

Biološki tretmani otpada



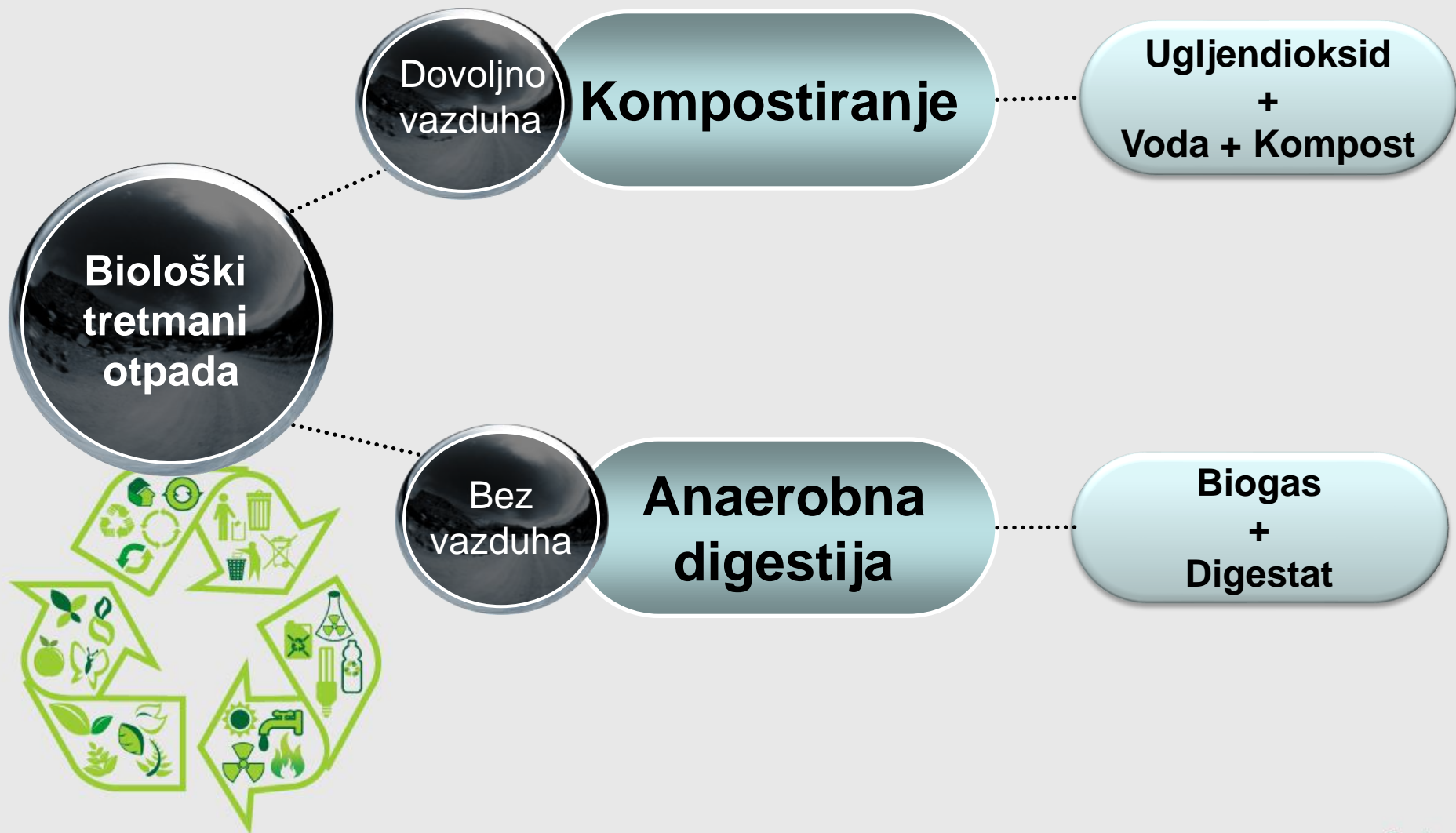
Biološki tretmani otpada

Pod biološkim tretmanima otpada podrazumeva se razgradnja organskog otpada pod dejstvom mikroorganizama (bakterija i gljivica). Sve biološke tretmane otpada karakteriše stabilizacija otpada, uništavanje patogenih mikroorganizama u otpadu i dobijanje različitih produkata biohemijskih procesa.

Biološki tretmani otpada mogu se podeliti na osnovu količine vazduha koja učestvuje u reakcijama pri biohemijskom tretmanu.



