

B

IOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX
U KONTROLIRANIM UVJETIMA

TEHNOLOŠKI PRIRUČNIK 2026



SPRJEČAVANJE
NASTAJANJA OTPADA

PONOVA
UPORABA

RECIKLIRANJE
KOMPOSTIRANJE

ENERGETSKA
OPORABA

ODLAGANJE



Tehnix®

ECO INDUSTRY

RIJEČ O OSNIVAČU, DIREKTORU, INOVATORU I IZUMITELJU



Osnivač, vlasnik i direktor kompanije Tehnix, g. Đuro Horvat (1943. - 2023.), bio je jedan od najvećih inovatora i izumitelja u Hrvatskoj i ovom dijelu Europe, za što je primio stotine priznanja i odličja. Svi proizvodi, oprema i tehnologije kompanije Tehnix vlastiti su izumi i patenti g. Đure Horvata na kojima počiva uspješnost i razvoj kompanije Tehnix, svjetskog lidera na području zaštite okoliša i doprinosu smanjenja klimatskih promjena.

Kompanija Tehnix prisutna je na domaćem i europskom tržištu više od 35 godina te je poznata po svojim inovativnim specijalnim strojevima za održivo gospodarenje komunalnim otpadom. Ponukana velikim interesom tržišta, kompanija Tehnix odlučila se za veliki inovativni tehnološki iskorak u području kompostiranja razvojem kompletne linije strojeva za bioreaktorsko kompostiranje nove generacije. U suvremenim tehnološkim i ekološkim uvjetima, potreba za unapređenjem sustava gospodarenja biorazgradivim otpadom postaje imperativ održivog razvoja.

Začetnu ideju kompanija Tehnix d.o.o., u suradnji s Fakultetom kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, ekspertima Akademije tehničkih znanosti Hrvatske te vodećim stručnjacima tehničkih fakulteta, realizirala je s pomoću bespovratnih sredstava za provedbu projekta **"Razvoj TEHNIX pogona za bioreaktorsko kompostiranje biorazgradivog komunalnog otpada"**. Projekt se proveo u sklopu Operativnog programa Konkurentnost i kohezija 2014.-2020., putem natječaja "Povećanje razvoja novih proizvoda i usluga koji proizlaze iz aktivnosti istraživanja i razvoja" te se sufinancirao iz Europskog fonda za regionalni razvoj. **Razvijen je cijeli niz strojeva i opreme za proizvodnju ekološki kvalitetnog i prihvatljivog komposta koje je kompanija Tehnix nastavila dalje razvijati na još viši stupanj tehnološkog razvoja, a danas doživljava tehnološki preporod zahvaljujući inovacijama u području održivog gospodarenja otpadom.**

Zaključno se može reći da su industrijska kompostiranja budućnost kružne ekonomije. Kompletna linija strojeva TEHNIX za bioreaktorsko kompostiranje razvijena u kompaniji Tehnix predstavlja važan korak prema zatvaranju kružnog toka gospodarenja otpadom, posebno u segmentu biorazgradivih frakcija. Korištenjem ove tehnologije, lokalne samouprave i privatni operatori mogu znatno smanjiti količine otpada koje završavaju na odlagalištima, istovremeno proizvodeći vrijedan resurs - prirodni kompost.

Ovaj tehnološki iskorak još jednom potvrđuje da hrvatske tvrtke, u suradnji sa znanstvenom zajednicom i uz podršku europskih fondova, mogu razvijati rješenja koja odgovaraju najvišim ekološkim i tehnološkim standardima te time aktivno doprinijeti borbi protiv klimatskih promjena i očuvanju prirodnih resursa.



TISKANO IZDANJE BROJ 3 6/2026

ZNANJEM OD ODLAGALIŠTA DO ODRŽIVE BUDUĆNOSTI

Kompostiranje je najstariji poznati postupak reciklaže. Još prije dva tisućljeća rimski učitelj Columella u knjizi je opisao postupak kompostiranja pri čemu je naveo značaj dobivenog produkta, komposta u poboljšanju kvalitete tla za poljoprivredne svrhe. Također, prema nekim izvorima, organski otpad se kompostiranjem pretvarao u gnojivo u Kini prije više od tri tisuće godina. Rimljani su takav materijal nazvali „*composta*“ (tal. sastavljen), iz kojeg je potekao sadašnji naziv kompost. Prednosti ovog prirodnog biološkog procesa kojim se bio-otpad pretvara u korisni kompost kao da su zaboravljene ili nisu upoznate te se unatoč svemu preslabo koriste. Niti rast svijesti o potrebi zaštite okoliša, kroz nove direktive, zakone i pravilnike nije u dovoljnoj mjeri potaknuo na promjenu za sada još uvijek dominantne prakse odlaganja na kompostiranje. Iako je u više EU zemalja primjena kompostiranja značajno napredovala od 70-tih godina, još uvijek je u mnogim zemljama kompostiranje slabo poznata ili sasvim nepoznata praksa.

Kompostiranje je spontani prirodni aerobni proces biološke razgradnje organskih tvari koji se najčešće provodi polaganjem organske mase u hrpe ili brazde na otvorenom prostoru. Dobiveni produkt je stabilizirana organska masa, odnosno kompost, vrlo bogat svim hranjivima i organskim tvarima, iznimno koristan i potpuno prikladan za svaku poljoprivrednu proizvodnju.

Iako se na prvu ne očekuje da se prirodni procesi mogu inovirati, u realnim komunalnim uvjetima niz je izazova koji pred ovaj jednostavni postupak često stvaraju značajne prepreke. Neuredno i neredovito prikupljanje biomase, neujednačeni sastav, skućeni prostor česte su pojave te je upravo stoga važan pravilan metodički pristup i primjena određenih postupaka koji čine TEHNIX BIOREKTORSKO KOMPOSTIRANJE inovativnim i posebnim.

Stoga se ovim priručnikom opisuje inovativni postupak kompostiranja, osmišljen i razvijen u okviru tvrtke TEHNIX ECO INDUSTRY sa ciljem razumijevanja glavnih značajki procesa, kao i stjecanja uvida u brojne prednosti postupka. Time se otvara put brzom i široj primjeni kompostiranja biorazgradivog komunalnog otpada, kao ključnom segmentu kružnog gospodarenja otpadom i održivog razvoja svakog društva.



BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

SADRŽAJ

1. Uvod	4
2. Bioreaktorsko kompostiranje Tehnix	9
2.1. Cilj	9
2.2. Osnove TEHNIX biorekatorske tehnologije kompostiranja	9
3. Procesni parametri kompostiranja	10
3.1. Ključni uvjeti: C/N omjer, temperatura, vlaga, aeracija	10
3.1.1. Omjer ugljika i dušika (C/N)	11
3.1.2. Aeracija i opskrba kisikom	12
3.1.3. Opimalna razina vlage.....	13
3.1.4. Temperatura tijekom kompostiranja	14
3.2. Mikroorganizmi - pomoćna sredstva za kompostiranje	15
4. Vrste i karakteristike materijala pogodnih za kompostiranje	17
4.1. Zeleni materijal (bogat dušikom)	17
4.2. Smeđi materijal (bogat ugljikom).....	17
4.3. Utjecaj materijala na kvalitetu komposta	18
4.4. Najčešće pogreške kod izbora materijala za kompostiranje	19
4.5. Prednosti metode.....	19
5. Koraci za izgradnju kompostane	20
5.1. Procjena kapaciteta	20
5.2. Odabir lokacije	20
5.3. Infrastrukturni zahtjevi (odvodnja, pristupni putevi, voda, zaštita okoliša)	21
6. Postupak kompostiranja - korak po korak	22
6.1. Prihvat biomase	22
6.2. Priprema biomase	23
6.3. Formiranje brazdi	24
6.4. Aktivna faza kompostiranja.....	26
6.5. Faza zrenja komposta.....	27
6.6. Skladištenje i završna obrada komposta	28
7. Strojevi, oprema i infrastruktura s tehničkim podacima	29
7.1. Strojevi za usitnjavanje i miješanje (drobilice), TEHNIX.....	30
7.2. Strojevi za okretanje brazdi (turneri), TEHNIX	33
7.3. Strojevi za prosijavanje (sita za separaciju), TEHNIX	36
7.4. Dozirne jedinice i pakirke, TEHNIX	38
7.5. Manipulatori (radni strojevi, utovarivači)	40
7.6. Sustavi za kontrolu temperature	41
7.7. Aerobni sustavi (prikupljanje i priprema tehnološke vode), TEHNIX	44
7.8. Sustavi za prihvat i predtretman biorazgradivog otpada, TEHNIX	45

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

7.9. Sustavi za pročišćavanje zraka - BIOFILTERI	46
7.10. Sustavi za pranje i dezinfekciju podvozja gospodarskih vozila	48
7.11. Industrijski montažni objekti	50
8. Kontrola kvalitete komposta.....	52
8.1. Parametri koje treba pratiti.....	52
8.2. Alati i metode ispitivanja komposta	53
8.3. Korištenje gotovog komposta.....	56
8.4. Postupanje s biootpadom.....	59
8.5. Preporučene radne procedure - uzorkovanje	60
8.6. Optimizacija, savjeti, dijagnostika i rješavanje problema.....	60
Zaključak	62
9. Dodaci	63
9.1. Obrasci za vođenje evidencije (temperatura, vlaga, okretanja)	64
9.2. Primjer analize proizvedenog komposta prve klase	65
9.3. Primjer terminskog plana i pokusnog rada	66
9.4. Zakonski propisi i regulative EU, RH i SLO.....	67
10. Primjeri dobre prakse	69
10.1. Kompostana Herešin	69
10.2. Kompostana Bjelovar.....	70
10.3. Kompostana Slavonski Brod	71
10.4. Primjeri primjene strojeva za kompostiranje	72
10.5. Tipski projekti.....	74

DOBROBITI KOMPOSTIRANJA BIOREKATORSKIM POSTUPKOM

1. GOSPODARSKE DOBROBITI KOMPOSTIRANJA

U suštini, kompostiranje je recikliranje biorazgradivog otpada, a ujedno je najjednostavnija materijalizacija kružnog gospodarenja ovom vrstom otpada. Važne značajke:

- Kompostiranjem se biorazgradivi otpad kroz period od dva do šest mjeseci pretvara u nutritivno vrijedan kompost uz gubitak mase od 50 do 60%
- Kod biorektorskog postupka **TEHNIX** proces traje 8 do 10 tjedana bez neugodnih mirisa i štetnih interakcija s okolišem
- Kompost je tržišna roba, upotrebljiva u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji
- Postupkom se čuvaju i ponovo koriste resursi, organske tvari, kao i makro i mikro nutrijenti (dušik, fosfor, kalij, kalcij, magnezij, željezo, mangan i drugi)

Nadalje, kompostiranjem biorazgradive frakcije otpada se postižu bitni posredni pozitivni učinci:

- Izdvojenim prikupljanjem i kompostiranjem biootpada se bitno pojednostavljuje obrada i uspješnost recikliranja ostatnog otpada (izbjegavanje štetne interakcije s papirom i plastikom)
- Izbjegavanje neugodnih mirisa kod prikupljanja, transporta i obrade ostatnog otpada
- Izbjegavanje eksplozivne i požarne opasnosti na odlagalištima
- Izbjegavanje naknade za odlaganje

2. OSTALE EKOLOŠKE DOBROBITI KOMPOSTIRANJA

Osim izbjegavanja nastanka metana, kompostiranje donosi i druge izravne i neizravne ekološke dobrobiti:

- Kompostiranjem se dio organskog **ugljika veže** u kompleksne organske strukture što se računa kao vezani, iz atmosfere izdvojeni (sekvestrirani) **ugljik** koji za prosječni biotpad (65 % kuhinjski, 35 % vrtni) iznosi **243 kg CO₂ po toni**
- Prosječno u kompostu može biti oko 6,2 % dušika, 2 % fosfora te oko 4,5 % kalija, što su nutrijenti za proizvodnju kojih (mineralna gnojiva) treba puno energije (35,3 MJ/kg N, 36,2 MJ/kg P i 11,2 MJ/kg K). Time se prosječno izbjegava utrošak od 3,4 GJ to toni proizvedenog komposta, što uz prosječni faktor emisije ugljika od 61 kg CO₂/GJ za ovu energiju iznosi 209 kg CO₂ po toni komposta
- Značajan posredni doprinos je povećana **moćnost reciklaže** za papir, karton, plastiku i tekstil kada nisu bili u kontaktu s biotpadom koji je odvojeno prikupljen i recikliran

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA **TEHNIX** U KONTROLIRANIM UVJETIMA

3. OSTALE DOBROBITI KOMPOSTIRANJA

Među ostale dobrobiti kompostiranja vrijedi navesti:

- Izdvajanjem i kompostiranjem biootpada **smanjuje se količina** miješanog komunalnog otpada za čije zbrinjavanje se naplaćuju sve veće naknade
- Kompostiranjem se postižu najveći učinci u pogledu **nacionalnih obveza** po pitanju **gospodarenja otpadom** i po pitanju **emisija stakleničkih plinova**
- Kompostiranje ima i **socijalne prednosti** jer stvara **zdrava, ekonomski učinkovita radna mjesta**

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

Kompanija TEHNIX ECO INDUSTRY je u suradnji sa više partnera razvio inovativni postupak kompostiranja uz pomoć i financiranje Europskih fondova. Glavni partneri su bili Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu i Akademija tehničkih znanosti Hrvatske te su u razvojnom projektu koji je započeo 2018. godine prišli zadatku unaprjeđenja klasičnog postupka kompostiranja.



Akademija tehničkih
znanosti Hrvatske



FKIT MCMXIX

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog
inženjerstva i tehnologije

Klasično kompostiranje biorazgradivog komunalnog otpada donosi značajne prednosti u odnosu na odlaganje bez obzira radi li se o uređenim ili neuređenim odlagalištima, međutim šira primjena kompostiranja kod mnogih jedinica lokalne samouprave naprosto nije slučaj.

Među razloge za vrlo slabu primjenu kompostiranja prepoznali smo opće nepoznavanje temeljnih principa procesa, poteškoće u brznoj aktivaciji aerobnog procesa kod ustajalih i neuredno prikupljenih biorazgradivih materijala, nedostatak prilagođene mehanizacije i strojeva za optimiranu pripremu kompostne mase i pojedine faze procesa kao i izostanak provjerenih nadzorno upravljačkih alata na tržištu.

Multidisciplinarni pristup među partnerima na projektu uz dugogodišnje iskustvo i kontinuiran razvoj tvrtke TEHNIX ECO INDUSTRY omogućio je rješavanje svih navedenih poteškoća čime se kompostiranje približilo jednostavnoj primjeni na korist svih dionika društva. Osim izbjegavanja uobičajenih poteškoća, rezultat ove suradnje je pouzdano i redovito postizanje optimalnih tehnoloških uvjeta za mikrobiološke aktivnosti razgradnje što znači da je trajanje kompostiranja svedeno na minimalnu praktičnu mjeru od svega osam do deset tjedana. Takav rezultat značajno smanjuje prostorne zahtjeve za kompostiranje definiranih godišnjih ili mjesečnih količina biorazgradivog otpada.

Sumarno, među važne značajke inovativnog bioreaktorskog kompostiranja TEHNIX potrebno je navesti:

→ **OLAKŠANO DIMENZIONIRANJE** - Već na početku pripreme projekta se na temelju količina biootpada utvrđuju prostorni zahtjevi. Sustavnost nudi olakšano dimenzioniranje pojedinih tehnoloških jedinica sustava.

→ **OPTIMIRAN PROCES** - Sve faze kompostiranja, od prihvata biorazgradivog otpada, i pripreme kompostne mase pa preko aktivne faze do zrenja i skladištenja su optimirane po pitanju osiguranih uvjeta, trajanja i zahtjeva za prostor.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

→ **PREGLED POTREBNIH STROJEVA I OPREME** - Po svim fazama inovativnog bioreaktorskog kompostiranja dan je uvid u važne karakteristike potrebne mehanizacije i ponuđen je raspon strojeva i opreme sukladno ciljanom kapacitetu. Budući korisnici se upoznaju s potrebnim brojem radnih sati strojeva kao i optimiranim brojem radnih mjesta.

→ **IZNIMNO POVOLJNA MATERIJSKA I ENERGIJSKA BILANCA** - primjenom svakog kompostiranja se iz zone šteta i troška prelazi u resursnu učinkovitost sa mnogim izravnim financijskim koristima, a inovativnim i tehnološki optimiranim postupkom TEHNIX se cijeli proces pretvorbe biootpada u kompost odvija u trajanju od 8 do 10 tjedana bez poteškoća oko širenja neugodnih mirisa i nezadovoljstva građana u blizini postrojenja.



Na ovaj način se jedinicama lokalne samouprave znatno olakšava prelazak na kružno gospodarstvo otpadom, što je obveza za sve države članice Europske unije. Naime, na ovom mjestu vrijedi podsjetiti da su glavne obveze kako RH, tako i ostalih država članica EU, promjena postupanja s otpadom i to prvenstveno u pogledu biorazgradivog otpada. Preusmjeravanje biorazgradivog otpada s odlagališta u sustave za kompostiranje stvara dvostruku korist, s jedne strane se smanjuju količine za odlaganje, a s druge strane ostvaruje kružnost, odnosno biootpad umjesto problema postaje novi resurs, kroz sačuvane nutrijente i organsku tvar.

Stoga se u nastavku pojedinačno navode prednosti kompostiranja kao postupanja komunalnim biorazgradivim otpadom. Ove prednosti vrijede za svako kompostiranje, samo uz razliku da se primjenom inovativnog bioreaktorskog kompostiranja TEHNIX do njih dolazi lakše i sigurnije:

1. **PREOBRAZBA BIOOTPADA kao IZVORA POTEŠKOĆA i ŠTETA u KORIST.** Biorazgradivi otpad, glavni čimbenik kuhinjski otpad prikupljen u istoj posudi sa ostalim otpadom glavni je uzrok neugodnih mirisa i nehigijene povezanih sa otpadom, odnosno u ovom slučaju smećem. Istovremeno bi se taj isti bio-otpad u optimiranim kompostnim uvjetima kroz dva mjeseca konvertirao u stabiliziranu organsku tvar naziva kompost, bogatu nutrijentima i humusom. Kompost je tržišna roba, a primjeri pokazuju da se standardno radi o kompostu prve kategorije kvalitete, što omogućuje punu primjenjivost u ekološkoj poljoprivrednoj proizvodnji.

