

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI STRUDIJ: ODRŽIVI RAZVOJ

MARTINA DODLEK

KOMPOSTANE U HRVATSKOJ

ZAVRŠNI RAD

ČAKOVEC, 2016.

MEĐIMURSKO VELEUČILIŠTE U ČAKOVCU
STRUČNI STRUDIJ: ODRŽIVI RAZVOJ

MARTINA DODLEK

KOMPOSTANE U HRVATSKOJ
COMPOSTING PLANTS IN CROATIA

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

mr. sc. Dragica Kemeter, pred.

ČAKOVEC, 2016.

ZAHVALA

Zahvaljujem se svojoj mentorici mr. sc. Dragici Kemeter na pruženoj stručnoj pomoći i svim savjetima tijekom izrade završnog rada.

Nadalje se zahvaljujem svim prijateljima i obitelji na pruženoj podršci.

Posebno se zahvaljujem svojim roditeljima na poticanju i razumijevanju tijekom godina obrazovanja.

Martina Dodlek

SAŽETAK

Ovim završnim radom opisan je način kompostiranja u kompostanama Republike Hrvatske. Kompostana je mjesto u kojem se organski materijal postupkom kompostiranja pretvara u kompost, tj. prirodno gnojivo. Kompostiranje je proces razgradnje organskog materijala, a cijeli postupak kompostiranja po fazama opisan je u radu. Navedeno je čemu služi kompost, te njegova namjena. U razradi teme rada dan je popis aktivnih kompostana u Hrvatskoj kao i njihov način rada, te faze procesa kompostiranja. Aktivne kompostane u Hrvatskoj koje će se opisati su: kompostana Imbriovec, kompostana Kloštar Ivanić, kompostana Herešin, kompostana Ponikve, kompostana Perušić, kompostana Prelog, kompostana Jankomir i Markuševac, te kompostana Prudinec. U samoj usporedbi kompostana može se vidjeti da je svaka kompostana drugačija po načinu i fazama kompostiranja. Iako većina kompostana obrađuje kuhinjski, vrtni i zeleni otpad, sam tijek procesa kompostiranja se razlikuje vremenski. Pa se tako procesi kompostiranja odvijaju od tri mjeseca do godine dana. Usporedbom kompostana smatram da je najbolja kompostana u Hrvatskoj kompostana Kloštar Ivanić zbog kratkog vremena kompostiranja i maksimalnog smanjenja štetnih utjecaja na okoliš. Time se odgovara na probleme vezane uz zaštitu okoliša, a svijest građana o održivosti se podiže.

Ovaj rad može potvrđuje važnost kompostiranja jer s ekološkog stajališta kompostiranje je najbolji i najprihvatljiviji način gospodarenja s otpadom.

Ključne riječi: kompostana, kompostiranje, kompost, proces, okoliš

SUMMARY

With this graduation thesis is described the process of composting in Croatia. Composting plant is a place where organic material through composting process turns into compost ie. fertilizer. Composting is a process of degradation of organic material, and the whole composting process stages are described further in the thesis. It is specified what are the benefits of compost, and its purpose. In the elaboration of this theme it will be given a list of composting plants in Croatia, also their method of work and phases of composting process. Active composting plants that will be described in thesis are: composting plant Imbriovec, composting plant Kloštar Ivanić, composting plant Herešin, composting plant Ponikve, composting plant Perušić, composting plant Prelog, composting plant Jankomir and Markuševac, and composting plant Prudinec. In the comparison of the composting plants it can be seen that every composting plant has its unique way and phases of composting organic material. Although the most of the composting plants are processing kitchen, garden and green waste every process has a different timeline. The process of composting usually lasts from three months to one year. By comparing the composting plants my opinion is that the best composting plant in Croatia is the composting plant Kloštar Ivanić because of its short timeline and the minimizing of harmful effects on the environment. This corresponds to the problems related to environmental protection, and the public awareness about sustainability is on higher level.

With this thesis it is concluded the importance of composting, from ecological point of view composting is the best and the most appropriate way of waste management.

Key words: *composting plant, composting, compost, process, environment*

SADRŽAJ

SAŽETAK

1. UVOD	6
2. KOMPOSTIRANJE	7
2.1. Kompostna hrpa.....	7
2.2. Faze kompostiranja	8
2.3. Kompost	8
2.4. Primjena komposta	11
3. AKTIVNE KOMPOSTANE RH	13
3.1. Kompostana Prelog	14
3.1.1. Opis procesa kompostiranja	15
3.2. Kompostana Imbriovec	17
3.2.1. Opis procesa kompostiranja.....	17
3.3. Kompostana Herešin – Koprivnica	18
3.3.1. Opis procesa kompostiranja.....	19
3.4. Kompostana Jankomir i Markuševac	20
3.4.1. Opis procesa kompostiranja	20
3.5. Kompostana Prudinec	22
3.5.1. Opis procesa kompostiranja	23
3.6. Kompostana Kloštar Ivanić	24
3.6.1. Opis procesa kompostiranja	24
3.7. Kompostana Ponikve – Krk	26
3.7.1. Opis procesa kompostiranja	27
3.8. Kompostana Perušić	29
3.8.1. Opis procesa kompostiranja	29
4. USPOREDBA KOMPOSTANA U RH	31

5. ZAKLJUČAK	34
6. LITERATURA.....	35
PRILOZI	

1. UVOD

Kompostana je mjesto u kojemu se organski dio ostataka posebnim postupkom pretvara u organsko gnojivo (kompost) upotrebljivo za gnojenje tla u različite namjene. Kompostiranje je jedan od najstarijih načina recikliranja otpada pa je tako kompost već u davnim vremenima bio korišten u poljoprivredi kao hranjivo za obogaćivanje tla.

Procesom kompostiranja događa se razgradnja organskih ostataka iz kojih miješanjem nastaje kompost kao konačan proizvod. Kompostiranjem i stvaranjem komposta nastaju vrijedne organske materije koje poboljšavaju strukturu zemljišta, pomažu zadržavanju vlage, zemljište čine rastresitijim, povećavaju mikrobiološku aktivnost zemljišta, obogaćuju ga hranjivim sastojcima i povećavaju otpornost biljaka na štetočine i bolesti.

Kompostiranjem uspostavlja se prirodni kružni tok tvari u prirodi. Svrha kompostiranja je da se organski materijal, koji podliježe raspadanju, razgradi u stabilnije humusne spojeve. Na taj način otpad koji je mogao završiti na deponiju postaje korisna sirovina za izradu organskih gnojiva koje biljke koriste kao kvalitetno hranjivo. Time se smanjuje potrebu za korištenjem umjetnih gnojiva.

Prvi pisani trag o primjeni komposta u poljoprivredi potječe iz 1149. godine kada je Chen Fu definirao metodu kompostiranja u svojoj knjizi „Chenfu Agricultural Book“. [1] U Hrvatskoj prve kompostane otvorene su u vlasništvu poduzeća Zrinjevac Zagreb. Kompostana Jankomir svojim radom započela je 1991. godine dok je 1995. godine započela svoj rad kompostana Markuševac.

2. KOMPOSTIRANJE

Kompostiranje je aerobna biološka razgradnja (obrada) biootpada (tj. organskih kompostabilnih dijelova otpada), pri čemu nastaju ugljikov dioksid, voda, toplina kao i konačni produkt kompost (humus, lat. *Compositus* = sastavljen, složen).[2] Takav način recikliranja otpada kao prirodnog procesa toka tvari, ljudi rabe još od pamtivijeka.

Cilj kompostiranja je da se sav sirovi organski materijal koji podliježe raspadanju i koji se nalazi u kompostnoj hrpi, prevede tj. pretvori u stabilnije humusne spojeve, te da se izbjegnu neugodni mirisi, uništi sjeme korova i patogeni organizmi.