Vrste bioloških tretmana otpada



Anaerobna digestija



Anaerobna digestija

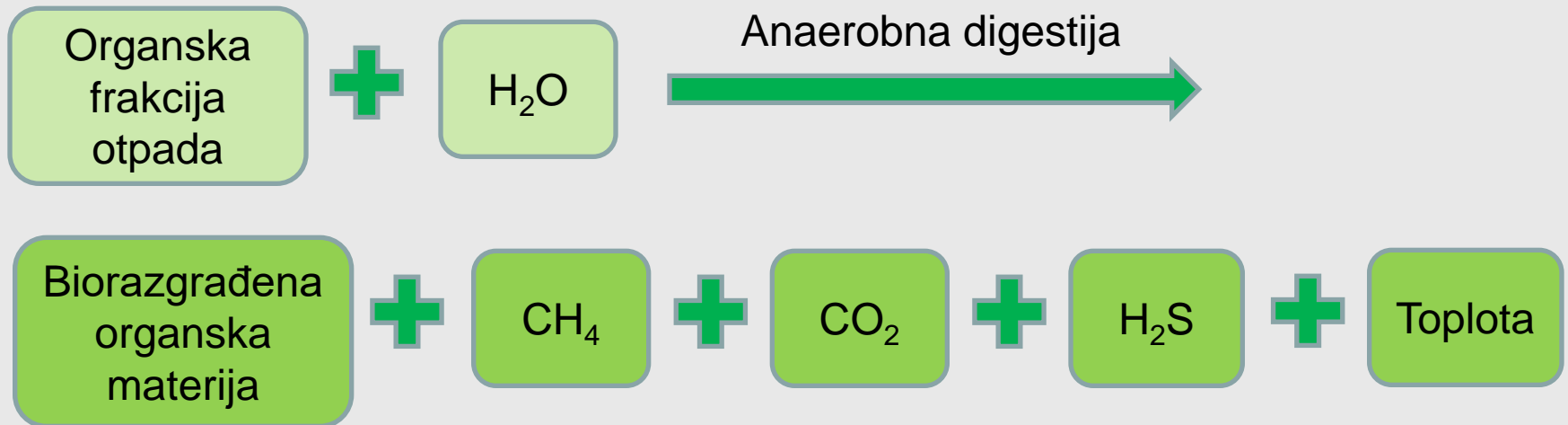
Anaerobna digestija je biohemijski proces pri kome se u odsustvu kiseonika i pod dejstvom anaerobnih bakterija organski otpad (supstrat) razlaže i prevodi u biogas i digestat – tečan i čvrst organski ostatak (organsko đubrivo).

U slučajevima kada se za proces anaerobne digestije koristi homogena mešavina od dva ili više substrata, postupak se naziva **kodigestija**. Kodigestija je postupak koji se najčešće primenjuje kod biogasnih postrojenja da bi se postigao što veći prinos biogasa.



Anaerobna digestija

Proces anaerobne može se prikazati sledećom jednačinom:



Primena anaerobne digestije je značajna zbog:

- smanjenja zagađujućih komponenata u otpadu,
- eliminacije patogenih mikroorganizama,
- dobijanja organskog đubriva od čvrstog ostatka iz procesa,
- dobijanje biogasa kao energenta.

Supstrat za anaerobnu digestiju

Supstrati za anaerobnu digestiju klasifikuju se prema:

- sadržaju suve materije,
- prinosu biogasa.

Kao supstrat u procesu anaerobne digestije koristi se:

- organske frakcije komunalnog otpada,
- poljoprivredni otpad (tečni i polutečni stajnjak, ostaci i nusproizvodi poljoprivredne proizvodnje),
- biorazgradivi otpad iz prehrambene industrije,
- poljoprivredne kulture (kukuruz, sirak, različite vrste trava, detelina),
- otpadni muljevi iz postrojenja za obradu komunalnih i industrijskih otpadnih voda.



Supstrat za anaerobnu digestiju

Preduslov da bi materija mogla da se koristi kao supstrat u procesu anaerobne digestije su:

- odgovarajući sastav u pogledu sadržaja mikrobiološki razgradivih sastojaka,
- odsustvo toksičnih komponenata,
- koncentracija organske materije (najpovoljnije između 4 – 8 %),
- dovoljna količina.



Supstrat za anaerobnu digestiju

Prednosti korišćenja životinjskih stajnjaka:

- prirodno sadrže anaerobne bakterije,
- imaju relativno visok sadržaj vode,
- relativno su jeftini i lako dostupni,
- sakupljaju se kao otpad u stočarskim farmama.



