Čoklec **Datum**: 15.7.2014. **Matični broj:** 3401/601

Kolegij: Zaštita okoliša **ECTS**: 15

Naslov rada: Metode imputacije nedostajućih vrijednosti na primjeru slijeganja biootpada

Mentor: mr.sc.Lovorka Gotal Dmitrović **Zvanje**: predavač

Članovi povjerenstva:

1. prof.dr.sc.Božo Soldo
2. mr.sc. Lovorka Gotal Dmitrović, pred.
3. Aleksej Aniskin, pred.

2. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA 187/GR/2014

Detaljan opis zadatka:

U zadatku je potrebno objasniti vrste otpada te probleme oko zbrinjavanja biootpada. Opisati što spada u biootpada te koji načini zbrinjavanja, uključujući i oporabu postoje.
Eksperiment provesti na mjerenju slijeganja biootpada u kompostani. Mjerenje provoditi barem 60 dana.
Uz kvantitavne podatke za slijeganje upisivati i kvalitativne podatke dobivene organoleptički njuhom, vidom i opipom.
Nakon mjerenja, za nedostajuće podatke primjeniti metode imputacije. Objasniti podijelu metoda imputacije te usporediti 5 različitih metoda.
Napraviti usporedbu rezultata preko opisne statistike i distribucija vjerojatnosti.
Nakon dobivanja cijelovitog seta podataka, rezultate slijeganja biootpada u kompostani prikazati u ovisnosti o vremenu.

U radu je potrebno:

- Objasniti vrste otpada
- Navesti načine oporabe biootpada
- Prikazati način provođenja eksperimenta – mjerenje slijeganja biootpada
- Kvantitativno i kvalitativno prikazati rezultate mjerenja
- Objasniti metode imputacije nedostajućih podataka
- Usporediti 5 različitih metoda korištenjem opisne statistike i distribucije vjerojatnosti
- Prikazati rezultate slijeganja u ovisnosti o vremenu

Zadatak uručen: 08.05.2017. Mentor: mr.sc.Lovorka Gotal Dmitrović, pred.

UNIVERSITY NORTH
Nº4
SVEUČILIŠTE SJEVER

Zahvala

Zahvaljujem se mentorici dr. sc. Lovorka Gotal Dmitrović, pred., na iskazanom povjerenju, vodstvu i korisnim sugestijama tijekom izrade završnog rada.

Zahvalio bih se tvrtci GKP PRE-KOM d.o.o. na suradnji i dijeljenju informacija koje su bile potrebne za ovaj rad.

Najviše bih se zahvalio svojim roditeljima i braći što su uvijek bili uz mene, što su me tjerali naprijed kada mi je to bilo potrebno, hvala im na svemu što su mi pružali tijekom mog studija. Hvala puno i svim mojim prijateljima koji su kroz čitavo vrijeme mog studiranja bili uz mene.

Sažetak

Otpad predstavlja sve veći problem u današnjem potrošačkom društvu. Bilo da se on gomila, razlaže u podzemnim vodama ili spaljivanjem širi atmosferom, otpad ozbiljno ugrožava okoliš i zdravlje ljudi. Stoga je u svim dijelovima svijeta krenula utrka za stvaranjem čišćeg okoliša pri čemu se otpad smatra resursom, a njegova obrada spada u najnaprednije tehnologije. U ovom radu prikazane su vrste otpada te problemi oko zbrinjavanja otpada s naglaskom na biootpad koji u mješovitom komunalnom otpadu predstavlja najveći problem jer je on najveći izvor odlagališnih plinova i organske tvari u procjednim vodama odlagališta. Gotovo ¼ mješanog komunalnog otpada iz kućanstva čini biootpad. Zbog toga se R Hrvatska u pretpristupnim pregovorima s EU obvezala na rješavanje problema u gospodarenju otpadom. Jedan od stavki je i smanjenje odloženog biootpada na odlagališta. Danas se na odlagališta odlaže oko 800 000 t/g. biootpada, dok se do 31.12.2020. ta količina planira smanjiti na oko 250 000 t/g. Jedan od prihvatljivih načina zbrinjavanja biootpada je kompostiranje. U radu je proveden eksperiment slijeganja biootpada u kompostani, te su mjerenja slijeganja mjerena 8 tjedana. Nakon mjerenja, pomoću generator slučajnih brojeva "izbačeno" je 5%, odnosno 25% vrijednosti te su za nedostajuće podatke primjenjene metode imputacije i metoda brisanja redaka (Listwise deletion). Korištenjem opisne statistike prikazane su dobrote slaganja sa stvarnim podacima.

Ključne riječi: otpad, biootpad, slijeganje, metoda imputacije, kompostana

Summary

Waste is a growing problem in today's consumer society. Whether it piles, breaks down in underground waters or spreads into atmosphere by incineration, waste seriously endangers the environment and human health. Therefore, in all parts of the world, a race is started to create a cleaner environment, where waste is considered a resource, and its processing is one of the most advanced technologies. This paper presents the types of waste and the waste management problems with a focus on bio-waste that is the most problematic in mixed municipal waste, since it is the largest source of landfill gas and organic matter in the seepage waters of landfills. Nearly ¼ of mixed municipal waste from the households is a bio-waste. For this reason, Croatia in pre-accession negotiations with the EU has committed itself to addressing problems in waste management. One of the items is also the reduction of the decommissioned bio-waste at landfills. Today, about 800,000 *t / y* of bio-waste is landfilled at landfills, this amount is planned to be reduced to about 250 000 *t / y* by 31.12.2020. One of the acceptable methods of disposing bio-waste is composting. The experiment of bio-waste subsidence in a composting plant has been carried out in this paper and measurements of subsidence were measured for 8 weeks. After the measurement, the random number generator "threw out" 5%, respectively 25% of the value. For the missing data the method of imputation and the mothod of deleter lines (Listwise deletion) were applied. The goodness of matching with the actual data is shown by using descriptive statistics.

Sadržaj

1. Uvod 1
2. Otpad 3
2.1. Definicija otpada 3
2.2. Podjela otpada 3
3. Komunalni otpad 5
3.1. Sastav komunalnog otpada 6
3.2. Biootpad 7
3.3. Stanje gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj 9
3.4. Kompostiranje 11
3.5. Faze kompostiranja 13
4. Imputacijske metode 14
4.1. Metoda višestruke imputacije podataka 14
4.2. Nedostajući podatak 15
4.3. Metoda imputacije posljednjeg provedenog promatranja 15
4.4. Metoda imputacije medijana 16
4.5. Metoda imputacije aritmetičke sredine 16
4.6. Metoda brisanja retka 16
5. Slijeganje biootpada 17
5.1. Osnovno o slijeganju 17
5.2. Slijeganje otpada 18
5.3. Kompostana tvrtke GKP PRE-KOM d.o.o. 18
5.4. Primjena imputacijskih metoda 22
6. Zaključak 27
7. Literatura 28

1. Uvod

Problem otpada je jedan od ključnih problema modernog čovjeka. U Hrvatskoj još uvijek nije u potpunosti zaživjela svijest i kultura potrebe odvojenog prikupljanja otpada. Važnost toga leži u činjenici da se odvojenim prikupljanjem otpada sačuvaju vrijedna svojstva sirovina koje se daljnjom oporabom mogu iskoristiti, dok se miješanjem u potpunosti izgube.

Zadatak je uspostaviti cjeloviti sustav održivo gospodarenja otpadom i zaštititi okoliš. Ako se tome doda da je čovjekovo osnovno ljudsko pravo, pravo na zdrav okoliš, potrebno je itekako voditi računa o tome. Djelomično se za sprečavanje takvih promjena, možemo pobrinuti i sami. Jedan logičan, prilično jednostavan i brz način je sortiranje, recikliranje (*Recycling*). Uz recikliranje, naravno dolazi i općenito smanjivanje količine otpada i smeća (*Reduce*), te ponovna uporaba (*Reuse*).

U sklopu gospodarenja otpadom prvi problem predstavljaju odlagališta otpada. Ona su u prošlosti odabrana kao optimalno rješenje gospodarenja otpadom zato što boljeg načina nije bilo, a količine su bile neznatne. Danas to nije slučaj. Povećavanjem broja proizvoda na tržištu, količine otpada postaju sve veće. Problem nastaje onda kada se sav taj otpad i dalje uglavnom gomila na odlagalištima otpada. Odlagališta otpada, od optimalnog rješenja, u prošlosti, postaju problem.

Biootpad predstavlja jednu od komponenti koja nerijetko završi kao dio miješanog komunalnog otpada, iako se pravilnim odvajanjem od ostalog otpada i daljnjom oporabom može iskoristiti u dobivanju novih proizvoda i energije. U sastav biootpada spada biološki razgradiv otpad iz kućanstva, restorana, ugostiteljskih i maloprodajnih objekata, slični otpad iz prehrambene industrije, te biorazgradivi (zeleni) otpad iz vrtova i parkova. Poseban naglasak se treba staviti na otpad od hrane koji osim ekološke, sadrži i moralnu osjetljivost.

Otpad se mora smanjivati počevši od kućanstava i pritom se ne smije stvarati smeće. Iz otpada se moraju izdvajati korisni sastojci za reciklažu i proizvodnju, a ostatak kompostirati. Kod prijevoza, prodaje, potrošnje, korištenja i odlaganja otpada, otpad se mora smanjivati. Mjere praćenja, informiranje, upravljanje, propisi, edukacija, komunikacija s javnosti, moraju biti stimulirajuće za svakog od nas.

