

SKLOP 4 / POGLAVJE 3 – Bioplin

Pridobivanje bioplina

Bioplin proizvajamo predvsem **iz bioloških odpadkov**, kot so **organski ostanki živil, gnoj, rastlinski ostanki** itd. Proces proizvodnje bioplina se imenuje **anaerobna digestija**. Ta poteka **v zaprtih anaerobnih (brez kisika) pogojih**, kjer mikroorganizmi razgrajujejo biološke materiale.

- **Priprava vhodnih materialov:** Organske odpadke je treba zdrobiti in razgraditi na manjše delce, da se poveča njihova površina za mikroorganizme.
- **Anaerobna digestija:** Zdrobljeni biološki materiali se nato postavijo v anaerobni reaktor ali digestor, kjer se pod vplivom mikroorganizmov (predvsem bakterij) razgradijo v bioplin.
- **Fermentacija in nastajanje bioplina:** Mikroorganizmi v reaktorju proizvajajo plinasto mešanico, imenovano bioplin, ki vsebuje predvsem metan (CH_4) in ogljikov dioksid (CO_2), ter manjše količine drugih plinov kot so vodikov sulfid, vodik in dušik.
- **Zbiranje in shranjevanje bioplina:** Bioplin se zbira v zgornjem delu reaktorja in nato lahko shranjuje v hranilnikih ali se neposredno uporablja za energetske namene.
- **Uporaba bioplina:** Bioplin se lahko uporablja kot vir energije za proizvodnjo električne energije in toplote ali kot gorivo za vozila.

Proces anaerobne digestije omogoča ne samo proizvodnjo obnovljive energije iz odpadkov, ampak tudi zmanjšanje količine odpadkov ter zmanjšanje emisij toplogrednih plinov, ki bi nastale ob naravni razgradnji teh materialov.



Bioplinarna v Ormožu



Kaj je bioplin?

Bioplin je plinasta mešanica, ki jo pridobivamo iz bioloških materialov z anaerobno digestijo. Glavne sestavine bioplina so metan (CH_4) in ogljikov dioksid (CO_2), v manjših količinah pa lahko vsebuje tudi druge pline, kot so vodikov sulfid (H_2S), vodik (H_2), dušik (N_2) in vodna para (H_2O):

- **Metan** (CH_4): 50 – 75 %
- **Ogljikov dioksid** (CO_2): 10 – 40 %
- **Vodikov sulfid** (H_2S): 0.5 – 2 % (koroziven in agresiven)
- **Vodik** (H_2): 0.1 do 0.5 %
- **Dušik** (N_2): manj kot 0.1 %



Značilnosti bioplina:

- **Obnovljiv vir energije:** Bioplin se proizvaja iz obnovljivih virov, kot so organski odpadki, kar prispeva k trajnostni proizvodnji energije.
- **Visoka vsebnost metana:** Glavna energetska sestavina bioplina je metan, ki ima visok potencial za proizvodnjo energije.
- **Nizke emisije toplogrednih plinov:** Uporaba bioplina lahko zmanjša neto emisije toplogrednih plinov, saj se metan, ki bi sicer izstopil v ozračje, izkoristi kot vir energije.
- **Potencial za decentralizirano proizvodnjo:** Bioplin se lahko proizvaja na lokalni ravni iz različnih virov bioloških odpadkov, kar omogoča decentralizirano proizvodnjo energije.

Iz česa pridobivamo bioplin?

Za pridobivanje bioplina lahko uporabljamo različne biološke materiale, ki vsebujejo organsko snov, primerno za anaerobno digestijo. Glavni viri in materiali, ki se uporabljajo za proizvodnjo bioplina, vključujejo:

Organski odpadki iz gospodinjstev:

- Kuhinjski odpadki (ostanki hrane, sadja, zelenjave).
- Organski odpadki iz restavracij, trgovin in drugih ustanov.

Organski odpadki iz kmetijstva:

- Gnoj (govedi, prašičev, perutnine, itd.).
- Ostanke rastlinskih pridelkov (slama, stebli, listi).

Industrijski organski odpadki:

- Odpadki iz prehranske industrije (npr. ostanki iz mlinov, sirarne).
- Odpadki iz kmetijskih predelovalnih obratov.

Komunalni biološki odpadki:

- Biološko razgradljivi deli odpadkov iz ločenega zbiranja (biološko razgradljivi odpadki, ki se ne kompostirajo).

Ostanki rastlinskih pridelkov in posevkov:

- Rastlinski ostanki po žetvi (npr. **koruzni stebli, sončnični ostanki, trava, detelja, krmna pesa, listi sladkorne pese, ogrščica**).
- Posevki, ki se ne porabijo za prehrano ljudi ali živali.

Gošča in ostanki iz čistilnih naprav:

- Gošča iz čistilnih naprav za čiščenje odpadnih voda.
- Ostanki, ki nastanejo pri čiščenju biološko onesnaženih voda.