Supstrat za anaerobnu digestiju

Vrsta supstrata	Organska materija	Odnos C/N	Suva materija (%)	Prinos biogasa (m ³ /kg)
Svinjski stajnjak	Ugljeni hidrati, belančevine, masti	3-10	3-8	0,25-0,50
Goveđi stajnjak	Ugljeni hidrati, belančevine, masti	6-20	5-12	0,20-0,30
Izmet peradi	Ugljeni hidrati, belančevine, masti	3-10	10-30	0,35-0,60
Iznutrice životinja	Ugljeni hidrati, belančevine, masti	3-5	15	0,40-0,68
Surutka	70-80% laktoza, 20-25% belančevine	-	8-12	0,35-0,80
Koncentrisana surutka-plazma	70-80% laktoza, 20-25% belančevine	-	20-25	0,80-0,95
Ostatak procesa fermentacije	Ugljeni hidrati			
Slama	Ugljeni hidrti i masti	80-100	70-90	0,15-0,35
Dvorišni otpad	-	100-150	60-70	0,20-0,50
Otpad od prerade voća	-	35	15-20	0,25-0,50
Sveža trava	-	15-25	20-25	0,55
Silaža od trave	-	10-25	15-25	0,56
Ostaci hrane	-	-	10	0,50-0,60

Mikrobiologija anaerobne digestije

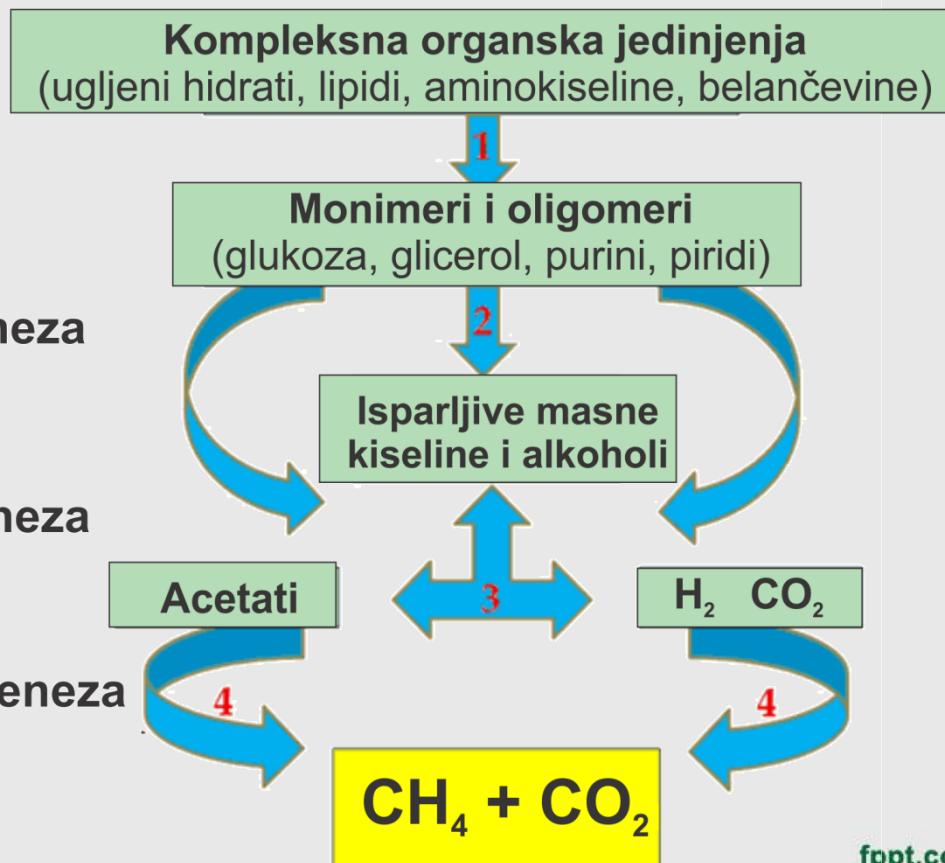
Pri procesu anaerobne digestije deluju četiri grupe mikroorganizama čije kumulativno dejstvo omogućava kontinuitet i stabilnost procesa.

Osnovne faze anaerobne digestije su:

1. hidroliza,
2. acidogeneza,
3. acetogeneza,
4. metanogeneza.