U radu je prikazana problematika biootpada, način oporbe biootpada kao i smanjenje volumena biootpada zbog razgradnje organske tvari. Na temelju tih podataka prikazani su načini rukovanja nepostojećim podacima metodama imputacije. Metode imputacije predstavljaju zamjenu slučajno izabranim vrijednostima iz nekog sličnog kompletnog uzorka, pri čemu slučajan način izbora dovodi do potrebnih varijacija rekonstruisanih vrijednosti.

2. Otpad

2.1. Definicija otpada

Prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13)- otpad je svaka tvar ili predmet koji posjednik odbacuje, namjerava ili mora odbaciti. Otpadom se smatra i svaki predmet i tvar čije su sakupljanje, prijevoz i obrada nužni u svrhu zaštite javnog interesa. U Pravilniku o katalogu otpada (NN 90/15) naveden je popis grupa i podgrupa otpada. Otpad je podijeljen na ukupno 20 grupa otpada, a svaka grupa otpada na nekoliko podgrupa. Otpad predstavlja nezaobilaznu posljedicu čovjekovog postojanja, a nastaje kao nusproizvod proizvodnog procesa ili kao ostatak nakon potrošnje. [19]

Od iznimne je važnosti pronaći način gospodarenja otpadom, kako bi se postigao najbolji sveukupni rezultat za zajednicu. Načine upravljanja otpadom treba birati nakon pomnog razmatranja svih troškova i koristi, bilo da su financijske, ekološke ili društvene naravi. Otpad također predstavlja i jedan od aktualnih problema današnjice, budući da se porastom broja svjetskog stanovništva, razvojem industrije i tehnologije njegova količina drastično povećava.

2.2. Podjela otpada

Osnovna podjela otpada razmatra se prema svojstvima i prema mjestu nastanka.

Prema svojstvima otpad može biti:

1.) Opasan otpad – uključuje otpad koji posjeduje jednu ili više karakteristika zahvaljujući kojima je opasan za život i zdravlje ljudi, okoliš ili imovinu osoba. [18] Potječe iz industrije, poljoprivrede, ustanova (instituti, bolnice i laboratoriji).

Sadrži tvari koje imaju jedno od ovih svojstava: eksplozivnost, toksičnost, radioaktivnost, korozivnost, zapaljivost, kancerogenost, oksidirajuće, nadražujuće, nagrizajuće, mutageno ili zarazno djelovanje. Manje količine opasnog otpada nastaju u domaćinstvu i zovu se problematične tvari. [20]

Razvrstava se kao [6]:

- otrovne otpadne tvari – cijanidi, spojevi teških metala,
- zapaljive otpadne tvari – otpadna ulja, organska otapala,
- korozivne otpadne tvari – kiseline, baze,
- tvari zaraznog djelovanja – iz bolnica, i
- radioaktivni otpad
- Itd…

2.) Inertni otpad – neopasni otpad koji ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim ili biološkim promjenama. [6]

Inertni otpad je netopiv u vodi, nije goriv, niti na koji drugi način reaktivan, a ni biorazgradiv, pa ne ugrožava okoliš (građevinski otpad). S tvarima s kojima dolazi u dodir ne djeluje tako da bi to utjecalo na zdravlje ljudi, životinjskog i biljnog svijeta ili na povećanje dozvoljenih emisija u okoliš. [20]

3.) Neopasni otpad: je otpad koji nema neko odnosno niti jedno od svojstava koje otpad čine opasnim

Prema mjestu nastanka otpad se dijeli na:

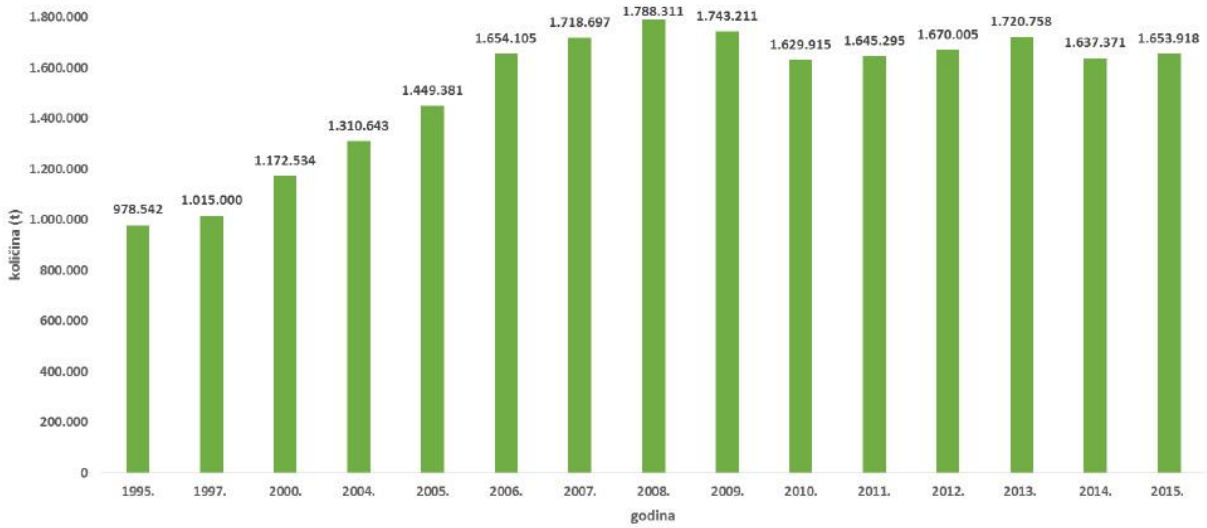
a) komunalni otpad – otpad iz kućanstva, otpad iz proizvodne i uslužne djelatnosti koji je po svojstvima i sastavu sličan komunalnom.

b) proizvodni otpad – otpad koji nastaje u proizvodnom procesu u industriji, obrtima ili drugim procesima. Po svojstvima i sastavu razlikuje se od komunalnog otpada. [7]

3. Komunalni otpad

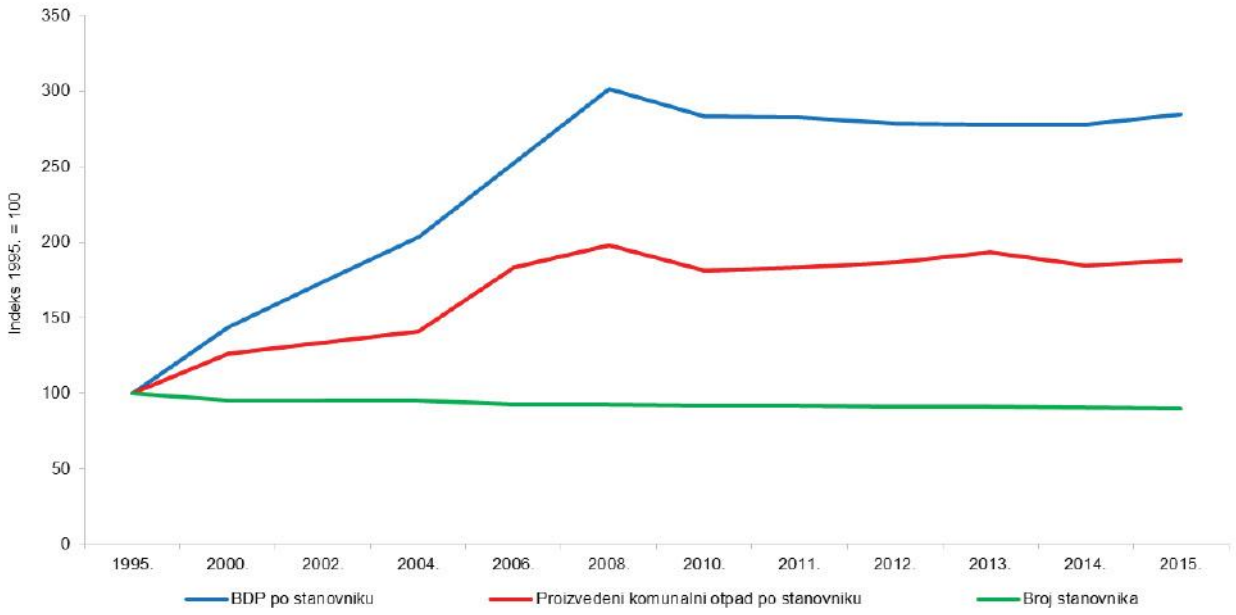
Zakonom o održivom gospodarenju otpadom (NN 94/13) komunalni otpad se definira kao otpad nastao u kućanstvu i otpad koji je po prirodi i sastavu sličan otpadu iz kućanstava, a ne uključuje proizvodni otpad i otpad iz poljoprivrede i šumarstva. [13]

Dugogodišnji rast količina proizvedenog komunalnog otpada u RH zaustavljen je 2008. godine, nakon čega do 2010. godine slijedi smanjenje prijavljenih količina, što se može pripisati gospodarskoj krizi. Od 2010. godine nadalje količine uglavnom stagniraju, s izuzetkom 2013. godine, kada se uslijed sanacije divljih odlagališta bilježe ipak nešto veće količine proizvedenog komunalnog otpada, prikazano je na slici 1. [13]



Slika 1. Godišnje količine (t) proizvedenog komunalnog otpada u RH od 1995. do 2015. godine (Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, 2016.)