Gnoj



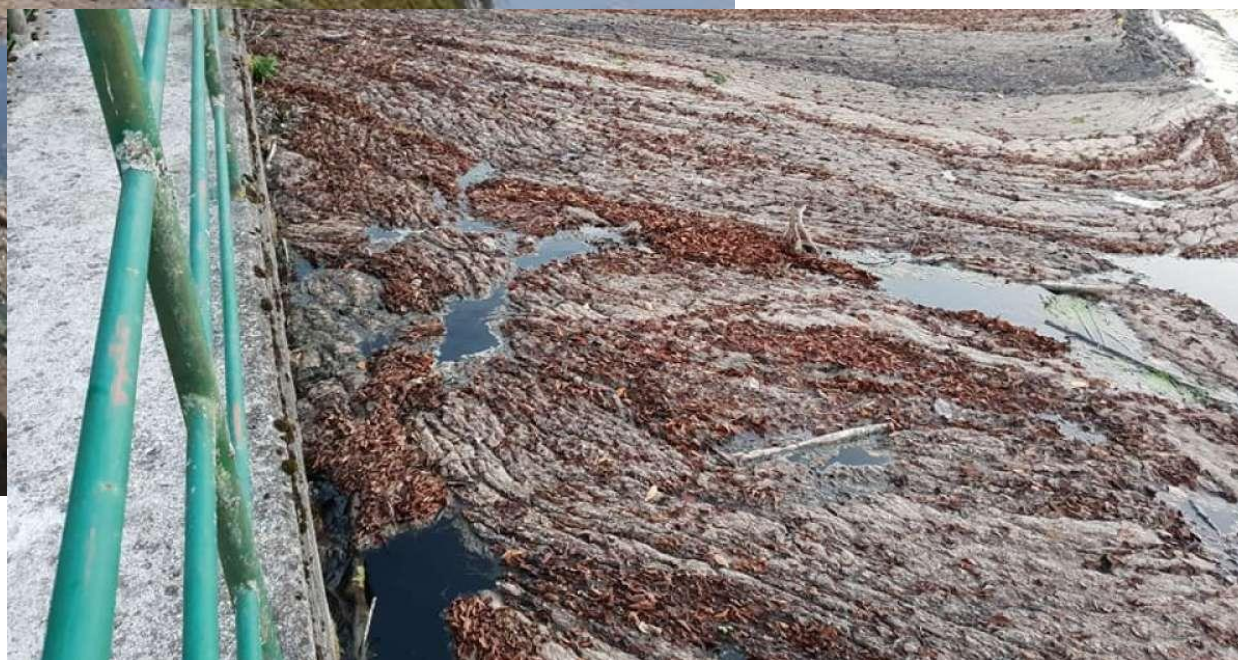
Komunalni biološki odpadki



Ostanki po žetvi (razna rastlinska stebila itd.)



Gošča iz čistilne naprave



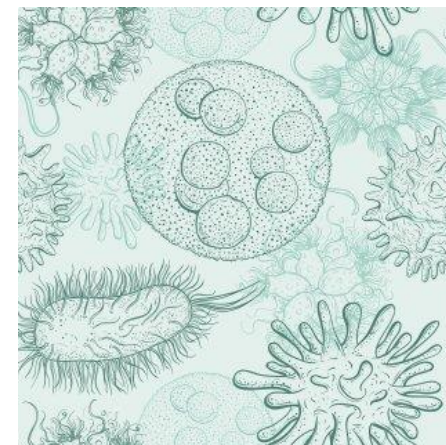
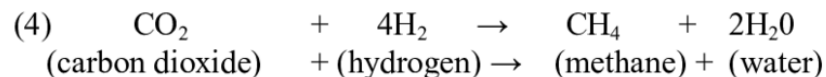
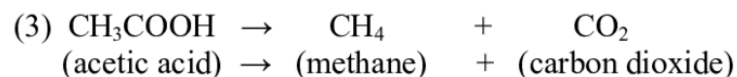
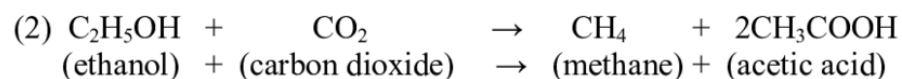
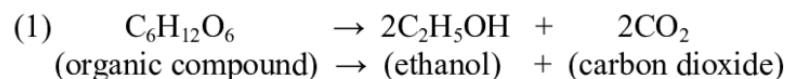
Kaj je anaerobno vrenje?

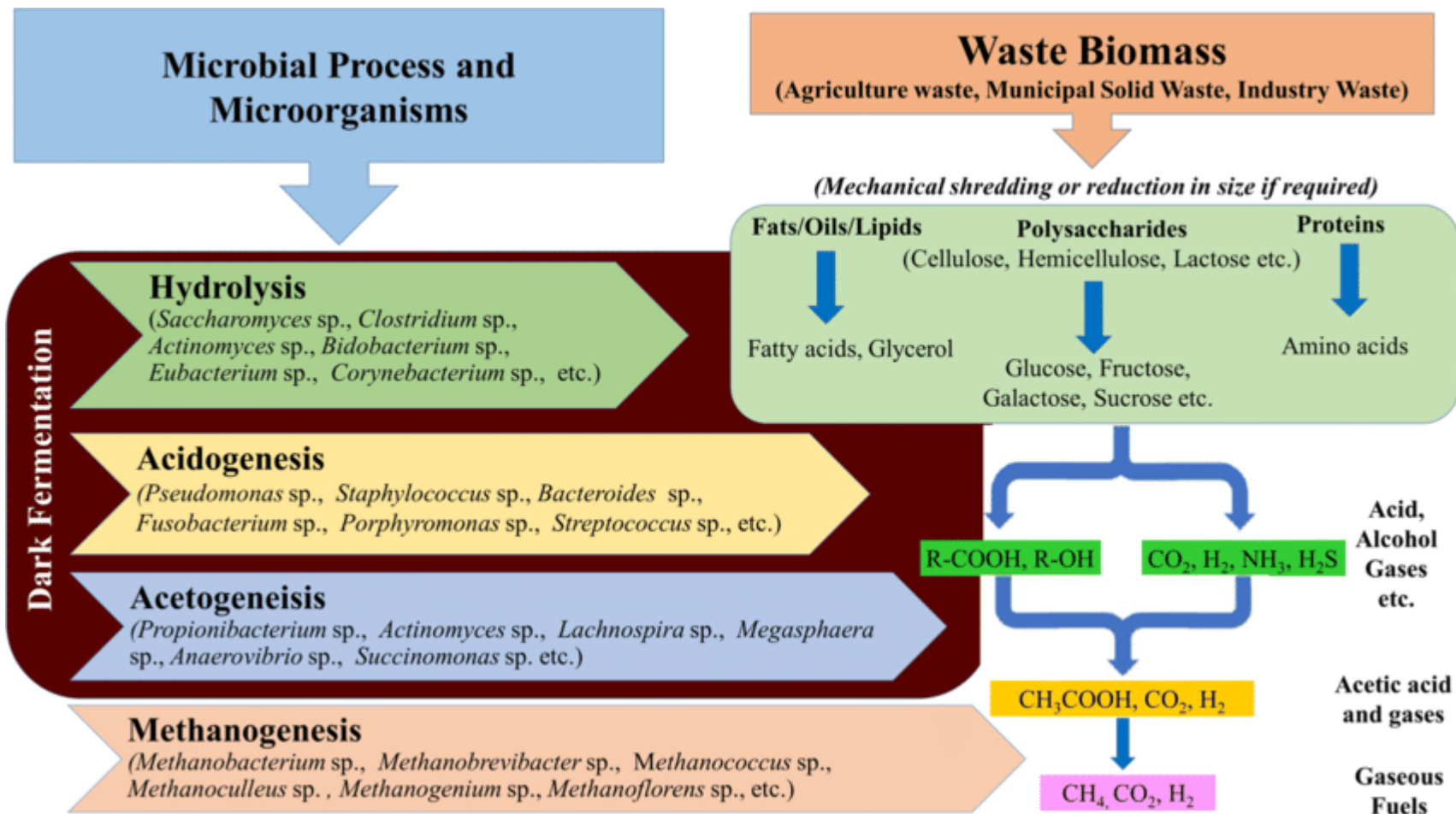
Definicija: Anaerobno vrenje je proces biološke razgradnje organskih snovi brez prisotnosti kisika (anaerobnih pogojev), pri čemer se sprošča bioplin.