Temelj dobrog kompostiranja je miješanje:

- Suhih i vlažnijih dijelova biootpada,
- Većih i sitnijih dijelova biootpada,
- Svježih i starijih dijelova biootpada,
- Kuhinjskog i vrtnog biootpada.[2]

2.1. Kompostna hrpa

Prije samog stvaranja kompostne hrpe treba provjeriti tlo, najčešće prekopavanjem, odnosno treba provjeriti da li postoje korovi koji bi mogli dovesti do oštećenja hrpe. Na dno hrpe postavlja se posteljica od usitnjenog granja i drva debljine 15 cm. Posteljica ima važnu ulogu jer ona osigurava stalno prozračivanje i na nju se dodaje sloj lišća. Na sloj lišća dodaju se slojevi prikupljenog biootpada debljine do 20 cm, koji se prethodno usitnio i izmiješao. Između samih slojeva biootpada dodaje se sloj svježeg komposta ili vrtne zemlje. Sam postupak stvaranja hrpe može se ponavljati do visine 1.2 m. Na samom kraju hrpa se prekriva rahlom zemljom, travom, slamom ili jutenom vrećom. Materijal mora biti takav da propušta zrak, smanjuje isušivanje i gubitak topline, onemogućava ispiranje hranjivih dijelova, i da spriječi raznošenje kompostnog materijala vjetrom.

Kompostna hrpa se prevrće redovito, na početku procesa nakon 5 – 6 tjedana, a kasnije svaka dva do tri mjeseca. Prevrtanjem kompostne hrpe ona se prozračuje, otklanjaju se neugodni mirisi ako ih ima, odvodi se suvišna vlaga te se osigurava bolja kvaliteta

komposta. Nakon 3 – 4 mjeseca temperatura se u hrpi smanjuje sa 50 – 60°C na 20 – 25°C (temperatura okoline). Takva temperatura pogoduje organizmima, koji su unutar hrpe, da dodatno prerađuju svježi kompost. Nakon 9 – 12 mjeseci kompost je zreo. On se, zatim, sije preko mreže, a veći komadi izdvajaju se i ponovo se miješaju u svježi biootpad te se vraćaju u proces kompostiranja.

2.2.Faze kompostiranja

Procesom kompostiranja događa se razgradnja organskih tvari složenih u hrpe koje se prevrću i rastresaju u djelomično razgrađene rezidue.[3]Proces kompostiranja ima 3 faze:

- a) Prva faza je faza razgradnje u kojoj glavnu ulogu imaju mikroorganizmi (bakterije i dr.). Oni prvi napadaju kompostnu masu i razgrađuju je i pritom se oslobađa velika količina topline (do 70°C na 1 m³ kompostne mase), koja uništava sjemenje korova i uzročnike bolesti, tj. patogene mikroorganizme.
- b) Druga fazaje faza pretvorbe. U toj fazi temperatura se smanjuje, broj mikroorganizama se povećava, a kompostnu masu nastanjuju i prve gljivice, plijesni, kvasci i dr.
- c) Treća faza je faza izgradnje. U toj se fazi pojavljuju prvi višestanični organizmi (npr. gliste) koje miješaju i usitnjavaju materijal te koji probavom stvaraju tzv. kompostne grudice.[4]

2.3.Kompost

Kompost koji je konačan proizvod procesa kompostiranja, koristi se za poboljšanje fizikalnih, kemijskih i bioloških značajki tla, za ishranu bilja, kao malč (zaštićuje tlo od sunca, kiše, vjetra, povećava organsku tvar tla i služi kao hrana mikroorganizmima) i kao sirovina za proizvodnju raznih hranjivih podloga.

To je smjesa organskih dijelova otpada gospodarstva, kućanstva, naselja i industrija koja se koristi kao organsko gnojivo, koju razgrađuju slični organizmi (mikroorganizmi, gljivice i gujavice). Za razliku od mineralnih gnojiva koja se moraju

kupiti, organski vrtni i kuhinjski otpad stalno je dostupan i lako se može pretvoriti u materijal koji poboljšava parametre tla (osigurava biljkama hranu, poboljšava strukturu tla i mikrobiološku aktivnost tla).

Barth (2009.) navodi sljedeću podjelu komposta:

- Biokompost koji nastaje prikupljanjem organskih ostataka iz kućanstva,
- Zeleni kompost koji nastaje kompostiranjem ciljano sakupljenih ostataka s obradivih površina i parkova,
- Miješani kompost koji nastaje od nerazvrstanog otpada. Za razliku od dva prethodna, ovaj se kompost samo uvjetno (ovisi o stupnju onečišćenja) može koristiti kao pokrov na nasipima, kao zaštita od erozije vodom i kao izolacijski materijal za sprečavanje buke na autocestama.[1]

Neodgovarajuće pripremljen kompost može u tlu povećati sadržaj biljnih patogena, sjemenki korova ili otrovnih organskih ili anorganskih onečišćenja u tlu. S druge strane, dobro pripremljen kompost može povećati razinu organske tvari u tlu te stimulirati porast uzgajanih biljaka, ali u isto vrijeme i zaštititi uzgajane biljke od bolesti.[1] Zbog toga postoji sljedeća podjela komponenata koje se mogu kompostirati, tj. one koje se smiju kompostirati:

a) Kuhinjski otpad, kao što su ostaci:

- voća,
- povrća,
- ljuske jajeta,
- kore voća i povrća,
- talog kave,
- vrećice čaja,
- kruha i peciva;

b) vrtni i zeleni otpad, koji čine ostaci:

- trave,
- lišća,

- granja,
- cvijeća,
- otpalog voća,
- zemlje iz lonaca za cvijeće,
- korov,
- kora;

c) ostali kompostabilni otpad:

- kosa,
- dlaka,
- slama,
- piljevina,
- iverje,
- božićna drvca,
- papirnate maramice,
- pepeo od izgaranja drva.

Vrste otpada, tj. ono što u biootpadu ne smije biti i ne smije se kompostirati su: bolesni dijelovi biljaka, baterije, lijekovi, metali, kabeli, tiskovine, vrećice, pepeo od izgaranja ugljena, lož ulja, ostaci boja i lakova, kozmetika, deterdženti, pesticidi, herbicidi, kosti, koža, plastika, staklenke, ljepila i slično.

U kompostnu hrpu, također, se ne smije odlagati meso, riba, mlijeko i mliječni proizvodi, cigarete te kuhani ostaci hrane. Sav taj otpad mogao bi privući životinje koje bi kopale po tome i tim kopanjem oslobađale neugodne mirise. U otpad koji se kompostira ne smiju se odlagati štetne i otrovne tvari jer one uništavaju mikro i makroorganizme i samim svojim djelovanjem zagađuju kompost.

2.4.Primjena komposta

Biljkama je za ishranu važan odnos ugljika i dušika u tlu (C/N). Optimalan omjer dušika i ugljika je C/N 30:1. U tvarima, tj. otpadu koji se kompostira omjer C/N je različit, tako je npr. kod kuhinjskog otpada, tj. ostataka povrća i voća omjer C/N 23:1, a u zelenom otpadu kao što je lišće, grane, kora i sl. omjer je C/N 60:1. Zbog toga je vrlo važno složiti kompostnu hrpu od 4 dijela kuhinjskog otpada i jednog dijela zelenog otpada.