- 1 Hidroliza
- 2 Acidogeneza
- 3 Acetogeneza
- 4 Metanogeneza



Mikrobiologija anaerobne digestije

Hidroliza je prva faza anaerobne digestije tokom koje se organske materije (polimeri) razlažu na prostije materije (monomeri i oligomeri). Polimeri (ugljeni hidrati, lipidi, aminokiseline i belančevine) se razlažu u glukozu, glicerol, purine, piride...

U fazi **acidogeneze** (kiselinski proces) proizvodi hidrolize se transformišu u metanogena jedinjenja (acetati, ugljendioksid, vodonik, isparljive masne kiseline i alkohole).

Tokom **acetogeneze** (metanski proces) proizvodi anaerobne digestije koji se ne mogu metanogenim bakterijama direktno transformisati u metan se pretvaraju u metanogena jedinjenja. Isparljive masne kiseline i alkoholi se pretvaraju u acetat, vodonik i ugljendioksid.

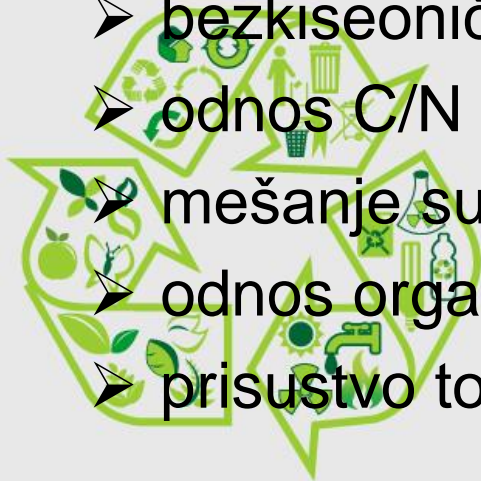
Metanogeneza je ključna faza procesa. To je najsporija biohemijska reakcija pri procesu dobijanja biogasa (metana i ugljendioksida).



Tehnološki uslovi za anaerobnu digestiju

Osnovni tehnološki uslovi potrebni za proces anaerobne digestije su:

- krupnoća i vrsta materijala,
- temperatura u toku procesa,
- pritisak u digestoru,
- pH vrednost,
- kvalitet metanskih bakterija,
- bezkiseonična atmosfera u digestoru,
- odnos C/N u digestatu,
- mešanje supstrata u digestoru,
- odnos organske suve materije i vode u supstratu,
- prisustvo toksičnih komponenata.



Tehnološki uslovi za anaerobnu digestiju

Vreme zadržavanja supstrata u digestoru – Vreme zadržavanja supstrata u digestoru zavisi od procesa anaerobnog vrenja, a to znači od temperaturskog režima.

Odnos C/N u supstratu – Za normalnu aktivnost i reprodukciju metanskih bakterija neophodan uslov je povoljan odnos C i N u materiji koja se digestira. Smatra se povoljnim odnos C:N od 25:1 do 35:1. Najbolji odnos je 30:1. Ovakav odnos je potreban zato što metanske bakterije za oko 30 puta brže troše ugljenik nego azot.

Mešanje supstrata u digestoru – Metanske bakterije su male pokretljivosti a kako se brzo razmnožavaju i još brže koriste sastojke supstrata u svojoj aktivnosti, neophodno je dovesti ih u poziciju da se navedene aktivnosti neometano obavljaju. Mešanje je povoljno i radi sprečavanja taloženja težih čestica na dno digestora a što vodi smanjenju aktivne zapremine.

Tehnološki uslovi za anaerobnu digestiju

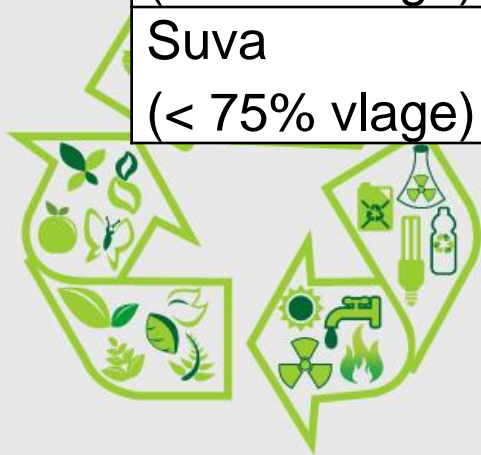
Odnos suve materije i vode u supstratu – U svakoj od faza anaerobnog vrenja vrlo je važan sadržaj vode u supstratu. Ako nema vode u dovoljnoj količini tada se aktivnost metanskih bakterija usporava, a ako je vode previše razgradnja ne može da se obavi u predviđenom obimu pa je materija koja napušta digester gotovo nerazgrađena.