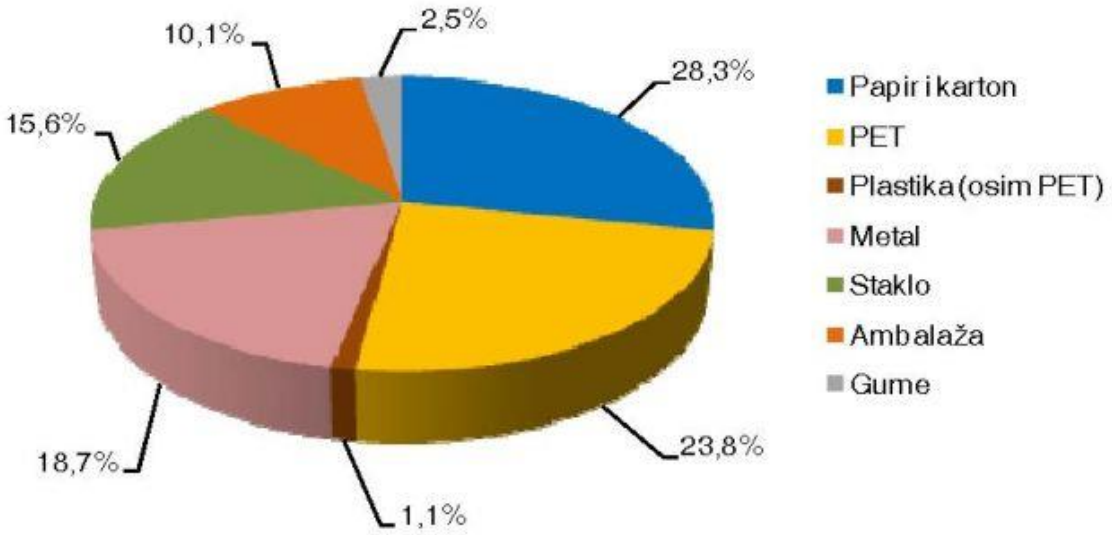
Razdvajanje veze između proizvodnje otpada i gospodarskog rasta, koje se prikazuje kao odnos količine proizvedenog, u ovom slučaju komunalnog, otpada po stanovniku i bruto domaćeg proizvoda (BDP), u godini (kg/EUR) prikazano je na slici 2. [13]



Slika 2. Intenzitet stvaranja otpada u RH od 1995. do 2015. godine (Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, 2016.)

3.1. Sastav komunalnog otpada

Sastav mu varira s obzirom na trgovinu i industriju u regiji, a tipični materijali koje nalazimo u komunalnom otpadu su: otpaci hrane, otpaci iz vrtova, papirnata konfekcija, plastika i guma, tekstil, drvo, pepeo i sl. U komunalnom otpadu nalazimo i "vangabaritne predmete" kao npr. veće komade drveta (namještaj), frižidere, školjke automobila. Dnevna produkcija je u prosjeku oko kilogram I pol po glavi stanovnika. Poznavanje komponenti bilo kojeg tipa/vrste otpada od velike je važnosti za određivanje načina gospodarenja otpadom odnosno njegovog zbrinjavanja. Ako je u nekom otpadu mnogo plastike ili aluminija, logično je zaključiti da postoji realna mogućnost za njihovo recikliranje. Na slici 3. Prikazan je udio komponenti u odvojeno skupljenom komunalnom otpadu.



*Slika 3. Udio komponenti u odvojeno skupljenom komunalnom otpadu (2005. godina)(*Izvor: Plan gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj 2007. – 2015.)

3.2. Biootpad

Zakon o održivom gospodarenju otpada (NN 94/13) definira biootpad kao „ biološki razgradiv otpad iz kućanstva, restorana, ugostiteljskih i maloprodajnih objekata i slični otpad iz proizvodnje prehrambenih proizvoda“. Prema Katalogu otpada komunalni biootpad se može klasificirati pomoću sljedeća četiri ključna broja:

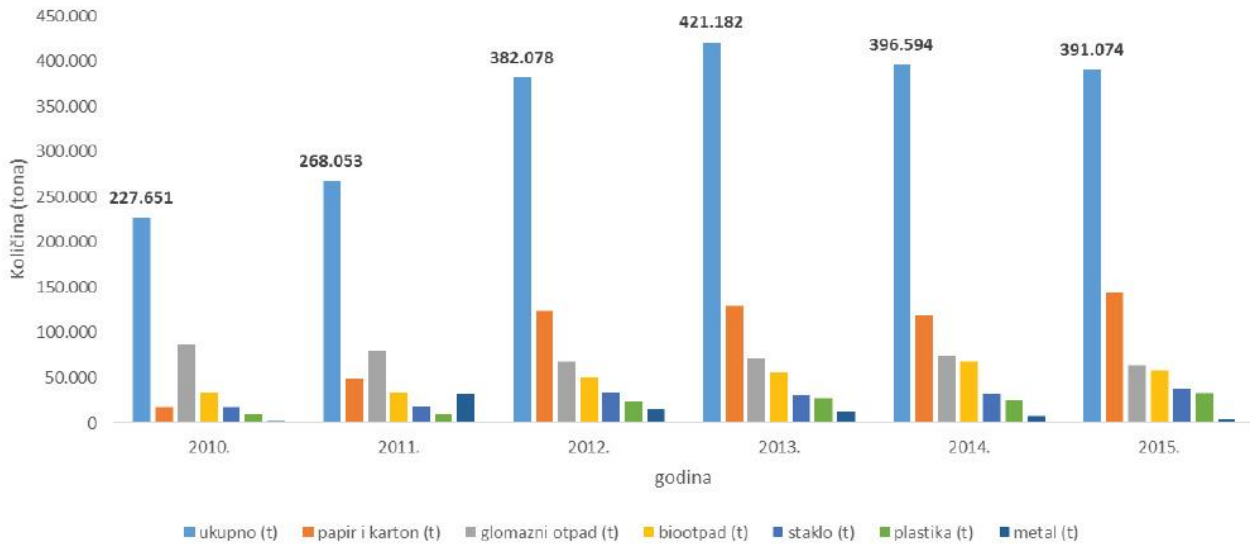
20 01 08 (biorazgradivi otpad iz kuhinja i kantina);

20 01 25 (jestiva ulja i masti);

20 02 01 (biorazgradivi otpad);

20 03 02 (otpad s tržnica) [1]

Nakon izmjene metodologije izračuna količina komunalnog otpada, odnosno pribrajanja količina komunalnog otpada koje potječu iz uslužnog sektora, u 2012. godini je evidentiran nagli porast udjela odvojeno sakupljenog komunalnog otpada u iznosu od 9%. Najveći porast odvojenog sakupljanja evidentiran je za papir, staklo i plastiku (Slika 4).



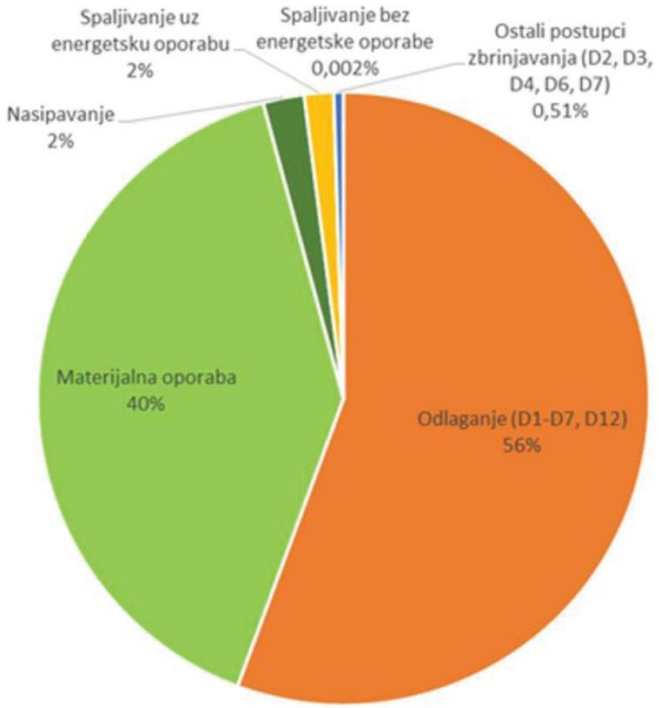
Slika 4. Količine odvojeno sakupljenog komunalnog otpada (ukupno, pojedine vrste) u RH od 2010. do 2015. (Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, 2016.)

Na slici 5 prikazan je proces obrade biootpada i nastanak komposta za korištenje

Slika 5. Kruženje biootpada - obnovljiv izvor (izvor: https://www.google.hr/search?q=kružni+tok+biootpada&dcr=0&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiy6KzypqTWAhWlC5oKHbalA-0Q)

3.3. Stanje gospodarenja otpadom u Republici Hrvatskoj

U 2014. godini ukupno evidentirane količine proizvedenog otpada (komunalnog i proizvodnog) iznosile su oko 3,7 milijuna tona što je za 10,5% više u odnosu na 2012. godinu. U ukupnoj količini otpada 97% čini neopasni otpad, dok preostalih 3% čini opasni otpad. [13]



Slika 6. Udio postupaka oporabe/zbrinjavanja ukupnog otpada (proizvodnog i komunalnog) s područja RH u 2014. godini prema prijavama obrađivača otpada (Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, 2016.)