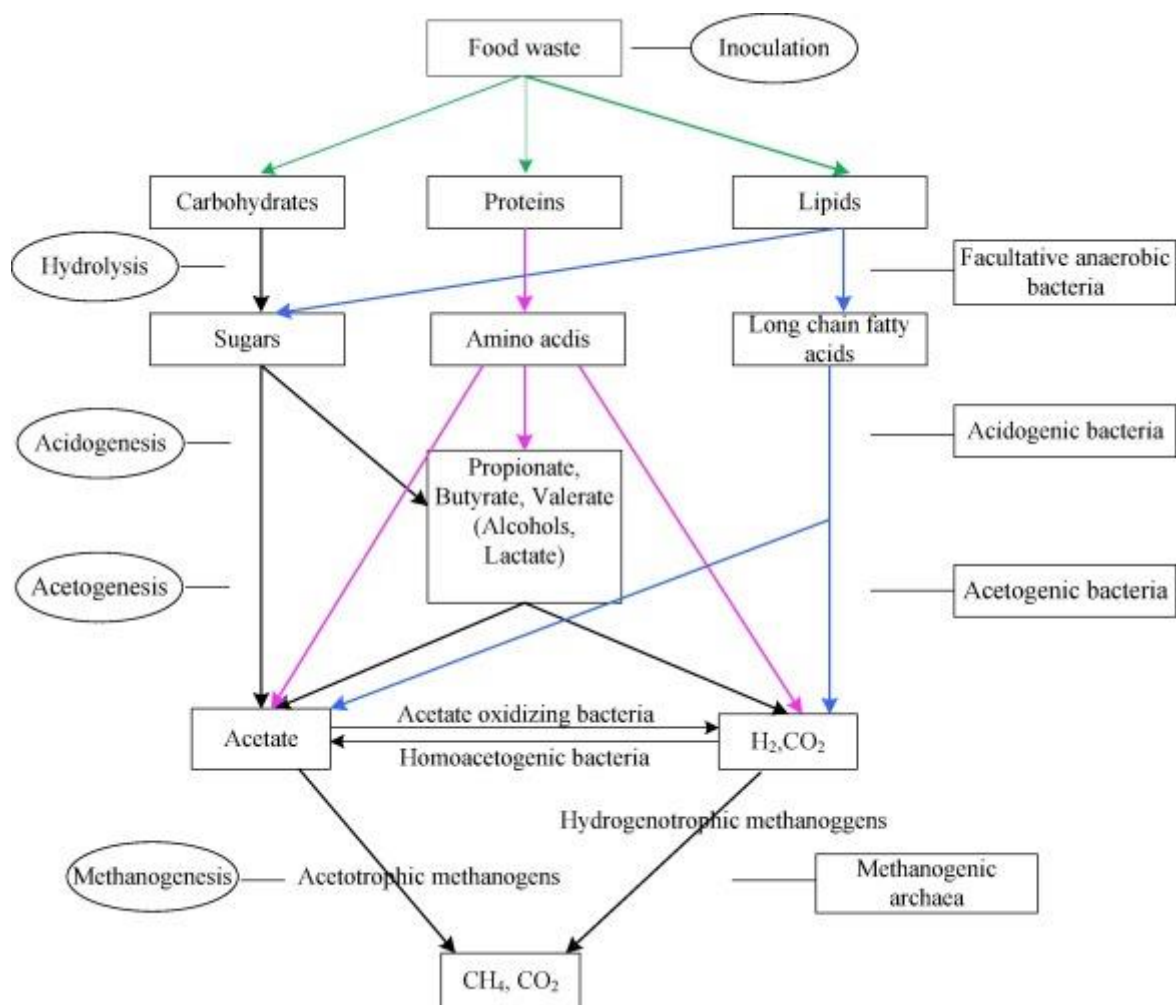
Cilj procesa: Proizvodnja bioplina, obnovljivega vira energije, iz bioloških odpadkov.

Glavni koraki:

- **Priprava vhodnih materialov:** Zdrobljeni organski odpadki (npr. hrana, gnoj, rastlinski ostanki).
- **Vnos v anaerobni reaktor:** Materiali se vnašajo v hermetično zaprt reaktor, kjer se izvaja anaerobna digestija.
- **Razgradnja s pomočjo mikroorganizmov:** Mikrobi, predvsem bakterije, razgrajujejo organske snovi v bioplin.
- **Fermentacija:** Proces fermentacije proizvaja metan (CH₄) in ogljikov dioksid (CO₂).







Tehnološki pogoji za učinkovito anaerobno vrenje?

Za učinkovito anaerobno vrenje so pomembni različni tehnološki pogoji, ki vplivajo na hitrost razgradnje organskih snovi in kakovost ter količino proizvedenega bioplina. Glavni tehnološki pogoji vključujejo:

Velikost in vrsta organskih snovi

- Zdrobljenost materialov
- Primeri organskih snovi: kuhinjski odpadki, gnoj, ostanki pridelkov