2. **NAJEFEKJNIJA PRIMJENA KRUŽNOG GOSPODARENJA OTPADOM.** Kompostiranje je recikliranje biorazgradivog otpada i potpuno je sukladno sa principima kružnog gospodarstva otpadom i održivog razvoja.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

3. **ISPUNJAVANJE CILJEVA KOMUNALNOG SEKTORA.** Iako ciljevi obveze nominalno stoje pred svim državama članicama EU, nadležnosti su na jedinicama lokalne samouprave i očekuje da će odgovornost za sadašnje i buduće financijske štete u svakom slučaju biti na njihov teret ili korist.

4. **PREOBRAZBA EMISIJA STAKLENIČKIH PLINOVA U PONORE.** Oko sedam posto emisija stakleničkih plinova nastalih kako u Republici Hrvatskoj, tako i u drugim državama, po izvoru se pripisuje gospodarenju otpadom. Uzrok te emisije je odlaganje biorazgradivog otpada kroz emisije metana kao važnog konstituenta odlagališnog plina. Iako se te emisije mogu smanjiti tehničkim mjerama na odlagalištu, najbolji način za njihovo uklanjanje je prestanak prakse odlaganja i prelazak na postupak koji ne stvara stakleničke plinove. To je kompostiranje koje ne samo da ne emitira metan, nego zahvaljujući sačuvanim nutrijentima u kompostu izbjegava potrebu za proizvodnjom mineralnih gnojiva. Energetski i emisijski ekvivalenti su prezentirani u prilogu, na kraju Tehnološkog priručnika.

5. **PRIKUPLJANJE OTPADA BEZ SMRADA NEUGODNOSTI.** Ostatni otpad se značajno smanjuje količinski, ali i po svojstvima. Preusmjeravanjem reaktivne biomase u kompostiranje ostatni otpad postaje suh i inertan.

6. **VEĆA RECIKABILNOST** suhih reciklabilnih tvari. Izostankom biorazgradive komponente u ostatnom otpadu (kategorija miješani komunalni otpad Đ MKO) centri za gospodarenje otpadom imaju mogućnost konvertirati se u reciklažne centre, odnosno proizvodnju sekundarnih sirovina. To može u bitnome mijenjati gospodarsku, okolišnu i financijsku sliku njihovog poslovanja.

7. **OTKLONJENA POŽARNA I EKSPLOZIVNA OPASNOST.** Svako udaljavanje biorazgradivog otpada od odlaganja i odlagališta ne samo da otklanja emisije staklenički potentnog metana, nego isključuje uzrok požara i eksplozija na odlagalištima.

PARTNERI



UPRAVLJAČKI MEHANIZMI



HIDRAULIČKE PUMPE



ČELIČNE PLOČE



HIDRAULIČNA OPREMA



DIESEL MOTORI



MIKROBIOLOGIJA



SENZORIKA

2.1. Cilj

Kompostiranje u brazdama inovativnom TEHNIX bioreaktorske tehnologijom omogućuje razgradnju bioorazgradivog komunalnog otpada u stabilan i koristan produkt kompost kojeg krajnji korisnici (poljoprivrednici, ratari, rasadnici, ...) koriste u ekološkoj proizvodnji hrane, ratarstvu, poljoprivredi i uzgoju bilja. Optimirani i kontrolirani tehnološki uvjeti i raspoloživa tehnička rješenja za obradu omogućuju kratkotrajnost procesa od svega osam do deset tjedana uz pouzdanu kvalitetu produkta za standardne uvjete ulazne kvalitete biorazgradivih sirovina

2.2. Organizacija TEHNIX bioreaktorske tehnologije kompostiranja

Prostorna organizacija inovativne TEHNIX bioreaktorske kompostane nužno slijedi jasno definirane tehnološke faze procesa:

- Prihvat i inspekcija dostavljene biomase
- Priprema biomase za proces kompostiranja
- Formiranje kompostnih brazdi
- Aktivna faza kompostiranja
- Zrenje komposta
- Skladištenje i otprema komposta

Kod kompostiranje je važno promptno djelovanje te u pojedinim fazama ne smije biti za-
stoja. To se posebno odnosi na prihvat i pripremu biomase te formiranje kompostnih brazdi.
Stoga je preporučljivo da se sav dostavljeni biootpad dnevno obrađuje te da na kraju smjene
nema neobrađenog biooptada. To mora omogućiti organizacija i dinamika prikupljanja te
usklađenost sa kapacitetom kompostane.

Za sve navedene faze procesa potrebno je osigurati prostor, a kao najbolje rješenje poka-
zale su se zatvorene montažne metalne hale s armiranobetonskom podlogom. Standardna
izvedba uključuje ugradnju podzemnog betonskog spremnika za prihvat i akumulaciju kišni-
ce koja se kasnije po potrebi koristi za regulaciju vlažnosti kompostne mase.

3.1. Ključni uvjeti: C/N omjer, temperatura, vlaga, aeracija

Optimiranje mikrobiološkog procesa kompostiranja provodi se kroz kontrolu ključnih procesnih parametara procesa.

Radi se o tri glavne procesne karakteristike:

- ➔ Odnos elementnih konstituenata ugljika i dušika, tzv. C/N omjer
- ➔ Prozračenost kompostne mase, tj osiguranje dovoljno kisika za potrebe aerobnog procesa
- ➔ Optimalna vlažnost kompostne mase

Da bi se postigao brz i efikasan tehnološki proces kompostiranja potrebno je osigurati sljedeće uvjete:

- ➔ Snabdijevanje hranjivim tvarima. Glavne hranjive tvari su ugljik (C) i dušik (N), koji moraju biti dostupni u dovoljnim količinama i pravom omjeru te planiranom vremenu.
- ➔ Snabdijevanje kisikom: stalni dovod svježeg zraka u raspadni materijal je potrebno da bi se osiguralo kvalitetno snabdijevanje kisikom, vodom i bakterijama.
- ➔ Temperatura: većina mikroorganizama aktivna u toku kompostiranja je termofilna (optimalna temperatura 50 - 65 °C) i mezofilna (25 - 45 °C). Intenzivni proces raspadanja pojavljuje se u termofilnom području, a sazrijeva u mezofilnom.
- ➔ pH-vrijednost: većina mikroorganizama preferira pH neutralnu vrijednost

3.1.1. Omjer ugljika i dušika (C/N)

Omjer C/N nekog mikrobiološkog procesa opisuje stanje ravnoteže između biorazgradivih tvari koje procesu doprinose energetski jer su bogate ugljikom i onih bogatih dušikom koji omogućuju rast novih stanica, odnosno biomase. Kuhinji biootpad te posebno otpadna hrana bogati su dušikom, dok je celulozni, drvenasti biootpad bogat ugljikom. Stoga, na ovaj procesni parametar ključan utjecaj ima omjer miješanja dviju vrsta otpadnih biorazgradivih tvari. Rasponi odnosa ugljika i dušika mogu biti:

- Omjer C/N 25 - 30 optimalan omjer, proces razgradnje neće biti ograničen niti energijom za pogon procesa niti dušikovim tvarima za rast biomase
- Omjer > 40 manjak dušika, proces je usporen, ali ne naginje stvaranju anaerobnih uvjeta i oslobađanju neugodnih mirisa
- Omjer < 20 višak dušika, previše hrane i proteinima bogate biomase za čiju razgradnju nedostaje energije u obliku ugljikovih tvari. Takav proces naginje prelasku u anaerobne uvjete jer se aerobni sustav u takvim uvjetima energetski teško održava

Omjer C/N pokazuje uspješnost kod formiranja kompostnih brazdi na početku procesa, kada operater iz raspoloživog biorazgradivog materijala primješavanjem više frakcija nastoji postići optimalno stanje.

Kod niskih omjera ugljika i dušika, ispod 20, intervenirati se može dodatkom celuloznog strukturnog materijala kojeg treba imati uvijek u pričuvi. Po doziranju piljevine, usitnjenih grančica ili lišća slijedi strojna homogenizacija smjese. Time se podiže omjer ugljika i dušika i posljedično ubrzava proces, a opasnost od stvaranja neugodnih mirisa praktično nestaje.

S druge strane, kompostne mase prebogat ugljikom mogu se pomiješati sa biootpadom kojeg krasi višak dušika i time opet postići idealne uvjete mikrobiološke razgradnje.

3.1.2. Aeracija i opskrba kisikom

Kompostiranje je aerobni razgradni proces te se u svakom trenutku procesa mora osigurati dovoljna količina kisika. To se postiže strojnim prozračivanjem i postizanjem sipke porozne strukture kompostne mase koja dozvoljava difuziju zraka duboko u kompostnu masu.

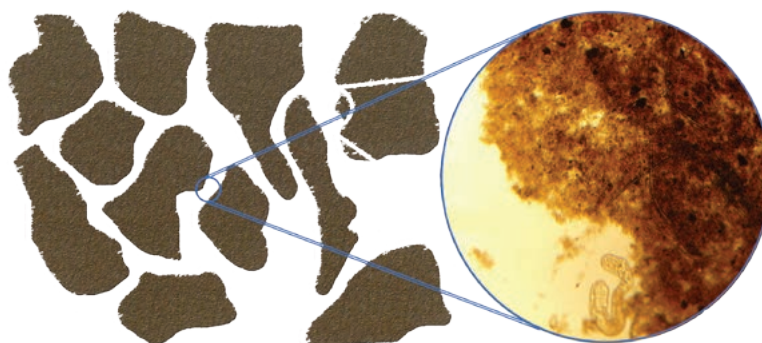
Stoga, sigurno prozračivanje započinje strojnom obradom, homogenizacijom kompostne mase, a kad se stvore povoljni uvjeti strukture i vlažnosti, aeracija se može u dobroj mjeri odvijati spontano. Spontanoj aeraciji pomaže povišena temperatura mikrobiološkog procesa i trokutasto - trapezoidni poprečni profil brazde koji omogućuje efekt dimnjaka.

Topli i vlagom bogati zrak se diže vertikalno iz vrha kompostne brazde, a po bokovima se difuzijom, a ujedno i potlačno uvlači svježiji zrak.

U svakom slučaju, vještiji operater može lako uočiti zbijenost kompostne mase i suspektnu anaerobnost pa su to jasni znaci za nužnu strojnu intervenciju.

Na tržištu postoje posebni mjerni instrumenti za određivanje sadržaja kisika u kompostnoj masi. Međutim za mnoge manje kompostane moguć je test mirisom. Dobro aerirana kompostna masa iz dubine brazde miriše na zemlju, svježije i aromatično, dok kiseli, jedak i miris na trulež ukazuje na manjak kisika.

- Minimalna količina kisika
Od 1 do 2 litre O_2 /kg organske tvari na sat
- Optimalna količina kisika
Od 4 do 8 litara O_2 /kg organske tvari na sat
- Prirodna aeracija
Kod malih kapaciteta
Efekt dimnjaka - svježiji, hladni zrak ulazi pri dnu, dok topli izlazi pri vrhu
- Aktivna aeracija
Kod industrijskog kompostiranja
Prevrtanjem brazdi i rahljenjem biomase u brazdu se unose velike količine kisika



Izmjena plinova unutar kompostne hrpe

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

Sustav kompostnih brazdi mora osigurati optimalan dovod kisika u unutrašnjost kompostne mase, a omjer presjeka brazde i volumena zračnih pora presudan je za uspješno prozračivanje. Temperatura i kontrolirana aeracija omogućuju kontinuirano odvijanje aerobnog procesa.

3.1.3. Optimalna razina vlage

Bez vlage nema mikrobiološke aktivnosti, a tijekom kompostiranja vlaga se troši samim mikrobiološkim procesom, a ujedno gubi i isparavanjem. Stoga je tijekom kompostiranja nužno povremeno ovlaživanje kompostne mase. Razlikuju se sljedeća stanja vlažnosti:

- 40 do 50 % je idealna vlažnost kompostane što omogućuje maksimalnu brzinu mikrobiološkog razgradnog procesa.
- vlažnost < 30 %, proces postaje bitno sporiji te se daljim nedostatkom vlage potpuno zaustavlja. Međutim, nema opasnosti od stvaranja neugodnih mirisa.
- Vlažnost > 60 % stvara uvjete zbijanja mase, gubitka prozračnosti i naginjanja anaerobnim uvjetima. Neugodni mirisi su česta posljedica takvih uvjeta.

Sadržaj vlage se određuje laboratorijski uz pomoć sušionika i vage, no postoji i jednostavni test ručnog stiskanja kompostne mase. Iz dubine brazde se uzme biomasa i stisne u šaci - ako ostane u obliku grude, vlaga je optimalna. Ako se nakon stiska raspada, premalo je vlage, a svako cijeđenje kapljica pokazuje višak vlage.

PRESUHO



PRAVILNO



PREMOKRO



Određivanje vlažnosti biomase u brazdi

3.1.4. Temperatura tijekom kompostiranja

Optimalan tijek mikrobiološke razgradnje kompostne mase ima vrlo karakteristični profil temperature, što daje mogućnost pouzdanog praćenja kvalitete procesa.

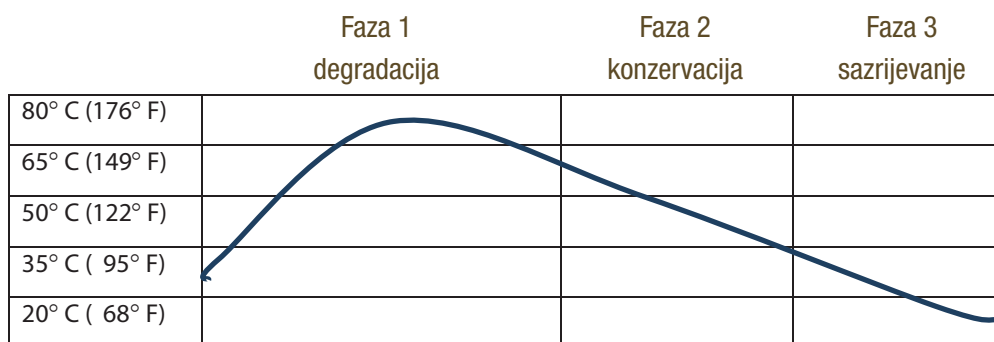
Nakon formiranja prozračne kompostne brazde uravnoteženog sastava i odgovarajuće vlažnosti dolazi do spontanog mikrobiološkog procesa velikog intenziteta pri čemu se oslobađa dosta energije što rezultira zagrijavanjem kompostne mase. To je termofilna faza kompostiranja u kojoj temperature mogu biti 50 do 70 °C.

Kada se razgrade lako razgradive organske tvari, glavina mikrobiološkog procesa se odvija u razgradnji složenih i teže razgradivih spojeva kao što su spojevi na bazi lignina i celuloze. Proces se usporava, oslobođene energije je manje, a temperatura kompostne mase se spušta na područje 25 do 45 °C.

Zadnja faza je sazrijevanje u kojoj je razgradivih organskih tvari sve manje pa se proces pomalo gasi a temperature ne prelaze 35 °C sa tendencijom pada.

Stoga je jasno da temperatura može biti glavni daljinski procesni parametar za kontrolu odvijanja procesa. Mjerenja temperature ne spadaju u zahtjevna procesna mjerenja pa se često za postrojenja većih kapaciteta gdje je vrlo važno optimalno odvijanje procesa preporuča kontinuirano praćenje temperature kompostnih masa.

Karakteristična krivulja temperaturne promjene tijekom kompostiranja dana je slikom:



Temperaturna krivulja kroz faze zrenja kompostne brazde

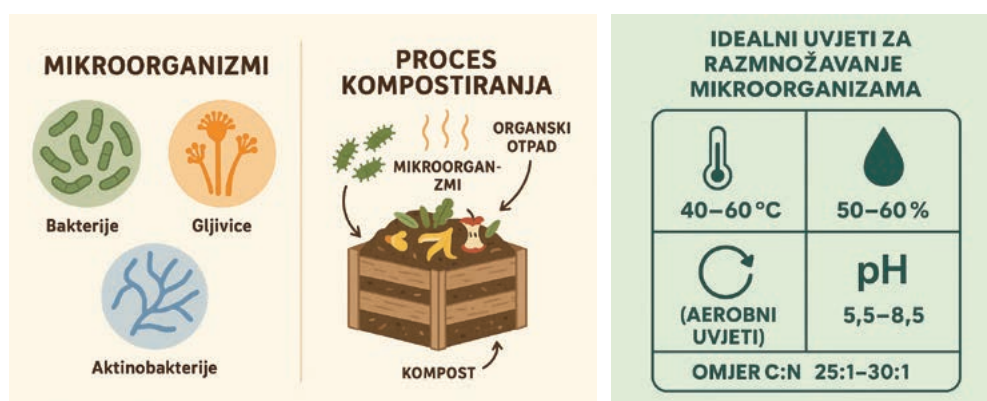
BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

3.2. Mikroorganizmi - pomoćna sredstva za kompostiranje

Kompostiranje je mikrobiološki proces razgradnje organskih tvari što biorazgradivi otpad pretvara u stabilizirani kompost. Bakterije, gljivice i aktinobakterije razgrađuju organske tvari poput ostataka hrane, lišća i vrtnih otpadaka, tijekom čega troše kisik i oslobađaju toplinu, čime ubrzavaju pretvorbu otpada u stabilan, tamni materijal bogat hranjivim tvarima — kompost. Taj prirodni proces ne samo da smanjuje količinu otpada na odlagalištima, već stvara i vrijedan proizvod koji poboljšava strukturu tla, zadržavanje vlage i plodnost.

Kompostiranje je organizirano šaržno i svaki put se na početku procesa, po formiranju kompostnih brazdi mikrobiološki sojevi razvijaju spontano, što u slučaju osiguranih optimalnih uvjeta odnosa ugljika i dušika, prozračenosti i vlažnosti kompostne mase ide iznimno brzo.