Odlaganjem na odlagalište zbrinuto je 56% ukupne količine obrađenog otpada (proizvodnog i komunalnog) preuzetog s područja RH, dok je postupcima oporabe obrađeno 44%. U odnosu na 2012. godinu uočeno je smanjenje u primjeni postupka odlaganja otpada za 10% te porast oporabe za 8%. U oporabi (44%) najveći udio čini materijalna oporaba (40%), dok se vrlo mali udio odnosi na energetsku oporabu (2%) i postupke nasipavanja kao što je korištenje građevnog otpada na odlagalištima otpada u tehničke svrhe pri krajobraznom uređenju ili kao pokrovni materijal (2%), prikazano na slici 6. [13]

Razlikuju se sljedeće mogućnosti biološke obrade:

- Kompostiranje na „kućnom pragu“

Proces kompostiranja na kućnom pragu najčešće nije pogodan za obradu biorazgradivog otpada životinjskog porijekla zbog niskih temperatura kompostiranja, dok sama priprema sirovine za kompostiranje bi trebala uključivati dodavanje suhog, strukturnog materijala (vrtni otpad, usitnjeno drvo i sl.) kako bi se osigurala prozračnost i smanjila vjerojatnost razvoja anaerobnih uvjeta. [16]

- Kompostiranje otpada u postrojenjima za kompostiranje (kompostane)

Biorazgradivi otpad se kompostira s ciljem vraćanja odvojeno prikupljenog otpada u proizvodni ciklus kao gnojivo odnosno poboljšivač tla. Postoji niz tehnologija kompostiranja različitih složenosti od najjednostavnijih poput „kompostiranja u redovima“ bez prisilne aeracije (aeracija se odvija redovitim preokretanjem kompostnih hrpa), do visoko tehnoloških s prisilnom aeracijom (upuhivanjem zraka). Kvaliteta komposta izravno ovisi o kvaliteti i sastavu odvojeno prikupljenog otpada , te je potrebno odvojeno sakupljati čisti otpad od hrane, vrtni otpad i drvo. Ovisno o pristupu i tehnologiji kompost je spreman za korištenje za 3 – 12 mjeseci. Kompostiranje je uspješna metoda obrade odvojeno prikupljenog biorazgradivog otpada s mogućnošću proizvodnje vrijedne sirovine uz istovremeno izbjegavanje proizvodnje metana i procjedne vode s visokim razinama biološkog onečišćenja. [16]

- Anaerobna digestija u bioplinskim postrojenjima

Anaerobna digestija je metoda biološke obrade koja se može koristiti za oporabu hranjivih tvari i energije sadržane u biorazgradivom otpadu. Uz to, čvrsti ostaci proizvedeni tijekom procesa se stabiliziraju. [16]

3.4. Kompostiranje

Trenutna potražnja za kompostom visoke kvalitete uvelike premašuje njegovu raspoloživu količinu. Razlog tome je njegova proizvodnja od zasebno prikupljenog i obrađenog biorazgradivog otpada koji se može koristiti pri amelioraciji tla (npr. humus).

Biootpad predstavlja kvalitetnu sirovinu za proizvodnju komposta. Kompostiranje predstavlja uspješnu metodu s mogućnošću proizvodnje vrijedne sirovine uz istovremeno izbjegavanje proizvodnje metana i procjedne vode s visokim razinama biološkog onečišćenja. Kompostiranje znači aerobnu razgradnju biootpada pri čemu nastaju ugljikov dioksid, voda, toplina i kompost. Razgradnja se odvija uz pomoć mikroorganizama, odnosno, bakterija, gljiva i aktinomiceta.

Upravo kompostiranjem mogla bi se smanjiti količina kućnog otpada koji uglavnom završava u sastavu mješanog komunalnog otpada. Pojačanim odvajanjem i kompostiranjem otpada smanjilo bi se zagađivanje podzemlja porcjednim vodama s odlagališta, stvaranje stakleničkog plina metana koji utječe na klimatske promjene, ali i opasnost od požara. Ujedno bi se smanjila uporaba umjetnih gnojiva koji utječu na kvalitetu voda i tla, te ugrožavaju zdravlje ljudi, biljaka i životinja. Stoga kompsotiranje zelenog otpada što nastaje u vrtovima, cvjetnjacima, parkovima i šumama ima znatnih prednosti prema drugim metodama odlaganja otpada. Svrha kompostiranje je da se sirovi organski materijal, koji lako podliježe nekontroliranom raspadu, prevede u stabilnije humusne spojeve, te da se pritom izbjegne neugodan smrad, uništi sjeme korova i patogeni organizmi. Na taj način otpad koji bi završio na nekom deponiju ili biti spaljen i time povećati emisiju stakleničkih plinova, postaje korisna sirovina za izradu organskih gnojiva. Novostvoreni kompost više nije otpad, već postaje proizvod koji se prodaje na tržištu kao visokokvalitetno hranjivo za uzgoj biljaka.[9]

Kompostirati možemo tijekom cijele godine. U zimskim mjesecima aktivnost mikroorganizama u kompostnoj hrpi smanjuje se zbog hladnoće, pa kompostnu hrpu moramo zaštititi od prevelike vlage i hladnoće. Kada su vanjske temperature ispod nule, u kompstnoj hrpi temperatura bi trebala biti oko 40-50ºC. Tek pri dužem razdoblju niskih temperatura privremeno prestaju procesi razgradnje u kompostu, te će oni započeti čim temperature porastu iznad nule.

Ljeti je moramo štititi od isušivanja i redovito provjeravati vlažnost. Pri temperaturi blizu 65 do 75 ºC većina patogena ugiba kroz nekoliko dana, međutim, nemoguće ih je sve suzbiti zbog temperaturne razlike u sredini hrpe i na vanjskim rubovima. [9]

Voda je ključna za sve enzimatske procese, pa stoga kompost treba održavati vlažnim kako bi se osigurala brza razgradnja. Za pokrivanje malih kompostnih hrpa mogu se koristiti plastične ili druge barijere u vrijeme suhih toplijih razdoblja. Isušuje li se kompost zbog čestog miješanja ili okretanja, treba ga polijevati vodom.

Prije samog kompostiranja, potrebno je osigurati: - stalnu vlažnost (prevelika količina vlage onemogućuje prozračnost, ugibaju aerobni mikroorganizmi, dolazi do zastoja procesa, pojave anaerobnih mikroorganizama te pojave neugodnih mirisa). - dovoljnu količinu zraka, nedovoljno zraka uzrokuje neugodan miris.

Metode kompostiranja, premda su načela ista, variraju od vrlo malih kompostnih spremnika do onih industrijskih razmjera. Dugačke kompostne hrpe široke 150 do 200 cm visoke 60 do 120 cm jedna su od metoda kompostiranja. Te se hrpe, prema potrebi, preokreću i vlaže. Dužina kompostišta određena je količinom raspoloživa materijala za kompostiranje. Pri takvom načinu kompostiranja, kada se najčešće na sloj tla nabije sloj gline, najprije se stavlja sloj stare slame, pljeve ili listinca, a potom prvi sloj otpadaka. Na prvi sloj otpadaka dolazi oko 10 cm debeo sloj zemlje i tako redom do definitivne visine, kada se hrpa otpadaka oblaže slojem plodne zemlje debljine 10 do 20 cm. [9]

Pravi stupanj zrelosti komposta najjednostavnije je utvrditi izgledom i mirisom. Kada se u dubini komposta više ne mogu prepoznati početne tvari i kada masa postigne ujednačen izgled, grumenast tamne boje, kada više ne pokazuje karakteristike tvari u raspadanju, te kada je postigao miris tipičan za šumsku zemlju, može se bez sumnje utvrditi završetak cijelog procesa. [9]

U zatvorenim sustavima kompostiranja u kojima se vlažnost, temperatura, hraniva i miješanje pomno kontroliraju, proces je puno brži. Neki digestori za kompostiranje gradskog otpada trebaju samo nekoliko dana za procesiranje, ali je cijena opreme potrebne za to velika u usporedbi s drugim oblicima kompostiranja. [9]

3.5. Faze kompostiranja

Prva faza započinje odmah po formiranju kompostne hrpe 1 te se u njoj temperatura podiže na temperaturu u rasponu od 55 ºC do 65 ºC, pri čemu se posebno pazi da se temperatura ni u jednom trenutku ne podigne iznad 75 ºC. Nadstrešnica ispod koje se nalaze hrpe služi za zaštitu od prejakog sunca, te previše vlage u kišnom periodu. Duljina hrpe ovisit će o količinama raspoloživog materijala. Nepropusna podna površina ima pojačane nagibe zbog učinkovitijeg odlijevanja viška vode. Kompostna hrpa 1 prekriva se cvjećarskom folijom, kojom se postiže veća temperatura, pospješuje aktivnost mikroorganizama, te sprječava isušivanje površinskog sloja. Folija također sprječava širenje prašine, neugodnih mirisa te skupljanje insekata. U kompostnoj hrpi 1 vlaga se, po potrebi, povećava polijevanjem vodom iz sabirne jame, a kiselost smanjuje dodavanjem vapna. [9]

Nakon 14 dana hrpa se ponovno tretira preparatom s efektivnim mikroorganizmima (EM). Za vrijeme ove faze hrpu treba periodički preokretati kako bi se osigurali aerobni uvjeti Prva faza kompostiranja traje do 30 dana te se volumen hrpe smanji za do 30 %.