Tijekom rada s kompostom najvažnije je pratiti promjene temperature, reakcije i C/N odnos (Slamić,1992.). Optimalne vrijednosti C/N odnosa materijala koji služe za izradu komposta prikazane su u Tablici 1. [1]

Tablica 1. Značajke nekih materijala za izradu komposta

MATERIJAL	C:N ODNOS	SPOSOBNOST RAZGRADNJE	VLAŽNOST U IZVORNOM OBLIKU
Lišće joha	25 – 30	Dobra	Srednja
Lišće jasena	25 – 30	Dobra	Srednja
Lišće lipe, bukve i hrasta	40 – 60	Dobra	Srednja
Borove iglice	30	Srednja	Slaba
Lišće i korijenje krumpira	25 – 30	Dobra	Dobra nakon uvenuća
Grančice	30 – 60	Dobra	Srednja do prevelika
Pokošena trava	12 – 25	Dobra	Dobra nakon uvenuća
Slama	20 – 30	Dobra	Vrlo loša
Kora drveća	100 – 130	Srednja	Loša
Piljevina jele	200 – 230	Srednja	Loša
Ostaci od orezivanja u voćnjaku	100 – 150	Loša	Vrlo loša
Ostaci iz vrta	13	Dobra	Prevelika

Slama od pšenice	150	Dobra	Vrlo loša
Slama od ječma	100	Dobra	Vrlo loša
Slama od zobi	50	Dobra	Vrlo loša
Slama od raži	65	Dobra	Vrlo loša
Kokošji gnoj	13 – 18	Dobra	Vrlo loša
Goveđi gnoj	20	Dobra	Srednja
Konjski gnoj	25	Dobra	Dobra
Otpaci iz kuhinje	12-20	Dobra	Općenito prevelika
Talog kave	25-30	Dobra	Dobra
Karton	200 – 500	Loša	Loša

Izvor: dr.sc. Kisić I. (2014.) UVOD U EKOLOŠKU POLJOPRIVREDU, Zagreb, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Svježi kompost, starosti od 4 – 6 mjeseci je tamnosmeđe boje. U rano proljeće ili jesen treba ga zaorati na poljoprivrednim površinama, odnosno ugrabljati u zemlju u vrtu. U svježem kompostu se još uvijek događaju biološki procesi. Zbog toga se on ne koristi prilikom razdoblja rasta biljaka te kod biljaka s osjetljivim korijenjem. Koristi se od 2 – 4 kg svježeg komposta po kvadratnom metru.

Zreli kompost je starosti 9 mjeseci i više te je crne boje. Do 30% zrelog komposta se može koristiti i umiješati u zemlju u vrtu i lončanicama za cvijeće. Tu ne postoji problem da se pretjera s količinom. Najbolji rezultat se postiže ravnomjernim nanosom na vrtne ili poljoprivredne površine.

3. AKTIVNE KOMPOSTANE RH

U Hrvatskoj se nalazi 9 aktivnih kompostana (Tablica 2.), a to su: kompostana Prelog, kompostana Imbriovec, kompostana Herešin u Koprivnici, kompostana Kloštar Ivanić, kompostana Ponikve otok Krk, kompostana Perušić, te tri kompostane u gradu Zagrebu: kompostane Markuševac, Jankomir i Prudinec.

Tablica 2. Pregled kompostana u RH i raspoloživih kapaciteta u 2016. godini

Lokacija kompostane	Kapacitet (t/god)
Imbriovec	6.990
Kloštar Ivanić	27.300
Koprivnica (Herešin)	1.900
Krk (Ponikve)	6.000
Perušić	1.200
Prelog	3.000
Jakuševac (Prudinec)	27.000
Jankomir	10.000
Markuševac	10.000
Ukupno	93.390

Izvor: http://www.mzoip.hr/doc/strateska_studija_o_utjecaju_plana_gospodarenja_otpadom_republike_hrvatske_za_razdoblje_2016-2022_na_okolis.pdf

3.1. Kompostana Prelog

U gradu Prelogu otvorena je prva kompostana sjeverozapadne Hrvatske 2015. godine u vlasništvu komunalnog poduzeća GKP PRE-KOM d.o.o. Prelog.

Kako bi se biorazgradivi otpad mogao obraditi i iz njega proizvesti kompost, bila je potrebna kompostana koja je izgrađena u Prelogu na lokaciji Gorice.

Kompostana Prelog (Slika 1.) pokriva područje donjeg Međimurja od otprilike 7000 domaćinstva (25000 stanovnika) i preko 500 pravnih osoba, a do popunjavanja kapaciteta preuzima na obradu i biorazgradivi otpad okolnih jedinica lokalne samouprave ili njihovih komunalnih poduzeća koje nisu u sustavu zajedničkog gospodarenja otpadom.[5]



Slika 1. 3D prikaz kompostane u Prelogu

Izvor: <http://prelog.hr/>

Sama kompostana izgrađena je sukladno zakonskim i ekološkim zahtjevima, a u to se, također, ubraja i vodonepropusno dno i zatvoren sustav za sakupljanje procjednih voda te natkriven prostor za biostabilizaciju (Slika 2.)



Slika 2. Natkriveni dio kompostane

Izvor: <http://prelog.hr/>

3.1.1. Opis procesa kompostiranja

Površina kompostane za manipulaciju neopasnim biorazgradivim otpadom u cijelosti je asfaltirana. Podloga ispod nadstrešnice i podloga za pripremu otpada izvedene su od vodonepropusnog asfalta punjenog gelom s pojačanim padom. U postupku kompostiranja, kompost se pokriva folijom. Kompostiranjem se smanjuje volumen otpada za odlaganje, a ne šteti se okolišu. Vrijedni sastojci kompostiranjem se pretvaraju u korisnu sirovinu. Pripremljeni biorazgradivi otpad doprema se na površinu za kompostiranje pod nadstrešnicom te se formira u slobodnostojeću hrpu visine 2.5 – 3 m i širine 4 – 5 m.

GKP PRE-KOM d.o.o. za postupke razmjene i recikliranja biorazgradivog otpada koristi usitnjivač grana te kombinirani stroj za zemljane radove (rovokopač). Sitniji biorazgradivi otpad iz kojeg je izdvojen nepoželjni otpad miješa se s usitnjenim otpadom od drveta, tzv. sječkomte se tretira preparatom s efektivnim mikroorganizmima (EM) koji osigurava pravilno kompostiranje. [6]

Proces kompostiranja odvija se u tri faze:

- I. FAZA: prva faza započinje odmah po formiranju kompostne hrpe te se u njoj temperatura podiže na temperaturu u rasponu od 55°C do 65°C, pri čemu se pazi da se temperatura ni u jednom trenutku ne podigne iznad 75°C. U kompostnoj hrpi

vlaga se, po potrebi, povećava polijevanjem vodom iz sabirne jame, a kiselost dodavanjem vapna. Nakon 14 dana hrpa se ponovno tretira preparatom s efektivnim mikroorganizmima. Za vrijeme ove faze hrpu treba periodički preokretati kako bi se osigurali aerobni uvjeti. Prva faza kompostiranja traje do 30 dana, a volumen se smanjuje za do 20%.

II. FAZA: Nakon isteka prve faze, hrpa komposta se preslaže u drugu kompostnu hrpu, 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°C, a volumen se smanjuje za do 15%. Ova faza kompostiranja traje od 31-tog do 60-tog dana.

III. FAZA: Po isteku druge faze kompostiranja opet se preslaže 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 10%. Po isteku ove faze dobivamo konačni proizvod – kompost.

Otpad koji je nastao uporabom (kompost) prosijava se kroz sito u svrhu odvajanja finije frakcije (do 1.5 cm) i grublje frakcije (do 3 cm). Takav prosijani kompost puni se u vreće koje se stavljaju u prodaju (Slika 3.).



Slika 3. Vreće za kompost

Izvor: <http://prelog.hr/>

3.2. Kompostana Imbriovec

U mjestu Imbriovec, nedaleko Koprivnice, izgrađena je kompostana namijenjena zbrinjavanju muljeva. Kao sirovina za kompost koristi se saturacijski mulj nastao iz procesa pročišćavanja otpadnih voda pivovare Carlsberg. Na kompostište se dopremaju i muljevi tvornice Kvasac Zagreb i Coca Cola Beverages Hrvatska d.o.o.

Mulj se do kompostane doprema u kontejnerima, odlaže na kompostnu površinu i miješa se s otpadom s javnih površina: lišće, granje, trava, piljevina, biljni ostaci, kora drveta te slamom i kukuruzovinom. Daljnji postupak kompostiranja odvija se na otvorenom i traje oko 2 - 4 mjeseca. Dobiveni kompost se koristi na okolnim poljoprivrednim površinama kojima raspolaže PZ Imbriovec.