Temperaturne razmere

- Mezofilne razmere: 25°C - 40°C
- Termofilne razmere: 50°C - 65°C

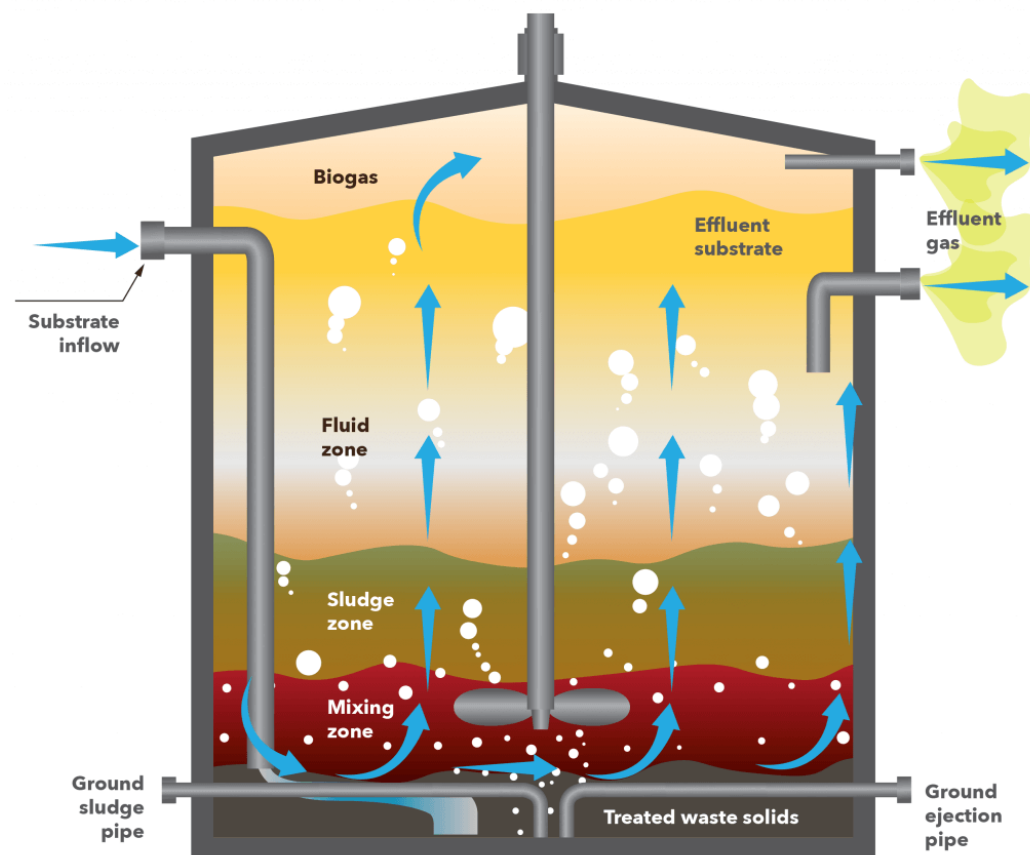
pH vrednost

- Optimalno območje: 6,5 - 8,0
- Odpornost na nihanja in šokovne obremenitve

Prilagodljivost reaktorjev

- Hermetična zaprtost
- Zagotavljanje anaerobnih pogojev

Anaerobic Digestion Process



Zgradba bioplinskega reaktorja

Osnovni koncept

- **Namen:** Proizvodnja bioplina iz organskih odpadkov
- **Tipi:** Uporaba mezofilnih ali termofilnih reaktorjev

Materiali za gradnjo

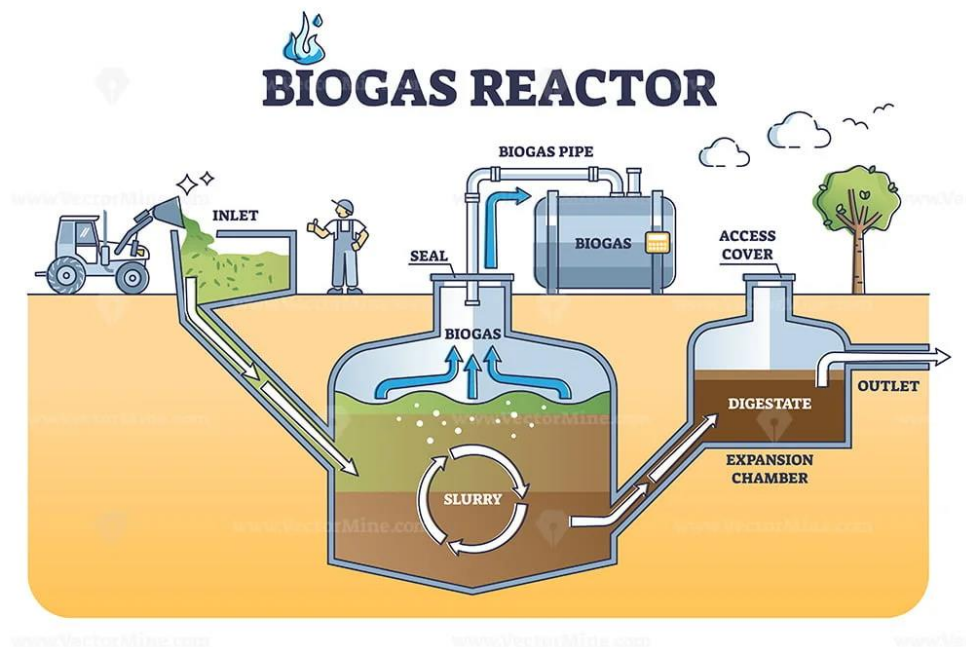
- Odpornost na kemične reakcije
- Izolacijski materiali za ohranjanje temperature