Idealni uvjeti za razmnožavanje mikroorganizama tijekom kompostiranja uključuju:

- Temperatura
40 - 60 °C za termofilne bakterije, više temperature ubrzavaju razgradnju
- Vlažnost
50 - 60 %; materijal treba biti vlažan poput iscijeđene spužve
- Kisik (aerobni uvjeti)
Mikroorganizmi trebaju dobru opskrbu kisikom; stoga je važno redovito prevrtati kompostnu masu
- pH vrijednost
Početni pH 5,5 - 8,5; s vremenom se stabilizira oko neutralnog
- Omjer C:N (ugljik:dušik)
Idealno 25:1 do 30:1
previše dušika uzrokuje neugodan miris
previše ugljika usporava razgradnju.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

Udaljavanjem od idealnih tehnoloških uvjeta i posebno kod obrade biomase koja je na obradu došla u lošem, anoksičnom stanju, razumno je poslužiti se mikrobiološkim pripravcima koji omogućuju bitno bržu mikrobiološku adaptaciju i stvaranje uvjeta stabilne i intenzivne aerobne mikrobiološke aktivnosti.

Ovi preparati se mogu koristiti u praškastoj formi, za neku lokaliziranu primjenu, ili u tekućoj u obliku suspenzije efektivnih mikroorganizama. Tehnološka povoljnost je da se suspenzija može primijeniti strojno pomoću strojeva BIOBRAZDER TEHNIX. Pripremom suspenzije odgovarajuće koncentracije u rezervoaru za ovlaživanje stroja omogućuje se istovremeno ovlaživanje i aktivacija mikrobiološkog procesa, zajedno sa homogenizacijom i prozračivanjem kompostne mase.

Tehnologija bioreaktorskog kompostiranja TEHNIX preporuča upotrebu preparata AGRAN COMPOST i SOLUZIONE ili SEPTOGEN i SEPTOMIX, ili slične enzimske bakterijske proizvode koji optimiziraju organske razgradnje supstrata, čak i u slučaju „refraktornih“ tvari biološke mineralizacije, pojačavaju tehnološki proces i potiču humifikaciju organske frakcije, a sadrže korisne mikroorganizame, enzimske komponente, aktivne smeđe alge te mineralne biološke katalizatore bogate oligoelementima. U obliku je praška ili tekućine, pH vrijednosti 6,2.

Kompostiranje je prirodan proces razgradnje organskog otpada, kojim se stvara vrijedan materijal - kompost. Kvaliteta konačnog komposta uvelike ovisi o vrstama korištenih sirovina, njihovom omjeru, stanju i kemijskom sastavu. Materijale za kompostiranje možemo podijeliti u dvije osnovne skupine:

- zeleni otpad (bogat dušikom)
- smeđi otpad (bogat ugljikom)

Organski otpad čini preko 30 % otpada u kućanstvu. Stoga, izdvajanjem organskog otpada štedimo deponijski prostor i sprječavamo zagađenje okoliša. Neadekvatnim zbrinjavanjem zelenog otpada se potiču procesi truljenja što dovodi do stvaranja neugodnih mirisa. Također, paljenjem zelenog otpada stvara se dvostruka šteta - uzaludno se troši kisik i one-mogućuje povratak hranjivih tvari u tlo.

Kompostiranjem iz organskog otpada nastaju vrijedne organske tvari koje poboljšavaju strukturu tla, pomažu zadržavanju vlage, tlo čine prozračnijim, te povećavaju mikrobiološku aktivnost tla, obogaćuju ga hranjivim sastojcima te povećavaju otpornost biljaka na nametnike i bolesti.

Kompostirati se mogu i male količine papira (ako nije obojen), pepeo drvenog ugljena ili drva (usitnjena). Nije preporučeno kompostirati čepove od pluta, ljuske oraha i češere.

4.1. Zeleni materijal (bogat dušikom)

Ovi materijali osiguravaju dušik, koji je potreban mikroorganizmima za rast i razmnožavanje. Oni se brzo razgrađuju i povećavaju aktivnost mikroorganizama. Primjeri uključuju:

- Svježe pokošenu travu
- Kuhinjske ostatke (voće, povrće, talog kave, ljuske jaja)
- Mladi korovi (prije stvaranja sjemena)
- Stajnjak (od biljojeda poput krava, konja ili ovaca)

4.2. Smeđi materijal (bogat ugljikom)

Ovi materijali opskrbljuju kompost strukturom i ugljikom - izvorom energije za mikroorganizme. Sporije se razgrađuju, ali su ključni za dobar omjer C/N. Primjeri uključuju:

- Drvena sječka
- Suho lišće
- Slama, sijeno
- Karton i natrgani papir bez tinte
- Piljevina (u manjim količinama i od neprerađenog drva)

Omjer miješanja biootpada iz ovih dviju skupina pri formiranju kompostne brazde ključan je korak za regulaciju povoljnog odnosa ugljika i dušika a time i uspješnost procesa kompostiranja.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

4.3. Utjecaj materijala na kvalitetu komposta

Ravnoteža između zelenih i smeđih materijala osigurava optimalan omjer ugljika i dušika (C/N = 25:1 do 30:1), što je ključno za učinkovit proces kompostiranja. Ako ima previše dušičnih materijala, kompost može postati previše vlažan i što rezultira neugodnim mirisom. S druge strane, višak ugljika usporava proces jer mikroorganizmima nedostaje dušika za razmnožavanje.

Dobro izbalansiran kompost je taman, mrvičast, bez neugodnog mirisa i bogat humusom, koji poboljšava plodnost tla, zadržavanje vode i mikrobiološku aktivnost u tlu.

VRSTA MATERIJALA	PRIMJER	TIP	NAPOMENA
Kuhinjski otpad	Kora voća i povrća, talog kave, ljuske jaja	Zeleni	Izbjegavati kuhanu i masnu hranu
Vrtni otpad	Pokošena trava, mladi korovi, ostaci biljaka	Zeleni	Ne koristiti bolesne biljke
Stajnjak	Goveđi, konjski, ovčji	Zeleni	Ne koristiti izmet kućnih ljubimaca
Suho lišće	Jesensko lišće, iglice borova	Smeđi	Može se iskoristiti za bržu razgradnju
Karton i papir	Nebojeni papir, kartonske kutije	Smeđi	Bez plastificiranih, bojanih ili ljepljenih dijelova
Drveni materijal	Piljevina, strugotine, grančice, drvena sječka	Smeđi	Bez tretiranog drva

Tablica materijala za kompostiranje



4.4. Najčešće pogreške kod izbora materijala za kompostiranje

- Korištenje masne, kuhane hrane ili mesa
 - Privlači štetnike, izaziva neugodne mirise i usporava proces.
- Premalo ugljika (smeđih materijala)
 - Kompost postaje prevlažan i anaeroban, što stvara neugodan miris.
- Previše piljevine ili grana
 - Usporava razgradnju zbog niskog udjela dušika i loše propusnosti zraka.
- Dodavanje zaraženih biljaka ili sjemena korova
 - Bolesti i korovi mogu preživjeti ako temperatura nije dovoljno visoka.
- Previše citrusa ili luka
 - Usporava razgradnju, može ometati djelovanje korisnih mikroorganizama.
- Neadekvatna vlažnost i zbijenost
 - Previše mokar ili zbijen materijal sprečava dovod kisika, što usporava kompostiranje.

4.5. Prednosti metode

- Smanjenje emisija stakleničkih plinova
- Uklanjanje neugodnih mirisa zbog zatvorenih objekata i kontroliranih uvjeta
- Mogućnost upotrebe gotovog komposta u poljoprivredi (I. klasa)
- Usklađenost s EU Direktivom 2008/98/EZ o otpadu i Pravilnikom o kompostu (NN 12/18)
- Brža razgradnja i manji troškovi operativnog poslovanja
- Ne zahtjeva skupa odlagališta
- Ne zahtjeva pročišćavanje ocjednih voda

Optimalni kapaciteti kompostnih postrojenja kreću se u rasponu od 1 000 do 20 000 tona ulaznog materijala tj. biorazgradivog otpada, na godinu. Veći kapaciteti zahtijevaju dodatnu prilagodbu sustava, a sezonske oscilacije, posebno povećana količina zelene biomase tijekom proljetnih i jesenskih mjeseci mora se uzeti u obzir prilikom planiranja kapaciteta i optimizacije proizvodnje.

5.1. Procjena kapaciteta

Procjena kapaciteta sustava za kompostiranje na nekom području polazi od postojećih podataka o prikupljanom otpadu. Ako se odvojeno prikupljanje biorazgradivog otpada nije prakticiralo u punoj mjeri, treba računati sa 30 do 40 posto mase iz kategorije miješani komunalni otpad (ključni broj 20 03 01). Isto tako treba pribrojiti sav zeleni otpad koji na uslužnom području nastaje od uređenja zelenih površina i parkova. Isto tako, u obzir za kompostiranje dolazi svaki biorazgradivi otpad iz poljoprivrede, šumarstva i drvne industrije kao i komunalni mulj iz biološke obrade otpadnih komunalnih voda.

Kada se utvrde godišnje količine, prilazi se analizi eventualnih sezonskih oscilacija kako bi se definirale mjesečne pa onda i tjedne količine biorazgradivog otpada s kojima se ide u proračun potrebne površina.

Ključni podaci:

- Godišnja količina otpada (t/god)
- Vrsta materijala, biorazgradivog otpada
- Gustoća i vlaga materijala
- Trajanje ciklusa - 8 do 12 tjedana
- Površina potrebna po toni materijala - u prosjeku od 1,5 do 2,0 m²/t

5.2. Odabir lokacije

Lokaciju kompostane treba odabrati tako da se poštuje princip blizine i time kroz mnoge godine minimalizira potreba za transportom rastresitog i laganog biorazgradivog materijala na obradu. S druge strane, treba izbjegavati neposrednu blizinu naseljenim područjima zbog opasnosti da se povremeno zbog pojava neurednog sustava odvajanja dogodi širenje neugodnih mirisa i pritužbe obližnjih stanara.

Kod odabira lokacije vrijede sljedeći kriteriji:

- Udaljenost od naseljenih područja (preporučeno: min. 500 m)
- Dobra prometna povezanost
- Niska osjetljivost okoliša (izbjegavati zaštićena područja, podzemne vode)
- Blizina izvora biorazgradivog otpada
- Pogodno tlo za izgradnju (nosivost, zaštita od plavljenja)

5.3. Infrastrukturni zahtjevi (odvodnja, pristupni putevi, voda, zaštita okoliša)

Za izgradnju i funkcioniranje kompostane nužna je osnovna infrastruktura koja podržava obradu i kontrolu procesa. Minimalni infrastrukturni zahtjevi:

- Pristupni putevi: stabilni, šljunčani ili asfaltirani, dovoljne nosivosti za kamione
- Vodovod
- Odvodnja
- Struja

6.1. Prihvat biomase

Prostor za dnevni prihvat biomase treba biti dostatan za dnevne projektirane količine biorazgradivog otpada. Prilikom istovara, biomasa se pregledava, po potrebi i snima kako bi se u slučaju nepravilnosti moglo reagirati. Istovar se odvija uz definirani raspored.

Kod biomase koja je bogata otpadnom hranom visoke vlažnosti moguća je pojava intenzivnih neugodnih mirisa, posebno kod visokih temperatura i ako je dugo boravila u spremniku za prikupljanje. Kod ovakvih pojava nužna je hitna reakcija na način da se problematična biomasa odmah tretira prskanjem sa mikrobiološki aktivnom suspenzijom tipa efektivni mikroorganizmi (EM dodaci). Nadalje takvoj masi se odmah dodaje suha drvenasta biomasa, kao što je piljevina, drobljeno drvo i granje, suho lišće ili trava i slično. Slijedi prebacivanje u brazde i strojna homogenizacija i aeracija smjese. Na taj način se brzo zaustavlja širenje neugodnih mirisa.

Poželjni su uredni i dobro organizirani sustavi za prikupljanje biootpada koji rezultiraju dostavom vrlo čistog biootpada sa tek rijetkim uključinama plastike ili drugih nerazgradivih tvari. U tom slučaju se strani predmeti ručno uklone te se pristupa pripremi kompostiranja.

U slučaju da se sa određenih područja standardno dovozi nečist biootpad sa značajnijim udjelima stranih tvari, potrebno je pristupiti iznalaženju rješenja za otklanjanje uzroka takvog stanja jer bi u suprotnom bilo potrebno postaviti procesnu liniju za oradu nečistog biorazgradivog materijala. Prihvat nečiste biomase znači bitno veće troškove obrade kao i nesigurniji ishod po pitanju kvalitete proizvedenog komposta



Poželjno je predvidjeti odvojene zone za prihvat biorazgradivog otpada, aktivne brazde, stabilizaciju, zreli kompost, pomoćne površine za skladištenje, servis i održavanje, i sl.

6.2. Priprema biomase

Odmah po istovaru, odnosno prihvatu biorazgradivog otpada kreće priprema za formiranje kompostnih brazdi. Ovisno o kvaliteti dostavljenog otpadnog materijala, priprema po potrebi uključuje:

- Tretman mikrobiološki aktivnim pripravcima po potrebi
- Usitnjavanje krošnji, granja, drveća i korijenja na frakciju veličine cca 30 - 50 mm

Preostali dio pažnje usmjeren je harmonizaciji sastava kompostne mase u pogledu ispravnog omjera elementnih sastava ugljika i dušika.

Potrebni strojevi u pripremi biomase:

- Drobilica za krupni drvenasti materijal
- Univerzalni stroj za doziranje i manipulaciju rastresitim materijalom

Priprema biomase u kompostne hrpe se provodi dnevno, bez zastoja i odgode za svakodnevni kućni

biorazgradivi otpad. Razlog za takav zahtjev je potreba da se što prije osiguraju uvjeti za optimirani proces biološke razgradnje i drugo, da se izbjegne opasnost od neželjenih pojava kao što su oslobađanje neugodnih mirisa i slično.

Međutim, odgoda je dozvoljena kod biotpada bogatog drvenastim strukturama i celulozom, kakav nastaje iz uređenja parkova i kod građevinskih iskopa gdje nastaje korijenje, posječeno granje i grmovi. Ti materijali zahtijevaju strojnu obradu drobljenjem čime se materijal usitnjuje i homogenizira. Takva vrsta materijala zbog viška ugljika ne stvara poteškoće u pogledu oslobađanja neugodnih mirisa stajanjem pa se strojno obrađuje kada se obave hitniji postupci, odnosno kad se oslobode strojni i ljudski kapaciteti.

Priprema biomase za kompostiranje za neuredne sustave prikupljanja sa velikim udjelom nečistoća bit će obrađeno u posebnom poglavlju.



- Drveni materijali (grane, panjevi, debla) teško su razgradivi, zahtijevaju mehaničko usitnjavanje



- Mekani materijali (trava, lišće, sijeno) brzo se razgrađuju, no potrebna je kontrola vlažnosti



- Mješoviti materijali kombinacija su vlaknastih i tvrdih tvari što zahtijeva balansiranu obradu

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

6.3. Formiranje brazdi

Pripremljeni biotpad se ugrađuje u uzdužne hrpe na način da se nastoji postići optimalni odnos elementnih sastava ugljika i dušika. Dimenzije uzdužnih hrpi u pogledu širine i visine odgovaraju kapacitetu cijelog sustava, odnosno veličini stroja za obradu kompostne hrpe. Dimenzije brazdi se kreću prema sljedećem:

- ➔ Širina 2 do 3,5 metara
- ➔ Visina 1 do 1,5 metar
- ➔ Razmak među brazdama 0,4 do 0,6 metara - Dužina po potrebi s tim da je svakih 50 do 80 m preporučen prekid radi lakše komunikacije vozila i strojeva.

Inicijalna brazda će se po sastavu i po dimenziji ujednačiti prolaskom stroja duž kompostne hrpe, pa će operateri vrlo brzo steći iskustvo za pravilan i optimiran rad u ovoj fazi procesa.

Nužna mehanizacija ove faze uključuje univerzalni stroj za doziranje i manipulaciju biomasom, prilagođen izborom radnih alata, odnosno veličinom utovarne krpe. Kod formiranja brazde, koja se obavlja strojno i ručno preporučljivo je poštivati pravilan redoslijed polaganja različitih biorazgradivih materijala:

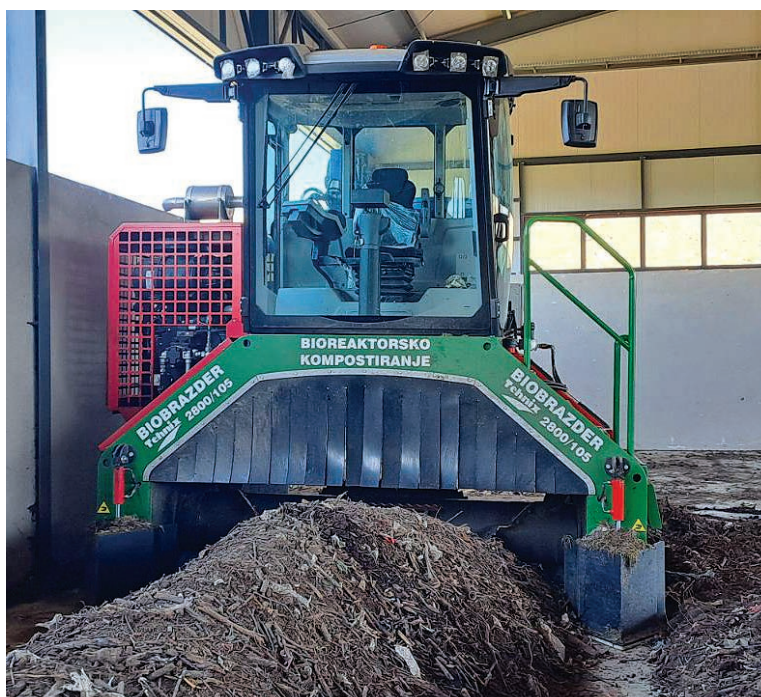
1. Kao podloga kompostoj hrpi ili brazdi najbolje je postaviti drvenasti materijal krupnijih frakcija koji se sastoji od granja, iverja, kore drveta i drugog zelenog otpada

2. Kao sljedeći sloj polaže se kuhinjski biotpada s tim da se na sam vrh mogu položiti najgušći materijali kako bi se u početku procesa i prije strojne obrade omogućilo prozračivanje biomase

Naknadnom strojnom obradom doći će homogeniziranja smjese raznih biorazgradivih materijala, što uz prozračenost i optimirani sadržaj vlage čini glavninu preduvjeta za ubrzanu mikrobiološki proces razgradnje organske tvari.