3.2.1. Opis procesa kompostiranja

Kompostiranje se obavlja na otvorenom prostoru na betoniranoj podlozi dimenzija 50 x 50 m. Kompostni materijal slaže se u uzdužne hrpe po dužini prema nagibu podloge, visine oko 2 m. Kompostni materijal slaže se u slojevima naizmjenično suhi i vlažni materijal. Prvi donji sloj je obavezno suhi materijal, a na njega ide onaj vlažni sloj tj. mulj. Kompostna hrpa je zbog otvorenog tipa kompostane nezaštićena od atmosferskih utjecaja (isušivanje ili prekomjerno vlaženje kompostne hrpe i sl.). Kod prekomjernog isušivanja ili prekomjernog porasta temperature mase, kompost se povremeno vlaži vodom iz sabirnih jama ili vodom iz javne vodovodne mreže. Također, kompostna hrpa povremeno se prevrće zbog boljeg djelovanja bakterija. Za postupak kompostiranja potrebna je voda, kisik i dovoljna količina hranjive tvari te mikroorganizmi koji razgrađuju organsku tvar. Kompostiranje se odvija u aerobnim uvjetima. [7]

Kompostiranje je jedno od mogućih rješenja zbrinjavanja mulja gdje organska tvar iz mulja nastavlja s razgradnjom do anorganske tvari. Mulj nije štetan jer nema nijedno svojstvo opasnog otpada: toksičnost, štetnost, infektivnost, zapaljivost, kancerogenost, mutagenost, teratogenost ili eksplozivnost te ne otpušta otrovne plinove kemijskom reakcijom ili biorazgradnjom.

Proces kompostiranja u tri faze:

- I. FAZA: Faza započinje odmah na početku stvaranja kompostne hrpe i tu se razgrađuju organski materijali. Mikroorganizmi (termofilni mikroorganizmi do 70°C) preuzimaju glavnu ulogu te se pritom oslobađa velika količina topline koja uništava sve uzročnike bolesti. Ta faza traje 30 dana, a volumen hrpe se smanjuje za 20% i kreće druga faza.
- II. FAZA: Druga faza započinje smanjenjem temperature do 40°C, u kojoj glavnu ulogu preuzimaju mezofilni mikroorganizmi. Zapčinje pretvorba organskih materijala, volumen se smanjuje za 15%. Faza traje do 60–tog dana nakon čega počinje snižavanje temperature do one okolne i kreće treća faza.
- III. FAZA: Treća faza u kojoj kompost dozrijeva, hrpa se preslaže, a volumen se smanjuje do 10%. Proces traje do 90–tog dana, a glavni pokazatelj prestanka procesa je pad temperature kompostne hrpe na temperaturu okoliša i prestanak emisije CO₂ u okoliš. Nakon toga zapčinje proces zriobe mulja, pri čemu odumiru i razgrađuju se aerobni termofilni i mezofilni mikroorganizmi koji su sudjelovali u procesu aerobne razgradnje organske tvari.

Manje kvalitetni ili nedovoljno zreli dio kompostne mase vraća se ponovno u postupak kompostiranja. Konačan proizvod se može upotrijebiti u uzgoju ratarskih kultura, kao poboljšivač tla, ali i za povećanje plodnosti tla zbog značajnog sadržaja hranjivih tvari - dušika, kalija i fosfora.

3.3. Kompostana Herešin – Koprivnica

Grad Koprivnica upravlja odlagalištem otpada „Piškornica“ koje se nalazi na području Općine Koprivnički Ivanec. Uz odlagalište otpada „Piškornica“ nalazi se kompostana Herešin.[8]

Svojim radom kompostana Herešin započela je 2011. godine, kada je GKP Komunalac započeo sakupljati odvojeno skupljeni zeleni otpad (granje, lišće, trava i živica). Samim odvojenim skupljanjem zelenog otpada smanjuju se količine odloženog na odlagalištu otpada. Skupljanje zelenog otpada obavlja se pomoću smeđih posuda i zelenih vreća. Također, korisnici koji imaju veću količinu zelenog otpada mogu otpad sami dovesti u kompostanu.

3.3.1. Opis procesa kompostiranja

Na kompostištu je asfaltirano oko 5.000 m² površine za smještaj i manipulaciju biorazgradivog otpada. Izgrađena je kolska vaga (40 t), prostorije za smještaj radnika te spremnik za prihvata oborinske vode koja se koristi za zalijevanje kompostnih hrpa.[9]

Površina kompostane koja je namijenjena za skladištenje organskog otpada nalazi se na otvorenom području na vodonepropusnoj podlozi. Ploha je izgrađena s blagim nagibom koji omogućuje odvodnju vode do kanala za procjedne vode koji završava u vodonepropusnoj sabirnoj jami. Dovož biorazgradivog otpada obavlja se teretnim vozilima tvrtke Komunalac d.o.o. i to na način da se odvojeno prikuplja i dovozi dvije grupe otpada: prva grupa – lišće, granje, trava i cvijeće, i druga grupa – ostaci voća i povrća iz kućnog otpada (komunalnog otpada). [8] Nakon dopreme biootpada obavlja se vaganje i provjera dovezenog zelenog otpada se podaci upisuju u očevidnik. Biorazgradivi otpad na odlagalište mogu besplatno predati i stanovnici u količini od dvije auto prikolice mjesečno.

Kompostiranje se odvija u tri faze:

- I. FAZA: To je faza razgradnje i zagrijavanje kompostne hrpe. Mikroorganizmi razgrađuju organske materijale koji se nalaze unutar kompostne hrpe i temperatura se povećava do 70°C. Kompostnu hrpu potrebno je tijekom faze miješati kako bi ulazilo što više kisika. Faza traje oko 3 mjeseca, volumen se smanjuje do 20% i nakon toga slijedi druga faza.
- II. FAZA: Termofilna faza u kojoj temperatura počinje padati do 40°C. Broj mikroorganizama se povećava i proces kompostiranja se ubrzava. Volumen hrpe se smanjuje za 15% i počinje treća faza novim preslaganjem hrpe.
- III. FAZA: To je faza hlađenja i zrenja komposta. Kompostna hrpa poprima svojstva komposta (sipkost i smeđa boja) te se smanjuje volumen za otprilike 10%. Temperatura se smanjuje do one okolne, a to znači da proces kompostiranja završava.

Dobiveni kompost koristi se za vlastite potrebe tvrtke Komunalac d.o.o. kao i za prodaju, tj. dijeljenje građanima. Tvrtka Komunalac d.o.o. kompost koristi za prihranjivanje gradskog ukrasnog raslinja i cvjetnih gredica, u održavanju zelenih

površina u urbanim prostorima te za uzgoj različitih poljoprivrednih kultura na privatnim površinama. Gotovi (zreli) kompost jednim dijelom izravno odlazi u prodaju (rinfuza), jednim dijelom se izdaje građanima na račune kupljenih zelenih vreća za biorazgradivi otpad, a određeni dio izdaje se besplatno djelatnicima Komunalca d.o.o.

Za okretanje kompostnih hrpa upotrebljava se poseban stroj koji nosi na sebi dozator s cijevima za ubrizgavanje vode (Slika 4.) te, također, poboljšava kvalitetu samog komposta.



Slika 4. Okretanje komposta pomoću stroja

Izvor: <http://www.komunalac-kc.hr/zbrinjavanje-otpada/kompostiste/>

3.4. Kompostana Jankomir i Markuševac

Kompostana Jankomir započela je s radom 1991. godine, a kompostana Markuševac započela je s radom četiri godine kasnije, 1995. godine. Kompostane Grada Zagreba zauzimaju površinu od 1.2 ha, a kapacitet im je 30 000m² vegetacijskog otpada, od čega može nastati, tj. može se proizvesti 7000m² vrtnog komposta. Takav kompost predstavlja najbolje i najjače biološko gnojivo za prihranjivanje gradskog raslinja.