Vrste postrojenja za anaerobnu digestiju

Postrojenja za anaerobnu digestiju mogu se tehnološki podeliti na osnovu četiri osnovne karakteristike procesa digestije: sadržaja vlage, temperature, broja faza u procesu i broja etapa.

Sadržaj vlage	Temperatura	Faze procesa	Etape procesa
Mokra (> 90% vlage)	Termofilna (53 – 55 °C)	Jednofazna	Jednostepena
Suva (< 75% vlage)	Mezofilna (35 – 37 °C)	Višefazna	Dvostepena



Jednofazni procesi anaerobne digestije

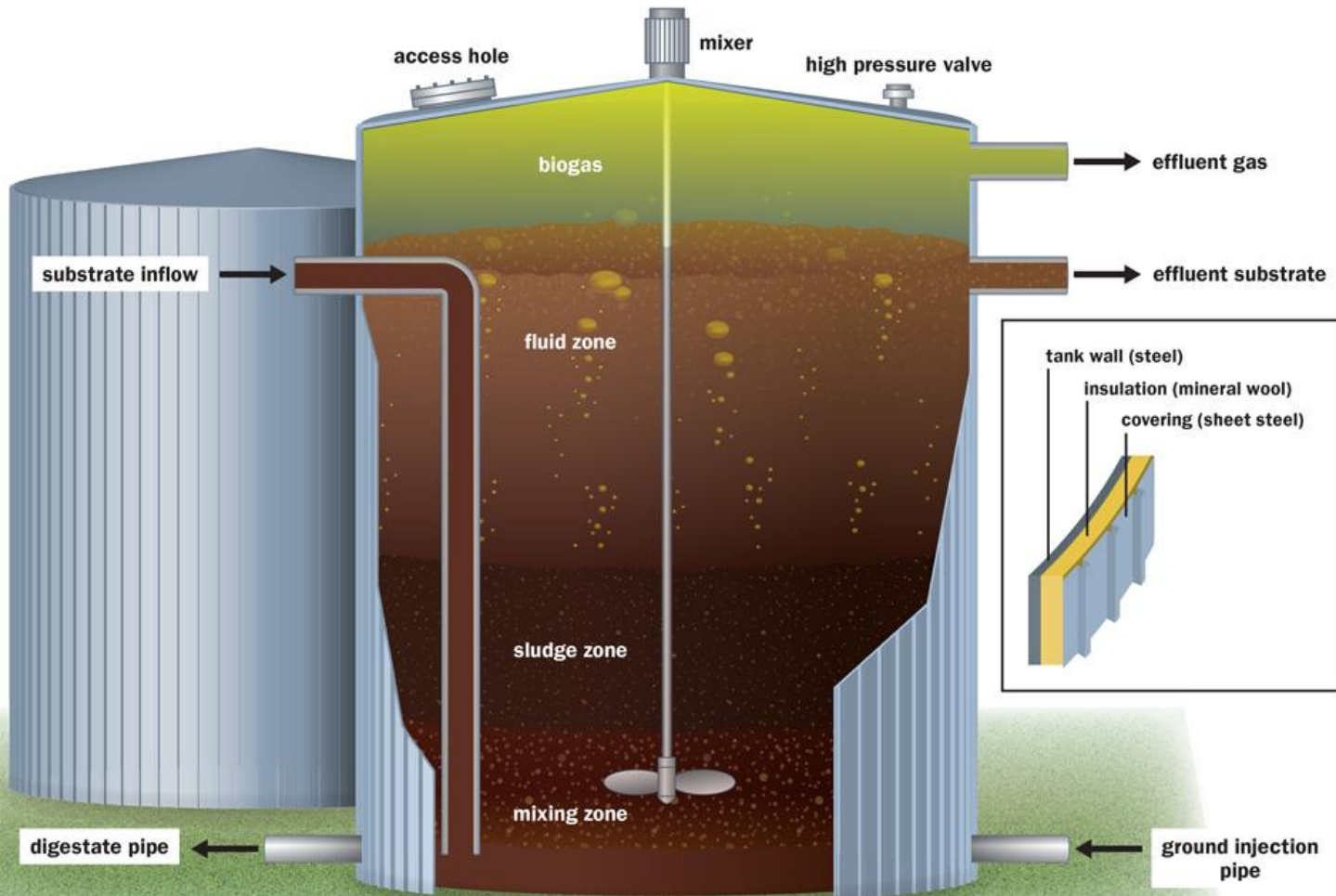
Jednofazni procesi su najstariji način anaerobnog tretmana otpada. To je jedan digester u obliku cilindra čiji je donji deo konusno, a gornji torisferično ili ravno dno, koji ne poseduje sistem za mešanje. Gas koji se stvara i kreće ka površini obezbeđuje slabo mešanje mase u digestoru.

