

Univerzitet U Nišu
Mašinski fakultet



Biološki tretman čvrstog komunalnog otpada

-DIPLOMSKI RAD -

Kandidat:
Nikolić U. Milan 9518

Mentor:
Prof. dr Ljubica Čojbašić

Niš, decembar 2007. godine

Rezime

Povećavanje populacije stanovništva u gradovima i naseljima dovelo je do povećanja količine otpada, što predstavlja veliki problem. Najveći deo čvrstih gradskih otpadaka čine organske materije

Biološki tretman otpada aerobno kompostiranje mešanog ili otpada izdvojenog na izvoru, anaerobnu fermentaciju u reaktoru ili fermentaciju u bioreaktorima na deponiji. Svaka od tehnika je pogodna za određeni spektar otpada. Zato je od najveće važnosti identifikovati najpovoljniju opciju za različite tipove otpada.

Sa ekološkog stanovišta, kompostiranje se može porediti sa prirodnom degradacijom organske supstance u većini aerobnih ekosistema. Veći deo organske materije se razlaže duže ili kraće vreme, dok se u isto vreme hranljivi sastojci mineralizuju na frakcije pogodne za ishranu biljaka.

Kompostiranje je kontrolisani oksidacioni proces koji obuhvata heterogene organske materije u čvrstom stanju.

Razgrađivanje čvrstih otpadaka organskog porekla može se ostvariti aerobno i anaerobno, zavisno od količina raspoloživog kiseonika. S obzirom da su anaerobni procesi izuzetno spori i zbog toga što je teško suzbiti neprijatne mirise koje ovi procesi generišu, većina operacija kompostiranja su po prirodi aerobne.

Kompost popravlja strukturu zemlje, teksturu i aerisanost, a pored toga povećava i retencioni kapacitet za vodu. Kompost u glinovitom zemljištu povećava poroznost dok u peskovitom povećava sposobnost peska da drži vodu. Proizvodnja komposta od čvrstih otpadaka posebno je poželjna na mestima na kojima bi deponije ili peći za spaljivanje bile suviše skupe, na primer, u većem delu Sjedinjenih Američkih Država i u Evropi, kao i u zemljama gde je prirodno zemljište slabog kvaliteta, kao i u sušnim predelima na Srednjem istoku.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	6
1.1. Istorijat tretmana otpada.....	6
1.2. Politika Evropske Unije u upravljanju otpadom.....	8
1.3. Strategija upravljanja otpadom Evropske Unije	9
1.4. Strateški okvir za politiku upravljanja otpadom u Republici Srbili.....	11
2. OSNOVE PROCESA BIOLOŠKOG RAZLAGANJA.....	14
3. KOMPOSTIRANJE.....	15
3.1. Pojam kompostiranja i komposta.....	15
3.2. Definicija kompostiranja.....	16
3.3. Biologija procesa kompostiranja.....	17
3.4. Proces asimilacije i desimilacije.....	18
3.5. Osnovna podela kompostiranja.....	19
3.5.1. Aerobno i Anaerobno kompostiranje.....	19
3.5.2. Mezofilno i Termofilno kompostiranje.....	19
3.6. Faze kompostiranja	19
3.6.1. Spora faza.....	20
3.6.2. Aktivna faza.....	20
3.6.3. Faza sazrevanja.....	21
3.7. Uticajni faktori i parametri na proces kompostiranja.....	21
3.7.1. Nutrijenti i supstrat.....	21
3.7.2. Hemijski elementi sadržani u kompostu.....	21
3.7.3. Dostupnost nutrijenata.....	22
3.7.4. Odnos ugljenika i nutrijenata.....	22
3.7.5. Veličina čestica.....	23
3.7.6. Kiseonik.....	23
3.8. Sadržaj vlage.....	24
3.8.1. Maksimalne vrednosti.....	24
3.8.2. Zapremina pora.....	24
3.8.3. Minimalne vrednosti.....	24
3.8.4. pH vrednost.....	25
3.8.5. Temperatura.....	26
3.8.6. Faktori sredine	26
3.8.7. Mezofilno i termofilno kompostiranje.....	27