3.4.1. Opis procesa kompostiranja

Svaka od njih ima vodonepropusnu asfaltno–betonsku podlogu iz kojih se voda slijeva u kanalizacije ili retencije. Kompostane raspolažu s nekoliko strojeva koji su potrebni za pripremu materijala za proces proizvodnje komposta. Za proces proizvodnje rabi se

aerobno kompostiranje otvorenim sustavom biološkog otpada sa zelenih površina grada Zagreba. Taj proces traje od 8 – 10 mjeseci, a nakon toga kompost se upotrebljava.

Nakon samog odlaganja zelenog otpada on se melje posebnim strojevima za mljevenje i usitnjavanje kako bi što većom površinom bio u dodiru sa zrakom i vodom, odnosno kako bi imao najpovoljnije uvjete za usklađivanje odnosa zraka i vode u kompostnoj hrpi. Zeleni otpad sačinjavaju trava, lišće i granje debljine do 30 cm. Nakon mljevenja veličina samih čestica, tj. tvari u hrpi iznose od 5 – 60 mm. Tijekom mljevenja različiti materijali se miješaju, a masa za kompostiranje mora biti dobro promiješana jer svi materijali u hrpi pospješuju rast i razvoj mikroorganizama svojim fizikalnim, kemijskim i biološkim karakteristikama.

Od samljevenog materijala koji je bio izmiješan, slažu se hrpe koje će se kompostirati. Hrpe se slažu utovarivačima i rovokopačima te je hrpe potrebno zalijevati zbog održanja vlažnosti koja se kreće od 50 – 65%. [10]

Nakon oblikovanja kompostne hrpe i rada mikroorganizma može se potrošiti sav kisik, zbog toga je hrpu potrebno prevrtati zbog lakšeg unosa zraka. Količina kisika koja je najbolja, tj. najpovoljnija u hrpi je od 10 – 15%. Hrpa (Slika 5.) se u početku prevrće svakih tri do pet dana, a kasnije za vrijeme dozrijevanja komposta svakih 15 dana.



Slika 5. Kompostna hrpa

Izvor: <http://www.casopis-gradjevinar.hr/assets/Uploads/JCE-61-2009-12-08.pdf>

Proces kompostiranja po fazama:

- I. FAZA: Početna faza kompostiranja u kojoj započinje razgradnja organskog materijala. Temperatura se kreće od 45 – 70°C. Kako je već i navedeno hrpu je potrebno prevrtati zbog lakšeg unosa zraka (kisika).
- II. FAZA: Termofilna faza koja slijedi nakon 3 mjeseca, a temperature počinje padati na 40°C. Zbog gubitka volumena hrpu je potrebno preslagati i prevrtati, a broj mikroorganizama koji sudjeluju u procesu razgradnje se povećava.
- III. FAZA: Nakon 8 – 10 mjeseci slijedi dozrijevanje komposta. U završnoj fazi pri kraju samog procesa temperatura se smanjuje dok ne dosegne vrijednost okolne temperature, a to je znak da proces završava.

Zreli kompost se, zatim, prosijava i jedan dio odlazi u prodaju, a drugi dio se pakira ili koristi kao komponenta u sastavu različitih supstrata. Prosijavanjem se izdvajaju materijali koji sadrže komadiće drveta jer njihov period truljenja traje od 2 – 4 godine i on se vraća natrag na kompostiranje i miješa sa svježim biootpadom.

3.5. Kompostana Prudinec

Kompostana Prudinec je treća kompostana Grada Zagreba izgrađena 2003. godine na odlagalištu otpada Jakuševac. Namijenjena je za kontejnerski tip biološkog kompostiranja.

Osnovni je cilj biološkog kompostiranja i obnavljanja tla iskorištavanje odvojeno prikupljenog biološkog otpada koji se dovozi na odlagalište. [10] Tu se govori o aerobnom biološkom postupku koji se u prvoj fazi odvija u zatvorenim dinamičkim modulima s biološkim filtrom. Postrojenje je zatvorenog tipa, potpuna je kontrola procesa i smanjuju se mogući neugodni mirisi nastali u toku procesa. Jedan dio proizvoda iz biološkog kompostiranja koriste se za ozemljivanje odlagališta otpada Jakuševac, a kao krajnje proizvode navode: gotovi kompost, prosijani talog (koristi se za njegovanje zemljišta).

Postrojenje obrađuje 2 000 tona/god biorazgradivog otpada:

- kućnog biootpada (~ 726 tona/god)

- zelenog otpada (~ 987 tona/god)
- otpada s tržnica (voće, povrće) (~ 103 tona/god)
- prerađivačkog biootpada (~ 185 tona/god).

3.5.1. Opis procesa kompostiranja

Iz odvojeno prikupljenog otpada (grana, kore, lišća, piljevine, te papira, biomuljeva i drugih biorazgradivih materijala) aerobnim se procesom proizvodi kompost. Dobiveni materijal koristi se za prekrivanje i ozelenjavanje, tj. kultiviranje zemljišta. Postrojenje ima godišnji kapacitet do 30 000 tona/god. Pripremljeni zeleni otpad miješa se s malim količinama različitog mulja u procesu truljenja, često se okreće i truli do konačnog dozrijevanja. Tijekom truljenja dolazi do konačnog dozrijevanja ponavljanim okretanjem materijala. Materijal za obradu na početku se utovarivačem slaže u trapezoidne hrpe postavljene na vrhu elemenata za dovod zraka. Procesom truljenja upravlja se reguliranim uvođenjem zraka i redovitim okretanjem materijala. Na kompostištu se slažu 4x4 trapezoidne hrpe, svaka volumena od 770 m³. Kanali za dovod zraka, također, služe i za dovod vode.

Faze kompostiranja:

- I. FAZA: Temperatura kompostne hrpe se zagrijava i povećava do 68°C. Započinje proces razgradnje pomoću mikroorganizama. Kompostna hrpa se miješa i prebacuje zbog lakšeg unosa kisika. Volumen hrpe se smanjuje i hrpu je potrebno opet presložiti.
- II. FAZA: Termofilna faza, tj. faza u kojoj se temperatura počinje snižavati do 40°C, ali ne prelazi tu temperaturu. Volumen se i u toj fazi smanjuje do 15%. Nakon što temperatura počne opet padati slijedi treća faza.
- III. FAZA: Faza dozrijevanja komposta. Temperatura pada do one okolne, a to je znak da proces završava nakon 6 – 8 mjeseci. U toj fazi počinje se oblikovati svjež kompost koji ima sipku strukturu i tamnije je boje.

Nakon pripreme materijala, pomoćstroja za prosijavanje, koji se koristi u gruboj pripremi (uz promjenu veličine otvora), materijal se odmah odvozi i upotrebljava kao

materijal za ponovno kultiviranje zemljišta na lokalnom nasipnom terenu.

Krajnji proizvod postrojenja sastoji se od :

- gotovog komposta – koristi se na lokalnom nasipnom terenu kao sloj za ponovno kultiviranje zemljišta
- prosijanog taloga – vraća se u obradu ili se koristi za kultiviranje zemlji. [11]

3.6. Kompostana Kloštar Ivanić

Kompostana Kloštar Ivanić smještena je u općini Kloštar Ivanić te je specifična zbog svog kompostiranja u tunelu koji je objašnjen u daljnjem tekstu. Planirani sustav za kompostiranje zatvorenog tipa temelji se na kompostiranju organskog materijala unutar kutije: tunelu.

3.6.1. Opis procesa kompostiranja

Kada je tunel napunjen organskim materijalom, procesni se zrak ispuhuje iz sabirnika zraka u tunel za kompostiranje. Procesni zrak cijevima dolazi u tunel. Prema potrebi se dodaje svjež zrak i može se raspršivati voda. Cirkulacijom procesnog zraka moguće je kontrolirati parametre koji su važni za proces kompostiranja, poput, temperature, vlažnosti i koncentracije kisika.