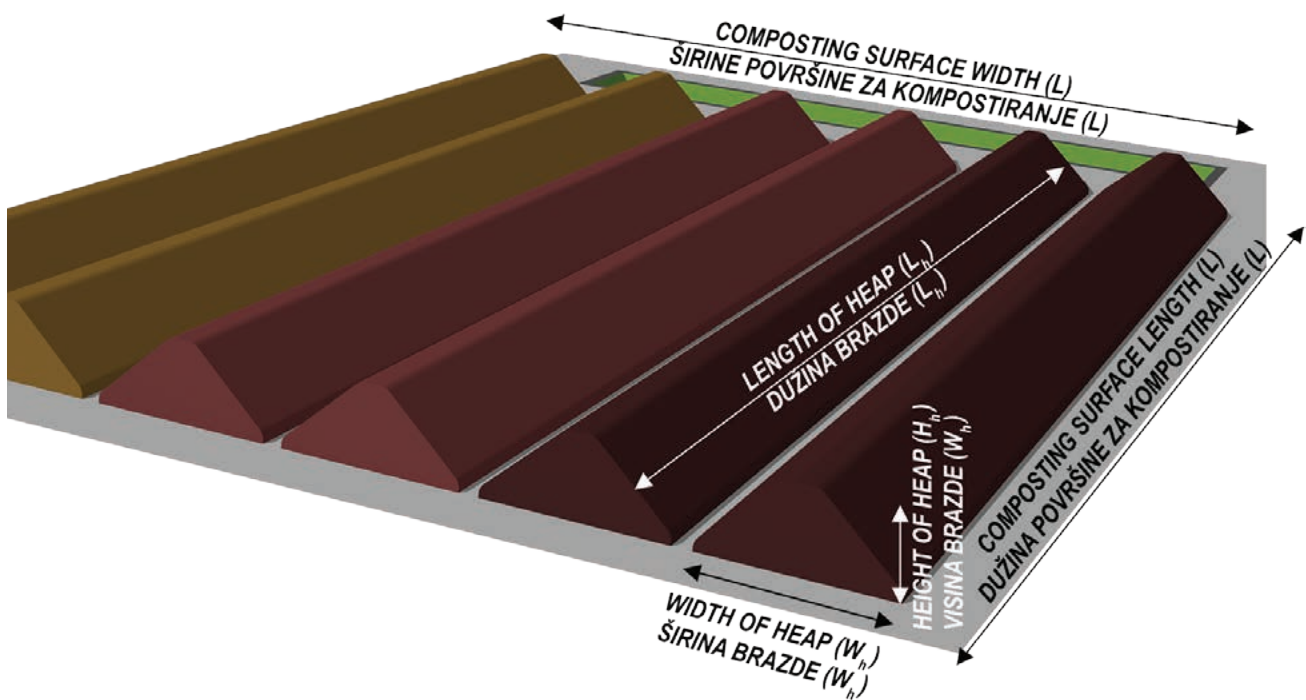
S obzirom da je vrijeme boravka biomase u brazdama 5 do 7 tjedana, ova faza procesa zahtjeva najveći dio prostora cjelokupnog sustava za kompostiranje.

Stoga se kod projektiranja sustava za kompostiranje dosta pažnje treba posvetiti upravo organizaciji prostora za aktivnu fazu razgradnje u brazdama.



BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA



Prikladna brazda za kvalitetan tehnološki proces kompostiranja i kratak ciklus je:

- širine od 2,0 m do 3,5 m
- visine od 1,0 m do 1,5 m
- dužina brazde može varirati no na svakih 50,0 m brazde poželjno je ostaviti slobodan prolaz za radne strojeve kako bi se olakšao pristup
- razmak između brazdi minimalno 40 cm da bi se osigurao prolaz radnim strojem za prevrtanje brazdi

6.4. Aktivna faza kompostiranja

Biorazgradivi otpad je položen u uzdužne hrpe ili brazde i stvoreni su svi uvjeti za intenzivnu mikrobiološku razgradnju organskih tvari. Za intenzivni mikrobiološki proces potrebno je osigurati prozračivanje i odgovarajuću vlažnost te ravnotežu elementnih sadržaja ugljika i dušika, odnosno dobru homogeniziranost kompostne smjese. Ti uvjeti se postižu strojnom obradom pomoću specijaliziranog samohodnog stroja tipa BIOBRAZDER koji je opremljen rotorom, spremnikom i dozirnim sustavom za ovlaživanje, kabinom za operatera i pogonskim strojem.

Stroj se polako kreće duž kompostne hrpe i radom freze koja se rotira poprečno na brazdu ostvaruje sjedeće operacije:

- Homogenizacija kompostne mase
- Prozračivanje i rahljenje kompostne mase
- Ovlaživanje mase
- Formiranje uredne kompostne hrpe trapezoidnog presjeka

Učestalost ove operacije na nekoj kompostnoj hrpi se utvrđuje na temelju uvida u tijek procesa, što će se detaljnije elaborirati u posebnoj točki. U slučaju da je iz nekog razloga potrebno unaprijediti mikrobiološki proces, ovlaživanje može uključiti dodatak suspenzije mikrobioloških aktivatora tipa efektivni mikroorganizmi, što može znatno pomoći kod postupanja sa zahtjevnijim biorazgradivim materijalima.

Potreban stroj u aktivnoj fazi je specijalni stroj za obradu kompostne mase u uzdužnim hrpama. Radi se o stroju BIOBRAZDER TEHNIX koji se korisnicima nudi u tri veličine, sa širinama brazdi od 2,3 do 3,5 m.

Učestalost prevrtanja:

- tijekom intenzivne faze, raspadanja 3 - 4 puta tjedno
- tijekom sazrijevanja 2 - 3 puta tjedno tj.
- prilagođava se godišnjem dobu, strukturi materijala i stupnju urušavanja brazde.

Trajanje aktivne faze kompostiranja je pet do sedam tjedan tijekom kojih postiže maksimalna temperatura biomase što pomaže inaktivaciji patogenih mikroorganizama kao i uništenju raznih sjemenja i klica pa i korova. Volumen biorazgradive mase se u odnosu na početak kompostiranja smanji za 40 do 60 posto.

Faza intenzivne razgradnje (1. - 4. tjedan, 55 - 70 °C)

- Razgradnja lako dostupnih organskih spojeva (proteini, šećeri, masne kiseline)
- Eliminacija patogenih organizama i sjemenki korova
- Materijal postaje tamnije smeđe boje, počinje dobivati karakterističnu kompostnu strukturu

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

Faza konverzije (4. - 8. tjedan, 35 - 55 °C)

- Mikroorganizmi razgrađuju složenije spojeve (celuloza, lignin)
- Procesi razgradnje se usporavaju
- Počinje formiranje stabilnih humusnih tvari

6.5. Faza zrenja komposta

Nakon aktivne faze kompostiranja, mikrobiološki proces razgradnje organske tvari se usporava, temperatura kompostne mase se snižava, ali proces još uvijek nije zgotovljen.

U ovoj fazi kompostna masa više ne traži posebnu pažnju, manja je potreba za kisikom i manji je utrošak vlage. S obzirom da se volumen brazdi bitno smanjio, logično je i racionalno kompostnu masu prebaciti u odjeljke ili bokseve koji mogu biti izvedeni sa daleko većom nasipnom visinom.

Stoga se kompostna masa prebacuje u betonskim zidovima odijeljene „bokseve“ u kojima boravi još tri do pet tjedana tijekom kojih se odvija spora razgradnja preostale razgradive organske tvari. U tom vremenu, osim nadzora tijekom procesa nema posebnih zahvata sa kompostom. Volumen kompostne mase se tijekom zrenja može smanjiti za još 15 do 25 posto te završava sa zrelim kompostom s gotovo potpuno iscrpljenim razgradnim potencijalom organske tvari.

Tijekom ove faze stabilizacije kompostna masa se postepeno hladi, a koncentracija štetnih bakterija ujedno se smanjuje. Faza stabilizacije traje 15-20 dana, ili do hlađenja komposta na temperaturu okoline.

Što se nužne mehanizacije tiče, potrebno je navesti univerzalni stroj za manipulaciju kompostom s kojim se uz upotrebu utovarnih korpi velikog volumena kompostna masa prebacuje iz uzdužnih hrpa u betonske bokseve za zrenje.

Faza sazrijevanja (8. - 12. tjedan, < 35 °C)

- Stvaranje gotovog komposta bogatog hranjivim tvarima
- Pojava kompostnih crva i korisnih mikroorganizama
- Struktura postaje rastresita, tamno smeđa, bez neugodnih mirisa
- Sazrijevanje se odvija u kompostnim boksevima



6.6. Skladištenje i završna obrada komposta

Zreli kompost poslije ukupno osam do deset tjedana obrade postaje inertan materijal, nesklon daljoj razgradnji, što znači da se smije polagati u visoke hrpe materijala ili pakirati u vreće.

U ovoj fazi je potrebno prosijati kompost, što se radi rotacijskim sitom za odvajanje nerazgrađenih frakcija poput drveta, kosti ili drugog materijala. Ulazni materijal se separira na dvije frakcije, najveći dio pripada prvoj a to je sipki zreli kompost, spreman za pakiranje ili plasman u rinfuzi. Drugi dio se odnosi na krupne nerazgrađene komponente koje se mogu uz pomoć drobilice pripremiti za primješavanje u početnoj fazi kompostiranja. To se uglavnom odnosi na drveni materijal i kosti, što je nakon mljevenja koristan kompostnoj masi na početku procesa.

Sipki zreli kompost podesan je za plasman i pakiranje, a za kvalitetni tržišni nastup potrebna je laboratorijska analiza kvalitete produkta. Na temelju laboratorijske analize i provjere sadržaja organskih tvari, glavnih i sporednih hranjivih tvari, kao i sadržaja zagađivala utvrđuje se klasa kvalitete komposta.

Osim tržišnog pristupa za plasman gotovog komposta, moguć je i pristup nagrađivanja korisnika komunalne usluge, kao i korištenje za javne potrebe uređenja parkova i okoliša.

U ovoj fazi se koristi sljedeća strojna oprema:

- ➔ Rotacijsko sito za prosijavanje tipa KOMPOST SITO TEHNIX
- ➔ Uređaj za uvrećavanje tipa TEHNIX

Što se tiče prosijavanja, moguće je koristiti sita različite veličine otvora, odnosno dimenzija čestica prosijane frakcije.

Ovisno o namjeni preporučljiva su sita za sljedećih veličina frakcija:

- ➔ Kompost za rekultivaciju do 40 mm
- ➔ Kompost za veće poljoprivredne površine do 40 mm
- ➔ Kompost za komunalno uređenje okoliša do 20 mm
- ➔ Kompost za domaćinstva i vrtove do 10 mm
- ➔ Kompost za presadnice do 10 mm



Tehničke komponente I tehnološke cjeline sustava:

- Kompost Roto Shredder s dozirnim kranom

Usitnjavanje drvnog i zelenog otpada te miješanje komponenti uz izdvajanje feromagnetnih materijala i regulacije veličine izlazne frakcije

- Bio Brazder

Stroj za prevrtanje, aeriranje i humidifikaciju biomase u brazdi s integriranim spremnikom za bioaktivente i vodu

- Kompost Sito

Separacija gotovog komposta na sitnu i grubu frakciju

- Sustav za pakiranje

Prihvat, doziranje i pakiranje gotovog komposta i sipkih materijala u vreće volumena od 5 do 50 litara s mogućnošću odabira i regulacije

- Mobilni Dozator i Manipulator

Manipulacija i doziranje biorazgradivog otpada, biomase i komposta

- Nadzorni sustav

Senzori i sonde za praćenje relevantnih parametara tehnološkog procesa u realnom vremenu uz alarmiranje kod smanjenih i/ili povišenih vrijednosti parametara

- Aerobni sustav

Bazeni za prihvat i pripremu oborinske vode opremljeni difuzorima i puhalima

- Industrijski objekti za proizvodnju komposta

Montažne metalne hale za osiguranje kontroliranih uvjeta odvijanja tehnološkog procesa zrenja i naknadnog postupanja s kompostom

Proizvodnja visokokvalitetnog komposta odvija se u kontroliranim uvjetima, uz nadzor stručnog osoblja i korištenje preciznih mjernih instrumenata za praćenje biološke razgradnje. Ovaj tehnološki postupak osigurava optimalne uvjete kompostiranja, bez negativnih utjecaja na okoliš, čime se dobiva stabilan i hranjiv kompost.

7.1. Strojevi za usitnjavanje i miješanje (drobilice), TEHNIX

KOMPOST ROTO SHREDDER TEHNIX

Droбилice, odnosno strojevi za usitnjavanje neophodni su kod pripreme biorazgradivog organskog otpada za proces kompostiranja. Primarna zadaća ovih strojeva je usitnjavanje krupnije drvenaste mase poput granja, drveta i korijenja promjera do cca 120 mm na iverje i komade manjih dimenzija, daleko podesnijih za kompostiranje.



Isto tako, usitnjuje se i lišće, trava, razne stabljike, krupnije povrće kao i drvenste gajbice za poljoprivredne proizvode. Sve skupa se miješa i formira ugljikom bogata rastresita biomasa. Ovakav strukturni materijal je neophodan za uravnoteženje biorazgradivoog otpada iz restorana i kuhinja koji je vrlo često vrlo vlažan i bogat dušikom. Stoga je preporučljivo uvijek imati zalihu ovakve drvenaste biomase, koja je zbog viška ugljika i manjka vlage vrlo jednostavna za čuvanje.

Postupak drobljenja drvenaste biomase nužna je pripremna faza za kompostiranje takvog materijala, a ujedno je najjednostavniji način za osiguranje strukturnog materijala potrebnog za uravnoteženje kompostne mase i postizanje optimalnih tehnoloških uvjeta.

Strojevima kompost roto shredder daljinski upravlja jedan poslužitelj te obavlja sljedeće operacije:

- Lokalna mobilnost i pozicioniranje pomoću gusjenica
- Doziranje zelene biomase pomoću kranske teleskopske zahvatno-utovarne ruke
- Usitnjavanje i miješanje biomase u zahvatu
- Prebacivanje usitnjene biomase putem transportne trake na poželjnu lokaciju
- Odvajanje metalnih dijelova pomoću magnetske trake

Stroj je izveden sa tri varijante pogonske snage, Diesel motori snage 160, 235 i 285 kW.

Promjenjivi noževi i regulacija veličine izlazne frakcije usitnjenog materijala pružaju mogućnost prilagodbe različitim operativnim uvjetima.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

TEHNIČKI PODACI

MODEL	KRS-160VP	KRS-235VP	KRS-285VP
TIP POGONA	DIESEL	DIESEL	DIESEL
SNAGA	160 kW / 218 KS	235 kW / 320 KS	285 kW / 387 KS
DULJINA	10 150 mm	10 150 mm	10 150 mm
ŠIRINA	2 450 mm	2 450 mm	2 450 mm
VISINA UBACIVANJA	2 500 mm	2 500 mm	2 500 mm
DULJINA GROTLA	3 000 mm	3 000 mm	3 000 mm
POGONSKI SKLOP	GUSJENICE	GUSJENICE	GUSJENICE
MAGNETNI SEPARATOR	NE	DA	DA
UPRAVLJANJE	DALJINSKO	DALJINSKO	DALJINSKO
ROTOR I NOŽEVI			
PROMJER ROTORA	605 mm	605 mm	605 mm
DULJINA ROTORA	2 500 mm	2 500 mm	2 500 mm
TIP NOŽEVA	3 / 75	3 / 75	3 / 75
BROJ NOŽEVA ROTORA	26	26	35
IZLAZNI TRANSPORTER			
DULJINA	(3 000 + 3 300) mm	(3 000 + 3 300) mm	(3 000 + 4 300) mm
TRAKA	GUMA 6.5/2/1000	GUMA 6.5/2/1000	GUMA 6.5/2/1000
VISINA DIZANJA	3 000 mm	3 000 mm	4 000 mm
DOZIRNI KRAN			
ZAHVAT	1,6 / 4,6 m	1,6 / 4,6 m	1,6 / 4,6 m
KAPACITET ZAHVATA	1,0 m ³	1,0 m ³	1,0 m ³
VISINA DIZANJA DOZIRNOG KRANA	4,6 m	4,6 m	4,6 m
VELIČINA IZLAZNE FRAKCIJE	30 - 50 mm	30 - 50 mm	30 - 50 mm
REGULACIJE IZLAZNE FRAKCIJE	DA	DA	DA

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

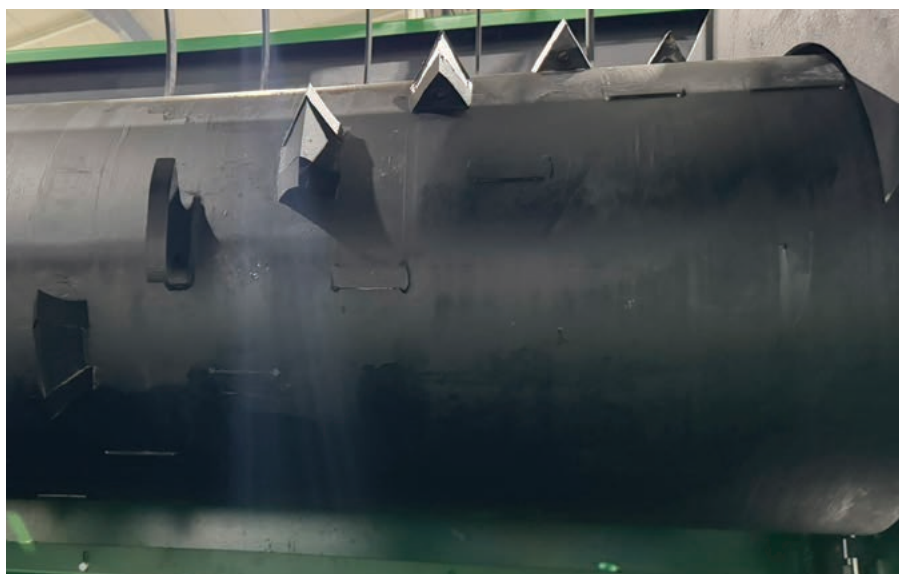
INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA



Inspekcijska vrata i servisni pristup



Regulacija veličine
izlazne frakcije



Izmjenjivi noževi

Važno! Što je materijal jednoličnije usitnjen (30 - 50 mm), proces kompostiranja je brži i učinkovitiji, a krajnji eko kompost kvalitetniji.