3.9. Parametri upravljanja procesom.....	27
3.9.1. Potrošnja kiseonika.....	27
3.9.2. Temperatura.....	28
3.9.3. Vlažnost.....	29
3.9.4. pH vrednost	30
3.9.5. Miris.....	30
3.9.6. Boja.....	30
3.9.7. Razgradnja isparljivih čvrstih materija.....	30
3.9.8. Stabilnost.....	31
4. TEHNOLOGIJA KOMPOSTIRANJA.....	32
4.1. Izbor lokacije postrojenja	32
4.1.1. Pufer zone.....	32
4.1.2. Miris.....	32
4.2. Sistemi kompostiranja.....	33
4.2.1. Podela sistema kompostiranja.....	33
4.2.2. Mehanizmi aeracije.....	34
4.3. „Windrow“ sistemi.....	34
4.3.1. Konstrukcija „windrow“ sistema.....	34
4.3.2. Dimenzije „windrow“ sistema.....	34
4.3.3. Visina.....	35
4.3.4. Širina.....	35
4.3.5. Oblik windrow sistema.....	35
4.3.6. Aeracija „windrow“ sistema prevrtanjem.....	35
4.3.6.1. Učestalost prevrtanja.....	36
4.3.6.2. Uređaji za prevrtanje.....	37
4.3.7. Prinudna aeracija.....	38
4.3.8. Konstrukcija „windrow“ postrojenja sa prinudnom aeracijom.....	39
4.3.9. Upravljanje procesom prinudna aeracije.....	39
4.4. Kompostiranje u sudovima (in-vessel sistemi).....	40
4.4.1. „Plug-flow“ vertikalni reaktori.....	41
4.4.2. Rotacioni horizontalni bubanj.....	42
4.4.3. Otvoren horizontalni pravougaoni tank.....	43
4.4.4. Vertikalni reaktori sa mešanjem.....	43
4.4.5. „Plug- flow“ horizontalni tank.....	44

5. UTICAJ KOMPOSTA NA OKOLINU I ZDRAVLJE LJUDI.....	45
5.1. Uticaj na vodu i vazduh.....	45
5.1.1. Uticaj na vodu.....	45
5.1.2. Uticaj na vazduh.....	46
5.1.3. Mirisi.....	47
5.2. Prenosioci zaraza.....	48
6. ANAEROBNI PROCESI.....	50
6.1. Suva neprekidna digestija.....	52
6.2. Suva digestija u serijama.....	52
6.3. Sekvencijalna digestija u serijama.....	53
6.4. Vlažna neprekidna digestija.....	53
6.5. Više etapna vlažna digestija.....	53
7. ZAKLJUČAK.....	55
8. LITERATURA.....	57

1. UVOD

1.1. Istorijat tretmana otpada

Povećavanje populacije stanovništva u gradovima i naseljima dovelo je do povećanja količine otpada, što predstavlja veliki problem. Problem tretmana i odlaganja otpada datira još iz davnina. U Atini je još oko 500. godine pre Hrista donet zakon kojim se zabranjuje bacanje smeća na ulicama. Zakonom je bilo predviđeno odvoženje i odlaganje otpada na određenim lokacijama koje su bile udaljene oko dva kilometra od grada. Prvi zapisi o spaljivanju otpada datiraju još sa početka prvog milenijuma i odnose se na Palestinu. Naime, u dolini reke Gehena u blizini Jerusalima bilo je smešteno smetlište na kojem je vršeno odlaganje i spaljivanje otpada.

Problem tretmana i odlaganja otpada je bio jako izražen i u srednjem veku. Iznošenje otpada na ulicama je izazivalo pored neprijatnih mirisa pojavu glodara i zaraznih bolesti. Zakonom iz 1297. godine londonska domaćinstva su morala da mesta za odlaganje otpada ispred svojih kuća održavaju čistim. Henri IV 1408. godine donosi zakon po kojem su domaćinstva u obavezi da sakupljeni otpad čuvaju u svojim kućama do prolaska teretnih kola kojima se otpad izvezio na smetlišta izvan grada.

U Evropi za vreme industrijske revolucije između 1750. i 1850. godine dolazi do velike migracije seoskog stanovništva ka gradskim područjima. To dovodi do velike ekspanzije gradova i gradskog stanovništva, čime se i količina otpada u gradovima povećava. Pored povećanja količine otpada iz domaćinstava javlja se veliko povećanje i industrijskog otpada. U tom periodu u otpadu se je najčešće nalazilo staklo, stari metal, otpaci od hrane i ljudski otpad. Ovakav otpad je predstavljao veliki problem jer je dovodio do pojave glodara, mušica i zaraznih bolesti.

Kada je velika količina otpada počela da predstavlja opasnost po ljudsko zdravlje, počelo se sa uvođenjem zakonodavstva u ovoj oblasti i to prvo na lokalnom nivou, a zatim na nivou država. U Engleskoj je u drugoj polovini devetnaestog veka doneta serija zakona kojom su data veća ovlašćenja lokalnim zajednicama. Ta ovlašćenja su podrazumevala formiranje komisija za kontrolu zagađenja koja su se morala kretati u određenim granicama. Ove mere su pooštrene u donetim aktima o javnom zdravlju (Public Health Acts) iz 1875. i 1936. godine. Ovim aktima se propisuje niz mera koje se odnose na upravljanje i odlaganje otpada. Aktom iz 1875. godine su propisane dužnosti lokalnim zajednicama da uređuju procese odnošenja i odlaganje otpada. Aktom iz 1936. godine je regulisana kontrola odlaganja otpada u vodu i donose se zakoni koji se odnose na ugrožavanje života ljudi od strane privrede, biznisa i proizvodnje.