Specifikacije pogona su:

- kapacitet pogona od približno 240 tona kuhinjskog otpada odvojenog na izvoru prosječno po tunelu,
- nagibanje kamiona, pregledavanje (screening) komposta u unutarnjem prostoru,
- utovar i istovar pomoću prednjih utovarivača. [12]

U Tablici 3. prikazane su specifikacije kompostane.

Tablica 3. Specifikacije kompostane Kloštar Ivanić

Ukupna ulazna količina	240 tona * 3 tunela * 50 = 36 000 tona godišnje
Vrijeme u tunelu	12 – 14 dana
Tuneli za kompostiranje	40 x 6 x 6 m (duljina * širina * visina)
Unutarnje dimenzije tunela	
Prozračivana površina tunela	40 x 6 m (duljina * širina)
Broj tunela	6
Protok zraka kroz tunele	najviše 100 m ³ /m ² , h Podovi za dozrijevanje
Unutarnje dimenzije podova	37,5 x 5 m (duljina * širina)
Broj podova	4, za približno 4 tjedna dozrijevanja uz prozračivanje
Biofilter	
Unutarnje dimenzije	približno 690 m ² (duljina * širina)
Broj biofilitara	10
Opterećenje zrakom	najviše 150 m ³ /h,m ²

Izvor:http://www.klostarivanic.hr//2013/Idejni_projekt_Kompostana_Klostar_Ivanic.pdf

Sustav za kontrolu procesa

Tuneli su opremljeni sensorima za mjerenje:

- temperature komposta,
- temperature zraka (suhog i vlažnog termometra),
- kisika (O₂),
- volumena zraka,
- količine zraka.

Biofilar je opremljen sensorima za mjerenje:

- temperature materijala,
- temperature zraka (suhog i vlažnog termometra),
- volumena zraka,
- količine zraka.

Prozračivani pod za dozrijevanje opremljen je sensorima za mjerenje:

- temperature materijala,
- temperature zraka (suhog i vlažnog termometra).

Osim ovih mjerenja, mjeri se i vanjska temperatura suhog i vlažnog termometra. [12]

Faze kompostiranja u tunelu:

Proces kompostiranja traje svega nekoliko dana. Zbog zatvorenog tipa kompostiranja ubrzan je proces zadržavanja i dozrijevanja komposta u tunelu. Faze kompostiranja su iste kao i kod ostalih kompostana koje imaju vanjsko kompostiranje, a jedina razlika je što se kompostna hrpa ne treba prevrtati i miješati.

- I. FAZA: Za početak procesa potreban je idealan omjer vlažnosti i unosa kisika koji ulazi kroz otvore i ventilaciju. To je faza u kojoj glavnu ulogu imaju mikroorganizmi i oni započinju razgradnju. Temperatura se povećava do one maksimalne koja smije biti sadržana u kompostnoj hrpi, a to je do 70°C. Sustavima za kontrolu procesa i sensorima upravlja se procesom kompostiranja
- II. FAZA: Dolazi do smanjenje temperature, organski materijal se polako počinje pretvarati u kompost. Povećan je broj mikroorganizama, kao i gljivica.
- III. FAZA: Faza u kojoj dolazi do izgradnje i zrenja komposta, temperatura se dodatno smanjuje i hrpa dobiva sva svojstva komposta.

3.7. Kompostana Ponikve – otok Krk

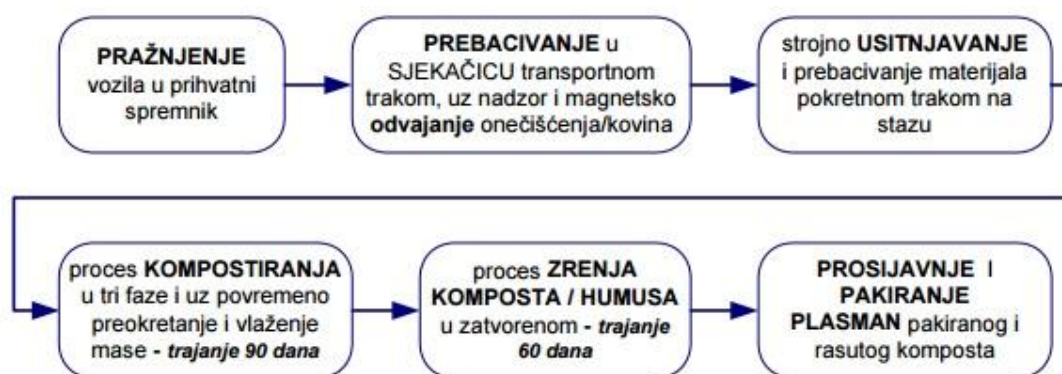
Ekološki sustav zbrinjavanja komunalnog otpada, nazvan „Eko otok Krk“ uveden je 2005. godine. Na otoku se trenutno odvojeno prikuplja oko 40% otpada. Korist sustava za gospodarenje biološko–organskim ostacima tvarisu velike količine biognojiva. Na otoku Krku godišnji je potencijal za proizvodnju biognojiva iz biootpada više tisuća tona, što je od velike važnosti za razvoj poljoprivrede, posebno maslinarstva i vinogradarstva na otoku. Sustav je važan i zbog toga jer uklanja probleme koji nastaju prilikom neekološkog postupanja.

Zbrinjavanje biootpada obuhvaća dva segmenta:

- odvojeno prikupljanje u posude s dodanim slamnatim uloškom (spremnik zraka) i
- obrada tako skupljenog otpada u procesu kompostiranja.

3.7.1. Opis procesa kompostiranja

Proces kompostiranja je ključni segment u ispravnom postupanju s biootpadom te u dobivanju kvalitetnog nusproizvoda na samom završetku procesa. Biognojivo je korisno za poljoprivrednu proizvodnju, tako da se svi problemi koji bi mogli nastati u vrijeme procesa odmah probaju spriječiti. Sam proces nastanka komposta vidi se na Slici 6.[13]



Slika 6.Proces humifikacije biootpada

Izvor:

<http://www.ponikve.hr/sites/default/files/dokumenti/ostalo//studija-eko-zbrinjavanje.pdf>

Ograđeni prostor kompostišta iznosi oko 5500 m², a od toga je oko 4000 m² nenatkrivene betonske površine. Kompostana ima pokretni uređaj sa sandukom za istresanje biootpada, s transportnom trakom za dopremu ostataka do sjekačice, uz nadzor i magnetsko uklanjanje metalnih dijelova, također, i uređaje za usitnjavanje, prosijavanje, miješanje i punjenje komposta u vreće. [13]

Proces kompostiranja kao i kod ostalih kompostana započinje istovarom bioloških ostataka, koji se stavlja u pokretni uređaj za preuzimanje otpada iz vozila. Nakon što je masa usitnjena, ona se slaže u staze koje na kraju čine hrpe visine 2.5 m i širine 2 m. Zatim slijedi prva od tri faze kompostiranja:

- I. FAZA: Usitnjena masa koja je, također, i izmiješana sačinjena od biootpada ovlažuje se do sadržaja vlage od otprilike 65% (Tablica 4.). Nakon toga slijedi povećanje temperature (na 45 – 60°C) u roku od 2 do 3 dana. Ovisno o vanjskim uvjetima nakon 10 dana počinje snižavanje temperature. Kompostnu hrpu je potrebno miješati, prebacivati da bi što više ušao zrak (kisik) u samu hrpu. Nakon završene prve faze, kompostna hrpa se pomoću pokretne freze usitnjava i preslaže u uzdužne hrpe visine do 2.2 m.
- II. FAZA: Tijekom faze održava se vlažnost mase i nakon povišenja temperature kompostiranje se nastavlja i traje oko 30 dana. Nakon procesa temperatura se opet snižava ali na nešto višu temperaturu od one prosječne vanjske temperature. Obujam hrpe se tijekom II. faze smanjuje za oko 25%. Faza završava nakon otprilike 45 dana.
- III. FAZA: Kompostna hrpa (Slika 7.) poprima svojstva komposta, kao što je boja koja postaje smeđa, a struktura je sipka. Formirani kompost se prebacuje u skladište koje mora biti zatvoreno i natkriveno, u kojem slijedi proces humifikacije. Volumen se tu smanjuje za otprilike 15% tijekom 60 dana od trenutka kad je on u skladištu. Rezultat procesa je zreli kompost veće uporabne i tržišne vrijednosti.