Nedostatak ovog procesa je dugo vreme zadržavanja materije u digestoru, 30 – 60 dana.

Jednofazni dvostepeni procesi se odvijaju u dva visoko opterećena digestora redno povezana (primarni i sekundarni). Osnovna funkcija sekundarnog digestora je gravitacioni taloženje čvrstih komponenata i pretakanje tečnosti koja se nalazi u plutajućem sloju.



Jednofazno postrojenje za anaerobnu digestiju



Dvofazni procesi anaerobne digestije

Kod **dvofaznih procesa**, u primarnom digestoru, kooji se naziva acidno-fazni digestor, se odvijaju procesi hidrolize i acidogena faza razgradnje sa vremenom zadržavanja supstrata od 1 – 2 dana. Ova faza se odvija u mezofilnom i termofilnom režimu.

U sekundarnom digestoru nastaje metan i vreme zadržavanja je preko 10 dana. Ovaj digestor radi u mezofilnom režimu.



Biogas

Osnovni proizvod procesa anaerobne digestije je biogas. Biogas dobijen anaerobnim vrenjem organskih otpadnih materija, spada u grupu gorivih gasova. Sastav i svojstva biogasa zavise od od vrste polaznog materijala i od tehnoloških uslova za vreme procesa digestije. Donja toplotna moć biogasa iznosi oko 20 MJ/m³.

<i>Sastav biogasa</i>		
Komponenta	Hemijska formula	Zapreminsko učeše [%]
Metan	CH ₄	50-70
Ugljen-dioksid	CO ₂	20-40
Azot	N ₂	< 3
Vodonik	H ₂	< 3
Amonijak	NH ₃	<1
Vodena para	H ₂ O	1-5 !!
Vodonik-sulfid	H ₂ S	< 1 !!



Faze proizvodnje biogasa

1. Pripremna faza

Dostavljanje i skladištenje sirovine, priprema supstrata, transport i doziranje u digestor