Magnetski separator za automatsko izdvajanje feromagnetnih metala pomoću permanentnog magneta. Ugrađuje se iznad izlaznog transportera drobilice gdje sav materijal prolazi kroz magnetno polje te feromagnetni metali bivaju privučeni i izdvojeni.

7.2. Strojevi za okretanje brazdi (turneri), TEHNIX

BIOBRAZDER TEHNIX

Biobrazder je stroj posebno konstruiran za obradu biomase u brazdama ili uzdužnim hrpama. Stroj je samostalno mobilan i kreće se uzduž kompostne brazde na način da centralno pozicioniran rotor svojom rotacijom po sredini kompostne mase postiže više tehnoloških ciljeva istovremeno.



Kompostna masa se:

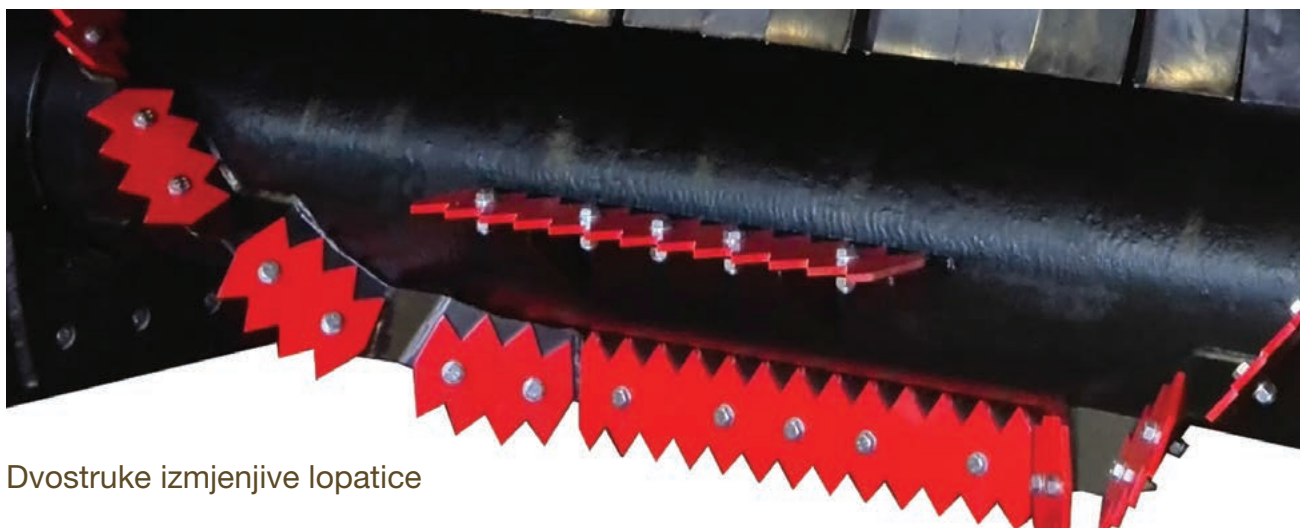
- homogenizira i rastresuje,
- prozračuje, odnosno obogaćuje kisikom,
- ovlažuje masu, ovisno o stanju kompostne mase i potrebama procesa,
- dozira bioaktivacijske tvari za pospješenje aerobnog procesa razgradnje, ovisno o potrebama procesa.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

Prolaskom uzduž kompostne mase formira se uredna brazda trapezoidnog presjeka, što omogućuje spontanu aeraciju efektom dimnjaka u aktivnoj fazi razgradnje.

Dimenzija brazde ovisi o veličini stroja, što se odabire ovisno o kapacitetu sustava i raspoloživom prostoru. Na raspolaganju je tri veličine stroja koji formiraju tri veličine brazde. Najmanji stroj snage 45 kW generira brazdu širine 2,3 metra i visine jedan metar. Sljedeći Biobrazder je snage 105 kW te stvara brazdu širine 2,8 i visine 1,25 metara, dok je najveći snage 160 kW sa brazdama širine 3,5 metara i visinom od 1,5 metara. Sve izvedbe su opremljene spremnikom za ovlaživanje i aplikaciju pomoćnih aktivacijskih tvari. Operater strojem upravlja iz ostakljene, grijane i klimatizirane kabine sa zračno podesivim sjedalom pomoću elektro-hidrauličnih komandi. Kabina omogućuje izvrsnu preglednost jer je pozicionirana na gornjem dijelu mosta stroja, iznad brazde, a pristupa joj se bočnim pristupom. Konstrukcijska rješenja stroja omogućuju visoku pouzdanost i jednostavno održavanje.



Dvostruke izmjenjive lopatice



Hidraulička regulacija visine brazde

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

TEHNIČKI PODACI

MODEL	BBT-23/60P	BBT-28/105VP	BBT-35/160VP
TIP POGONA	DIESEL	DIESEL	DIESEL
SNAGA	60 kW / 82 KS	105 kW / 143 KS	160 kW / 218 KS
DULJINA	2 490 mm	2490 / 3430 mm	2490 / 3430 mm
ŠIRINA	2 900 mm	3 500 mm	4 200 mm
BIOAKUMULATORSKI SPREMNIK	700 L	1 500 L	1 700 L
ROTOR ZA PREVRTANJE			
PROMJER	400 mm	400 mm	400 mm
IZMJENJIVE LOPATICE	DVOSTRANE - 120	DVOSTRANE - 120	DVOSTRANE - 120
MATERIJAL LOPATICA	HARDOX-650	HARDOX-650	HARDOX-650
KAPACITET OBRADE	300 m ³ /h	450 m ³ /h	700 m ³ /h
POGONSKI SKLOP	GUSJENICE	GUSJENICE	GUSJENICE
KABINA			
KABINA	NE	DA	DA
KLIMATIZIRANA	N.A.	DA	DA
GRIJANA	N.A.	DA	DA
RADNA SVJETLA	N.A.	DA	DA
SUSPENZIJSKO SJEDALO	DA	DA	DA
BRAZDA			
ŠIRINA	2 300 mm	2 800 mm	3 500 mm
VISINA	1 000 mm	1 250 mm	1 600 mm
SPECIFIČNI VOLUMEN	1,2 m ³ /m1	2,0 m ³ /m1	3,0 m ³ /m1

7.3. Strojevi za prosijavanje (sita za separaciju), TEHNIX

KOMPOST SITO TEHNIX



Kompost sito je mobilni stroj za prosijavanje komposta s izmjenjivim rotacijskim sitom za prosijavanje. Rotacijsko sito je promjera \varnothing 1920 mm sa otvorima za prosijavanje u dvije izvedbe. Prosijavanje grublje frakcije se provodi sa sitom dimenzije otvora 25 x 35 mm, dok su kod prosijavanja fine frakcije otvori veličine 10 x 25 mm. Kompost sito može biti pogonjeno elektro-hidraulički, snage 15 kW ili s diesel pogonom snage 45 kW preko višestupanjskog hidrauličkog prijenosa snage.

Stroj je opremljen prihvatnom komorom s dozirnim transporterom za kontinuirano doziranje materijala u rotacijsko sito. Po unutarnjem obodu rotacijskog sita postavljena je spirala koraka 500 mm kako bi se materijal što kvalitetnije prosijavao te istovremeno transportirao prema izlazu. Prosijani kompost pada na uzdužni tračni transporter smješten ispod sita dok se gruba neprosijana frakcija odnosi poprečnim transporterom na izdvojenu hrpu. Brzina rotacije sita se može regulirati u rasponu od 5 do 15 okretaja u minuti. U gornjem dijelu konstrukcije stroja duž rotacijskog sita ugrađena je čelična četka za čišćenje vanjskog oboda rotacijskog sita sa sustavom za podešavanje nagiba. Kapacitet prosijavanja o nizu tehničkih parametara kao što je dužina rotacijskog sita, otvoru za prosijavanje i brzini rotacije, ali i o karakteristikama komposta, prvenstveno po pitanju vlažnosti i zrelosti komposta.



BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

TEHNIČKI PODACI

MODEL	KS-2000	KS-3000	KS4000
TIP POGONA	ELEKTRO	ELEKTRO	ELEKTRO
SNAGA	11 kW	15 kW	15 kW
DULJINA	9 750 mm	10 750 mm	11 750 mm
ŠIRINA	2 450 mm	2 450 mm	2 450 mm
PODVOZJE	KOTAČI	KOTAČI	KOTAČI
VOLUMEN PRIHVATNOG GROTLA	5,0 m ³	5,0 m ³	5,0 m ³
BUBANJ SITA			
PROMJER	1 920 mm	1 920 mm	1 920 mm
DULJINA	2 710 mm	3 710 mm	4 710 mm
POVRŠINA PROSIJAVANJA	12,0 m ²	18,0 m ²	24,0 m ²
PERFORACIJA	gruba 25 x 25 mm fina 12 x 12 mm prilagodljivo	gruba 25 x 25 mm fina 12 x 12 mm prilagodljivo	gruba 25 x 25 mm fina 12 x 12 mm prilagodljivo
TRANSPORTER SITNE FRAKCIJE			
TRANSPORTER SITNE FRAKCIJE	UZDUŽNI	UZDUŽNI	UZDUŽNI
DULJINA	4 000 mm	4 000 mm	4 000 mm
TRAKA	GUMA 6,5/2/1000	GUMA 6,5/2/1000	GUMA 6,5/2/1000
VISINA DIZANJA	3 000 mm	3 000 mm	3 000 mm
TRANSPORTER GRUBE FRAKCIJE			
TRANSPORTER GRUBE FRAKCIJE	BOČNI	BOČNI	BOČNI
DULJINA	4 000 mm	4 000 mm	4 000 mm
TRAKA	GUMA 6,5/2/500	GUMA 6,5/2/500	GUMA 6,5/2/500
VISINA DIZANJA	3000 mm	3000 mm	3000 mm
DOZIRNI KRAN	OPCIJA	OPCIJA	OPCIJA
MAGNETNI SEPARATOR	OPCIJA	OPCIJA	OPCIJA
DIESEL POGON	OPCIJA	OPCIJA	OPCIJA

7.4. Dozirne jedinice i pakirke, TEHNIX

UREĐAJ ZA PAKIRANJE TEHNIX



Poluautomatski sustav za pakiranje zrelog komposta ili drugih sipkih materijala u vreće volumena od 10 do 50 litara. Uvrećavanje gotovog komposta omogućuje lakši plasman za prodaju ili podjelu odnosno nagrađivanje korisnika komunalne usluge. Na vrećama se mogu označiti brojevi serije kao i rezultati laboratorijskog nalaza za sigurnu, odnosno i ekološku upotrebu komposta u povrtlarstvu, voćarstvu i za druge namjene.

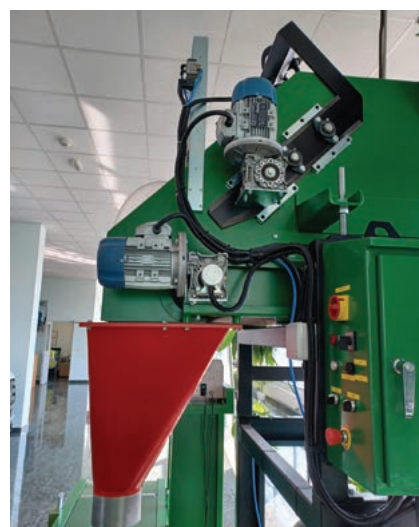
Uređaj za pakiranje se sastoji od prihvatnog kutnog lančanog transportera, prihvatnog grotla, mjernog volumnog dozatora te izlaznog transportera s uređajem za zavarivanje ili šivanje vreća. Uređaj omogućuje brzo i precizno punjenje vreća volumena do 50 litara.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

TEHNIČKI PODACI

MODEL	T-PAK 10/50
SNAGA	9,1 kW
DOZATOR	VOLUMNI
REGULACIJA DOZE	OD 10 L DO 50 L
KAPACITET PUNJENJA	10 - 15 ciklusa/min
ZATVARANJE VREĆE	ZAVARIVANJE / ŠIVANJE
UPRAVLJANJE	PLC
DOZIRNI TRANSPORTER KUTNI LANČANI	
DULJINA	(2'500 + 3'800) mm
TRAKA	GUMA 6,5/2/1000
VOLUMEN PRIHVATA	4.0 m ³
VISINA UBACIVANJA	1600 mm
IZLAZNI TRANSPORTER	
DULJINA	2500 mm
TRAKA	PVC 4,0/3/500
PODESIV PO VISINI	od 370 do 750 mm



7.5. Manipulatori (radni strojevi, utovarivači)

UNIVERZALNI RADNI STROJ - TELESKOPSKI MANIPULATOR

Mobilni dozator koristi se za manipulaciju biorazgradivim otpadom i gotovim kompostom, pretovar komposta iz brazde u boks za stabilizaciju po završetku zrenja, doziranje komposta u kompost sito, te doziranje postrojenja za pakiranje komposta u vreće.

Stroj je pogonjen diesel motorom te postiže maksimalnu brzinu kretanja do 40 km/h. Opremljen je sustavom za automatsku kontrolu brzine vožnje ovisno o visini podignutog teleskopa. Pregledna upravljačka kabina omogućuje siguran i ugodan rad, a hidarulički sustav brzog kopčanja omogućuje brzu zamjenu radnih priključaka.

DODATNA OPREMA:

- Specijalna utovarna korpa za lake materijale kapaciteta minimalno 1,5 m³
- Specijalna utovarna korpa s grabilicama za granje kapaciteta minimalno 2 m³
- Nosač vilica s vilicama za prijenos tereta

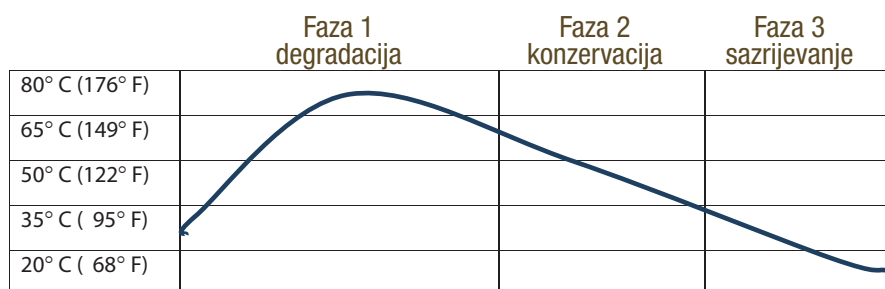


7.6. Sustavi za kontrolu temperature

NADZORNI SUSTAV - TEHNIX

Temperatura kompostne mase ključni je pokazatelj učinkovitosti procesa razgradnje te je najsigurniji tehnološki alat za kontinuirano praćenje intenziteta razgradnog procesa.

Odstupanja od očekivanih temperatura jasan je znak da aktivnost mikroorganizama nije maksimalizirana te otvara mogućnost intervencije prozračivanjem, ovlaživanjem ili intervencijom u omjer i strukturu kompostne mase. Stoga se za velika postrojenja gdje se jedino uz visoku optimiranost procesa može osigurati nominalni kapacitet obrade traži procesno praćenje temperature kompostne mase u svim fazama procesa.



Primjer kretanja temperature kroz faze proizvodnje komposta

Metode i učestalost mjerenja:

→ Temperatura se mora mjeriti najmanje jednom dnevno duž cijele kompostne brazde, posebno u aktivnoj fazi kompostiranja, te se dobiveni podaci bilježe radi analize napretka procesa.