U Americi se počelo sa donošenjem zakona 1795. godine. Ovaj zakon se odnosio na Đordžtaun i Vašington u kojima se zabranjuje odlaganje otpada na ulicama i obavezuje pojedince da uklanjaju otpad koji načine ili da unajme privatne firme da to čine umesto njih. U Vašingtonu je 1856. godine je uveden sistem za sakupljanje otpada za čije su funkcionisanje plaćane takse od strane korisnika usluga. U Memfisu se krenulo sa organizovanim sakupljanjem otpada iz domaćinstva i firmi 1878. godine. Do 1915. godine u Americi je vršeno sakupljanje i odvoženje otpada u 50% najvećih gradova, da bi do 1930. godine organizovano sakupljanje i odvoženje otpada dostiglo 100%.

Jedan od glavnih sastojaka u otpadu u drugoj polovini devetnaestog veka je bio pepeo i sagoreli ugljeni prah iz kotlova. To je bila posledica toga što su se za dobijanje toplotne energije koristila uglavnom čvrsta goriva. Otpad je takođe sadržao i materijale koji su mogli da se recikliraju (staro zemljano posuđe, papir, staklo, gvožđe i mesing). Odvajanje otpada koji je mogao da se reciklira je vršeno ručno, od strane privatnih sakupljača. Velika količina otpada iz domaćinstva je spaljivana u kućnim kotlovima kao "besplatno gorivo". Prvi insineratori su u Engleskoj izgrađeni krajem sedamdesetih godina 19-og veka. Do 1912. godine u Engleskoj je izgrađeno preko 300 insineratora od kojih je 76 korišćeno za dobijanje električne energije. Prvi insinerator u Americi je izgrađen 1885. godine u Pensilvaniji, da bi do 1914. godine u Americi bilo izgrađeno preko 300 insineratora. Treba napomenuti da je većina ovih insineratora bila malog kapaciteta, otpad se ubacivao ručno i njihova efikasnost je bila niska.

Porast broja insineratora je bio mali u odnosu na broj novonastalih legalnih ili ilegalnih smetlišta. Lakoća odlaganja otpada na određenim lokacijama i centralizacija upravljanja otpadom od strane gradskih vlasti dovode do toga da deponovanje otpada postaje osnovni vid tretmana otpada. Korišćenje insineratora se smanjuje, prevashodno zbog njihove cene i održavanja tako da deponovanje otpada postaje skoro jedini vid tretmana otpada. Smetlišta na kojima se vršilo odlaganje otpada su bila u veoma lošem stanju, predstavljala su izvor zaraze i dolazilo je često do pojave požara na njima. Brzo širenje ovakvih smetlišta je počelo da ugrožava okolinu pa se počelo sa prekrivanjem smetlišta zemljom. Slojevi zemlje kojim je smetlište povremeno prekrivano su dovodili do smanjenja neprijatnih mirisa kao i smanjenja glodara i drugih gamadi. U prvoj polovini 20-og veka počinje se sa ozbiljnijim planiranjem i upravljanjem deponijama. Međutim većina smetlišta je i dalje bila neplanska. Kada bi jedna lokacija za odlaganje otpada u potpunosti bila iskorišćena, vršilo bi se njeno prekrivanje zemljom. Ovo nije bilo dovoljno da se spreči prodor otrovnih materija u podzemne vode i emisija štetnih gasova.

Tokom Prvog i Drugog svetskog rata i u periodu između javlja se povećana potreba za reklamacijom i reciklažom otpada, dok se na ostale propise koji su se odnosili na otpad nije vodilo računa. Tokom Drugog svetskog rata procesi tretmana i odlaganja otpada nisu bili prioritet javnosti. Krajem 60-ih i početkom 70-ih godina prošlog veka je došlo do niza incidenata koji su naveli javnost da ovaj problem posmatra kao jedan od glavnih uzroka zagađenja sredine. Najveći incident se desio 1972. godine u Nunentonu u Engleskoj kada je na lokalnoj deponiji koja se nalazila u blizini dečijih igrališta izbačena velika količina otrova cijanida. Tom prilikom policija je evakuisala oko milion stanovnika te oblasti kako bi se izbeglo njihovo trovanje. U Nemačkoj je 1971. godine u jezero izbačeno 3000 tona arsenika i cijanida, čija su opasna isparenja dospela do obližnjih naselja. 1968. godine u Japanu dolazi do prodora polihlorinat bifenila (PCB) u obližnje skladište pirinčanog ulja. Ovaj incident je poznatiji kao „Yusho“ incident.

Veliki pritisak javnosti zbog učestalosti incidenata doveo je do striktno kontrole i pooštavanja zakonodavstva u oblasti tretmana i odlaganja otpada. U Engleskoj je po hitnom postupku 1972. godine donet zakon o skladištenju otrovnog otpada čime se uvodi strogi sistem monitoringa prilikom tretmana ove vrste otpada.

U Americi je usled velike zabrinutosti od sve većih problema prouzrokovanih incidentima donet poseban zakonski akt 1976. godine. Ovim dokumentom se inicira separacija otpada, kao i jasno definisanje otrovnog i neotrovnog otpada radi lakšeg odvajanja i odlaganja.