Slika 7. Prikaz kompostane i kompostnih hrpa

Izvor:<http://www.grad-krk.hr/www.grad-krk.hr/files/a0/a0825733-6887-4e72-90b9-910e6fcbce58.pdf>

Na cijeloj površini kompostane je uređaj za prskanje vodom čime se osigurava potrebna vlažnost mase u kompostiranju. Površina kompostane je betonirana s blagim padom prema sabirnim kanalima koji odvođe površinsku vodu do spremnika s taložnikom.

Tablica 4.Potrebna vlažnost kompostne mase

FAZE KOMPOSTIRANJA	VLAŽNOST MASE (%)
I. FAZA	65%
II. FAZA	60%
III. FAZA	50%

Izvor:<http://www.ponikve.hr/sites/default/files/dokumenti//studijaekozbrinjavanje.pdf>

3.8.Kompostana Perušić

Kompostana Perušić je smještena u sklopu odlagališta „Razbojište“. Otpad iz vrtova i parkova, otpad iz groblja te otpad s tržnica se prikuplja na način da se otpad odvaja na mjestu nastanka u kontejnere 5.0 ili 7.0 m³ koji su postavljeni na određenim lokacijama. Organski dio otpada reciklira se u kompostani, a ostali se skladište u za to predviđenom prostoru (plastika i sl.) na službenom odlagalištu „Razbojište“.[14]Odvojenim skupljanjem i obradom biootpada značajno se smanjuju količine otpada na odlagalištima jer se biootpad kompostiranjem razgrađuje, odnosno smanjuje mu se volumen i dobiveni kompost moguće je, ovisno o postignutoj kvaliteti, koristiti za razne namjene. Biorazgradivi otpad iz domaćinstava mora se skupljati odvojeno od ostalog komunalnog otpada da bi se dobio kvalitetan i iskoristiv kompost. U općini Perušić potrebno je poticati građane koji imaju vrtove na samostalno kompostiranje s ciljem smanjenja udjela bio otpada u komunalnom otpadu.

3.8.1. Opis procesa kompostiranja

Minimalna površina za kompostiranje je 2 m². Od oko 5 prostornih metara biootpada dobije se oko 2 prostorna metra komposta - dovoljno za kvalitetan uzgoj cvijeća i povrća

u vrtu. Odvojeno prikupljeni otpad odlaže se na asfaltiranu uređenu površinu veličine 1 000 m², s uređenim sustavom za prikupljanje oborinskih voda, vodonepropusnim bazenom za prihvata oborinskih voda. Najveća količina biorazgradivog otpada potječe iz LCD Lidl d.o.o., a zatim sa zelene tržnice u Perušiću. Biorazgradivi otpad pogodan za kompostiranje se obrađuje aerobnom razgradnjom na formiranoj kompostnoj hrpi uz odgovarajuće vlaženje i prevrtanje. Zaprimiti otpad se nakon pregleda usitnjava, formira se kompostnu hrpu i kontrolira proces. Masa se prevrće strojem za prevrtanje.

U ograđeni prostor na dno hrpe stavi se usitnjeno granje (visina sloja do 15 cm). Na to se doda sloj lišća, a zatim slojevi biootpada, koje prethodno treba izmiješati i usitniti na komade manje od 5 cm (visina sloja oko 20 cm). Između slojeva biootpada nasipa se tanki sloj vrtnje zemlje ili svježeg komposta. Postupak se ponavlja dok kompostna hrpa ne dosegne visinu od 1.2 m. Zgotovljenu hrpu prekriva se materijalom (jutena vreća, slama ili sl.), koji propušta zrak te smanjuje isušivanje i gubitak topline, onemogućava ispiranje hranjivih sastojaka i sprječava raznošenje vjetrom). Kompostnu hrpu treba prevrtati radi prozračivanja, otklanjanja neugodnih mirisa i suvišne vlage, na početku najkasnije nakon 5 – 6 tjedana, a poslije toga svaka 2 mjeseca.

Kompostiranje se obavlja u tri faze:

- I. FAZA: Faza u kojoj glavnu ulogu preuzimaju mikroorganizmi i razgrađuju kompostnu hrpu. Temperatura se u toj fazi povećava od 60 – 70°C. Faza traje nekoliko mjeseci.
- II. FAZA: Faza u kojoj se temperatura počinje smanjivati i padati do 40°C. Kompostna hrpa se zbog gubitka volumena preslaže. Pri završetku faze, nakon 3 – 4 mjeseca, temperatura počinje padati i kreće posljednja faza kompostiranja.
- III. FAZA: Faza dozrijevanja komposta. Nakon 9 – 12 mjeseci kompost je zreo, temperatura je slična onoj okolnoj, tj. vanjskoj.

Nakon što je kompost zreo treba ga prosijati (sito s veličinom rupa oko 1 cm). Veće komade koji su ostali na situ treba vratiti u proces kompostiranja. Dobiveni kompost koristi se u hortikulturi i poljoprivrednim površinama općine Perušić. [14]

4. USPOREDBA KOMPOSTANA RH

Svaka kompostana specifična je zbog svog procesa kompostiranja, dovoza odvojeno sakupljenog otpada te postupanje s kompostom kao nusproizvodom. Sve kompostane obrađuju kuhinjski otpad, vrtni i zeleni otpad, ostali biorazgradivi otpad, a neke kompostane i saturacijski mulj koji se doveze na kompostište. Vrste kompostana, kao i budući planovi svake kompostane prikazuju se u Tablici 5.

Tablica 5. Usporedbe kompostana u RH

KOMPOSTANE	Vrsta kompostane i trajanje procesa kompostiranja	Površina za kompostiranje	Korištenje dobivenog komposta	PLANOVI
Prelog	Kompostana pod nadstrešnicom. Trajanje procesa 3 mjeseca i dulje.	Asfaltirana – vodonepropusna podloga punjena gelom s pojačanim padom.	Pakiranje komposta u vreće, te prodaja istog.	Nabava sijačice za kompost, te nabava ostale potrebne opreme.
Imbriovec	Otvoreni tip kompostane. Trajanje procesa do 4 mjeseca.	Vodonepropusna a armiranobetonska podloga s blagim nagibom.	Korištenje na okolnim poljoprivrednim površinama.	Povećanje kapaciteta biootpada.
Herešin – Koprivnica	Otvoreni tip kompostane. Trajanje procesa do 12 mjeseci.	Asfaltirana – vodonepropusna podloga s blagim nagibom.	Korištenje za održavanje gradskih zelenih površina. Dio odlazi u prodaju.	Povećanje udjela odvojeno sakupljenog otpada. Podjela posuda i kompostera.
Jankomir, Markuševac, Prudinec	Kompostane Jankomir i Markuševac: otvoreni tip. Trajanje procesa 8 – 10 mjeseci. Kompostana Prudinec: kontejnerski (zatvoreni) tip kompostane. Trajanje procesa 6 – 8 mjeseci.	Vodonepropusna a asfaltno – betonska podloga s blagim nagibom.	Prodaja komposta, a kompost dobiven u kompostani Prudinec koristi se na lokalnom nasipnom terenu za kultiviranje tla.	Povećanje količina biootpada, podjela kompostera. Modernizacija postrojenja kompostana.
Kloštar Ivanić	Kompostana u kutiji/tunelu	Betonska podloga.	Prodaja i dijeljenje	Izgradnja sortirnice

	(zatvoreni tip). Trajanje procesa do mjesec dana.		komposta kroz razne akcije.	odvojeno prikupljenog otpada.
Ponikve – otok Krk	Otvoreni tip kompostane. Trajanje procesa 3 mjeseca i dulje.	Betonska podloga s blagim padom.	Pakiranje i prodaja komposta.	Unaprjeđenje sustava odvojenog prikupljanja otpada.
Perušić	Otvoreni tip kompostane. Trajanje procesa do godine dana.	Asfaltirana podloga s obodnim kanalima.	Korištenje komposta u hortikulturi i poljoprivredi.	Povećanje broja spremnika i posuda za biootpad.