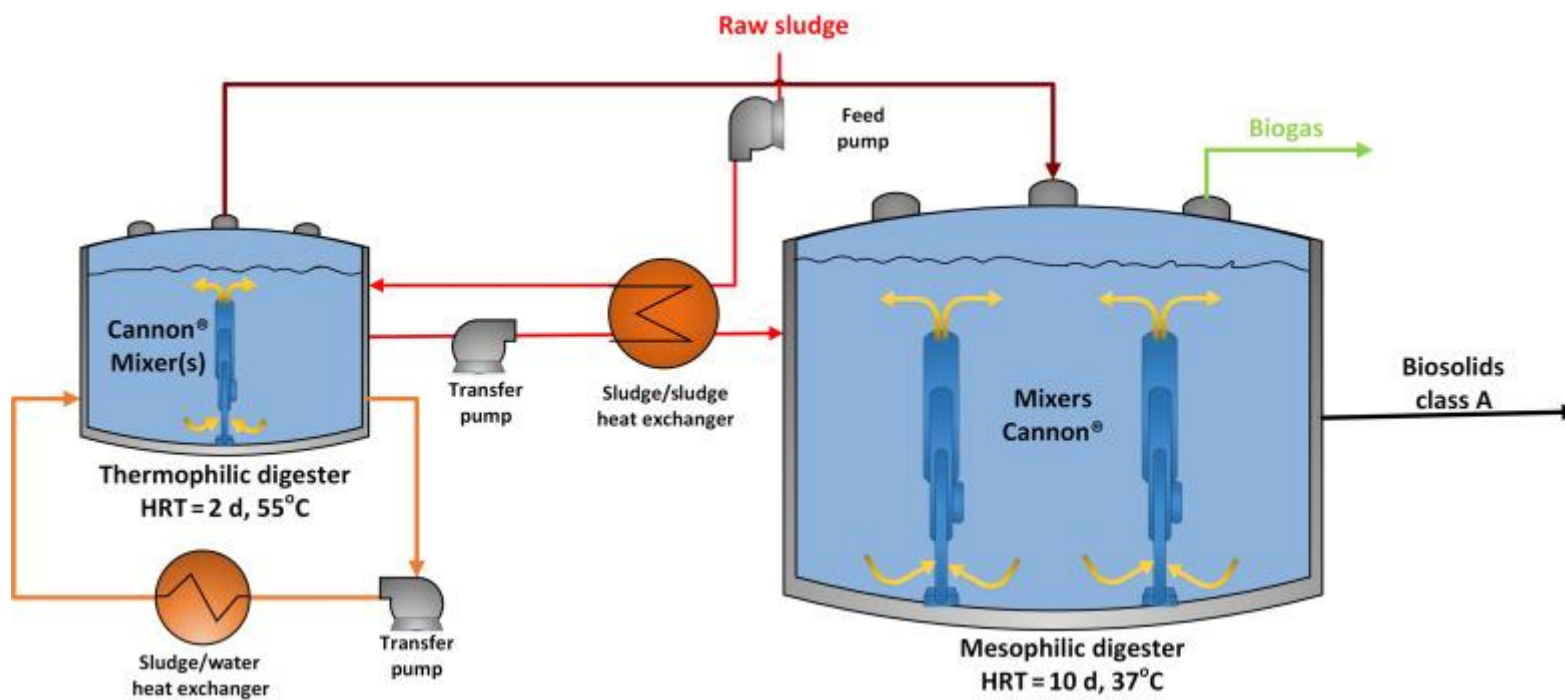
Nadzor in avtomatizacija

- Senzorji in merilniki (temperatura, pH)
- Sistemi za odstranjevanje odpadkov

Glavni deli bioplinkega reaktorja

- **Vhod in izhod:** Kanali za dovod organskih snovi in odvod bioplina ter preostalih odpadkov
- **Rektorski prostor:** Prostor za anaerobno vrenje, kjer se odvija fermentacija organskih snovi
- **Pokrov in tesnila:** Hermetično zaprti, da ohranjajo anaerobne pogoje





Diskontinuirani in kontinuirani postopek pridelave bioplina

Diskontinuiran postopek

Prednosti:

- Nižji stroški
- Možnost uporabe substrata z večjo vsebnostjo suhe snovi
- Ni nevarnosti prehoda v kislinsko vrenje
- Razkroj vlaknastih materialov brez mehanskega dela

Slabosti:

- Velika prostornina reaktorja
- Neizenačena količina in sestava bioplina
- Težavnost transporta predelanega substrata
- Kompliciran postopek praznjenja reaktorja

Značilnosti:

- Vhodni substrat in prevrela masa se zapreta v reaktor
- Segrevanje povečuje vsebnost metana v bioplinu
- Anaerobno vrenje traja 40-100 dni
- Praznjenje reaktorja ob zmanjšani proizvodnji bioplina

Metoda stabilizacije:

- Več reaktorjev deluje z zamikom
- Stalna proizvodnja in stabilna sestava bioplina

Kontinuiran postopek

Prednosti:

- Kratek čas zadrževanja substrata v reaktorju (10 – 30 dni)
- Konstantna količina in sestava plina (m³/dan in vsebnost metana)
- Predelan substrat se transportira s pomočjo črpalk
- Ni emisij smradu zaradi hermetično zaprtega procesa

Slabosti:

- Potreba po segrevanju reaktorja za boljši razkroj organske mase
- Večja poraba energije za pogon črpalk in ogrevanje vstopne mase
- Pogostejše mešanje organske mase za preprečitev zaskorjitve in sedimentacije

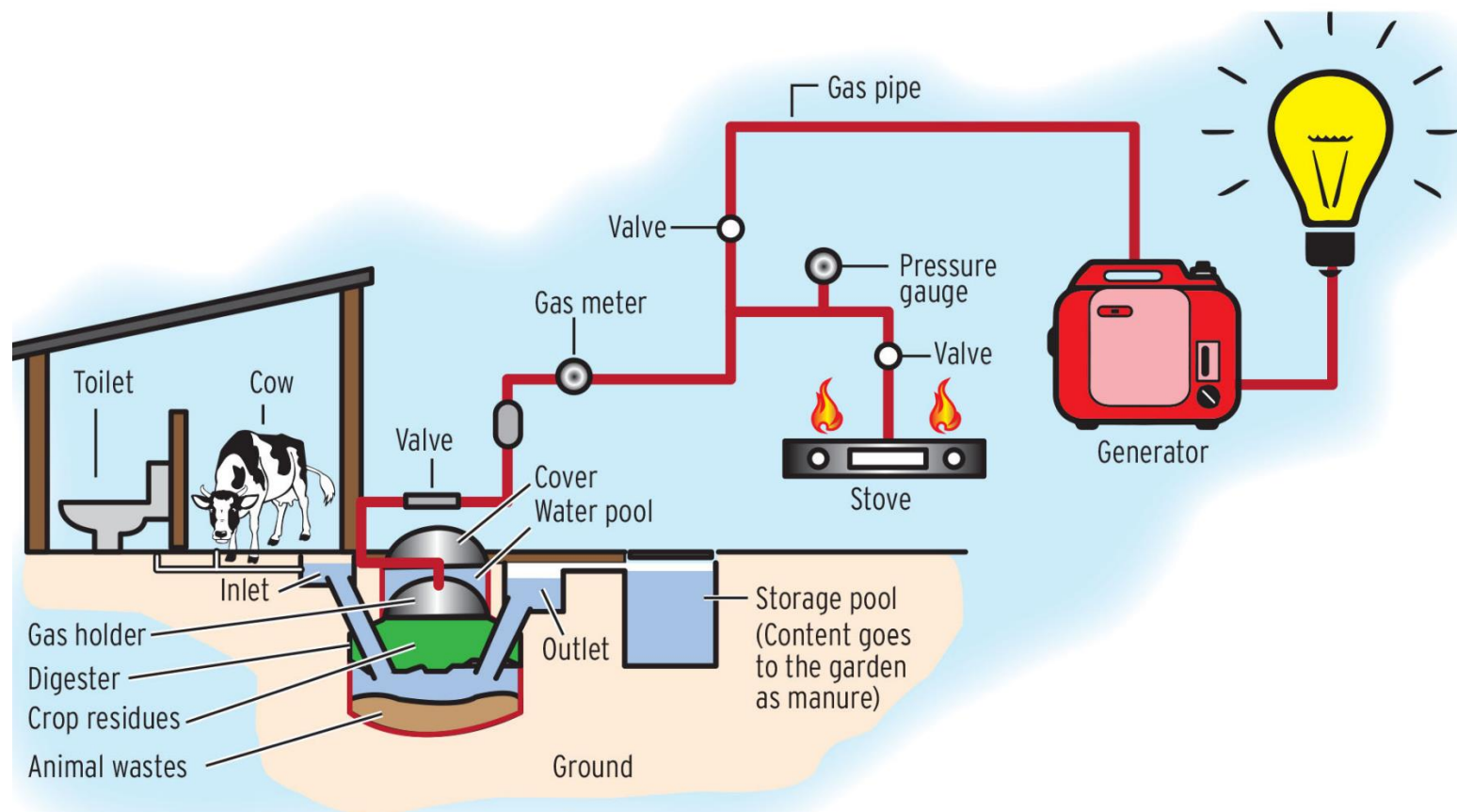
Značilnosti postopka:

- Reaktor se nenehno polni s svežo organsko maso
- Sočasno se iz reaktorja prazni predelana organska masa
- Predelan substrat se zbira v rezervoarjih za nadaljnjo uporabo kot gnojilo

Uporaba bioplina

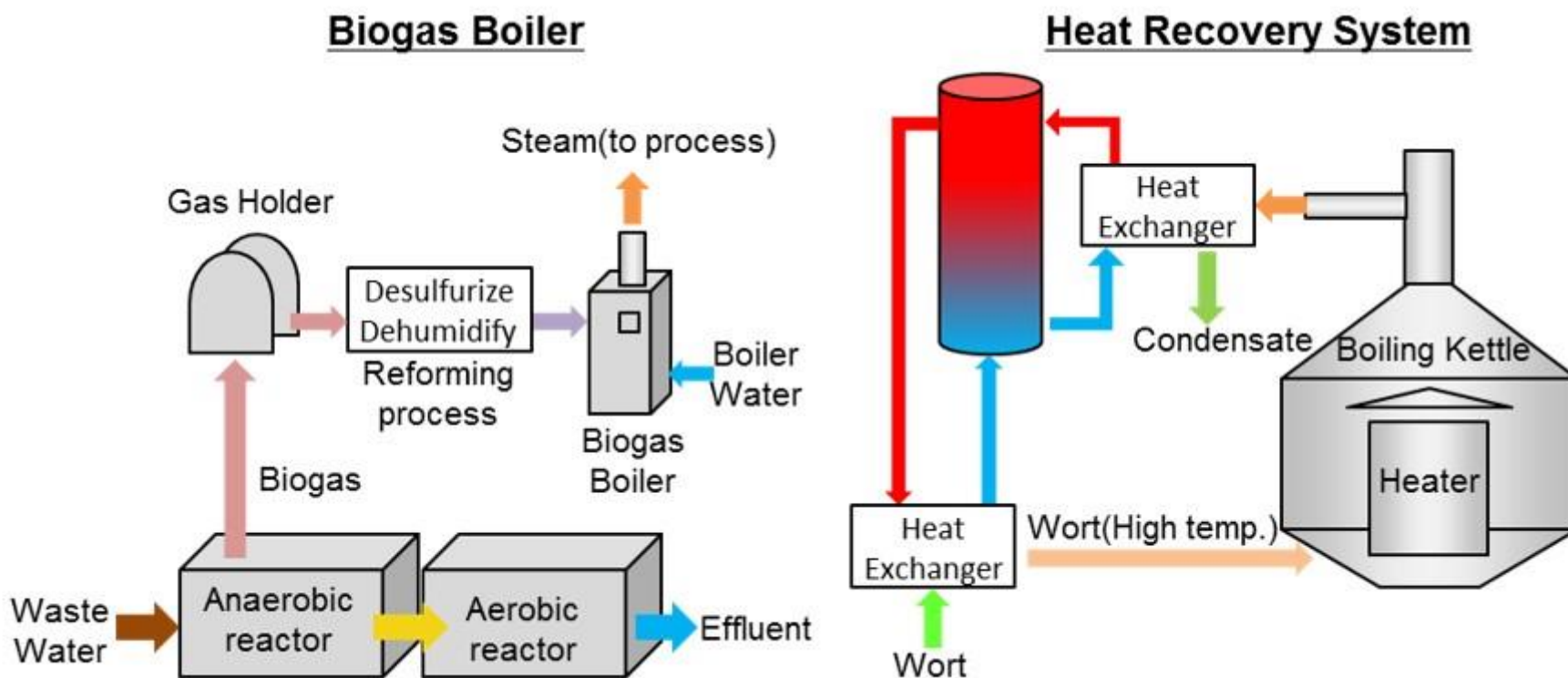
Proizvodnja električne energije:

Bioplin se uporablja v kogeneracijskih enotah za proizvodnjo električne energije in toplote. Ta proces, imenovan kogeneracija ali soproizvodnja, omogoča učinkovito izrabo energije iz bioplina za lokalne potrebe.