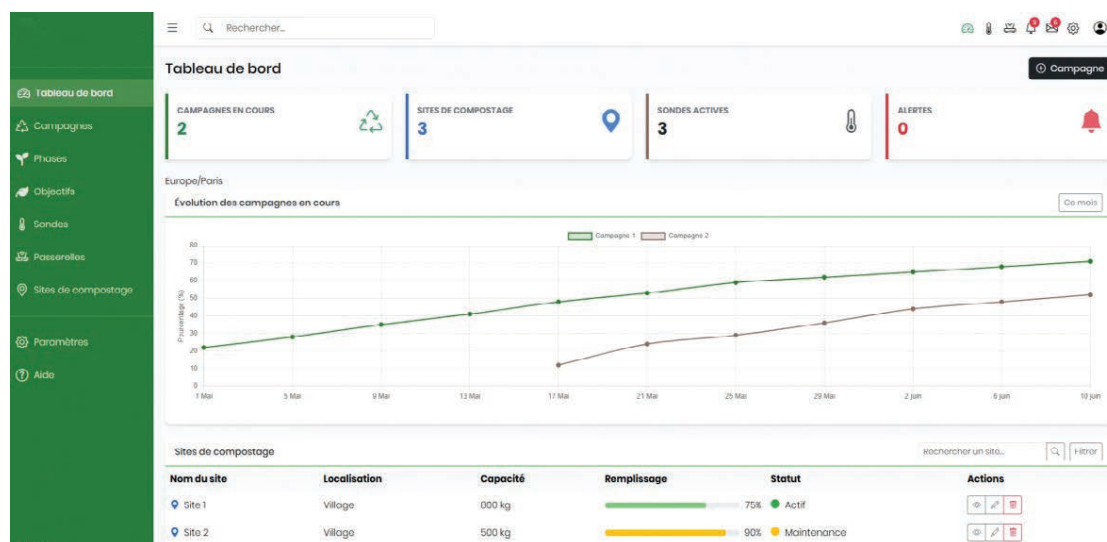
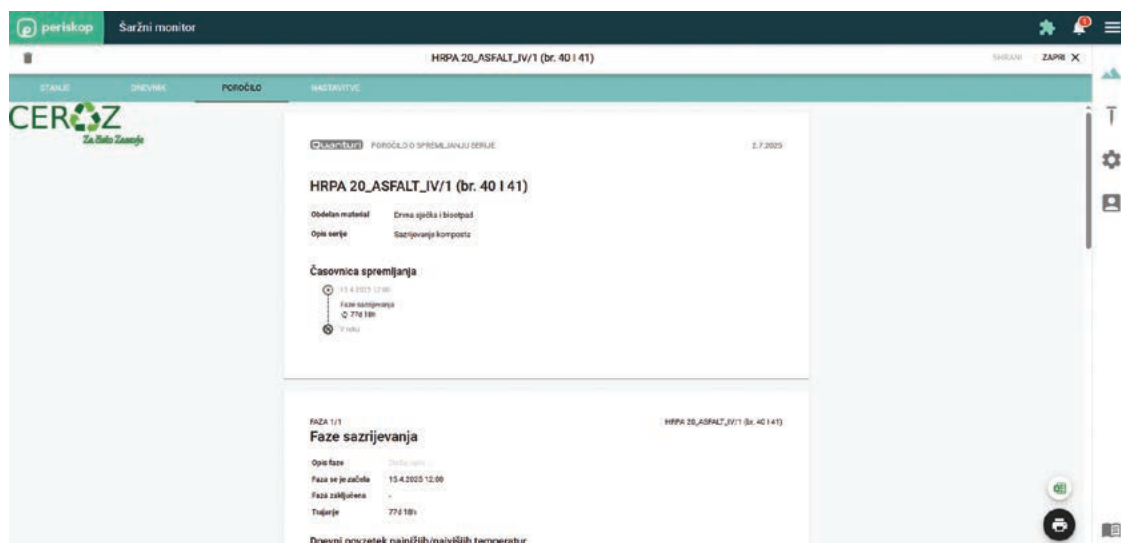
→ Mjerenje se provodi pomoću specijaliziranih sondi dužine minimalno 100 cm koje se ubadaju u jezgru biomase kako bi se zabilježile unutarnje temperaturne varijacije i procjenile potrebne aktivnosti.

→ Koriste se različiti tipovi instrumenata, analogni ili digitalni termometri ili automatizirani sustavi za kontinuirani nadzor temperature u realnom vremenu s integriranom analitikom podataka i sustavom za alarmiranje u slučaju izlaska nadziranih parametara izvan graničnih vrijednosti.

→ Regulativa u pojedinim zemljama propisuje obvezno kontinuirano praćenje temperature u različitim dijelovima brazde te arhiviranje podataka na razdoblje od pet godina.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA



Primjer analitičkih tablica i grafova

Praćenjem temperaturne krivulje i analizom dobivenih podataka osiguravamo pravilno odvijanje procesa kompostiranja i pratimo karakteristični uzorak temperaturne krivulje pri razgradnji biomase u kompost. Dobivene informacije dokumentiraju se u “Dnevniku kompostiranja” koji nam služi za:

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA



- Nadzor nad sanitacijom i higijenzacijom komposta
- Optimizaciju tehnoloških parametara obrade
- Osiguranje kvalitete i usklađenost s ekološkim normama

Zaključak! Kontinuirana kontrola temperature temelj je uspješnog kompostiranja, osiguravajući optimalne uvjete za razgradnju biomase. Pravilno vođena temperaturna analiza omogućuje učinkovitiju obradu otpada, stabilniji krajnji proizvod i usklađenost s ekološkim standardima, čime se dodatno doprinosi održivom gospodarenju biootpadom i kružnoj ekonomiji.



BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

7.7. Aerobni sustavi (prikupljanje i priprema tehnološke vode), TEHNIX

AEROBNI SUSTAV TEHNOLOŠKIH VODA TEHNIX

Za potrebe održavanja optimalne vlažnosti kompostne mase tijekom procesa kompostiranja potrebno je koristiti značajne količine vode. S obzirom da se kompostiranje odvija u halama te da je na raspolaganju veća površina krovišta, kao standardno rješenje se predlaže ugradnja sustava za prikupljanje i akumulaciju kišnice. Izvedba sabirnih bazena je betonska, a volumen od 30 do 200 m³, ovisno o veličina postrojenja za kompostiranje. U bazenima su postavljeni difuzori za aeriranje čime se potiču aerobni uvjeti za primjenu mikrobioloških kultura i ubrzavanje procesa razgradnje pri naknadnom tretmanu kompostne mase. Sumarno sustav za prikupljanje uključuje sljedeće elemente:

- ➔ Instalacija za prikupljanje oborinske vode i preusmjeravanje u spremnik.
- ➔ Betonski spremnik odgovarajućeg volumena.
- ➔ Instalacija za aeraciju vode, puhalo, difuzori, cjevovodi.
- ➔ Tlačna instalacija za korištenje vode, crpka, filter, cjevovod i armatura.
- ➔ Nadzorno upravljački sustav kojim se upravlja jedinicom za aeraciju i crpnim sustavom za zahvat vode. Kontinuirano se prati razina vode u spremniku te omogućuje razmjena podataka putem komunikacijske jedinice.



7.8. Sustavi za prihvata i predtretman biorazgradivog otpada, TEHNIX

SUSTAV ZA PREDTRETMAN I PROČIŠĆAVANJE BIORAZGRADIVOG OTPADA TEHNIX



Prihvata i pročišćavanje biorazgradivog otpada od folija, vrećica, plastike, ...

Kod gospodarenja biorazgradivim otpadom, kvaliteta ulaznog materijala igra ključnu ulogu za učinkovito kompostiranje i pouzdanu kvalitetu proizvedenog komposta. Kvaliteta biorazgradivog otpada koji se odvojeno prikuplja putem smeđe kante može znatno varirati u smislu sadržaja stranih tvari koji ometaju postupak i degradiraju kvalitetu komposta. Uvijek je važno uspostavljati red i urednost u sustavima odvojenog prikupljanja što se može postići edukacijom, ali i detekcijom i djelovanjem na mjesta gdje nepravilnosti u prikupljanju nastaju. S druge strane, ako su nečistoće u biootpadu redovitost, sustav kompostiranja može uključiti predobradu dovezenog materijala s ciljem uklanjanja otpadnih materijala kao što su plastične vrećice, folije, metali i drugi otpadni materijali.

Radi se o predobradi dovezenog biootpada na bazi dinamičkog sita kojim se u značajnoj mjeri mehanički uklanja većina nečistoća te time omogućuje dosljedniju proizvodnju kvalitetnog komposta. Dinamička sita koriste rotacijsko gibanje tijela specifične geometrije što uspješno odvaja specifično lakše i krupnije predmete iz biootpada, bez upotrebe manualnog rada.

Na taj način se ulazni otpadni materijal razdvaja na dvije frakcije, lakše i krupnije frakcije u kojoj dominiraju nečistoće se izdvajaju na jedan izlaz, dok se biorazgradivi otpad kao teži i sitniji materijal provlači kroz sito i dopijeva u korisnu frakciju biootpada koja se odvodi na kompostiranje.

7.9. Sustavi za pročišćavanje zraka - BIOFILTERI

U slučajevima kada se sustav za kompostiranje smješta u neposrednoj blizini naseljenog područja, a ujedno se radi o većem sustavu gdje se povremeno očekuje prihvat biootpada u neurednom ustajalom stanju, kao rješenje se nudi sustav za biološku obradu odsisnog zraka, prije ispuštanja u okolinu.

Ustajala biomasa kao što je otpadna hrana iz restorana vrlo lako tijekom povišenih temperatura i u uvjetima odgođenog odvoza prelazi u anaerobne uvjete razgradnje, što je uvijek popraćeno neugodnim mirisima. To znači da će u procesu prihvata takvog otpada, kao i pripreme za kompostiranje oslobađati neugodni mirisi. Sustavom aktivnog odsisa taj se zrak neugodnog mirisa odvodi na obradu u tzv. biofiltre na kojima se oslobađa neugodnih mirisa.

Biofilteri su sustavi za pročišćavanje zraka koji koriste biološke procese kako bi uklonili onečišćujuće tvari, neugodne mirise i hlapljive organske spojeve iz procesnog zraka. Dimenzionirani su za određene kapacitete i uključuju filtracijsku ispunu od poroznog medija poput drvene sječke, komposta, treseta ili kokosovih vlakana. Medij mora biti odgovarajuće vlažnosti i mikrobiološki aktivan te se u kontaktu sa zrakom koji se obrađuje mikrobiološki razgrađuju neželjeni sastojci kao što su amonijak, sumporovodik, merkaptani i slični u neškodljive produkte vodu, ugljikov dioksid i ostalo. Time se obrađeni odsisni zrak oslobađa mirisa te postaje neprimjetan i bez štete za okoliš.

Rad biofiltera temelji se na sljedećim koracima:

- Usisavanje zraka - zrak se iz zatvorenih prostora usisava ventilacijskim sustavom.
- Predobrada - uklanjanje lebdećih čestica i regulacija temperature i vlažnosti zraka prije ulaska u biofilter, npr. pomoću vodene perlice ili rashladnika.
- Kontakt s medijem - zrak prolazi kroz biofilter u kojem su mikroorganizmi smješteni na poroznom materijalu.
- Biološka razgradnja - mikroorganizmi koriste onečišćujuće tvari kao izvor hrane i energije, pri čemu ih razgrađuju u neškodljive spojeve.



BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

Pri odabiru biofiltera za kompostanu uzimaju se u obzir sljedeći čimbenici:

- Vrsta i koncentracija zagađivača (npr. amonijak, VOC-ovi, sumporovodik)
- Protok zraka (m^3/h)
- Dostupna površina za instalaciju
- Vrsta medija, zahtjevi održavanja i vijek trajanja
 - Drvena sječka ili kora (strukturna stabilnost)
 - Treset ili kokosova vlakna (dobra sposobnost upijanja vlage)
 - Umjetni mediji (plastika s biofilmom - u naprednijim sustavima)



7.10. Sustavi za pranje i dezinfekciju podvozja gospodarskih vozila

Sustav za automatsko i ekološko pranje i dezinfekciju podvozja gospodarskih vozila namijenjen je primjeni na izlazima iz zona s potencijalno kontaminiranim okolišem, kao što su kompostane, sortirnice, građevinska postrojenja, reciklažna dvorišta i slični objekti. Cilj sustava je spriječiti iznošenje nečistoća i kontaminiranog materijala na javne prometnice.

Sustav se ugrađuje u razini ili iznad razine okolnog terena, unutar armiranobetonske bazne konstrukcije. Nosiva konstrukcija uključuje navozne rešetke s primarnim taložnicama visoke nosivosti, prikladne za prolazak teških gospodarskih vozila.

Automatskom aktivacijom sustava pomoću senzora koji detektiraju prilaz vozila koje se kreće brzinom do 4 km/h uključuje se visokokapacitivna potopna pumpa koja usmjerava vodu kroz sustav visokotlačnih mlaznica koje su raspoređene unutar rešetkastih platformi te u bočnim ogradama sustava, omogućujući temeljito pranje i dezinfekciju podvozja vozila, kotača i donjeg dijela bočnih stranica. Po prolasku vozila, sustav se automatski isključuje.

Operativna voda iz sustava prikuplja se u primarnim taložnicama gdje se odvaja krupna prljavština i zemlja. Zatim voda gravitacijski ulazi u sekundarni taložnik s integriranim separatorom. Nakon prolaska kroz više komora za dodatnu sedimentaciju i filtraciju, pročišćena voda se vraća u spremnik za ponovnu upotrebu. Sustav uključuje automatsko dopunjavanje svježje vode prema potrebi radi očuvanja kvalitete pranja uz mogućnost doziranja dezinficijensa koja je integrirana u sustav preko automatskog dozirnog modula koji osigurava konstantnu koncentraciju sredstva u cirkulacijskoj vodi, sukladno prethodno definiranim parametrima. Primjenom sustava sprječavamo zagađenje javnih prometnica, smanjujemo potrošnju vode zahvaljujući sustavu recirkulacije, povećavamo ukupnu sigurnost i higijenski standard objekta, te imamo niske operativne troškove, jednostavno održavanje i čišćenje, automatski rad bez potrebe za stalnim nadzorom, dugi vijek trajanja zahvaljujući otpornim materijalima kao što su nehrđajući čelik, vruće cinčani čelik i industrijski polimeri.



BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

TIP		APV 4/20	APV 6/30
KAPACITET PRANJA	vozila/h	do 20	do 30
INSTALIRANA SNAGA PUMPE	kW	5,5	7,5
PROTOK PUMPE	lit/min	max 1800	max 3750
RADNI TLAK	bar	≈ 4	≈ 4
BROJ MLAZNICA	kom	114	174
NOSIVOST REŠETKI	tona	> 40	> 40
BRZINA PROLASKA VOZILA	km/h	do 4,0	do 6,0
DULJINA POSTROJENJA	mm	5000	7000
ŠIRINA POSTROJENJA	mm	3600	3600
VISINA POSTROJENJA IZNAD TERENA	mm	2150	2150
DUBINA UGRADNJE	mm	500	500
VOLUMEN SEPARATORA	mm	20000	30000
DULJINA AB TEMELJNE PLOČE	mm	6000	8000
ŠIRINA AB TEMELJNE PLOČE	mm	4000	4000
DEBLJINA AB TEMELJNE PLOČE	mm	200	200

Specijalno suvremeno komunalno vozilo za prikupljanje **biootpada**



7.11. Industrijski montažni objekti

TIPSKJE MONTAŽNE HALE TEHNIX



3D prikaz vizualizacije kompostane

Industrijsko kompostiranje mora se odvijati u kontroliranim i zaštićenim uvjetima, uz potpuni nadzor tehnološkog procesa. Ključni element ovog sustava je precizno određivanje kapaciteta obrade TEHNIX tehnologije bioreaktorskog kompostiranja, uz optimalnu prilagodbu infrastrukture predviđenim tj. procijenjenim ulaznim količinama biorazgradivog otpada.

Hala za kompostiranje je metalna, montažna, jedno ili višebrodna struktura pokrivena izolacijskim sendvič panelima s opečnim zidovima visine 3,0 metra i ugrađenim industrijskim kliznim vratima. Na krovu hale je zbog samodostatnosti poželjna instalacija solarne elektrane odgovarajućeg kapaciteta, a pod je izveden kao nepropusna armirano-betonska ploča armirana u dvije zone. Krov i zid hale štite sustav kompostane od vremenskih utjecaja, poput jake bure ili kišnog ispiranja kompostnih brazdi isl.

Hala za industrijsko kompostiranje mora zadovoljiti sljedeće tehničke uvjete:

1. Dimenzije prilagođene traženom kapacitetu, broju korisnika i prostornim ograničenjima
2. Natkrivena konstrukcija koja štiti biomasu od vremenskih uvjeta
3. Priključci za vodu i struju te oprema za učinkovitu proizvodnju komposta
4. Integrirani bazen za oborinske vode kako bi se osigurala ekološka održivost
5. Visina usklađena s objektom za reciklažu i sortiranje komunalnog otpada

S obzirom na to da kompostiranje predstavlja tehnološki proces reciklaže, sustav mora omogućiti učinkovito izdvajanje organskog i biorazgradivog materijala, koji se potom pretvara u visokokvalitetno gnojivo. Također, ključno je osigurati optimalan kapacitet prostora za bioreaktorsko kompostiranje.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA



Unutrašnjost hale za proizvodnju komposta



Hala s boksevima

Projekt industrijskog kompostiranja mora zadovoljiti prostorne i ekološke standarde, uz sigurno upravljanje otpadom i smanjenjem negativnog utjecaja na okoliš. Prema procjenama, dnevna količina biorazgradivog otpada iznosi približno 0,2 kg po stanovniku, što je ključno pri određivanju potrebnog kapaciteta postrojenja (ukoliko nema drugih relevantnijih podataka o ulaznim količinama)

Ova moderna tehnološka cjelina omogućuje održivu preradu otpada, smanjuje ekološki otisak i doprinosi kružnoj ekonomiji putem reciklaže organskog materijala u vrijedno gnojivo za daljnju poljoprivrednu upotrebu.

8.1. Parametri koje treba pratiti

Za osiguranje visokih standarda kvalitete komposta potrebno je nadzirati tehnološki proces prateći slijedeće parametre:

- Temperatura - svakodnevno mjerenje kako bi se pratio razvoj kompostiranja.
- pH-vrijednost - idealno u neutralnom rasponu 6,5 - 8,5.
- Omjer C/N - analiza omjera ugljika i dušika osigurava hranjivu vrijednost komposta

Kompost mora biti mikrobiološki i kemijski ispravan, a za certificiranje komposta, prema važećim standardima i propisima, potrebno je analizirati slijedeće parametre:

Kemijska analiza:

- Suha tvar (%)
- Organska tvar (%)
- C/N omjer
- pH vrijednost
- Elektrovodljivost (EC)
- Hranjiva: N, P₂O₅, K₂O

Biološko-sanitacijska ispitivanja:

- *Salmonella* spp. - mora biti negativna
- *Escherichia coli* - <1000 CFU/g
- Jaja parazita - odsutna

Teški metali (mora biti ispod graničnih vrijednosti):

- Cd, Pb, Hg, Cu, Zn, Cr, Ni

Fitotoksičnost:

- Test klijavosti (Germination Index > 80%)

8.2. Alati i metode ispitivanja komposta

Ispitivanje komposta ključno je za utvrđivanje njegove kvalitete, sigurnosti i prikladnosti za primjenu u poljoprivredi, hortikulturi i krajobraznoj arhitekturi. U nastavku su prikazane glavne metode i alati koji se koriste za fizikalna, kemijska, biološka i fitotoksična ispitivanja.