2. Anaerobna digestija unutar digestora i proizvodnja biogasa

DIGESTAT

BIOGAS

3. Skladištenje prevrelog substrata i/ili postdigestija

4. Izdvajanje i prerada biogasa

Odvajanje tečne od čvrste frakcije

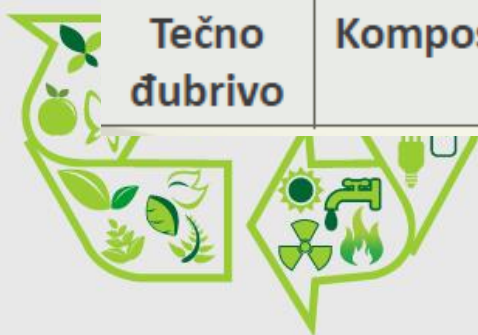
Odlaganje bez odvajanja frakcija

Izdvajanje, sušenje, desumporizacija i skladištenje biogasa

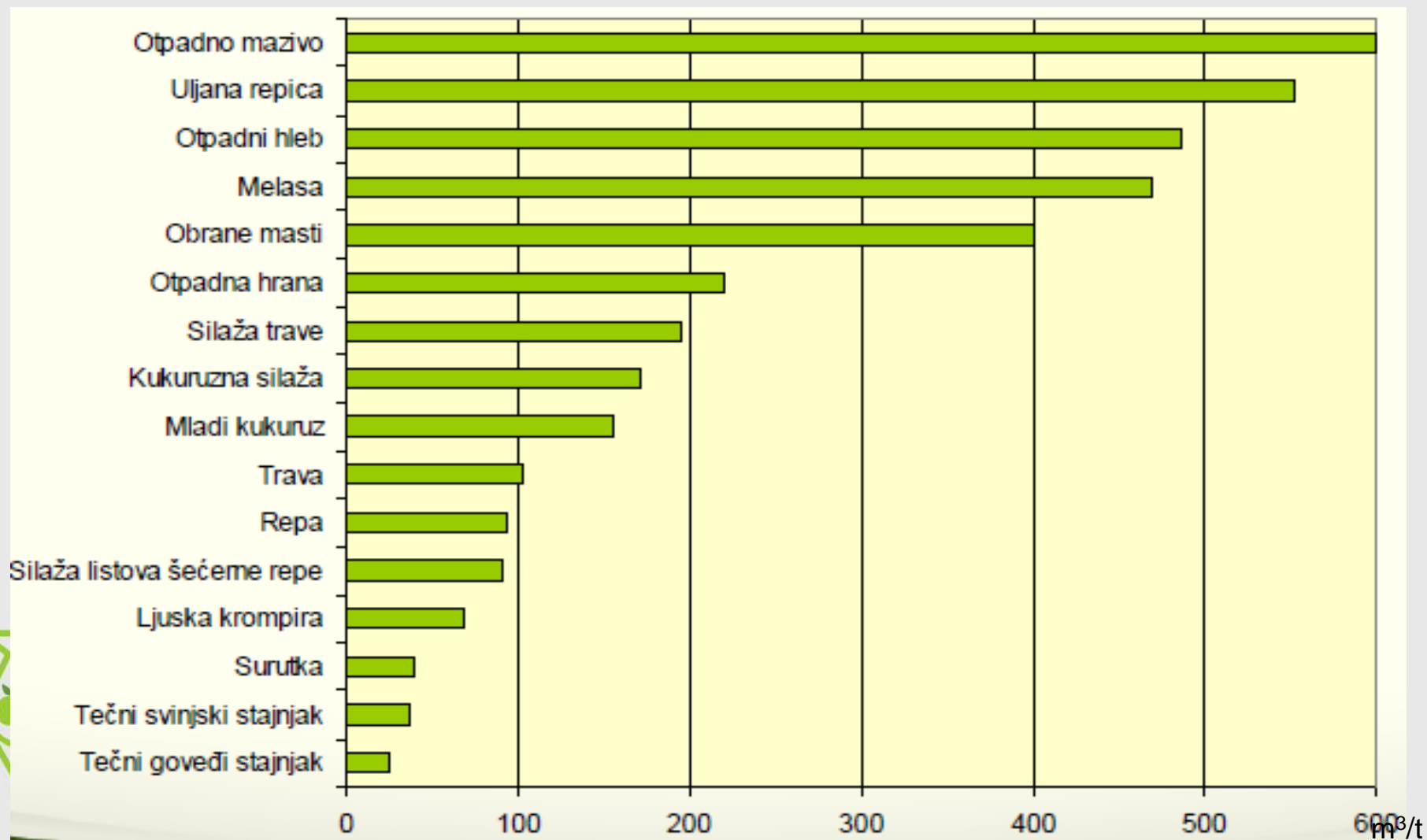
Tečno đubrivo

Kompost

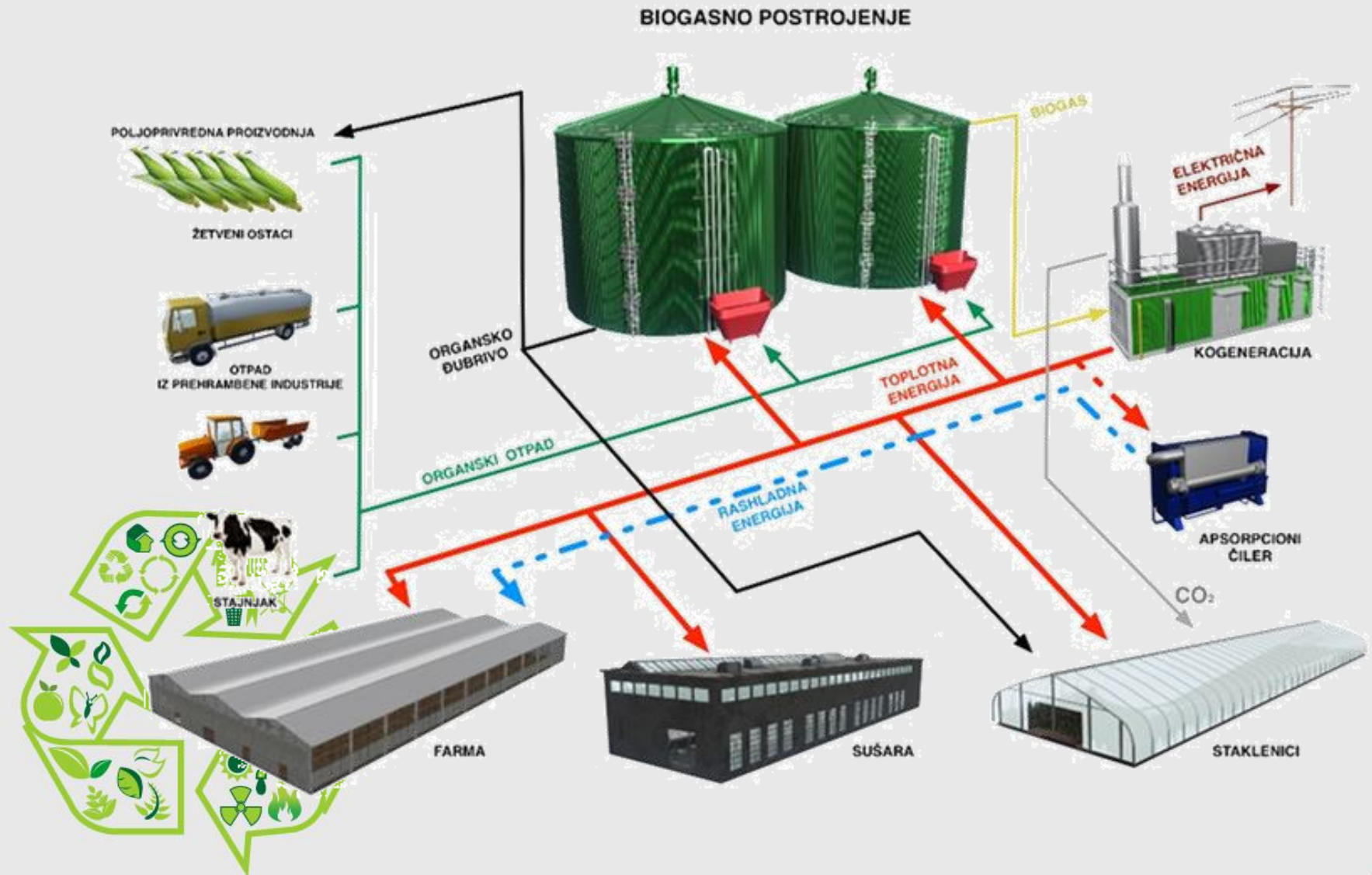
Proizvodnja električne i/ili toplotne energije



Prinos biogasa u zavisnosti od supstrata



Tokovi mase i energije u postrojenju za anaerobnu digestiju



Primena biogasa

Gasni kotlovi – Biogas se koristi kao gorivo za dobijanje toplotne energije. Ovakav način primene je karakterističan za biogas koji nastaje u malim postrojenjima (zapremina digestora 6–8 m³). Za ovakvu primenu biogas nije potrebno dodatno prečišćavati.

Sistemi za kogeneraciju – Predstavlja efikasan način korišćenja biogasa. Pre korišćenja u ovom slučaju, biogas se suši i obogaćuje odgovarajućim komponentama u cilju postizanja potrebnog kvaliteta. Stepem iskorišćenja pri proizvodnji električne energije iznosi 35% a toplotne 65%.



Primena biogasa