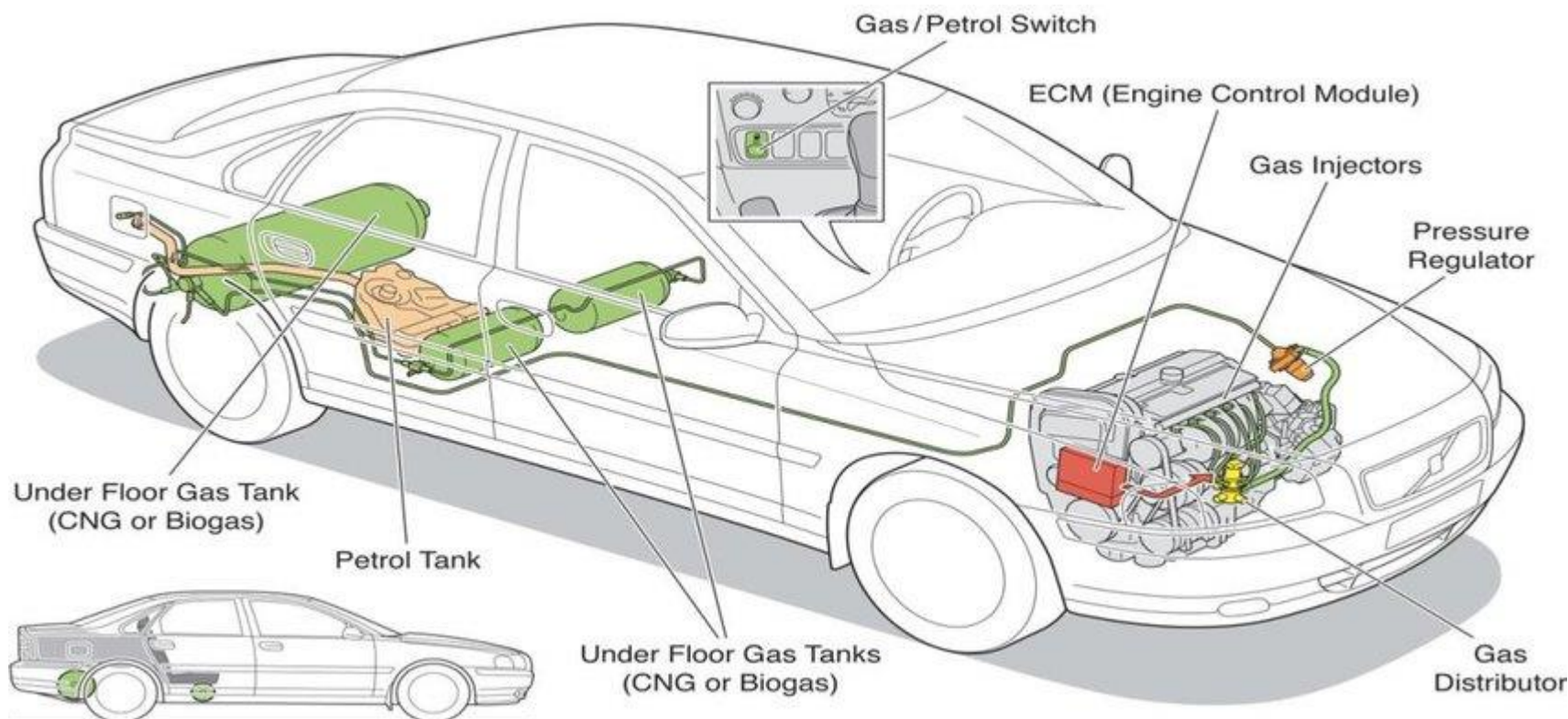
Ogrevanje in hlajenje:

Bioplin se lahko uporablja za ogrevanje prostorov in za proizvodnjo toplote za industrijske procese. Prav tako je mogoče bioplin uporabiti v absorpcijskih hladilnih napravah za hlajenje objektov.



Pogonsko gorivo za vozila:

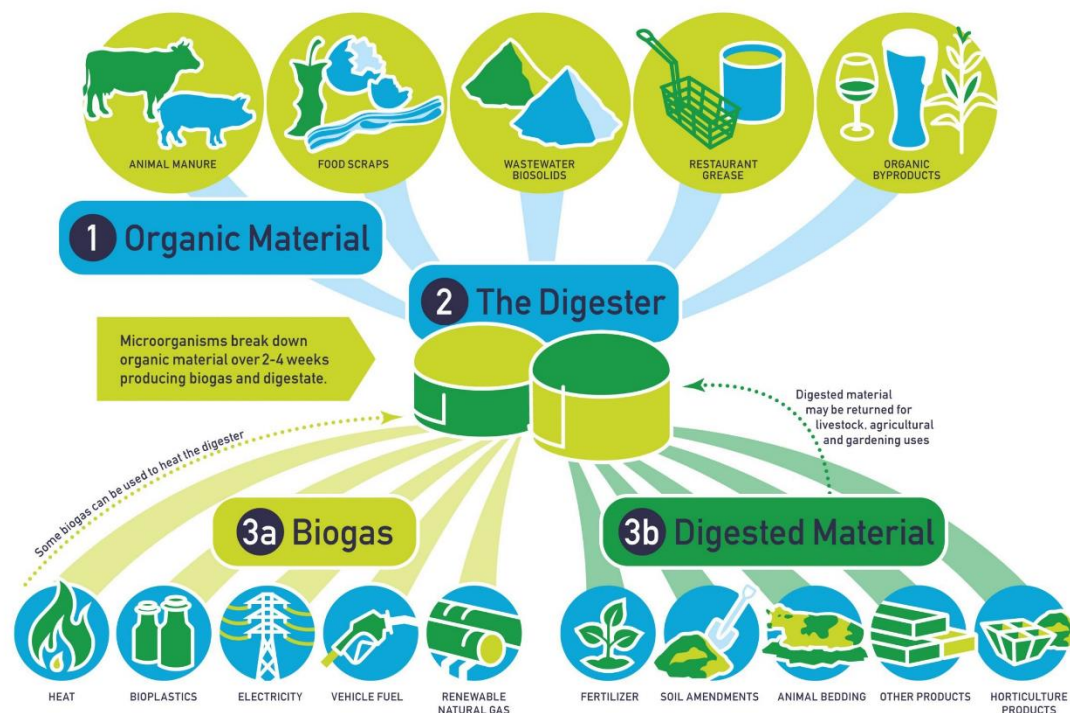
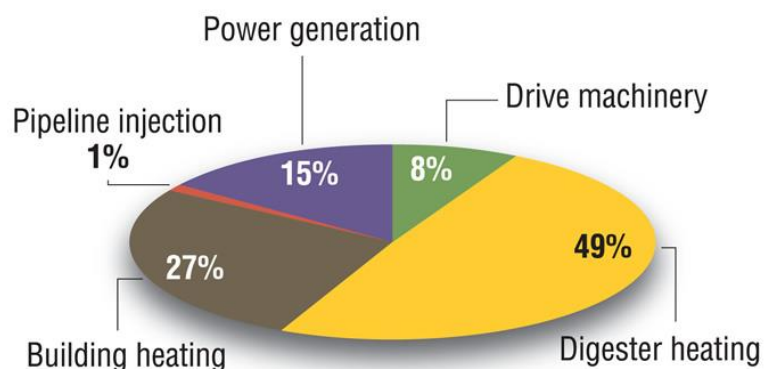
Bioplin se lahko uporablja kot alternativno pogonsko gorivo za vozila, bodisi v obliki stisnjenega bioplina (CNG) ali tekočega bioplina (LNG). To prispeva k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov v prometnem sektorju.



Industrijski procesi:

V industriji se bioplin lahko uporablja kot vir energije za različne proizvodne procese, vključno z ogrevanjem, sušenjem, parjenjem in pogonov naprav.

Figure 2. Percentages of biogas utilization technologies in use at WWTPs producing biogas



Step 1
ORGANIC MATERIAL
Organic materials are the "input" or "feedstock" for a biogas system. Some organic materials will digest more readily than others.