Fizikalna svojstva:

→ Alati:

- Vaga za mjerenje mase uzorka i suhe tvari
- Sušionik za određivanje vlage
- Sita za analizu granulacije

→ Mjere:

- Vлага (%) optimalna vлага gotovog komposta je 30 - 50 %
- Granulacija (mm) utvrđuje primjenjivost u različite svrhe (npr. rasipanje)
- Specifični volumen (kg/m^3) utječe na transport i primjenu

Fizikalna svojstva utječu na primjenjivost komposta - npr. kompost za hortikulturu treba biti rahle strukture, a za oranice može biti grublji.

Kemijska analiza

→ Alati:

- pH-metar i EC-metar
- Kjeldahl aparat za ukupni dušik
- Spektrofotometar ili ICP uređaj za teške metale i mikroelemente

→ Parametri:

- pH-vrijednost neutralni do blago alkalni (6 - 8,5)
- C/N omjer 10 - 20 idealno za biljni rast
- Makroelementi dušik (N), fosfor (P_2O_5), kalij (K_2O)
- Teški metali Pb, Cd, Zn, Ni, Cu, Hg, Cr

Kemijski sastav određuje gnojdbenu vrijednost i sigurnost. Previsok sadržaj metala ukazuje na kontaminaciju sirovine.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

Mikrobiološka analiza

→ Alati:

- Sterilne epruvete i Petrijeve zdjelice
- Inkubator
- Mikrobiološki mediji za *Salmonellu*, *E. coli* i ostale bakterije

→ Parametri:

- *E. Coli* < 1000 CFU/g
- *Salmonella* spp. odsutna u 25 g
- Helminth jaja odsutna

Osigurava da je kompost higijenski siguran za ljude i okoliš, posebno kad se koristi na prehrambenim kulturama.

Fitotoksičnost - test klijavosti

→ Alati:

- Petrijeve zdjelice ili plitke posude
- Sjeme salate ili rotkvice
- Vlažni filter papir

→ Postupak:

- Staviti filtrat komposta u kontakt sa sjemenom
- Održavati vlažnost i temperaturu (20 - 25 °C)
- Nakon 72 sata izbrojati klice i izmjeriti duljinu

→ Pokazatelj:

- Indeks klijavosti > 80% znači da kompost nije toksičan za biljke

Test brzo pokazuje prisutnost fitotoksičnih spojeva, koji mogu nastati ako kompost nije dobro stabiliziran.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

Stupanj stabilnosti i razgradnje

→ Alati:

- Respirometri mjere potrošnju kisika ili emisiju CO₂
- Termometri za praćenje temperature tijekom sazrijevanja

→ Pokazatelj:

- Stabilan kompost ima nisku potrošnju kisika i konstantnu temperaturu
- Nestabilan kompost emitira toplinu i neugodne mirise

Stabilan kompost ne fermentira više - siguran je za skladištenje, transport i upotrebu.

Redovito ispitivanje komposta osigurava zakonsku usklađenost, povećava povjerenje kupaca, te smanjuje rizik od negativnih posljedica u primjeni. Zbog vjerodostojnosti i zakonskih regulativa, uzorkovanje, analize i certifikacija obavljaju akreditirani laboratoriji.



8.3. Korištenje gotovog komposta

Kompost I. klase odnosi se na visoko kvalitetan kompost proizveden iz strogo kontroliranog i čistog biorazgradivog otpada, koji zadovoljava stroge norme prema važećim zakonima i pravilnicima. Takav kompost ima visoku agronomsku vrijednost i siguran je za primjenu u poljoprivredi, hortikulturi i krajobraznoj arhitekturi.

Prednosti korištenja komposta I. klase

- Obogaćuje tlo organskom tvari - poboljšava strukturu tla, prozračnost i sposobnost zadržavanja vlage
- Prirodno gnojivo - sadrži dušik, fosfor, kalij i mikroelemente u sporootpuštajućem obliku
- Povećava plodnost tla - aktivira mikrobiološku aktivnost i pridonosi zdravlju biljaka
- Smanjuje potrebu za kemijskim gnojivima - ekološki prihvatljiv i održiv izvor hranjiva
- Neutralizira pH tla - djeluje kao tampon u kiselim ili lužnatim tlima
- Siguran za okoliš - nema teških metala ni patogena

Primjena

- Povrtnjaci i voćnjaci: 5 - 10 t/ha površinski ili u trake kod sadnje
- Vinogradi i maslinici: između redova za poboljšanje strukture tla
- Hortikultura (sadnja cvijeća, travnjaka): 1:3 omjer s postojećim supstratom
- Zelene površine u urbanim sredinama: podizanje plodnog sloja ispod travnjaka i drvoreda

Kompost I. klase je vrijedan alat za regeneraciju tla i održivu proizvodnju hrane. Njegova uporaba smanjuje ekološki otisak, potiče kružno gospodarstvo i pridonosi zdravijem okolišu. Iako ima manji sadržaj hranjiva u usporedbi s mineralnim gnojivima, njegove dugoročne koristi za strukturu i zdravlje tla čine ga izvrsnim dodatkom u gotovo svim poljoprivrednim i hortikulturnim praksama.

KOMPOSTIRANJE U KONTEKSTU KLIMATSKIH PROMJENA

Kada se biorazgradivi otpad umjesto odlaganja, kompostira, izbjegava se nastajanje i emisija metana, potentnog stakleničkog plina. Prema IPCC-u (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) emisija metana se računa po izrazu:

$$\text{Emisija CH}_4 = \left(m_{\text{MKO}} \cdot \text{MKO}_K \cdot \text{DOC} \cdot \text{DOC}_F \cdot F \cdot \frac{16}{12} - R \right) \cdot (1 - \text{OX})$$

gdje je:

- m_{MKO} - masa odloženog miješanog komunalnog otpada, tMKO/god
- MKO_K - udio pojedine komponente otpada u miješanom komunalnom otpadu, tK/tMKO
- DOC - udio razgradivog organskog ugljika u komponenti otpada, tDOC/tK
- DOC_F - udio razgradivog organskog ugljika koji se mineralizira u CH_4 , tC/tDOC
- F - udio nastalog metana u odlagališnom plinu, % (IPCC predlaže 50%)
- $16/12$ - konverzija ugljika u CH_4 , t CH_4 /tC
- R - oporabljeni metan, t CH_4 /god
- OX - oksidacijski faktor (IPCC predlaže 0)

Primjenom jednadžbe na kuhinjski i vrtni biorazgradivi otpad dobije se sljedeći potencijal nastajanja metana u anaerobnim uvjetima odlagališta:

- Kuhinjski biootpad: 75 kg CH_4 /t kuhinjskog biootpada
- Vrtni biootpad: 80 kg CH_4 /t vrtnog biootpada

Uz pretpostavku da biootpad prosječno čini 65% kuhinjskog te 35% vrtnog otpada, potencijal emisije metana prosječnog biootpada je 76,75 kg CH_4 po toni. Uz vrijednost GWP-a za metan za razdoblje od 100 godina (GWP100) koji iznosi 28 (IPCC Fifth Assessment Report (AR5), 2014.), emisija stakleničkih plinova se računa prema izrazu:

$$\text{CO}_2\text{eq} = \text{CH}_4 \cdot \text{GWP}_{\text{CH}_4} = \text{CH}_4 \cdot 28 \left[\frac{\text{tCO}_2\text{eq}}{\text{god}} \right]$$

Stoga, množeći 76,75 sa 28 dolazimo do iznosa od 2149 kg ili 2,149 tona CO_2eq po toni prosječnog biootpada.

Sukladno Tehničkim smjernicama za pripremu infrastrukture za klimatske promjene u razdoblju 2021.-2027. Europske komisije, predviđena je kvantifikacija i monetizacija emisija stakleničkih plinova uz procjenu troška ugljika u sjeni po ažuriranoj metodologiji. Europska unija već godinama ima snažnu i ambicioznu politiku zaštite okoliša, a posebno u pogledu klimatskih promjena te planira do 2050. godine postići status prvog klimatski neutralnog kontinenta. To podrazumijeva snažno smanjenje antropogenih emisija stakleničkih plinova, što je vidljivo u mnogim provedbenim dokumentima pa i u ovim smjernicama gdje navedeni trošak ugljika u sjeni raste progresivno po godinama do zaključno 2050. Vrijednosti troška ugljika iz Smjernica dane su za odabrane godine:

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

GODINA	2021.	2023.	2025.	2030.	2040.	2050.
EUR/t CO ₂ eq	97	131	165	250	525	800

Uz ove vrijednosti troška ugljika, svaka tona biootpada koja se sa odlagališta preusmjeri u KOMPOSTIRANJE u kontekstu klimatskih promjena postiže sljedeću monetiziranu pozitivnu vrijednost kroz godine:

GODINA	2021.	2023.	2025.	2030.	2040.	2050.
EUR/t biootpada	208	282	355	537	1128	1719

Stoga bi na primjer Analiza troškova i koristi postrojenja za kompostiranje kapaciteta od tisuću tona biootpada godišnje trebalo uzeti u obzir izbjegavanje troška ugljika u sjeni koji je za 2025. godinu procjenjen na 355 tisuća EUR-a. Međutim taj izbjegnuti trošak ugljika već 2030. godine vrijedi 527 tisuća EUR-a, 2040. milijun i 128 tisuća EUR-a, da bi 2050. bio milijun i 719 tisuća EUR-a. Ova metodologija u bitnome mijenja postavke za analizu troškova i koristi (CBA - *Cost-benefit study*) pa tako i studije izvodljivosti (*Feasibility study*) mnoge komunalne infrastrukture, a posebno one za kompostiranje.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=OJ:C:2021:373:FULL&from=EN>

8.4. Postupanje s biootpadom

Pri postupanju s biorazgradivim otpadom treba paziti na nekoliko ključnih aspekata kako bi se osigurala učinkovitost obrade, zaštita okoliša i zdravlje ljudi:

1. Pravilno razvrstavanje otpada

Biorazgradivi otpad ne smije sadržavati plastiku, staklo, metal ni opasne tvari (kemikalije, baterije). Odvajanje prema vrsti: kuhinjski, vrtni, poljoprivredni, industrijski biorazgradivi otpad.

2. Smanjenje kontaminacije

Nečistoće poput plastike, pesticida ili lijekova mogu onečistiti kompost i onemogućiti daljnju upotrebu. Pažljivo rukovanje medicinskim ili životinjskim ostacima (opasnost od patogena).

3. Kontrola uvjeta skladištenja

Spriječiti truljenje i neugodne mirise pravilnom ventilacijom i ograničenim skladišnim vremenom. Ograničiti pristup štetnicima i divljim životinjama.

4. Zaštita voda i tla

Prikupljanje procjednih voda i njihova pravilna obrada. Izbjegavati skladištenje na propusnom tlu bez zaštitne podloge.

5. Sigurnost radnika i okoline

Korištenje zaštitne opreme (rukavice, maske). Edukacija osoblja o higijeni, zaštiti i upravljanju rizicima.

6. Zakonski okvir

Poštivanje lokalnih i EU propisa, evidencija količina, izvora i načina obrade otpada.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

8.5. Preporučene radne procedure - uzorkovanje

Po završetku svakog pojednog ciklusa proizvodnje komposta, od za to ovlaštenog laboratorija, uzimaju se uzorci za analizu s više lokacija. Količina uzorkovanog materijala ovisi o veličini čestica. Preporučena formula za izračun:

$$G \text{ [kg]} = 0,06 \times d \text{ [mm]}$$

Minimalna količina za čestice 0 - 10 mm iznosi 0,6 - 1,0 kg



Uzimanje uzoraka komposta

8.6. Optimizacija, savjeti, dijagnostika i rješavanje problema

Ako proces razgradnje ne napreduje prema željenom, rješenje je okretanje brazde.

U nastavku je prikazana lista glavnih smetnji procesa kompostiranja s odgovarajućim korektivnim mjerama.

Najčešće smetnje i rješenja:

→ Blagi porast temperature:

- Nedovoljno vlage → Dodati vlagu i okrenuti brazdu
- Omjer C/N previsok → Dodati dušik i okrenuti brazdu
- Niska vrijednost pH → Dodati kalcij karbonat, CaCO_3 i okrenuti
- Poboljšati miješanje

→ Previsoka temperatura ($> 75 \text{ }^\circ\text{C}$)

- Omjer C/N prenizak → Previše dušika, dodati ugljik dodavanjem strukturnog materijala
- Pojačati prevrtanje i vlažnost biomase

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

- Intenzivan miris amonijaka
 - Omjer C/N ispod 20:1 → Previše dušika, dodati ugljik dodavanjem strukturnog materijala
 - pH-vrijednost previsoka → Sniziti pH dodavanjem kiselih tvari

- Presuh kompost:
 - Vlažiti i okretati

- Premokar kompost
 - Prekinuti vlaženje
 - Dodati suhi materijal

- Neugodan miris
 - Pobojšati ventilaciju
 - Dodati slamu

- Zakašnjelo raspadanje
 - Provjeriti vlagu
 - Provjeriti pH, inicirati sazrijevanje

Nakon završetka razgradnje i rafiniranja, kompost mora biti:

- Slobodan od kontaminanata sjemenki
- Homogen, uravnoteženog sastava hranjivih tvari
- Sadržavati do 45 % vlage (rasuti), odnosno do 35 % za pakiranje

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

ZAKLJUČAK

Kompostiranje predstavlja jedan od najučinkovitijih i ekonomski isplativih načina zbrinjavanja biorazgradivog otpada, s brojnim ekološkim, društvenim i gospodarskim prednostima. U kontekstu sve strožih EU direktiva i nacionalnih ciljeva o smanjenju količine otpada koji završava na odlagalištima, komunalna poduzeća imaju ključnu ulogu u preusmjeravanju organskog otpada u održive tokove obrade.

Inovativni postupak TEHNIX omogućuje organizacijski, infrastrukturni i tehnološki okvir za brže, sigurnije i robusnije provođenje procesa kompostiranja u komunalnoj, proizvodnji komposta te u konačnici ukidanje statusa otpada. Isto tako, jasno definirani koraci kod izgradnje sustava olakšavaju donošenje odluka, a brojni primjeri dobre prakse dokazuju pouzdanost i ulijevaju povjerenje.

Glavne prednosti kompostiranja:

1. **Smanjenje količine otpada na odlagalištima:** Biorazgradivi otpad čini oko 30-40% komunalnog otpada. Njegovim odvajanjem i kompostiranjem smanjuje se potreba odlaganjem ili naknadnim zbrinjavanjem u centrima za miješani otpad. Za lokalnu zajednicu se time produžuje vijek odlagališta ili znatno smanjuju troškovi zbrinjavanja u regionalnim centrima.

2. **Stvaranje vrijednog proizvoda - komposta:** Kompost se koristi kao prirodno gnojivo koje poboljšava kvalitetu tla, povećava zadržavanje vlage i smanjuje potrebu za kemijskim preparatima i gnojivima. Nakon ukidanja statusa otpada moguće ga je plasirati krajnjim korisnicima (poljoprivrednicima, komunalnim službama, kućanstvima), čime kompostana može postati samoodrživa ili čak profitabilna.

3. **Poticanje kružnog gospodarstva i lokalne samodostatnosti:** Umjesto da otpad postane trošak, on postaje resurs koji ostaje unutar lokalne zajednice. Time se jača lokalna ekonomija i ekološka svijest građana.

4. **Zadovoljavanje zakonskih obveza:** Prema Zakonu o gospodarenju otpadom i smjernicama EU, jedinice lokalne samouprave i komunalna poduzeća obvezne su organizirati sustave za odvojeno prikupljanje i obradu biorazgradivog otpada. Ulaganje u kompostiranje znači izbjegavanje kazni i dodatnih troškova u budućnosti.

5. **Smanjenje emisija stakleničkih plinova:** Organski otpad na odlagalištima proizvodi metan, snažan staklenički plin. Kompostiranjem se taj proces izbjegava, a ujedno stvara izravna i neizravna korist primjenom komposta. Na taj način komunalna poduzeća aktivno doprinose klimatskim ciljevima.

Uvođenje sustava kompostiranja nije samo ekološki ispravno, već i financijski opravdano. Provodeći načela kružnog gospodarstva i ekološke odgovornosti, donositelji odluka imaju priliku pozicionirati komunalno poduzeće kao lidera održivog razvoja svoje zajednice.