Nakon isteka prve faze, hrpa komposta se preslaguje u kompostnu hrpu 2, kako bi se uslijed smanjenja volumena ponovno formirala hrpa veličine početnog volumena. U ovoj fazi je i dalje važno održavati optimalne uvjete vlage, temperature i kiselosti. Temperatura hrpe smanjuje se na oko 40 ºC, a volumen se smanjuje za do 25 %. Ova faza kompostiranja traje od 31-og do 60-og dana. Po isteku druge faze kompostiranja opet se preslaguje hrpa zbog smanjenja volumena, te započinje treća faza, odnosno faza dozrijevanja komposta.

Treća faza traje od 61-og do 90-og dana ili dulje, te se volumen kompostne hrpe i u ovoj fazi smanjuje za do 15 %. Na kraju ove faze dobijemo svježi kompost spreman za prihranu.

4. Imputacijske metode

Nepotpuni podaci u datom uzorku su česta pojava i mogu značajno utjecati na donošenje statističkih zaključaka. Razlozi zbog kojih se može javiti prazan odgovor u upitniku mogu biti različiti: zbog grešaka samih istraživača u sakupljnju podataka, ukoliko nije dobro vođeno istraživanje ili se dogodila greška prilikom unosa podataka.

Nedostajući podatak u istraživanju se može pojaviti kada nema nikakvih podataka za ispitanika (neodgovor) ili kada su neke varijable ispitanika nepoznate (neodgovor na pojedinu varijablu) zbog odbijanja pružanja podataka ili propuštanja prikupljanja podataka. Metode imputacije predstavljaju zamjenu slučajno izabranim vrijednostima iz nekog sličnog kompletnog uzorka, pri čemu slučajan način izbora dovodi do potrebnih varijacija rekonstruisanih vrijednosti. [10]

Nedostajuće vrijednosti matrice podataka **y** zamijenjene su nekim pretpostavljenim ili prediktiranim vrijednostima. Kao rezultat, javlja se transformacija matrice podataka **y** u novu matricu čiji su nam svi elementi poznati. Iako su ove metode privlačne za korištenje, one mogu dovesti do pristranosti, budući da su imputirane vrijednosti generalno različite od pravih nedostajućih vrijednosti.

4.1. Metoda višestruke imputacije podataka

Metoda višestruke imputacije podataka (engleski "Multiple imputation method") bazirana je na činjenici da se na mjesta nedostajućih vrijednosti ubacuju više od jedne vrijednosti. Metode višestruke imputacije podrazumijeva stvaranje više zamjena za jednu nedostajuću vrijednost što rezultira sa više skupova podataka bez nedostajućih vrijednosti. Prema novijim saznanjima potrebno je je od 20 do 40 imputacija kako bi se postigla statistička snaga koju imaju procedure zasnovane na metodu maksimalne vjerodostojnosti. [5]

4.2. Nedostajući podatak

Do nedostajućih podataka *(engl. missing data)* statistički dolazi kada nisu prisutne sve vrijednosti promatranih varijabli. U društvenim znanostima, npr. odbiti odgovoriti na pitanje u anketi bi rezultiralo u nedostatku podataka. Tijekom procesa prikupljanja podataka laboratorijskom analizom ili prikupljanjem podataka mjerenjem, podaci mogu biti izgubljeni tijekom određenog perioda. Do toga može doći ako ispitivač ispusti neke podatke ili oni nisu prikupljeni tijekom nekog perioda ili mjerenje uopće nije provedeno (zbog blagdana, nedjelja,...). Nedostatak podataka smanjuje reprezentativnost uzorka i može omesti zaključke. Stoga je nužno preuzeti više inicijative da se spriječi nedostajanje aktualne varijable iz prikupljenih podataka. G.B.Durrant [3] grupira podatke koji nedostaju prema razlozima zašto podaci nedostaju:

- nedostaju potpuno slučajno (engleski: missing completely at random, MCAR),
- nedostaju slučajno (engleski: missing at random, MAR),
- ne nedostaju slučajno (engleski: not missing at random, NMAR)

Znajući i razumijevajući razloge zaštopodaci nedostaju može pomoći u analizi preostalih podataka. Ako nedostajuće vrijednosti nedostaju slučajno uzorak je I dalje reprezentativan. Međutim, ako vrijednosti sustavno nedostaju rezultat može biti netočan. [11]

4.3. Metoda imputacije posljednjeg provedenog promatranja

Metoda imputacije posljednjeg provedenog promatranja *(engl. Last Observation Carried Forward method, LOCF)* koristi se kada su podaci uzdužni, tj. mjerenja se ponavljaju za istu varijablu na istom tipu uzorka. Vrijednosti posljednjeg provedenog promatranja koriste se za popunjavanje vrijednosti koje nedostaju kasnije u istraživanju. Metoda pretpostavlja da vrijednost mjerenja ostaje konstantna do posljednjeg mjerenja. [11]

4.4. Metoda imputacije medijana

U metodi imputacije medijana *(engl. Median Imputation Method)* nedostajući podaci zamjenjuju se ubacivanjem vrijednosti medijana ili druge središnje vrijednosti. Polovica skupova vrijednosti nalazi se iznad srednje vrijednosti, a druga polovica ispod nje. Medijan je manje osjetljiv na ekstremne vrijednosti od srednje vrijednosti, a posebno je pogodan za asimetrične razdiobe. [11]

4.5. Metoda imputacije aritmetičke sredine

U slučaju numeričkih varijabli, metoda imputacije aritmetičke sredine podrazumijeva da su podaci koji nedostaju zamijenjeni aritmetičkom sredinom dobivenom u slučajevima koji imaju podatke o određenoj varijabli. [4] Većina autora se slaže da je zamjena nedostajućih vrijednosti srednjom vrijednošću neprihvatljiva. Ovim tretmanom je varijanca varijable s nedostajućim podacima sužena, što može utjecati na visinu korelacija s ostalim varijablama u modelu. Eventualni kompromis može se napraviti ukoliko se nedostajući podatak ne zamijeni srednjom vrijednošću na cijelom uzorku za danu varijablu, već srednjom vrijednošću za poduzorak s karakteristikama slučaja koji ima nedostajući podatak. Ipak, i ova varijanta rezultira suženom varijacijom varijable koja sadrži nedostajuće podatke, ali je ova sužena varijabilnost ograničena na specifični poduzorak slučajeva. [22]

4.6. Metoda brisanja retka

Metoda brisanja retka *(engl. Listwise Deletion Method)* je jednostavna metoda, koja se najčešće koristi za nedostatak podataka. Ova metoda briše retke koji sadrže praznine i koristi samo one potpune. Iako je ova metoda široko korištena, ona je pristrana i stoga je ograničena i podobna za pogreške. Štoviše, procjena varijance ne može biti neizravna, pa se odnosi između varijabli mogu izobličiti i reprezentativnost uzorka izgubiti. [11]

5. Slijeganje biootpada

5.1. Osnovno o slijeganju

Slijeganje je vertikalni pomak površine tla (ili temeljne konstrukcije), koji nastaje pod djelovanjem opterećenja. Površina tla, može biti I tlo Ispod građevine koje se može nalaziti na različitim dubinama. Sliježu se i pojedinačni dijelovi građevine kao što su: temelji, temeljne ploče, piloti i slično. Slijeganje je najčešće uzrokovano opterećenjem, no može se javiti i uslijed drugih pojava: zbog sniženja razine podzemne vode, puzanja, dinamičkih efekata i slično. Teško ga je procijeniti jer:

1. je tlo nehomogeno
2. tlo ima složene odnose naprezanja I deformacija
3. je teško odrediti reprezentativne parameter deformabilnosti tla
4. se slijeganje slojeva od koherentnih tla razvija s vremenom.

Zbog toga je određivanje slijeganja u mehanici tla ispravnije nazvati procjenom (prognozom) nego proračunom. Općenito se ukupno slijeganje (s_t) može podijeliti na: trenutno (s_i) primarno konsolidacijsko (s_c) i sekundarno konsolidacijsko (s_s).

$$s_t = s_i + s_c + s_s$$

Trenutno slijeganje nastupa neposredno nakon promjene opterećenja. Kod krupnozrnatih tla je to i najizraženija komponenta slijeganja. Kod slabopropusnih, potpuno saturiranih tla (zbog nemogućnosti brzog istjecanja vode iz pora) izazvano je samo promjenom oblika tla (distorzionom deformacijom), a bez promjene volumena. Stanje ili proces prilikom kojeg ne dolazi do istjecanja vode, odnosno promjene volumena nazivamo nedreniranim stanjem.