Obradenim kompostana, njihovim procesima i fazama kompostiranja sve činjenice pokazuju da je najbolja kompostana Kloštar Ivanić. U radu je opisan način i vrsta kompostiranja kompostane. Smatram da se zbog zatvorenog tipa kompostiranja, tj. onog u tunelu kompostira puno brže i bez štetnih utjecaja na okoliš vrši kompostiranje. U štetne utjecaje na okoliš ubrajam raznošenje kompostne mase vjetrom, mogućnost dolaska životinja koje bi uništile sam pokrov kompostne hrpe, kao i kopanje po samoj hrpi. Također, prilikom miješanja hrpe izlazak neugodnih mirisa i sl. U tunelu do takvih utjecaja ne dolazi, a što se tiče ulaza i izlaza zraka, na tunelu je napravljena ventilacija. Isto tako prednost takvog načina kompostiranja je u sustavu koji kontrolira cijeli proces, kao što je temperatura zraka i komposta, vlažnost, unos kisika.

Kao najstariju kompostanu navodim kompostanu u Zagrebu, Jankomir. Kompostana postoji već 25 godina i mislim da su strojevi kao i tehnologija zastarjeli. No, radi se na pribavljanju i kupnji novih i modernijih strojeva. Unatoč godinama rada kompostane, ona još uvijek ima veliki godišnji kapacitet prihvata organskog materijala za kompostiranje. Kao što sam i navela, nedostatak otvorenog procesa kompostiranja je samo trajanje koje može biti do godine dana. Razgradnja organskog materijala u slučaju kompostane Jankomir traje 8 – 10 mjeseci što je, također, poprilično dugo.

Unatoč veličini Grada Zagreba i broju stanovnika, smatram da je neisplativo imati 3 aktivne kompostane. Možda bi bilo najbolje rješenje udružiti sve kompostane u jednu i stvoriti veliku kompostanu, s najmodernijom opremom, strojevima te kvalitetnim radom, a na kraju kao rezultat toga dobivanje visokokvalitetnog komposta.

Hrvatska je na dobrom putu iskorištavanja i upotrebe komposta. Iako kompostane ne proizvode onoliko koliko bi se moglo iskoristiti komposta, ljude treba osvijestiti i potaknuti na kompostiranje. Povećanjem proizvodnje komposta, kao i mogućnost dijeljenja istog, a da zauzvrat ljudi dopreme organski materijal u kompostanu, povećala bi se sama upotreba komposta. Zamijenilo bi se korištenje umjetnih gnojiva koji smanjuju kvalitetu tla, ali i ugrožavaju zdravlje okoliša i nas ljudi. Prirodno proizvedeno gnojivo, tj. kompost uvelike bi pridonio poboljšanju kvalitete i plodnosti tla, ali i održivosti. Smatram kako bi trebalo otvoriti više kompostana u ruralnim područjima jer one imaju više organskog materijala koji bi se mogao kompostirati i više područja na kojim bi se kompost mogao iskorištavati.

Kao dodatna korist kompostana u Hrvatskoj u budućnosti mogla bi biti stvaranje bioplina i njegovo iskorištavanje u različite svrhe. Bioplin bi se, primjerice, mogao koristiti za zagrijavanje prostorija i za proizvodnju (zbog toga jer je plin moguće pretvoriti u druge oblike energije). Iako je to skup i složen proces, i traje dugo takvim načinom iskorištavanja plina uštedjelo bi se na fosilnim gorivima te bi se primjenjivao pojam održivosti.

5. ZAKLJUČAK

Tema ovo rada bila je „Kompostane u Hrvatskoj“ s naglaskom na sam opis procesa i faze kompostiranja. Radom je dan sažeti pregled svih kompostana u RH i usporedba istih.

Na temelju moje analize zaključila sam da u Hrvatskoj nema dovoljno kompostana, a taj broj mogao bi se povećati posebno u ruralnim područjima. Smatram da 9 aktivnih kompostana, ne može pokrivati cijelo područje Hrvatske. Dakako otvaranjem novih kompostana povećala bi se proizvodnja i korištenje prirodnog gnojiva, a time bi se smanjila količina uvoza i korištenja umjetnih gnojiva. Iako su postojeće kompostane počele rješavati probleme odloženog otpada na deponijima, još uvijek ostaje velika količina otpada koji se može održivo zbrinuti.

S ekološkog stajališta i kao najbolji odgovor u postupanju i gospodarenju s organskim otpadom najprihvatljivija metoda je kompostiranje. Smatram da se metodama kompostiranja odgovara na probleme vezane uz zaštitu okoliša i održive svijesti. Isto tako sam razvoj kompostana i potrebe građana da se s nekorisnim otpadom počne raditi nešto korisno predstavlja glavni cilj kompostiranja.

Kompostane su se pokazale kao dobar odgovor u gospodarenju otpadom, a da pritom dobivamo nusproizvod kojim odgovaramo na pitanja zaštite okoliša i održivosti. Svaka od njih izrađena je prema Zakonu o održivom gospodarenju otpadom, a to znači da su spriječeni ili maksimalno smanjeni štetni utjecaji na okoliš.

6. LITERATURA

- [1] **dr.sc. Kisić I. (2014.)**, UVOD U EKOLOŠKU POLJOPRIVREDU, Zagreb,
Agronomskifakultet Sveučilišta u Zagrebu
- [2] **Milanović Z.; Radović S.; Vučić V. (2002.)**, OTPAD NIJE SMEĆE, Zagreb,
Gospodarstvo i okoliš
- [3] **Herceg N. (2013.)**, OKOLIŠ I ODRŽIVI RAZVOJ, Zagreb, Synopsis d.o.o.
- [4] <http://www.cistoca-ri.hr/Kompostiranje/> (10.04.2016.)
- [5] <http://prelog.hr/> (16.05.2016.)
- [6] <http://medjimurska-zupanija.hr/PRE-KOM-d.o.o./kompostana/> (16.05.2016.)
- [7] <http://documents.tips/documents/prociscavanje-otpadnih-voda-55a931a2df174.html>
(13.08.2016.)
- [8] <http://www.koprivnica.hr/Nacrt-plana-gospodarenja-otpadom-u-Gradu-Koprivnici/>
(18.04.2016.)
- [9] <http://kckzz.hr/IzvjescePGO2011/> (20.04.2016.)
- [10] <http://www.casopis-gradjevinar.hr/>(10.04.2016.)
- [11] <http://www.zgos.hr/> (12.04.2016.)
- [12] http://www.klostarivanic.hr2013/20140211Idejni_projekt_Kompostana_Klostar_Ivanic.pdf
(15.08.2016.)
- [13] <http://www.ponikve.hr/studija-eko-zbrinjavanje/>(23.04.2016.)
- [14] <http://www.komunalac-perusic.hr/wp-content/uploads/2013/01/Biootpad-kompostiranje.pdf>(16.08.2016.)

PRILOZI

1. POPIS SLIKA

Slika 1. 3D prikaz kompostane u Prelogu	14
Slika 2. Natkriveni dio kompostane	15
Slika 3. Vreće za kompost	16
Slika 4. Okretanje komposta pomoću stroja	20
Slika 5. Kompostna hrpa	21
Slika 6. Proces humifikacije biootpada	27
Slika 7. Prikaz kompostane i kompostnih hrpa	28

2. POPIS TABLICA

Tablica 1. Značajke nekih materijala za izradu komposta	11
Tablica 2. Pregled kompostana u RH i raspoloživih kapaciteta u 2016. godini	13
Tablica 3. Specifikacije kompostane Kloštar Ivanić	25
Tablica 4. Potrebna vlažnost kompostne hrpe	29
Tablica 5. Usporedbe kompostana u RH	31