DEVELOPMENT DESIGN
PRODUCTION SERVICE PERMANENT MAINTENANCE OF
ENVIRONMENTAL PROTECTION MACHINES AND FACILITIES

tel. +385 40 650 100
fax. +385 40 650 108
e-mail tehnix@tehnix.hr

ULAZNI PODACI ZA IZRADU IDEJNOG RJEŠENJA POSTROJENJA ZA KOMPOSTIRANJE



NAČIN PRIKUPLJANJA	ODVOJENO - KANTE / KONTEJNERI	DA / NE
BIO-RAZGRADIVOG	ODVOJENO - VREĆE / VREĆICE	DA / NE
OTPADA	UGOSTITELJSTVO - RESTORANI / ...	DA / NE
	PREHRAMBENA INDUSTRIJA	DA / NE

PRIKUPLJENI BIO-RAZGRADIVI OTPAD I ZELENI ODREZ	SVJEŽI ZELENI OTPAD (lišće, trava, sitno granje i sl.)	200-500	kg/m ³
	GODIŠNJE PRIKUPLJENO		tona/godinu
	USITNJENI VRTNI OTPAD (malč i sl.)	300-700	kg/m ³
	GODIŠNJE PRIKUPLJENO		tona/godinu
	DRVENSATI OTPAD (grane, deblje stabljike i sl.)	150-400	kg/m ³
	GODIŠNJE PRIKUPLJENO		tona/godinu
	SVJEŽI BIOOTPAD IZ KUĆANSTVA (ostaci voća i povrća, talog kave, ljuske, kore, kuhani ostaci hrane i sl.)	600-900	kg/m ³
	GODIŠNJE PRIKUPLJENO		tona/godinu
	MIJEŠANI BIOOTPAD (kombinacija kuhinjskog i vrtnog otpada)	400-800	kg/m ³
	GODIŠNJE PRIKUPLJENO		tona/godinu

RASPOLOŽIVI RADNI STROJEVI	UTOVARIVAČ	DA / NE
	VILIČAR	DA / NE
	STROJ ZA OKRETANJE BRAZDI	DA / NE
	STROJ ZA USITNJAVANJE	DA / NE
	SITO ZA KOMPOST I SIPKE MATERIJALE	DA / NE
	UREĐAJ ZA PAKIRANJE SIPKIH MATERIJALA U VREĆE	DA / NE

RASPOLOŽIVI PROSTOR I INFRASTRUKTURA	KATAstarska ČESTICA BROJ	
	KATAstarska OPĆINA	
	DUŽINA ČESTICE	m
	ŠIRINA ČESTICE	m
	POVRŠINA ČESTICE (1ha=10'000m ²)	ha
	POVEZANOST NA PROMETNU INFRASTRUKTURU	
	POVEZANOST NA KOMUNALNU INFRASTRUKTURU	
PRIKLJUČAK NA ELEKTROENERGETSKU MREŽU	kW	

ZAHTJEVI NARUČITELJA	PRAVNA REGULATIVA O ZAHTJEVIMA I KVALITETI KOMPOSTA	DA / NE
	NAVESTI REGULATIVU ILI NACIONALNE PROPISE	
	IZLAZNI PRODUKT	
	KOMPOST I. KLAZE	DA / NE
	KOMPOST II. KLAZE	DA / NE
	KOMPOST III. KLAZE	DA / NE
	POTENCIJALNI KUPCI / TRŽIŠTE	DA / NE

DODATNE NAPOMENE:



YOUR PARTNER IN ENVIRONMENTAL PROTECTION

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

9.2. Primjer analize proizvedenog komposta prve klase

Laboratorij za ekologiju					
Parametar	Metoda	Mjerna jedinica	Rezultat	MDK	Sukladnost
POLICIKLIČKI AROMATSKI UGLJIKOVODICI (PAH)					
Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH)	*HRN EN 17503:2022	mg/kg suhe tvari	0,353	Klasa III (6)	Da
METALI					
Bakar (Cu)	**HRN EN 16170:2016	mg/kg suhe tvari	62,66	Klasa I (70); Klasa II (150); Klasa III (500)	Da
Cink (Zn)	**HRN EN 16170:2016	mg/kg suhe tvari	198,09	Klasa I (200); Klasa II (500); Klasa III (1800)	Da
Kadmij (Cd)	**HRN EN 16170:2016	mg/kg suhe tvari	< 0,16	Klasa I (0,7); Klasa II (1); Klasa III (3)	Da
Krom (Cr)	**HRN EN 16170:2016	mg/kg suhe tvari	31,77	Klasa I (70); Klasa II (150); Klasa III (250)	Da
Nikal (Ni)	**HRN EN 16170:2016	mg/kg suhe tvari	16,85	Klasa I (25); Klasa II (60); Klasa III (100)	Da
Olovo (Pb)	**HRN EN 16170:2016	mg/kg suhe tvari	5,21	Klasa I (45); Klasa II (120); Klasa III (200)	Da
Živa (Hg)	**HRN EN ISO 12846:2012 [priprema prema HRN ISO 11466:2004]	mg/kg suhe tvari	0,121	Klasa I (0,4); Klasa II (0,7); Klasa III (3)	Da
Fizikalno-kemijski parametri					
Suha tvar - 105 °C	*HRN ISO 11465:2004	%	68,6		-
Organska tvar (gubitak žarenjem - 550 °C)	*HRN EN 15935:2021	% suhe tvari	48,03	> 15	Da
Vanjsko ispitivanje					
Klijabilne sjemenke	[Agronomski fakultet, Zavod za ishranu bilja - originalno izvješće o ispitivanju nalazi se u prilogu]	broj/L	0	2	Da
Makroskopske primjese plastike, metala i stakla	[Agronomski fakultet, Zavod za ishranu bilja - originalno izvješće o ispitivanju nalazi se u prilogu]	% suhe tvari	0,32	0,5	Da
0,22 %					
Mineralne čestice	[Agronomski fakultet, Zavod za ishranu bilja - originalno izvješće o ispitivanju nalazi se u prilogu]	% suhe tvari	0,47	0,5	Da
0,32 %					
POLIKLORIRANI BIFENILI (PCB)					

9.4. Zakonski propisi i regulative EU, RH i SLO

UREDBE, PRAVILNICI I ZAKONI KOJI GOVORE O POSTUPANJU, PROIZVODNJI I KVALITETI KOMPOSTA PROIZVEDENOG IZ BIORAZGRADIVOG OTPADA

EUROPSKA UNIJA

Waste Framework Directive 2008/98/EC

Direktiva o otpadu - Propisuje odvojeno prikupljanje biorazgradivog otpada, uvodeći ciljeve za njegovu reciklažu i mogućnost definiranja kriterija „*end-of-waste*“ statusa za kompost.

Landfill Directive 1999/31/EC & 2018/850

Direktiva o odlagalištima - Propisuje smanjenje količina biorazgradivog komunalnog otpada na odlagalištima (50 % do 2009., 35 % do 2016. u odnosu na razinu 1995.) i potiče odvajanje otpada i biološke obrade.

EU 2019/1009 Fertilising Products Regulation

Uredba o gnojivima - Uključuje kompost (CMC 3) i digestat (CMC 5) kao CE-markirana gnojiva i jamči harmonizirane uvjete za kvalitetu, sigurnost i označavanje. Definira dozvoljene ulazne materijale te postavlja granične vrijednosti kontaminanata.

REPUBLIKA HRVATSKA

NN 84/2021, izmjene NN 142/2023

Zakon o gospodarenju otpadom - Propisuje opće postavke gospodarenja otpadom, uključujući recikliranje kroz kompostiranje i biološku obradu biootpada. Kućno kompostiranje priznato je kao ekološki prihvatljiva alternativa odvojenoj obradi otpada.

NN 106/2022, rev. 138/2024

Pravilnik o gospodarenju otpadom - Kompostiranje i anaerobna digestija su definirani kao postupci oporabe (R 3 i R 13) biorazgradivog otpada. Biorazgradivi komunalni otpad, ako se odvojeno sakuplja i obrađuje, smatra se recikliranim kompostom, uključujući i kućno kompostiranje u skladu s EU provedbenom odlukom 2019/1004. Pravilnik detaljno definira kategorije otpada pogodne za kompostiranje (npr. kuhinjski otpad, vrtni otpad).

NN 14/2019

Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o gospodarenju otpadom - Omogućuje obrtnicima obradu biootpada (aerobno kompostiranje i anaerobna digestija) bez licence, uz upis u Očevidnik oporabe otpada.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

NN 117/2014

Pravilnik o nusproizvodima i ukidanju statusa otpada - Kompost definira kao organsko gnojivo proizvedeno aerobnom obradom otpada te regulira uvjete kompostiranja, uključujući definicije šarže i tehnologije procesa.

NN 55/2023

Pravilnik o ukidanju statusa otpada - Uvedeni su novi kriteriji. Kompost i digestat mogu ući u proceduru „prestanak statusa otpada“ nakon dobivanja potvrde Ministarstva poljoprivrede i certifikata ISO 9001, bez posebnih kvalitativnih zahtjeva.

REPUBLIKA SLOVENIJA

Uredba UL RS 99/2013, izmjene 56/2018

Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata - Definira pravila za obradu biorazgradivog otpada, uključujući kompostiranje i anaerobnu fermentaciju. Propisuje tko i kako može izdati kompost na tržište, higijenske uvjete, te kriterije za razred kvalitete komposta i digestata. Upravitelji moraju imati operativni plan, monitoring procesa, te označavanje proizvoda kao razreda 1 (neograničena uporaba) ili razreda 2 (ograničena).

Uredba o obdelavi BIO odpadkov

Pravilnik o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov - Precizno uređuje: što se smatra kompostiranjem (uključujući kućno/GSO kompostiranje i kompostiranje na poljoprivrednim gospodarstvima), obveze za higijenu, monitoring, izdavanje okolišne dozvole te kriterije neograničene i ograničene uporabe komposta, uključujući parametre poput mikrobiološke sigurnosti, sadržaja organskih tvari i sadržaja onečišćujućih tvari.

Uredba UL RS 39/2010 i 44/2022 - ZVO-2

Uredba o ravnanju z biološko razgradljivimi kuhinjskimi odpadki in zelenim vrtnim odpadom - Obvezuje kućanstva na prioritarno kućno kompostiranje te strogo odvajanje biorazgradivog kućnog i vrtnog otpada. Zabranjuje miješanje s drugim komunalnim otpadom, strojno usitnjavanje s ciljem odvođenja otpadnih voda, te zahtijeva prikupljeni organski otpad stavljati u biorazgradive/papirnatu vrećice ili posude.

Zakon ZVO 2

Zakon o varstvu okolja - Knjiga okosnica okolišnog zakonodavstva u Sloveniji, usklađena s EU direktivama (uključujući Direktivu 2008/98/ES). Predviđa postupke izdavanja okolišne dozvole za kompostane, pojednostavljuje pravila i postupke za kompostiranje koje provode fizičke osobe, poljoprivredna gospodarstva i manji pogoni.

BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

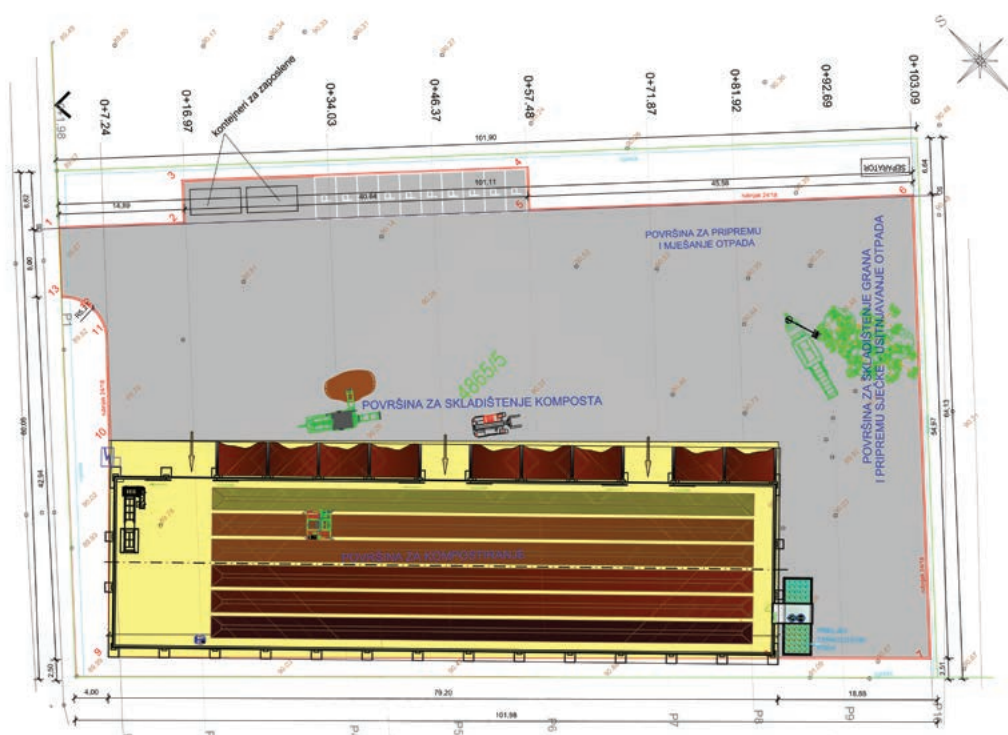
10.2. Kompostana Bjelovar



BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

10.3. Kompostana Slavonski Brod



BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

10.4. Primjeri primjene strojeva za kompostiranje



BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

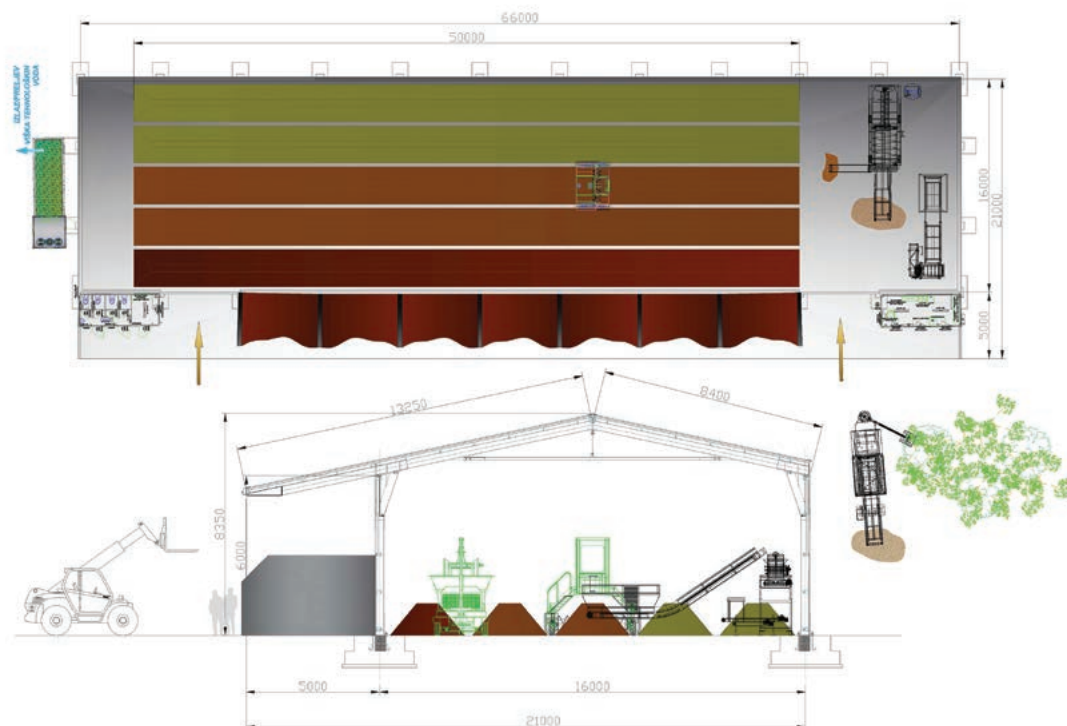
INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA



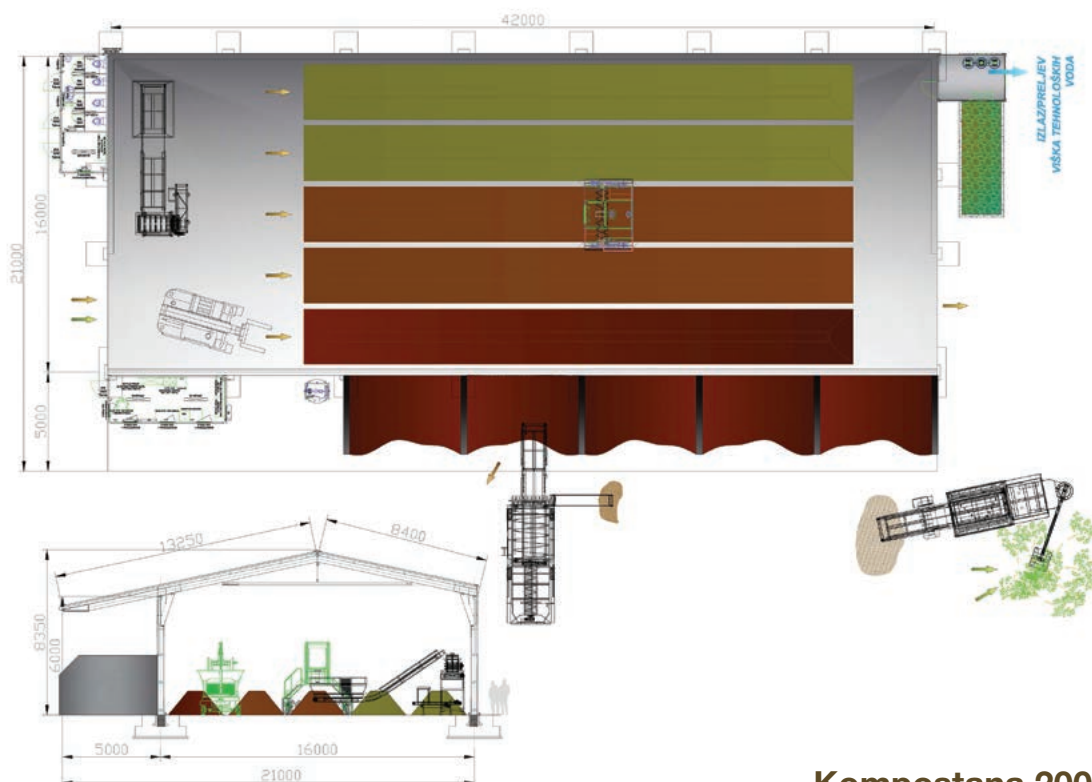
BIOREAKTORSKO KOMPOSTIRANJE

INOVATIVNA TEHNOLOGIJA TEHNIX U KONTROLIRANIM UVJETIMA

10.5. Tipiski projekti



Kompostana 1000 t/god



Kompostana 2000 t/god

TEHNI^{ix}

ECO INDUSTRY

TEHNI^{ix} - EKO

SJEDIŠTE KOMPANIJE

Ludbriška 91a / 40320 Donji Kraljevec / HRVATSKA
www.tehnix.com

TEHNI^{ix}

ECO INDUSTRY d.o.o.

centrala: +385 40 650 100
e-mail: ecolndustry@tehnix.com
OIB: 98949731619

TEHNI^{ix} - EKO d.o.o.

centrala: +385 40 650 165
e-mail: info@tehnix-eko.hr
OIB: 67181755846



URED TEHNI^{ix} ZAGREB

Krinski trg 14
telefon: +385 1 605 5896
GSM: +385 99 219 5813
e-mail: zagreb@tehnix.com

URED TEHNI^{ix} SPLIT

Držiceva 7, Solin
telefon: +385 21 244 739
GSM: +385 98 216 794
e-mail: split@tehnix.com

PODRUŽNICA SLOVENIJA

Cankarjeva 6e
Maribor, SLOVENIJA
GSM: +385 99 346 8825
e-mail: igor.habus@tehnix.com

TEHNI^{ix} BEO d.o.o.

Bulevar Peka Dapčevića 55
Beograd, SRBIJA
centrala: +381 11 3978- 775
fax: +381 11 3978- 776
e-mail: beograd@tehnix.com
web: www.tehnixbeo.rs