Konsolidacijsko slijeganje (primarno) je posljedica promjene I oblika I volumena uslijed istjecanja viška vode iz pora, a izrazito je sporo kod zasićenih slabopropusnih tla (glin, prah, jako zaglinjeni pijesak ili šljunak). Stanje ili proces prilikom kojeg dolazi do istjecanja vode, odnosno promjene volumena naziamo dreniranim stanjem. Konsolidacijsko slijeganje (sekundarno) je izazvano puzanjem tla (deformacija pri konstantnom opterećenju), a izraženo je kod koherentnih tla. Smatra se da je puzanje posljedica deformacije samih čestica, a ne više istjecanja vode. Puzanje je izraženo uglavnom kod visokoplastičnih glina i treseta. [15]

5.2. Slijeganje otpada

Nakon prestanka odlaganja otpada, u tijelu odlagališta se i dalje odvijaju kemijsko - fizikalni procesi kojima dolazi do smanjenja volumena odloženog otpada i to uvjetuje pojavu slijeganja i diferencijalnog slijeganja otpada, a samim time i završnog pokrovnog sloja. Veličina slijeganja ovisi o sastavu odloženog otpada, načinu i tehnologiji ugrađivanja, visini otpada, postotku vlažnosti pri ugradnji itd. [23]

Ako bi deformacije ispod objekta bile prevelike, onda ih na neki načim moramo spriječiti. To se izvodi na način da uklonimo loš sloj iz podloge ili usporedno gradimo nasip, pri čemu se tlo polako konsolidira. Da bi smo imali manja slijeganja u budućnosti i manje zauzetog prostora, potrebno je što bolje zbiti otpad pri ugradnji. Zavisno od visine odloženog materijala, ukopavanja etaža ispod kote terena i karakteristika podinskih slojeva, postoji opasnost od slijeganja podloge, što može dovesti do pucanja donjeg i gornjeg brtvenog sloja. Ipak, u većini slučajeva, veći problem predstavlja diferencijalno slijeganje odlagališta. Osim slijeganja do kojeg s vremenom dolazi zbog kompaktiranja materijala pod djelovanjem gravitacije, mnogo važniji problem predstavlja slijeganje otpadnog materijala uslijed truljenja, koje neće biti ravnomjerno i koje može izazvati pucanje pokrovnih slojeva. [24]

5.3. Kompostana tvrtke GKP PRE-KOM d.o.o.

Gradsko komunalno poduzeće PRE-KOM osnovano je 19.02.2002 godine, od strane Grada Preloga. Početkom 2014. godine izvršena je dokapitalizacija PRE-KOM od strane Međimurskih Općina (Goričan, D. Kraljevec, Sv. Marija, D. Vidovec, D. Dubrava, Kotoriba), a krajem 2016. Grad Prelog prodaje udjele i Općinama Belica i Dekanovec te PRE-KOM postaje komunalna tvrtka svih jedinica lokalne samouprave ovog djela Međimurja. Kompostana je puštena u rad 30. 03. 2015. godine, sagrađena je uz pomoć bespovratnih sredstava Fonda za zaštitu okoliša. Svim domaćinstvima podjeljene su kante za sakupljanje biootpada. Kompostana je izgrađena uvažavajući sve zakonske i ekološke zahtjeve, a tu bi spomenuli vodonepropusno dno i zatvoren sustav za sakupljanje procjednih voda, te natkriven prostor za biostabilizaciju. Sukladno dozvolama PRE-KOM može godišnje obraditi i oporabiti 5460 tona biorazgradivog otpada, a u u sortirnici može obraditi 6500 tona korisnog otpada godišnje.

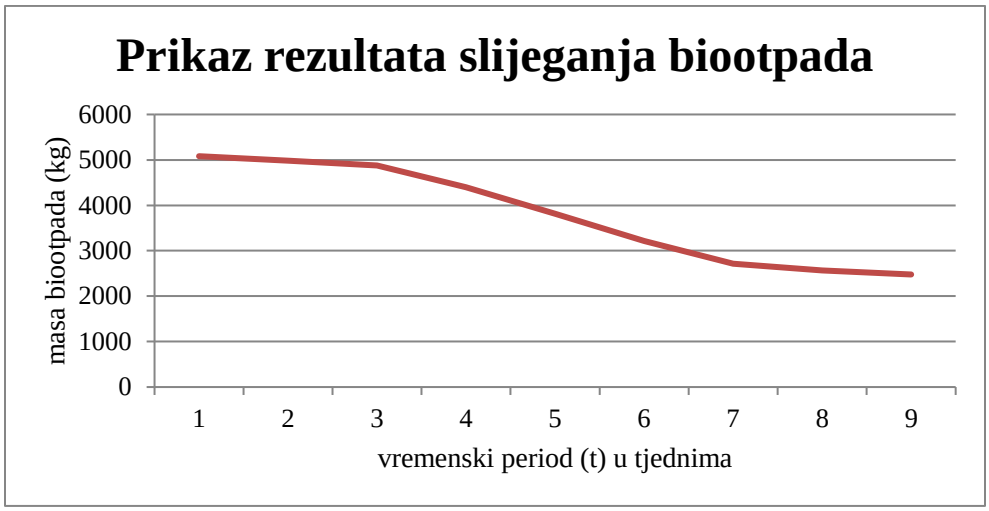
Slika 7. Otvorena kompostana u Prelogu GKP PRE-KOM d.o.o

U suradnji s GKP PRE-KOM d.o.o radio sam ispitivanje u kompostani 56 dana (tablica 2) te došao do rezultata slijeganja biotpada. U tablici 1 i slici 8 prikazano je tjedno slijeganje biootpada. Na slici 8 prikazan je rezultat slijeganja biootpada u ovisnosti o vremenu. Možemo zaključiti da količina biootpada se mijenja u vremenu te je izravno povezana sa razgrađivanjem organske tvari.

Tablica 1 – Tjedno slijeganje biootpada

vremenski period (t) u tjednima	masa biootpada (kg)
0	5081.2
1	4980.9
2	4875.5
3	4395.8
4	3811.8
5	3211.8
6	2716.8
7	2566.6
8	2477.3

Prema tablici 1 i slici 8 vidljivo je da od 3.tjedna se događa naglo slijeganje biootpada, taj veći porast se dogodio zbog EM efektivnih mikroorganizama koje smo primjenili nakon 2 tjedna.



Slika 8.: Rezultat slijeganja biootpada u ovisnosti o vremenu

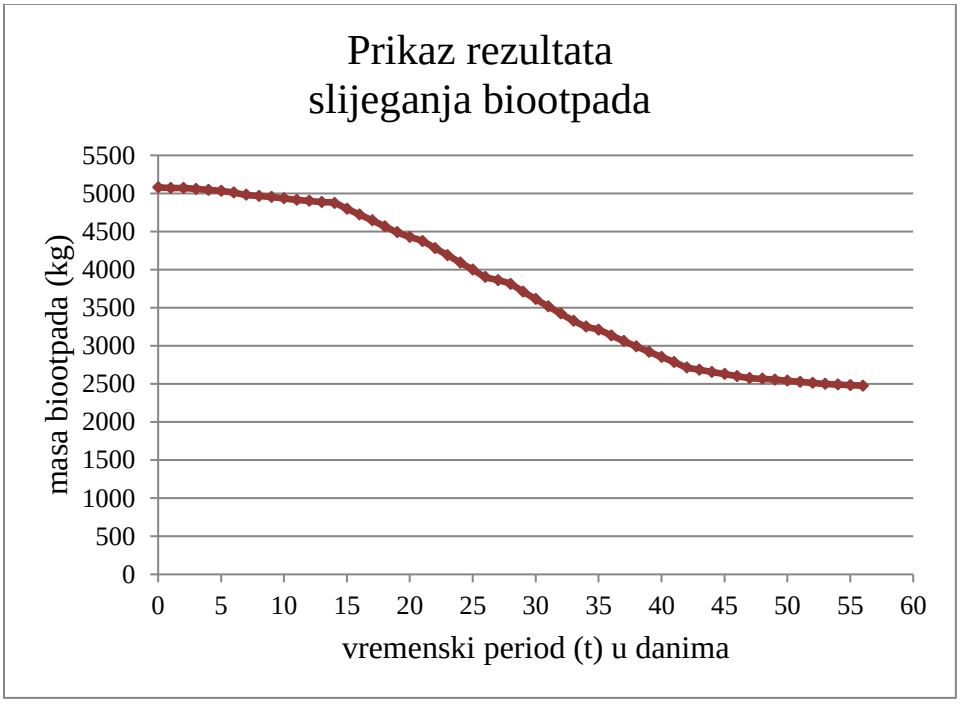
U tablici 2 i na slici 9 prikazano je slijeganje po danima.

Tablica 2: Dnevno slijeganje biootpada

vremenski period (t) u danima	masa otpada (kg)		vremenski period (t) u danima	masa otpada (kg)
0	5081.2		29	3711.6
1	5071.2		30	3613.1
2	5071.3		31	3517.2
3	5059.5		32	3422.7
4	5046.8		33	3329.5
5	5032.6		34	3252.4
6	5011.3		35	3211.8
7	4980.9		36	3136.8
8	4967.5		37	3063.3
9	4952.7		38	2992.2
10	4935.4		39	2922.3
11	4914.8		40	2853.8
12	4902.8		41	2787.2
13	4885.5		42	2716.8
14	4875.5		43	2686.3
15	4798.2		44	2656.8
16	4723.6		45	2629.3
17	4647.4		46	2602.2
18	4568.5		47	2575.7

Nastavak na idućoj stranici

Nastavak s prethodne stranice				
19	4489.5		48	2566.6
20	4429.5		49	2556.5
21	4375.8		50	2541.6
22	4281.3		51	2526.6
23	4190.8		52	2513.2
24	4092.6		53	2499.6
25	4001.2		54	2491.6
26	3903.4		55	2483.6
27	3863.4		56	2477.3
28	3811.8			



Slika 9.: Rezultat slijeganja biootpada u ovisnosti o vremenu

Na slici 9 u grafu prikazan je rezultat slijeganja biootpada u ovisnosti o vremenu.