Mikroturbine - Biogas se koristi u malim gasnim turbinama (poznate kao mikroturbine) za proizvodnju električne energije od 200 kW. U poređenju sa drugim rešenjima, danas je ovo rešenje neisplativo.

Gorive ćelije – U gorivoj ćeliji, biogas se kontinuirano dodaje u anodni deo, a oksidant (kiseonik) u katodni deo. Na elektrodama dolazi do elektrohemijske reakcije pri čemu se stvara električna energija. Tehnologija biogasnih ćelija je u razvoju, a trenutno su investicioni troškovi izuzetno visoki.



Primena biogasa

Pogon motornih goriva – Za ovakvu primenu biogas se mora dodatno obraditi i prilagoditi. Ovo podrazumeva uklanjanje ugljendioksida i sumpora. Biogas se u motornim vozilima može koristiti isto kao i prirodni gas.

U hemijskoj industriji – Metan i ugljendioksid su našli široku primenu u hemijskoj industriji. Čist ugljendioksid se koristi u proizvodnji polikarbonata, suvog leda ili za površinsku obradu materijala. Metan se koristi kao energent.



Primena biogasa u Srbiji

Trenutno rade 4 nova postrojenja za proizvodnju električne energije iz biogasa:

1. Alltech Fermin (Senta) – 1,6 MWe+1,8MWth
2. Lazar Dairy (Blace) - 1 MWe+1,2MWth
3. EnviTech Biogas AG – 635 kW
4. Sava Kovačević - 1 MWe+1MWth



Anaerobni ukopani digestorski mešno-protočni sistem:

- čvrsta faza biođubriva sa 30% SM
- tečna faza biođubriva sa 5% SM