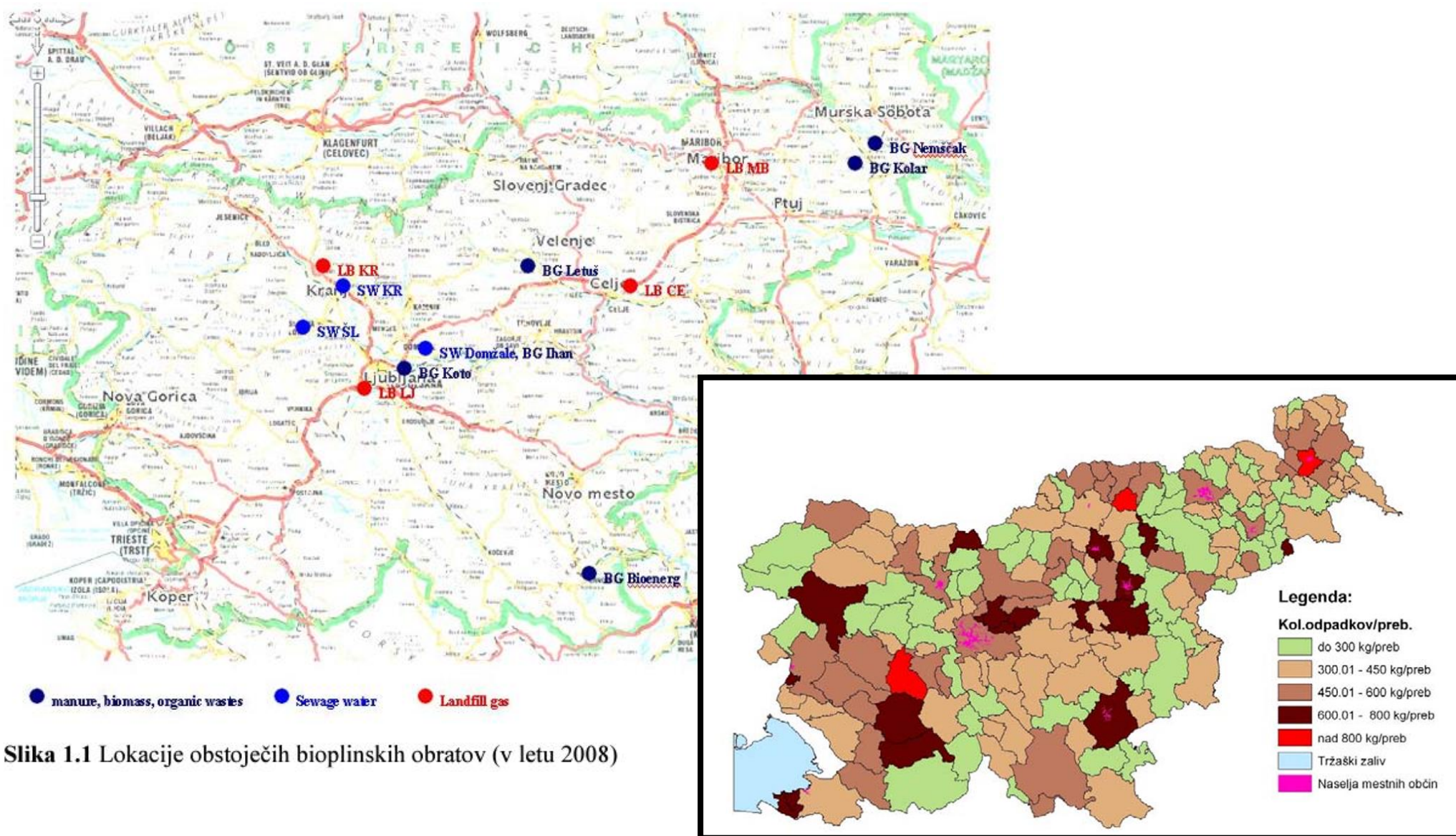
Step 2
THE DIGESTER
An anaerobic digester is a system of airtight tanks that can be equipped for mixing and warming organic material.

Step 3a
BIOGAS
Biogas consists mostly of methane and carbon dioxide, plus water vapor, and other trace compounds (e.g., siloxanes).

Step 3b
DIGESTED MATERIAL (DIGESTATE)
In addition to biogas, digesters produce solid and liquid digestate, containing valuable nutrients (nitrogen, phosphorus & potassium) and organic carbon.

RENEWABLE NATURAL GAS
Biogas processed to gas pipeline quality is often called biomethane, renewable natural gas, or RNG.

Proizvodnja bioplina v Sloveniji



Slika 1.1 Lokacije obstoječih bioplinskih obratov (v letu 2008)

Prednosti in slabosti proizvodnje in uporabe bioplina

Prednosti proizvodnje in uporabe bioplina

- **Obnovljiv vir energije:** Pridobivanje bioplina iz bioloških odpadkov prispeva k zmanjšanju odvisnosti od fosilnih goriv.
- **Zmanjšanje emisij toplogrednih plinov:** Bioplin nadomesti fosilna goriva, kar vodi v manjše emisije CO₂ in metana.
- **Lokalna proizvodnja energije:** Bioplin omogoča decentralizirano proizvodnjo energije, kar povečuje energetske neodvisnosti.
- **Recikliranje bioloških odpadkov:** Uporaba bioplina omogoča recikliranje gnoja, kuhinjskih odpadkov in drugih organskih materialov.
- **Uporabnost v različnih sektorjih:** Bioplin se lahko uporablja za proizvodnjo električne energije, ogrevanje, pogon vozil in industrijske procese.

Slabosti proizvodnje in uporabe bioplina

- **Potreba po velikih površinah in surovinah:** Za učinkovito proizvodnjo bioplina je potrebna velika količina bioloških odpadkov.
- **Operativni in vzdrževalni stroški:** Bioplinke naprave zahtevajo redno vzdrževanje in nadzor, kar povečuje operativne stroške.
- **Vonjave in higienski problemi:** V nekaterih primerih lahko anaerobna digestija povzroči neprijetne vonjave in zahteva ustrezno ravnanje z odpadki.
- **Regulativne omejitve:** Ustanovitev bioplinke naprave je lahko podvržena regulativnim zahtevam in standardom, kar lahko vpliva na izvedljivost in stroškovno učinkovitost.
- **Odvisnost od vhodnih materialov:** Stabilnost proizvodnje bioplina je odvisna od razpoložljivosti in kakovosti vhodnih materialov, kar lahko predstavlja izziv v nekaterih regijah.