Vidljivo je da od 15.-og dana se događa naglo slijeganje biootpada, taj veći porast se dogodio zbog EM efektivnih mikroorganizama koje smo primjenili nakon 14 dana, naglo slijeganje biootpada se događa narednih 25 dana.

5.4. Primjena imputacijskih metoda

Radi eksperimentiranja s nedostajućim podacima iz rezultata prikazanih u Tablici 2, a pomoću generatora slučajnih brojeva uklonjeno je 5% te 25% stvarnih vrijednosti. Dobiveni nedostajući podaci prepoznati su kao podaci koji nedostaju slučajno (engleski: missing at random, MAR).

Nakon primjene metoda imputacije posljednjeg provedenog promatranja, imputacije medijana i imputacije aritmetičke sredine te korištenja metode brisanja retka korištena je opisna statistika radi usporedbe dobrote metoda. Rezultati su prikazani u tablici 3 i tablici 4.

Tablica 3. Rezultati statistike usporedbe metoda

period (t) u danima	masa otpada (kg)		Metoda imputacije medijana		Metoda imputacije aritmetičke sredine		Met. imp. posljednjeg provedenog promatranja		Metoda brisanja redaka	
			5% nedost. podataka	25% nedost. podataka	5% nedost. podataka	25% nedost. podataka	5% nedost. podataka	25% nedost. podataka	5% nedost. podataka	25% nedost. podataka
0	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2
1	5071.2	5071.2	5071.2	3811.8	5071.2	3777.3	5071.2	5081.2	5071.2	
2	5071.3	5071.3	5071.3	5071.3	5071.3	5071.3	5071.3	5071.3	5071.3	5071.3
3	5059.5	5059.5	5059.5	5059.5	5059.5	5059.5	5059.5	5059.5	5059.5	5059.5
4	5046.8	5046.8	5046.8	3811.8	5046.8	3777.3	5046.8	5059.5	5046.8	
5	5032.6	5032.6	5032.6	5032.6	5032.6	5032.6	5032.6	5032.6	5032.6	5032.6
6	5011.3	5011.3	5011.3	3811.8	5011.3	3777.3	5011.3	5032.6	5011.3	
7	4980.9	4980.9	4980.9	4980.9	4980.9	4980.9	4980.9	4980.9	4980.9	4980.9
8	4967.5	4967.5	4967.5	4967.5	4967.5	4967.5	4967.5	4967.5	4967.5	4967.5
9	4952.7	4952.7	4952.7	4952.7	4952.7	4952.7	4952.7	4952.7	4952.7	4952.7
10	4935.4	4935.4	3811.8	4935.4	3777.3	4935.4	4952.7	4935.4		4935.4
11	4914.8	4914.8	4914.8	4914.8	4914.8	4914.8	4914.8	4914.8	4914.8	4914.8
12	4902.8	4902.8	4902.8	4902.8	4902.8	4902.8	4902.8	4902.8	4902.8	4902.8
13	4885.5	4885.5	4885.5	4885.5	4885.5	4885.5	4885.5	4885.5	4885.5	4885.5
14	4875.5	4875.5	4875.5	4875.5	4875.5	4875.5	4875.5	4875.5	4875.5	4875.5
15	4798.2	4798.2	4798.2	4798.2	4798.2	4798.2	4798.2	4798.2	4798.2	4798.2
16	4723.6	4723.6	4723.6	3811.8	4723.6	3777.3	4723.6	4798.2	4723.6	
17	4647.4	4647.4	4647.4	3811.8	4647.4	3777.3	4647.4	4798.2	4647.4	
18	4568.5	4568.5	4568.5	4568.5	4568.5	4568.5	4568.5	4568.5	4568.5	4568.5
19	4489.5	4489.5	4489.5	4489.5	4489.5	4489.5	4489.5	4489.5	4489.5	4489.5
20	4429.5	4429.5	4429.5	4429.5	4429.5	4429.5	4429.5	4429.5	4429.5	4429.5

Nastavak na idućoj stranici

Nastavak s prethodne stranice

21	4375.8	4375.8	4375.8	3811.8	4375.8	3777.3	4375.8	4429.5	4375.8	
22	4281.3	4281.3	4281.3	4281.3	4281.3	4281.3	4281.3	4281.3	4281.3	4281.3
23	4190.8	4190.8	4190.8	4190.8	4190.8	4190.8	4190.8	4190.8	4190.8	4190.8
24	4092.6	4092.6	4092.6	4092.6	4092.6	4092.6	4092.6	4092.6	4092.6	4092.6
25	4001.2	4001.2	4001.2	4001.2	4001.2	4001.2	4001.2	4001.2	4001.2	4001.2
26	3903.4	3903.4	3903.4	3903.4	3903.4	3903.4	3903.4	3903.4	3903.4	3903.4
27	3863.4	3863.4	3863.4	3863.4	3863.4	3863.4	3863.4	3863.4	3863.4	3863.4
28	3811.8	3811.8	3811.8	3811.8	3811.8	3811.8	3811.8	3811.8	3811.8	3811.8
29	3711.6	3711.6	3711.6	3711.6	3711.6	3711.6	3711.6	3711.6	3711.6	3711.6
30	3613.1	3613.1	3613.1	3613.1	3613.1	3613.1	3613.1	3613.1	3613.1	3613.1
31	3517.2	3517.2	3517.2	3811.8	3517.2	3777.3	3517.2	3613.1	3517.2	
32	3422.7	3422.7	3422.7	3811.8	3422.7	3777.3	3422.7	3613.1	3422.7	
33	3329.5	3329.5	3329.5	3811.8	3329.5	3777.3	3329.5	3613.1	3329.5	
34	3252.4	3252.4	3252.4	3252.4	3252.4	3252.4	3252.4	3252.4	3252.4	3252.4
35	3211.8	3211.8	3811.8	3811.8	3777.3	3777.3	3252.4	3252.4		
36	3136.8	3136.8	3136.8	3136.8	3136.8	3136.8	3136.8	3136.8	3136.8	3136.8
37	3063.3	3063.3	3063.3	3063.3	3063.3	3063.3	3063.3	3063.3	3063.3	3063.3
38	2992.2	2992.2	2992.2	2992.2	2992.2	2992.2	2992.2	2992.2	2992.2	2992.2
39	2922.3	2922.3	2922.3	2922.3	2922.3	2922.3	2922.3	2922.3	2922.3	2922.3
40	2853.8	2853.8	2853.8	2853.8	2853.8	2853.8	2853.8	2853.8	2853.8	2853.8
41	2787.2	2787.2	3811.8	2787.2	3777.3	2787.2	2853.8	2787.2		2787.2
42	2716.8	2716.8	2716.8	2716.8	2716.8	2716.8	2716.8	2716.8	2716.8	2716.8
43	2686.3	2686.3	2686.3	3811.8	2686.3	3777.3	2686.3	2716.8	2686.3	
44	2656.8	2656.8	2656.8	2656.8	2656.8	2656.8	2656.8	2656.8	2656.8	2656.8
45	2629.3	2629.3	2629.3	3811.8	2629.3	3777.3	2629.3	2656.8	2629.3	
46	2602.2	2602.2	2602.2	2602.2	2602.2	2602.2	2602.2	2602.2	2602.2	2602.2
47	2575.7	2575.7	2575.7	2575.7	2575.7	2575.7	2575.7	2575.7	2575.7	2575.7
48	2566.6	2566.6	2566.6	2566.6	2566.6	2566.6	2566.6	2566.6	2566.6	2566.6

Nastavak na idućoj stranici

Nastavak s prethodne stranice										
49	2556.5	2556.5	2556.5	2556.5	2556.5	2556.5	2556.5	2556.5	2556.5	2556.5
50	2541.6	2541.6	2541.6	2541.6	2541.6	2541.6	2541.6	2541.6	2541.6	2541.6
51	2526.6	2526.6	2526.6	2526.6	2526.6	2526.6	2526.6	2526.6	2526.6	2526.6
52	2513.2	2513.2	2513.2	3811.8	2513.2	3777.3	2513.2	2526.6	2513.2	
53	2499.6	2499.6	2499.6	3811.8	2499.6	3777.3	2499.6	2526.6	2499.6	
54	2491.6	2491.6	2491.6	2491.6	2491.6	2491.6	2491.6	2491.6	2491.6	2491.6
55	2483.6	2483.6	2483.6	2483.6	2483.6	2483.6	2483.6	2483.6	2483.6	2483.6
56	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3
∑	**215304**	**215304**	**215805**	**215983**	**215701**	**215499**	**215428**	**216336**	**204369**	**162618**

Tablica 4. Rezultati opisne statistike usporedbe metoda

Opisna statistika	**Stvarne vrijednosti**	**Metoda imputacije medijana**		**Metoda imputacije aritmetičke sredine**		**Met. imp. posljednjeg provedenog promatranja**		**Metoda brisanja redaka**	
		5% nedost. podataka	**25% nedost. podataka**	**5% nedost. podataka**	**25% nedost. podataka**	**5% nedost. podataka**	**25% nedost. podataka**	**5% nedost. podataka**	**25% nedost. podataka**
medijan	3811.8	3811.8	3811.8	3777.3	3777.3	3811.8	3811.8	3837.6	3863.4
aritmeti-čka sredina	3777.3	3786.0	3789.2	3784.2	3780.7	3779.4	3795.3	3585.4	2852.9
max	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2	5081.2
min	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3	2477.3

Kod imputacije medijanom u uzorku gdje je nedostajućih podataka bilo 5% aritmetička sredina se promijenila za 0,23% u odnosu na početnu vrijednost, te u istom uzorku medijan je ostao isti, tj. nije se promijenio. Minimum i maksimum su ostali isti.

Kod imputacije medijanom u uzorku gdje je nedostajućih podataka bilo 25% aritmetička sredina se promijenila za 0,32% u odnosu na početnu vrijednost, te u istom uzorku medijan je ostao isti, tj. nije se promijenio. Minimum i maksimum su ostali isti.

Kod imputacije aritmetičkom sredinom u uzorku gdje je nedostajućih podataka bilo 5% aritmetička sredina se promijenila za 0,18% u odnosu na početnu vrijednost, te u istom uzorku medijan se promijenio za 0,91%. Minimum i maksimum su ostali isti.

Kod imputacije aritmetičkom sredinom u uzorku gdje je nedostajućih podataka bilo 25% aritmetička sredina se promijenila za 0,01% u odnosu na početnu vrijednost, te u istom uzorku medijan se promijenio za 0,91%. Minimum i maksimum su ostali isti.

Kod imputacije posljednjeg provedenog promatranja *(engl. Last Observation Carried Forward method (LOCF))* u uzorku gdje je nedostajućih podataka bilo 5% aritmetička sredina se promijenila za 0,06% u odnosu na početnu vrijednost, te u istom uzorku medijan je ostao isti, tj. nije se promijenio. Minimum i maksimum su ostali isti.

Kod imputacije posljednjeg provedenog promatranja *(engl. Last Observation Carried Forward method (LOCF))* u uzorku gdje je nedostajućih podataka bilo 25% aritmetička sredina se promijenila za 0,48% u odnosu na početnu vrijednost, te u istom uzorku medijan je ostao isti, tj. nije se promijenio. Minimum i maksimum su ostali isti.

Kod metode brisanja retka *(engl. Listwise Deletion Method)* u uzorku gdje je nedostajućih podataka bilo 5% aritmetička sredina se promijenila za 5,08% u odnosu na početnu vrijednost, te u istom uzorku medijan se promijenio za 0,68%. Minimum i maksimum su ostali isti.

Kod metode brisanja retka *(engl. Listwise Deletion Method)* u uzorku gdje je nedostajućih podataka bilo 25% aritmetička sredina se promijenila za 24,47% u odnosu na početnu vrijednost, te u istom uzorku medijan se promijenio za 1,35%. Minimum i maksimum su ostali isti.

6. Zaključak

U Hrvatskoj još uvijek nije prepoznata važnost odvajanja otpada, građani još uvijek nisu dovoljno upoznati sa činjenicom da otpad nije smeće, već vrijedna sirovina.

Kompost predstavlja vrijedan i iskoristiv proizvod. Industrijski proizveden kompost u kompostanama zasigurno može pronaći svoje mjesto na tržištu, osobito ako se vodi briga oko održavanja javnih površina, (parkova, zelenih površina), na taj način potaknula bi se i veća potrošnja komposta i samim time povećala njegovu konkurentnost i „popularnost“ na tržištu.

Kompostiranje je, naime, prastara metoda pretvaranja organskih ostataka tvari u plodni humus. Možemo je primijeniti u vlastitom vrtu, a korištenjem prikladnog spremnika za kompostiranje čak i na balkonu. To je ujedno i najprihvatljiviji način zbrinjavanja organskog otpada. Kompostiranjem iz organskog otpada nastaju vrijedne organske tvari koje poboljšavaju strukturu tla, pomažu zadržavanju vlage, tlo čine prozračnijim, povećavaju mikrobiološku aktivnost tla, obogaćuju ga hranjivim sastojcima te povećavaju otpornost biljaka na nametnike i bolesti.

Primjenom 4 različite metode: imputacija medijana, imputacija aritmetičke sredine, imputacija posljednjeg provedenog promatranja i metode brisanja retka može se zaključiti da na uzorku gdje imamo 5% nedostajućih podataka, najbolje je primjeniti metodu: imputacija posljednjeg provedenog promatranja *(engl. Last Observation Carried Forward method, (LOCF)).* U drugom uzorku, tj. u uzorku gdje imamo 25% nedostajućih podataka najbolje je primjeniti metodu imputacije medijana.

Iznenađujuće je da metoda brisanja retka *(engl. Listwise Deletion Method)* daje izuzetno dobre rezultate, a najjednostavnija je metoda.

7. Literatura

[1] AZO (2016) Agencija za zaštitu okoliša http://www.azo.hr/

[2] Brown, R. L.: Efficacy of the indirect approach for estimating structural equation models with missing data: A comparison of five methods. Structural Equation Modeling, 1, 287–316., 1994.

[3] Durrant, Gabriele B.: Imputation Methods for Handling Item-Nonresponse in the Social Sciences: A Methodological Review, ESRC National Centre for Research Methods and Southampton Statistical Sciences Research Institute, (S3RI), University of Southampton, 2005.

[4] Fichman, M., & Cummings, J. N.: Multiple imputation for missing data: Making the most of what you know. Organizational Research Methods, 6(3), 282–308., 2003.

[5] Graham, J. W.: Missing data analysis: Making it work in the real world. Annual review of psychology, 60, 549-576., 2009.

[6] Ivković, E.: Zbrinjavanje otpada, 2012.

[7] Kalambura S., Krička T., Kalambura D. : Gospodarenje otpadom, Veleučilište Velika Gorica, Velika Gorica, 2011.

[8] Kemeter, D.: Održivo gospodarenje otpadom, Međimursko veleučilište u Čakovcu, Čakovec, 2015.

[9] Kisić I.: Uvod u ekološku poljoprivredu. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 2014.

[10] Lohr, S.L.: Sampling: Design and Analysis. Boston: Brooks/Cole., 2010.

[11] Lovorka Gotal Dmitrović, Vesna Dušak, Jasminka Dobša: Missing data problems in non-Gaussian probability distributions, 2015.

[12] Ministarstvo zaštite okoliša i prirode (MZOIP): Operativni program – Okoliš 2007 – 2013., 2007.

[13] Narodne novine, Odluka o donošenju Plana gospodarenja otpadom Republike Hrvatske za razdoblje 2017. - 2022. godine, 2017.
http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2017_01_3_120.html

[14] Newman, D. A.: Longitudinal modeling with randomly and systematically missing data: A simulation of ad hoc, maximum likelihood, and multiple imputation techniques. Organizational Research Methods, 6, 328–362., 2003.

[15] Nonveiller, E.: Mehanika tla , Školska Knjiga, Zagreb, 1979.

[16] Plan gospodarenja otpadom Republike Hrvatske 2015-2021 (Ministarstvo zaštite okoliša i prirode), 2011.

[17] Prelec, Z.: Inženjerstvo zaštite okoliša, Rijeka, 2012.

http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/Inzenjerstvo_zastite_okolisa/9.pdf

[18] Regionalni centar zaštite okoliša: EU i zaštita okoliša – gospodarenje otpadom na lokalnoj razini, Znanje d.d., Zagreb, 2009.

[19] Runko Luttenberg, L.: Gospodarenje vodom i otpadom, Naklada Kvarner, Rijeka, str.28.

[20] Sofilić, T., Brnardić, I.: Gospodarenje otpadom, Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet, Sisak, 2013.

http://www.ssmareljkovicasb.skole.hr/upload/ssmareljkovicasb/newsattach/200/GOSPODARENJE-OTPADOM_SKRIPTA.pdf

[21] Šimunović, Ž.: Nula otpada – Priručnik za gospodarenje otpadom, Zelena akcija, Zagreb, 2007.
http://s3-eu-west-1.amazonaws.com/zelena-akcija.production/zelena_akcija/document_translations/607/doc_files/original/ZA_prirucnik_nulaotpada_web.pdf?1271514511,

[22] Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S.: Using multivariate statistics (4th edition). Boston, MA: Allyn and Bacon, 2001.

[23] http://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje_otpadom/odlagalista_otpada_i_sanacije/

[24] https://repozitorij.gfos.hr/islandora/object/gfos%3A275/datastream/PDF/view

Sveučilište
Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU
I
SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, _____Jura Čoklec_____ *(ime i prezime)* pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/~~ica~~ završnog/~~diplomskog~~ (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom _____Metode imputacije nedostajućih vrijednosti na primjeru slijeganja biootpada___ *(upisati naslov)* te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/~~ica:~~
(upisati ime i prezime)

_Jura Čoklec__Čoklec___
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnost i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, _____Jura Čoklec_____ *(ime i prezime)* neopozivo izjavljujem da sam suglasan/~~na~~ s javnom objavom završnog/~~diplomskog~~ (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom _____Metode imputacije nedostajućih vrijednosti na primjeru slijeganja biootpada___ *(upisati naslov)* čiji sam autor/~~ica.~~

Student/~~ica:~~
(upisati ime i prezime)

_Jura Čoklec__Čoklec___
(vlastoručni potpis)